

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CAMILA RAMOS MESSIAS

DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DE PERNIL SUÍNO SEM OSSO RESFRIADO

MEDIANEIRA

2023

CAMILA RAMOS MESSIAS

DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DE PERNIL SUÍNO SEM OSSO RESFRIADO

Determination of the shelf life of chilled boneless pork legs

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Profa. Dra. Marinês Paula Corso.

Coorientador(a): Profa. Dra. Elciane Regina Zanatta.

**MEDIANEIRA
2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autoria(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



CAMILA RAMOS MESSIAS

DETERMINAÇÃO DA VIDA ÚTIL DE PERNIL SUÍNO SEM OSSO RESFRIADO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 15 de Dezembro de 2023

Dra. Marines Paula Corso, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Cristiane Canan, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Leda Battestin Quast, Doutorado - Universidade Federal da Fronteira Sul (Uffs)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 15/12/2023.

Dedico este trabalho à toda minha família.
Ao meu sobrinho Gabriel Guilherme Messias, à
Jessica Porcionatto Costa, à Wilson Schmidt e ao
meu pai Luiz Carlos Messias por sempre me apoiar
incondicionalmente em todos os meus sonhos e
incentivar a buscarmos novos caminhos, te amarei
eternamente. A saudade permanecerá até os últimos
dias de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por suas incontáveis bênçãos em minha vida.

À minha família por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos; por apoiarem e acreditarem, mesmo quando nem eu acreditava; por todo amor, carinho, compreensão, obrigada por serem os sorrisos nos melhores momentos e os abraços nos momentos de refúgio, por todo amor, apoio, incentivo e compreensão nos momentos de ausência para conquistar os objetivos. Agradeço a Deus por ter vocês como minha família.

Ao meu filho que veio a este mundo para apresentar o verdadeiro significado da vida, o verdadeiro significado do amor, por tornar diariamente a mãe mais feliz do mundo, por derreter meu coração a cada sorriso, a cada carinho, a cada abraço e a cada conquista sua, eu te amo.

Aos meus amigos e colegas, em especial a Fernanda da Mata pelo apoio, incentivo e ajuda em vários momentos na graduação, e, agora também no mestrado, minha eterna gratidão por sua amizade.

Às minhas orientadoras Prof.^a Dr.^a Marinês Paula Corso e Prof.^a Dr.^a Elciane Regina Zanatta pela amizade, paciência e sabedoria que guiaram nessa etapa; a toda ajuda na realização das análises na fase em que eu estava grávida, minha eterna gratidão.

À Prof.^a Dr.^a Rosana Buzanello, aos pós-graduandos Sthefanie Oliveira de Moura, Ianamara Santorum de Souza, Luci Emi Ogava, e, às acadêmicas Larissa Cristina de Souza Gabarron Bargas, Letícia Araujo Oliveira, Lídia Maria Louzada Mantovi e Inara Zagueti Monção pelo auxílio técnico na realização de análises deste projeto.

À Frivatti, ao Sr. Egidio Valiatti, Raquel Viana, Márcio Paschoalloto e Janice Gebert muito obrigada por todo apoio e incentivo para alcançar os objetivos e realizar este trabalho. À equipe do Controle da Qualidade da Frivatti por auxiliarem nas coletas.

À UTFPR, ao PPGTA, aos técnicos e demais professores e acadêmicos que voluntariamente participaram da análise sensorial. À CEANMED (Central Analítica do Campus Medianeira) pela infraestrutura e apoio técnico.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa, minha gratidão.

“Dê o primeiro passo com fé. Não é necessário
que você veja toda a escada. Apenas dê o
primeiro passo.”
(Martin Luther King)

RESUMO

A carne suína possui um amplo mercado consumidor nacional e internacional, logo sua vida útil deve ser conhecida por seus fabricantes. Este trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade do produto pernil suíno sem osso resfriado, com aproximadamente, 10% de gordura, comercializado por frigorífico com registro no Ministério da Agricultura e Pecuária SIF/DIPOA, armazenado sob refrigeração a $0,0 \pm 2,0$ °C. Amostras de pernil suíno sem osso, foram armazenadas em câmara de resfriamento de uma indústria localizada na região Oeste do Paraná, a $0,0 \pm 2,0$ °C, e avaliadas de 2 dias (48 horas após o abate) até 27 dias. Para avaliar a estabilidade das amostras durante a estocagem, foram realizadas análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais. As análises microbiológicas efetuadas foram a pesquisa de *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e Aeróbios mesófilos. Foram realizadas análises físico-químicas de composição e análises instrumentais (teor de proteínas, lipídios, cinzas e umidade, pH, atividade água e cor instrumental); e estabilidade oxidativa (análise de Kreiss, TBARs, percentual de formação de metamioglobina e índice de peróxidos). A estabilidade sensorial da amostra foi avaliada utilizando-se o teste diferença do controle com 21 provadores previamente selecionados e treinados. Os resultados microbiológicos estão de acordo com a legislação vigente, os resultados de Aeróbios mesófilos foram analisados pelo modelo de Gompertz, as análises físico-químicas e sensoriais foram submetidas a análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett, respectivamente, com nível de confiança de 95%. Os resultados das análises físico-químicas indicaram que o pernil suíno sem osso resfriado se manteve dentro da conformidade, quanto a composição do produto no período analisado. Os resultados das análises microbiológicas apresentaram valores dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente no Brasil. O modelo preditivo de Gompertz representou eficientemente o comportamento das contagens de Aeróbios mesófilos em função do tempo de estocagem, obteve-se velocidade de crescimento igual a $0,0384$ log UFC/g por hora e a população máxima de Aeróbios mesófilos foi igual a $3,1$ log UFC/g. No período de estocagem, o índice de peróxidos foi de $< 0,5$ mEq/kg de amostra, negativo para análise qualitativa de Kreiss, índice de metamioglobina $< 72,31\%$ e $< 0,44$ mg de malonaldeído/kg de amostra, indicando estabilidade adequada nas condições de estocagem testadas. No entanto, a análise sensorial permitiu observar que a cor e o odor das amostras apresentaram alterações perceptíveis a partir 16º dia de estocagem, sendo que nos tempos de 24 e 27 dias de estocagem obteve-se maior rejeição dentre os provadores, e, portanto, limitando o período de estocagem em câmara frigorífica em temperatura média $-0,46 \pm 1,33$ °C até o 21º dia de estocagem.

Palavras-chave: carne suína; resfriamento; estabilidade oxidativa; estabilidade microbiológica, alteração sensorial.

ABSTRACT

Pork has a wide national and international consumer market, so its shelf life must be known by its manufacturers. The aim of this study was to assess the stability of chilled boneless pork shank, with approximately 10% fat, sold by a slaughterhouse registered with the Ministry of Agriculture and Livestock SIF/DIPOA, stored under refrigeration at 0.0 ± 2.0 °C. Samples of boneless pork shank were stored in the cooling chamber of an industry located in the western region of Paraná at 0.0 ± 2.0 °C and evaluated from 2 days (48 hours after slaughter) to 27 days. To assess the stability of the samples during storage, microbiological, physicochemical and sensory analyses were carried out. The microbiological analyses carried out were *Salmonella* spp., *Escherichia coli* and mesophilic aerobes. Physico-chemical analyses included composition and instrumental analyses (protein, lipid, ash and moisture content, pH, water activity, and instrumental color) and oxidative stability (Kreiss analysis, TBARs, percentage of metmyoglobin formation, and peroxide index). The sensory stability of the sample was assessed using the difference from the control test with 21 previously selected and trained tasters. The microbiological results are in accordance with current legislation; the results for mesophilic aerobes were analyzed using the Gompertz model, the physicochemical and sensory analyses were subjected to analysis of variance (ANOVA), and the means were compared using the Tukey and Dunnett tests, respectively, with a 95% confidence level. The results of the physicochemical analyses indicated that the chilled boneless pork shank meat remained in compliance in terms of product composition during the period analyzed. The results of the microbiological analysis showed values within the limits established by current legislation in Brazil. The Gompertz predictive model efficiently represented the behavior of mesophilic aerobes counts as a function of storage time, with a growth rate of 0.0384 log UFC/g per hour and a maximum mesophilic aerobes population of 3.1 log UFC/g. During the storage period, the peroxide index was < 0.5 mEq/kg of the sample, negative for the Kreiss qualitative analysis, metmyoglobin index $< 72.31\%$, and < 0.44 mg of malonaldehyde/kg of the sample, indicating adequate stability under the storage conditions tested. However, the sensory analysis allowed us to observe that the color and odor of the samples showed noticeable changes from the 16th day of storage, and on the 24th and 27th days of storage, there was greater rejection among the tasters, and therefore, limiting the storage period in a cold room at an average temperature of -0.46 ± 1.33 °C until the 21st day of storage.

Keywords: pork; cooling; oxidative stability; microbiological stability; sensory alteration.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência de realização de análises físico-químicas, microbiológicas, cor instrumental e fotografias nos dias de estocagem do pernil suíno sem osso resfriado	41
Tabela 2 – Resultados das análises microbiológicas de pernil suíno sem osso resfriado durante a estocagem por 27 dias	48
Tabela 3 – Valores de Y para a contagem de Aeróbios mesófilos para pernil suíno sem osso resfriado durante estocagem de 27 dias	50
Tabela 4 – Valores das constantes de Gompertz	50
Tabela 5 – Resultados análises físico-químicas de pernil resfriado de suíno sem osso durante 27 dias de estocagem	52
Tabela 6 – Resultados da avaliação da estabilidade oxidativa para o pernil suíno sem osso resfriado durante estocagem de 27 dias	56
Tabela 7 – Cor instrumental dos pontos 1 a 9 do pernil suíno sem osso resfriado durante os 27 dias de estocagem	60
Tabela 8 – Cor instrumental dos pontos 1 a 4 do coxão mole durante os 27 dias de estocagem*	66
Tabela 9 – Resultados das avaliações sensoriais (três sessões) para o requisito odor da carne suína resfriada sem osso – pernil durante estocagem de 27 dias	75
Tabela 10 – Resultados das avaliações sensoriais (três sessões) para o requisito cor da carne suína resfriada sem osso – pernil durante estocagem de 27 dias	76
Tabela 11 – Resultados do teste de classificação (teste de visão) dos provadores para a análise sensorial	96
Tabela 12 - Resultado do teste de classificação (teste de visão) por provador para a análise sensorial	97
Tabela 13 – Resultados teste de classificação (teste de odores) dos provadores para a análise sensorial	97
Tabela 14 – Resultado teste de classificação (teste de odores) por provador para a análise sensorial	98
Tabela 15 - Descrição provadores aptos e não-aptos para a análise sensorial	98

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Imagens de pernil suíno sem osso resfriado envasado em saco pigmentado branco e (b) estante de estocagem de ferro galvanizado com os sacos de pernil suíno sem osso resfriado	37
Figura 2 – (a) Pontos de 1 a 3 e (b) Pontos 4 a 9 fixos no pernil de suíno sem osso resfriado para a análise colorimétrica.....	42
Figura 3 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – parte interna – Pontos 1 e 2	42
Figura 4 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – parte interna – Ponto 3 e 4	43
Figura 5 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – Parte externa – Pontos 5 a 6	43
Figura 6 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – Parte externa – Pontos 7 a 8	44
Figura 7 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – Parte externa – Ponto 9	44
Figura 8 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – parte interna e externa do coxão mole.....	65
Figura 9 – Fotos das peças de pernil suíno sem osso resfriado	70
Figura 10 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 02 dias de estocagem	77
Figura 11 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 16 dias de estocagem	78
Figura 12 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 20 dias de estocagem	78
Figura 13 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 21 dias de estocagem	79
Figura 14 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 24 dias de estocagem	79
Figura 15 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 27 dias de estocagem	80

Figura 16 – Palhetas de cores dispostas aleatoriamente para o teste de classificação de provadores (Palhetas de cor do rosa ao verde, cor do verde ao azul, cor do azul ao roxo, e palheta de cor do roxo ao rosa)	93
Figura 17 – (a) Provadores no teste de olfato; (b) acomodação das amostras dentro dos copos (ainda sem o papel alumínio tampando-os).....	94
Figura 18 – Amostras de pernil, com dias de estocagem igual a: (a) 02 dias, (b) 15 dias e (c) 30 dias, para o treinamento da equipe sensorial	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Curva de crescimento de Aeróbios mesófilos em pernil suíno sem osso resfriado com dados experimentais e preditos pelo modelo de Gompertz, sendo os pontos azuis os dados experimentais e a linha vermelha o modelo predito	51
Gráfico 2 – Correlação entre os dados observados e os dados previstos pelo modelo	51
Gráfico 3 – Parâmetro de luminosidade L^* das amostras durante 27 dias de estocagem.....	63
Gráfico 4 – Parâmetro de cor a^* (verde/vermelho) das amostras durante 27 dias de estocagem	63
Gráfico 5 – Parâmetro de cor b^* (azul/amarelo) das amostras durante 27 dias de estocagem.....	64
Gráfico 6 – Parâmetro de luminosidade L^* das amostras durante 27 dias de estocagem.....	67
Gráfico 7 – Parâmetro de cor eixo a^* das amostras durante 27 dias de estocagem.	67
Gráfico 8 – Parâmetro de cor eixo b^* das amostras durante 27 dias de estocagem.....	68
Gráfico 9 – Dados demográficos dos provadores da análise sensorial (n=16) .	72
Gráfico 10 – Hábitos de consumo de carnes suína e derivados dos provadores (n=16).....	73
Gráfico 11 – Hábitos de compra e preparo de carne suína dos provadores (n=16)	74

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo geral	17
2.2	Objetivos específicos	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1	Mercado nacional e internacional da carne suína	18
3.2	Características de qualidade da carne suína	19
3.2.1	Parâmetros físico-químicos da carne suína.....	21
3.3	Principais reações de deterioração da carne suína	23
3.3.1	Deterioração microbiológica e microbiologia preditiva.....	24
3.3.2	Deterioração oxidativa	29
3.4	Uso da refrigeração na conservação da carne	31
3.5	Vida útil de carne suína resfriada	34
4	METODOLOGIA	36
4.1	Material	36
4.2	Plano de amostragem	37
4.3	Plano de amostragem para análise sensorial	38
4.4	Delineamento experimental	39
4.4.1	Etapa I – Análises microbiológicas e físico-químicas	39
4.4.2	Etapa II – Análise Sensorial.....	45
4.5	Análise dos dados	47
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1	Avaliação da estabilidade microbiológica do pernil suíno sem osso resfriado	48
5.1.1	Análise preditiva de crescimento de mesófilos	49
5.2	Composição química e alterações físico-químicas em pernil suíno sem osso resfriado durante estocagem por 27 dias	52

5.2.1	Análise instrumental de cor	59
5.3	Análise visual fotográfica	69
5.4	Avaliação sensorial das amostras de pernil de suíno sem osso resfriadas armazenadas por 27 dias.....	71
5.4.1	Caracterização dos provadores.....	71
5.4.2	Análise sensorial – Teste de diferença do controle	74
6	CONCLUSÃO.....	81
	REFERÊNCIAS.....	82
	APÊNDICE A – CRONOLOGIA DA COLETA DA CARNE RESFRIADA DE SUÍNO SEM OSSO – PERNIL PARA ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS.....	90
	APÊNDICE B – SELEÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E TREINAMENTO DOS PROVADORES PARA A ANÁLISE SENSORIAL.....	92
	APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	100
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO SÓCIO – DEMOGRÁFICO	105
	APÊNDICE E – TESTE DE CLASSIFICAÇÃO – FICHA DE RESPOSTA TESTE DE ODOR	107
	APÊNDICE F – FICHA DE RESPOSTA ANÁLISE SENSORIAL.....	109

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2022, o Brasil foi o quarto maior produtor de suínos do mundo, e o estado do Paraná foi responsável, por exportar 14,33% do total de exportações de carne suína do Brasil (ABPA, 2023; USDA, 2023).

A maior parte da comercialização de carnes em todo o mundo se dá na forma congelada, devido ao percurso relativamente longo entre a indústria e o consumidor final. Porém, tanto compradores industriais como os consumidores finais vêm buscando a compra de carnes resfriadas devido a sua maior maciez, suculência e frescor (FURLANETTO, 2020).

Os padrões desejados da qualidade da carne suína são as colorações visuais entre rosa avermelhado e vermelho púrpura, aparência com superfície não aquosa, textura firme, pH final entre 5,6 e 5,9 e marmoreio entre 2 a 4 (escala de 10 pontos, sendo 1= 1% de gordura intramuscular, e 10= 10% de gordura intramuscular) (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2012).

A qualidade da carne depende da interação entre os fatores intrínsecos e extrínsecos. O que mais influencia entre os fatores intrínsecos são: genética, manejo alimentar, idade, raça e o sexo do animal. Já os fatores extrínsecos, se destacam pelas condições de abate, que consideram desde a saída dos animais da propriedade até a entrada das carcaças nas câmaras frias, e os métodos de conservação (ANDRIGUETTO, 2002).

O prazo de validade é o intervalo de tempo no qual o alimento permanece seguro e adequado para o consumo, desde que armazenado de acordo com as condições estabelecidas pelo fabricante deve manter suas características, não apresentando assim, perda significativa de nenhum nutriente ou componente no produto; necessita manter sua qualidade sensorial e não se deteriorar, de maneira que tornaria o seu consumo inapropriado (ANVISA, 2018).

O Regulamento (CE) N° 853/2004 do Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia e orientação da FSA (Food Standards Agency) recomendam que após a produção de carnes destinadas ao armazenamento refrigerado, que estas permaneçam com temperaturas abaixo de 2,0°C, e que carnes congeladas permaneçam abaixo de -18°C.

A matéria-prima suína resfriada deverá ser processada em até 4 dias, porém se a matéria-prima for mantida em câmaras frigoríficas que possam manter

temperatura constante, o período de armazenamento poderá ser estendido em até 3 dias. Quando a matéria-prima de carne suína é embalada a vácuo, pode ser utilizada uma vida de armazenamento adicional além desses limites. Qualquer extensão da vida útil superior a 4 dias estará sujeita a uma verificação documentada satisfatória da vida útil (avaliação sensorial e microbiológica) que demonstre que a extensão da vida útil não afeta, nas piores condições, adversamente a segurança do produto ou qualidade (BMPA, 2023).

No mercado de produtos alimentícios, a qualidade dos produtos deixou de ser uma vantagem competitiva e se tornou requisito fundamental para a sua comercialização. Estes produtos devem assegurar a qualidade e segurança do ponto de vista microbiológico, físico, químico e diversos fatores deverão ser controlados desde a produção da matéria-prima até a mesa do consumidor (SCHRAIBER, 2016).

Muitas estratégias são adotadas pelas indústrias de alimentos para garantir a vida útil do produto, tais como a implantação de programas de qualidade, novas tecnologias, novas embalagens, além de métodos de conservação sejam eles isolados ou combinados. Logo, as indústrias alimentícias devem ter meios disponíveis para prever a vida útil de seus produtos, sob determinado conjunto de condições de estocagem, para garantir a qualidade até a mesa do consumidor final. Outro ponto a ser considerado, refere-se as melhorias contínuas na indústria, tais como, implantação de tecnologias de conservação mais eficientes (novas tecnologias em embalagens, embalagens com atmosfera modificada, entre outros) e o controle de qualidade da matéria-prima, de modo que a vida útil do produto possa ser estendida, dada a qualidade observada nos produtos (ANVISA, 2018; CHINAIT, 2019).

Portanto, a reavaliação da vida útil de carnes *in natura* resfriadas nas condições reais de cada indústria, pode ser uma ferramenta importante, não só para garantir que o produto chegue ao consumidor com qualidade, mas também para verificar a possibilidade de estender sua vida útil, tornando possível a expedição deste produto para destinos nacionais mais distantes, inclusive internacionais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Determinar a vida útil de pernil suíno sem osso, armazenado sob resfriamento a $0,0 \pm 2,0$ °C durante 27 dias por meio de análises físico-químicas, microbiológicas e sensorial.

2.2 Objetivos específicos

- Coletar as amostras de pernil suíno sem osso, estocar a temperatura controlada de $0,0 \pm 2,0$ °C por 27 dias para avaliação;
- Avaliar a composição centesimal (teor de lipídios, umidade, cinzas e proteínas);
- Determinar pH, atividade de água e cor instrumental;
- Determinar estabilidade oxidativa das amostras (reação de Kreiss, Tbars, índice de metamioglobina e índice de peróxidos);
- Avaliar o comportamento microbiológico pelas análises de pesquisa de *Salmonella* spp., contagem de *Escherichia coli* e Aeróbios mesófilos;
- Verificar alterações sensoriais nas amostras pelo teste de diferença do controle com provadores treinados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Mercado nacional e internacional da carne suína

De acordo com os dados de mercado disponibilizados pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) (ABPA, 2023), no ano de 2022, o Brasil produziu um total de 4,983 milhões de toneladas de carne suína, o equivalente a R\$ 31,946 bilhões destinadas a produção. O abate correspondeu por 45,670 milhões de cabeças de suíno, sendo o estado no Paraná responsável por abater 19,21% (8,772 milhões de cabeça de suínos). O consumo per capita de carne suína no Brasil, aumentou na última década, sendo 14,9 kg/habitante em 2012 e 18,0 kg/habitante em 2022, o que representa um aumento de 20,80%.

Do total da produção nacional de carne suína, 22,48% são destinadas às exportações e o estado do Paraná exporta o equivalente a 14,33%. Os cortes suínos representam 91,50% (1,009 milhões de toneladas) dos produtos exportados e o principal destino das exportações brasileiras é a Ásia, que importa o equivalente a 72,92% do total (ABPA, 2023).

As mudanças induzidas pelo COVID-19 no consumo de carne, os custos elevados dos insumos, as doenças animais e o aumento dos encargos regulatórios remodelaram a produção animal entre os principais produtores. Este é a realidade, principalmente para a União Europeia, onde a produção total de carne suína, bovina e de frango caiu 2% entre 2019 e 2022, e prevê-se que diminua outros 2% em 2023, e 1% em 2024 (USDA, 2023).

Segundo dados disponibilizados pelo United Department of Agriculture – USDA (USDA, 2023), a produção de carne suína no Brasil deverá crescer 5% por ano, uma vez que os preços do suíno refletem o crescimento em vários mercados de exportação, incluindo México, Singapura e República Dominicana, e os custos de insumos deverão diminuir, levando a melhores margens do produtor. Para 2024, o Brasil tem previsão de produzir 4,825 milhões de toneladas e exportar 1,530 milhões de toneladas de carne suína (USDA, 2023).

3.2 Características de qualidade da carne suína

A carne suína é rica em proteína de alto valor biológico (aminoácidos essenciais), ácidos graxos monoinsaturados, vitaminas do complexo B e diversos minerais. O teor de gordura e valor calórico dependem da localização da carne no animal, mas a quantidade dos demais nutrientes é pouco afetada (SARCINELLI *et al.*, 2007; BERTOL, 2019). Com exceção da costela, os principais cortes de carne suína desprovidos de gordura de cobertura apresentam conteúdo de proteína acima de 18%, gordura na faixa de 2% a 7% e conteúdo de colesterol entre 60 mg/kg e 70 mg/kg. Além disso, carne suína é uma importante fonte de vitaminas do complexo B, zinco e selênio. Estas características fazem da carne suína uma fonte de proteína saudável e com potencial para atender parte significativa da dieta humana. A gordura intramuscular é positivamente associada às características sensoriais, tais como suculência, maciez e aceitabilidade da carne suína (BERTOL, 2019).

Segundo a legislação brasileira em vigor, a RDC N° 272 de 14 de março de 2019 (BRASIL, 2019), que estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos, as carnes *in natura* são carnes que não receberam nenhum tratamento de conservação diferente da aplicação de frio (carne resfriada e congelada), que mantém suas características naturais e que não receberam a adição de ingredientes.

A qualidade sensorial de um alimento é o resultado de sua interação entre o homem e o próprio alimento, variando em função dos estímulos procedentes do alimento e das condições fisiológicas e sociológicas dos indivíduos que o avaliam (DAGUER, 2006).

A cor é a primeira característica sensorial apreciada pelo consumidor, e sua recusa ou aceitação determina que uma peça de carne seja escolhida com mais ou menos agrado. Essa impressão óptica é relacionada, de imediato, com diversos aspectos ligados à qualidade e ao grau de frescor. A cor apresentada pela carne depende, fundamentalmente, da quantidade total de mioglobina e do equilíbrio estabelecido nas camadas superficiais entre as três formas do pigmento-base (desoximioglobina, oximioglobina e metamioglobina) (ORDÓÑEZ, 2005). A quantidade de mioglobina existente nos músculos varia de acordo com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo e atividade física exercida pelo animal (SARCINELLI *et al.*, 2007).

Muitas operações envolvidas no processamento da carne afetam significativamente sua cor. O congelamento implica o desenvolvimento da tonalidade pardacenta em face da dificuldade da penetração do oxigênio e por levar ao acúmulo de eletrólitos que favorecem a formação de MetMb (Metamioglobina). O ácido ascórbico e a cisteína, por serem capazes de reduzir a MetMb, facilitam a conservação da cor vermelha. Na comercialização de porções de carne fresca, é preciso ter cuidado para que os materiais de embalagem tenham elevada permeabilidade ao oxigênio, mas pouca permeabilidade ao vapor d'água (ORDÓÑEZ, 2005).

Na medida instrumental da cor, a reflexão da luz sobre o objeto é detectada em escala de três elementos $L^*a^*b^*$ (sistema Hunter Lab e CIELAB), os quais removem a subjetividade envolvida na discussão de cor. Os resultados obtidos nas avaliações de cor podem ser correlacionados à percepção humana, permitindo a compreensão do significado dessas características na avaliação da qualidade sensorial do alimento (ANDRADE *et al.*, 2007).

Um espaço de cores pode ser descrito como um método para expressar a cor de um objeto usando algum tipo de notação, como números. A Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), considerada autoridade na ciência da luz e da cor, definiu espaços de cores, incluindo CIE XYZ, CIE $L^*a^*b^*$ e CIE L^*C^*h , para comunicar e expressar a cor do objeto. Esses sistemas permitem que os usuários avaliem atributos de cores, identifiquem inconsistências e expressem com precisão em termos numéricos. O espaço de cores L^*C^*h , semelhantes ao CIELAB, é preferido por alguns profissionais da indústria porque seu sistema se correlaciona bem com a forma como o olho humano percebe as cores. Possui o mesmo diagrama do espaço de cores $L^*a^*b^*$, mas usa coordenadas cilíndricas em vez de coordenadas retangulares. Neste espaço de cores, L^* indica luminosidade, C^* representa croma e h é o ângulo de matiz. O valor do croma C^* é a distância do eixo de luminosidade (L^*) e começa em 0 no centro. O ângulo matiz começa no eixo $+a^*$ e é expresso em graus (por exemplo, 0° é $+a^*$, ou vermelho, e 90° é $+b$, ou amarelo) (KONICA MINOLTA, 20--).

Modificações de coloração constituem um indício de alteração da carne, sendo estas modificações no aspecto do produto, afetam não só a qualidade física, com também a sua vida útil (DREHMER, 2005).

Considera-se *odor* a sensação percebida durante a inspiração do ar pelo nariz. O *aroma* é produzido pela mastigação e pelo calor da cavidade bucal, que provoca a liberação de substâncias voláteis que sobem ao nariz, onde são percebidas.

Os compostos voláteis estão presentes em baixas concentrações e causam uma variedade de diferentes sensações de odor. Decorrem principalmente de carboidratos, gorduras e proteínas. Visto que a composição de todas as carnes é similar, existe grande semelhança entre os compostos voláteis detectados em diferentes espécies (ORDÓÑEZ, 2005). Enquanto odor pútrido é associado com o crescimento microbiano de *Pseudomonas* spp. e deterioração subsequente do produto; bactérias ácido lácticas, que predominam em carnes armazenadas em condições anaeróbias produzem ácidos orgânicos que criam um odor ácido aromático azedo sendo geralmente uma indicação de deterioração; e o aroma rançoso é um odor associado com a oxidação de lipídios (MACA *et al.*, 1999).

Os Aeróbios mesófilos são um grupo de microrganismos indicadores que, enumerados em produtos de origem animal, quantificam a densidade bacteriana contaminante e qualidade sanitária de alimentos (BARBOSA *et al.*, 2020). O desenvolvimento de mesófilos aeróbios estritos e facultativos também ocasionam alterações na cor e odor de carnes. Em média de 10^6 UFC/g já é possível visualizar alterações na cor do produto e acima de 10^8 UFC/g a carne mostra características de deterioração e até mesmo diferenças no odor da carne (LANDGRAF, 2001; BARBOSA *et al.*, 2020).

As análises de odor (por meio da inspiração) e do aroma (dentro da boca) de um alimento podem ser realizadas de maneiras independentes e podem apresentar percepções diferenciadas. Isso se deve à termodinâmica de desprendimento do odor dos alimentos ser diferente, fora da cavidade oral e dentro da cavidade oral. O nariz humano ainda é mais sensível que as análises químicas. Alguns compostos são detectáveis em níveis de ppb (parte por bilhão). É mais difícil discriminar diferentes níveis de intensidade de odores do que qualificá-los ou reconhecê-los. A sensibilidade varia com o indivíduo e diminui com a idade (DUTCOSKY, 2019).

3.2.1 Parâmetros físico-químicos da carne suína

A carne suína possui fibras do tipo I são agrupadas em aglomerados no centro do músculo e são imediatamente circundadas pelas fibras IIA e IIB. A área muscular mais profunda possui maior proporção de fibras Tipo I e maior capacidade oxidativa em comparação com a porção externa do músculo. Os músculos suínos, como o *Longissimus dorsi* (LD), *gluteus medius*, *rectus femoris*, *biceps femoris*, e

semimembranosus contém uma alta concentração de fibras do Tipo IIB, enquanto músculos como o *masseter*, *trapezius*, *vastus intermedius*, *tríceps brachii*, *infraspinatus* e *spinam*, contém maior concentração de fibras Tipo I e IIA. Em geral, o músculo LD suíno contém aproximadamente 10% de fibras do Tipo I, 10% IIA, 25% IIX e 55% de fibras IIB (KARLSSON, et al, 1999; LISTRAT et al., 2016).

Um músculo vivo possui o valor de pH próximo de 7,0 (SARCINELLI *et al.*, 2007). As transformações que ocorrem nos músculos após o abate, iniciam-se durante a insensibilização dos animais. O objetivo desta etapa é minimizar o sofrimento do animal no curto período que antecede a sangria ou o abate propriamente dito realizando o sacrifício do animal dentro dos preceitos humanitários (JUDGE *et al.*, 1989). No período *post mortem*, alguma quantidade de ATP é regenerada pela conversão da creatina-fosfato em creatina e pela transferência do fosfato ao ADP. Pequenas quantidades de ATP podem ser regeneradas pelo sistema da adenilato-quinase que converte duas moléculas de ADP em uma de ATP e uma de adenosina monofosfato (AMP). A utilização do glicogênio para obtenção de ATP ocorre basicamente em duas etapas. Na primeira, a glicogenólise inicia-se pela ativação da fosforilase-quinase, em presença de Ca^{++} e que, por sua vez, ativa a fosforilase b (forma menos ativa) em fosforilase a (forma ativa). A partir daí, glicose-1-fosfato passa a glicose-6-fosfato até ser convertida em fosfato de gliceraldeído. Na segunda etapa, ocorre a conversão do gliceraldeído-3-fosfato a lactato, com produção de 2 ATP/molécula de glicose (LEHNINGER, 1976).

A atividade glicolítica termina devido à exaustão das reservas de glicogênio ou pela diminuição do pH muscular de $\pm 7,2$ até um valor em torno de 5,5 (RÜBENSAM, 2000).

Em músculos de mamíferos, o valor de pH um dia após o abate está em torno de 5,4 – 5,5. Em suínos, a glicólise segue o mesmo modelo, e, em 24 horas *post mortem*, o pH final tende a ser um pouco mais elevado, em torno de 5,8 ou menos. Entretanto, em algumas carcaças o processo de acidificação muscular pode se completar em menos de uma hora, ou em até 15 minutos após a sangria. Enzimas responsáveis pela glicólise são progressivamente desnaturadas à medida que o valor de pH diminui até atingir valores entre 5,5 e 5,8, muito próximo do ponto isoelétrico da maioria das proteínas da carne. Ao mesmo tempo, eventos, como por exemplo, a desaminação do AMP, removem cofatores essenciais para o metabolismo anaeróbico da célula muscular. O pH exerce influência direta ou indiretamente, sobre as diversas

características de qualidade da carne como a cor, capacidade de retenção de água, maciez, suculência e sabor (RÜBENSAM, 2000).

Passadas 24 horas, se o pH estiver superior a 6,2, a carne suína irá reter grande quantidade de água, o que implica em curto tempo de conservação e coloração escura, fenômeno conhecido como DFD (*dark, firm, dry* – carne escura, dura e seca). Caso o pH se encontre abaixo de 5,8 em menos de 4 horas, tem-se a carne PSE (*pale, soft, exudative* – pálida mole e exsudativa) caracterizado pela má retenção de água além do aspecto pálido e mole (SARCINELLI *et al.*, 2007).

O pH é um indicador de resistência à deterioração da carne, pois determina o crescimento microbiano. A maior parte das bactérias cresce otimamente no pH 7 e apresentam multiplicação reduzida quando presentes em meios com pH abaixo de 4 ou acima de 9 (LAWRIE, 2005).

A atividade de água (*aw*) indica a intensidade com que a água está associada aos constituintes não aquosos. A determinação da *aw* não fornece uma estimativa totalmente real, entretanto, correlaciona-se suficientemente bem com as velocidades de crescimento microbiano e de outras reações de deterioração, sendo assim, um indicador útil quanto à estabilidade de um produto e sua segurança microbiológica. A deterioração de um alimento, resultante do crescimento de microrganismos, atividade enzimática e reações químicas, as quais, na sua maioria, dependem da presença de água (EVANGELISTA, 1998).

A quantidade de água livre que não se encontra comprometida com as moléculas constituintes do produto, está disponível para as reações físicas, químicas e biológicas, tornando-se o principal responsável pela deterioração dos alimentos. A água ligada interage diretamente com as moléculas constituintes do alimento, não podendo ser removida ou utilizada para qualquer outro tipo de reação. No caso de um substrato que apresente baixa atividade de água, há a interrupção do metabolismo dos microrganismos presentes, inibindo o seu desenvolvimento ou reprodução (WELT; VERGARA, 1997).

3.3 Principais reações de deterioração da carne suína

A carne suína possui uma estrutura complexa, formada por água, proteínas, lipídios, vitaminas, minerais, glicogênio e compostos nitrogenados não proteicos. A composição da carne propicia um sistema altamente susceptível à deterioração

química e microbiológica. As reações de oxidação são processos naturais e inevitáveis em sistemas biológicos e são as principais causas não microbianas de deterioração em carnes, pois induzem as modificações lipídicas e proteicas que afetam significativamente as propriedades nutricionais e sensoriais da carne, resultando em redução na vida útil em perdas econômicas (ORDOÑEZ, 2006; SHAH *et al.*, 2014; BERNARDI *et al.*, 2016).

3.3.1 Deterioração microbiológica e microbiologia preditiva

Os patógenos deteriorantes mais prevalentes e graves em carnes são as *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes*, *Arcobacter* spp., *Mycobacterium* spp. e *Aeromonas* spp. (MOR-MUR; YUSTE, 2010). O controle da qualidade microbiológica, a fim de considerar a carne suína *in natura* resfriada própria para consumo humano é feito pela determinação de *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e a contagem de Aeróbios mesófilos, conforme exigido pela Instrução Normativa nº 161 de 2022 (BRASIL, 2022).

A *Salmonella* é um gênero da família Enterobacteriaceae, gram-positivas, anaeróbicas facultativas, não formam esporos e têm forma de bastonetes curtos (1 a 2 µm). A temperatura ótima de crescimento é de aproximadamente 38 °C, e como não formam esporos, são relativamente termossensíveis, podendo ser destruídas a 60 °C, por 15 a 20 minutos (FORSYTHE, 2002).

O reservatório principal de *Salmonella* é o trato intestinal do homem e animais, de onde se dissemina pelo ambiente, ar, alimentos, rações, solos e águas. Embora seu habitat primário seja o trato intestinal, estes organismos podem ser encontrados em outras partes do corpo (JAY, 2005).

A *Salmonella* spp. gera dois tipos de doenças: (1) doença gastrointestinal, que os sintomas podem ser náuseas, vômitos, diarreia, cólicas e febre, esses sintomas geralmente duram alguns dias e desaparecem em uma semana. Em pessoas saudáveis, os sintomas geralmente desaparecem sozinhos, mas pode ocorrer artrite em longo prazo; (2) doença tifóide que causa febre alta, diarreia ou prisão de ventre, dores de cabeça e letargia (sonolência ou lentidão) e, por vezes, erupção cutânea. É uma condição muito séria; até 10% das pessoas que não recebem tratamento podem morrer (FDA, 2012).

A *Escherichia coli* é o principal microrganismo aeróbio facultativo do trato intestinal de homens e animais de sangue quente, portanto indicativo de contaminação fecal, direta ou indireta de águas e alimentos. Normalmente cepas que colonizam o intestino humano são simples comensais. Entretanto dentro da espécie existem algumas cepas extremamente patogênicas que causam distintas síndromes diarreicas. Os grupos patogênicos reconhecidos *Escherichia coli* enterotoxigênica (ETEC), *Escherichia coli* enteropatogênica (EPEC), *Escherichia coli* enterohemorrágica (EHEC) e *Escherichia coli* enteroinvasora (EIEC) são bem conhecidos por serem transmitidos por alimentos ou água, e o EHEC especialmente, é frequentemente implicado nos principais surtos de origem alimentar em todo o mundo (FORSYTHE, 2002).

A maioria das bactérias *Escherichia coli* é inofensiva, mas algumas produzem uma toxina (toxina Shiga) que pode causar doenças graves, incluindo diarreia sanguinolenta, problemas de coagulação sanguínea, insuficiência renal e morte. Nem todas as *Escherichia coli* produtoras de Shiga podem causar esses problemas, com exceção do subconjunto chamado *Escherichia coli* enterohemorrágica (EHEC) (FDA, 2012).

O Boletim Epidemiológico 32 da Secretaria de Vigilância em Saúde – Ministério da Saúde em agosto de 2020 (BRASIL, 2020), trouxe informações sobre surtos notificados de doenças transmitidas por água e alimentos no Brasil entre janeiro de 2016 e dezembro de 2019, onde constatou-se 626 surtos por ano, que acometeram 37.247 pessoas, levando a óbito 38 pessoas em 26 surtos, dos quais 23% tiveram os agentes etiológicos identificados como: intoxicação exógena, *E. coli* EHEC, *Staphylococcus aureus*, *Trypanosoma* e *Salmonella*. Sendo os agentes mais prevalentes, a *Escherichia coli* (35,7%), *Salmonella* (14,9%), *Staphylococcus* (11,5%), Norovírus (8,3%), *Bacillus cereus* (7,4%) e rotavírus (6,95%).

Os grupos alimentares identificados nos surtos investigados foram classificados como: múltiplos alimentos (12,2%), leite e derivados (9%), frutas, produtos de frutas e similares (5%), carne bovina *in natura*, processados e miúdos (4,1%), ovos e produtos a base de ovos (3,7%), e pescados, frutos do mar e processados (2,5%) (BRASIL, 2020).

Os microrganismos indicadores são grupos ou espécies de microrganismos que, quando presentes, podem fornecer informação sobre a contaminação de origem fecal, presença de patógenos ou deteriorantes, indicando também condições

sanitárias durante o processamento, produção ou estocagem do produto alimentício (JAY, 2005).

Os microrganismos aeróbicos mesófilos constituem o grupo que inclui a maioria de microrganismos acidificantes. Estes têm sido utilizados como indicadores microbiológicos de qualidade, proporcionando uma ideia sobre o tempo de vida útil, apontando matérias-primas contaminadas ou processamento insatisfatório, bem como, tempo e temperatura inadequadas durante a produção ou estocagem. Por outro lado, grande número de bactérias patogênicas, de origem alimentar, são mesófilas (crescimento de 30 a 40 °C). Assim, altas contagens de mesófilos (acima de 10^6 UFC/g) revelam condições favoráveis para o desenvolvimento de patógenos, além de estarem associados com alterações sensoriais do produto. Ainda, sua determinação é usada no monitoramento de Boas Práticas de Fabricação (CHINAIT, 2019).

A microbiologia preditiva de alimentos é um campo de estudo que combina elementos de microbiologia, matemática e estatística, com a finalidade de desenvolver modelos que descrevam e predigam a multiplicação ou o declínio de microrganismos sob condições ambientais prescritas (incluindo variações) (FORSYTHE, 2013).

O modelo de Gompertz (Equação 1) é uma função exponencial dupla, que descreve uma curva sigmóide assimétrica, onde $Y(t)$ representa o logaritmo decimal da densidade microbiana no tempo t . A ideia do modelo é representar a limitação de espaço e/ou nutrientes, bem como a produção de metabólitos tóxicos, com velocidade de crescimento crescendo até um máximo e não diminuindo depois, se assemelhando as 3 primeiras fases do crescimento microbiológico (ZHOU *et al.*, 2012), lag, aceleração, desaceleração e estacionária. A curva gerada descreve o crescimento a temperaturas constantes, mas não é a mais utilizada para temperaturas oscilantes (FORSYTHE, 2013).

$$Y = a * e^{-e^{b-c*T}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde “a” representa a população máxima ou logaritmo de contagens assintóticas quando o tempo é aumentado indefinidamente (número de ciclos logarítmicos de crescimento);

$$b = \frac{(\mu_{\text{máx}} * e * \lambda)}{a} - 1$$

$$c = \frac{\mu_{m\acute{a}x} * e}{a}$$

$$e = e^{e(1)}$$

$$\mu_{m\acute{a}x} = a * c$$

Sendo: " $\mu_{m\acute{a}x}$ " é a velocidade específica de crescimento.

$$\lambda = \frac{b - 1}{c}$$

Sendo: " λ " é a duração da fase de latência.

$$G = \frac{LN(2)}{\mu_{m\acute{a}x}}$$

Sendo "G" o tempo de geração.

$$Y = LOG\left(\frac{N}{N_0}\right) \quad \text{(Equação 2)}$$

Sendo "N" é o número de microrganismos iniciais (t=0) no cultivo (UFC/mL ou g), e "No" a contagem de microrganismos no tempo t (h) (UFC/mL ou g).

Todos os alimentos contêm água, fontes de energia, fontes de nitrogênio, vitaminas e sais minerais, porém as quantidades podem variar grandemente. Em geral, as carnes contêm maiores proporções de proteínas, lipídeos, minerais e vitaminas, apresentando pouca quantidade de carboidratos (PINTO *et al.*, 2019).

A deterioração dos alimentos é um processo complexo que pode ser resultado de uma sucessão de reações enzimáticas originárias dos micro-organismos deterioradores ou da própria matriz alimentar como as enzimas líticas presentes nos tecidos. Pode ainda ser associada a reações não enzimáticas, danos físicos ou químicos, a exemplo da descoloração de carnes e oxidação de gorduras (REMENANT *et al.*, 2015; GRAM *et al.*, 2002).

Diversas alterações químicas e sensoriais são provocadas pelo metabolismo bacteriano, como: o surgimento de odores desagradáveis devido à produção de compostos voláteis; o aparecimento de pigmentos devido à produção ou oxidação de compostos coloridos, as alterações de textura devido à quebra de pectina nos vegetais ou o amolecimento de carnes devido a proteases e à coagulação de leite por enzimas proteolíticas ou acidez, o acúmulo de gases como CO₂, H₂ e H₂S; a formação de limo pela produção de polissacarídeos extracelulares; o acúmulo de exsudatos pela hidrólise de substratos e liberação de água (PINTO *et al.*, 2019).

Em temperaturas de resfriamento sob condições aeróbias, a microbiota deteriorante da carne é dominada por *Pseudomonas* spp. e em condições anaeróbias pelos *Lactobacillus* (LAWRIE, 2005). A deterioração da carne resfriada é principalmente um fenômeno superficial que resulta na formação de limo, odores e possivelmente na produção de gases (JAY, 2005; APHA, 2001). Na prática, essas características tornam-se evidentes quando os microrganismos esgotam a glicose e o lactato presentes na carne e começam a metabolizar compostos nitrogenados como aminoácidos (NYCHAS *et al.*, 2008, DAINTY, 1996).

Alterações sensoriais significativas são perceptíveis quando a contagem de microrganismos ultrapassa os valores de 10^7 ou 10^8 UFC/g, e são considerados níveis típicos de fim de vida útil para carnes resfriadas. Substâncias como mono-, di- e trimetilaminas, compostos etílicos e propílicos, amônia, H_2S , álcoois, e ácidos graxos de cadeia curta são encontrados em carnes estragadas e são responsáveis pelo mau odor (PRANDL *et al.*, 1994; NYCHAS, *et al.*, 2008; REALINI *et al.*, 2011).

Os principais agentes deterioradores de carnes, pescado, ovos e alimentos de origem vegetal, refrigerados, são representados pelas bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Serratia*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Enterococcus*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Brochothrix*, *Shewanella*, *Pectobacterium*, *Psychrobacter*, entre outros. Bolores e leveduras também são capazes de se desenvolver em baixas temperatura (JAY *et al.*, 2005; GRAM *et al.*, 2002).

Alimentos ricos em proteínas serão deteriorados por micro-organismos capazes de produzir proteases e peptidases, com liberação de peptídeos e aminoácidos livres. Os principais produtores dessas enzimas são as bactérias dos gêneros *Clostridium*, *Bacillus* e *Pseudomonas*. Em seguida, há produção de outro grupo de enzimas chamadas de descarboxilases que produzem aminas livres (aminas biogênicas), responsáveis por defeitos sensoriais especialmente relacionados a odores desagradáveis. Pode haver também o desenvolvimento de odores pútridos, decorrentes de desaminação de aminoácidos e liberação de amônia. Já a presença de aminoácidos como cisteína e metionina pode levar a odores de ovo podre (H_2S). Bactérias do gênero *Clostridium*, sob condições anaeróbias, irão provocar putrefação de carnes (PINTO *et al.*, 2019).

Na presença de O_2 , a degradação dos aminoácidos ocorre por desaminação oxidativa com produção de amônia e alfa-cetoácidos que são usados como fonte de

energia pelos microrganismos. A desaminação redutora em anaeróbios estritos tem como produtos a amônia e ácidos orgânicos. Pescados, por exemplo, podem deteriorar pela produção de ácidos orgânicos de baixo peso molecular como ácido fórmico, acético, propiônico, butírico e outros. De forma geral, a degradação de proteínas e compostos nitrogenados pode promover a produção de CO₂, H₂, NH₃, H₂S, aminas biogênicas, mercaptanos e ácidos, muitos relacionados a odores desagradáveis (PINTO *et al.*, 2019).

Outra reação de deterioração característica é conhecida como reação de Stickland que envolve a combinação da desaminação oxidativa da L-alanina com a desaminação redutora de um outro aminoácido como a glicina, resultando na formação de ácido acético, CO₂ e amônia. Outros aminoácidos podem atuar como doadores de hidrogênio nessa reação gerando ácidos como produtos finais. Aminoácidos também podem ser descarboxilados de forma anaeróbia produzindo aminas biogênicas como a histamina, putrescina, cadaverina, entre outros. Esses compostos são voláteis e podem ser utilizados como indicadores de deterioração de produtos cárneos e pescados. Diferentemente do que acontece com a metabolização de carboidratos, a degradação de proteínas provoca um aumento no pH do alimento devido à produção de aminas e NH₃ (ESKIN, *et al.*, 1971; FRANCO *et al.*, 2008; PINTO *et al.*, 2019).

3.3.2 Deterioração oxidativa

A oxidação de lipídios é um processo autocatalítico que ocorre em alimentos e membranas biológicas, resultando numa deterioração significativa da qualidade da carne. A rancidez oxidativa inicia logo após a morte, quando o fluxo de sangue para e os processos metabólicos são interrompidos. O processo é favorecido por uma série de fatores, sendo os mais importantes relacionados à presença de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) no músculo, que servem como um substrato para o processo de oxidação. Tecidos de suínos possuem alta concentração de PUFA, e em razão disso a carne de suíno é mais sujeita à oxidação (WERBER, ANTIPATIS, 2001).

Os principais catalizadores da oxidação de lipídios são componentes altamente reativos conhecidos como radicais livres. Um radical livre é uma entidade química que contém um ou mais elétrons não-pareados. Espécies importantes de

radicais livres incluem derivados do oxigênio, como o ânion superóxido (O_2^-), o radical hidroxila (OH^\cdot), o átomo único de oxigênio ($1O_2$) e o peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Radicais livres são produtos normais do processo metabólico e desempenham papéis benéficos no corpo, incluindo a proteção contra infecções por bactérias e parasitas. Infelizmente, radicais livres não são capazes de discriminação, atacam as membranas celulares de PUFA, outras estruturas celulares e DNA, se o sistema de defesa antioxidante natural não for capaz de dar conta do excesso de radicais livres (WEBER, ANTIPATIS, 2001).

A gordura da carne suína segue, em sua maioria, insaturada. Este tipo de gordura tem maior propensão a ser catalisada no organismo, aumentando os processos de oxidação da carne (WEBER; ANTIPATIS, 2001). Devido a presença de PUFA na carne suína, a inclusão de aditivos antioxidantes nas rações minimiza as reações de oxidação na mesma, aumentando o tempo de vida útil. Os principais antioxidantes utilizados na nutrição são o ácido ascórbico (vitamina C) e o tocoferol (vitamina E) (SILVA *et al.*, 2015).

Os processos de oxidação podem ser catalisados com a elevação da temperatura, presença de oxigênio, enzimas, pigmentos, luz, alta atividade de água e presença de metais de transição livres. Alguns desses fatores participam dos processos que ocorrem entre a oxidação lipídica e a alteração da cor da carne, de forma que podem oxidar a molécula de ferro ou desnaturar a molécula de mioglobina (MIRANDA *et al.*, 2022).

Existem vários testes empregados para predição da rancidez de alimentos, como índice de peróxidos, TBA (ácido 2-tiobarbitúrico), valor Totox (valor total de oxidação) e compostos voláteis, baseados na quantificação da perda de reagentes (oxigênio, ácidos graxos insaturados), da formação de radicais livres ou da formação de produtos da oxidação. Testes como TBARs e índice de peróxido são utilizados no controle de qualidade de óleos, gorduras e produtos que os contenham, por fornecerem informações a respeito do estado oxidativo, na predição da rancidez do alimento analisado (CECCHI, 1999; OSAWA *et al.*, 2005; PIHLANTO, 2006).

Em produtos de origem animal, sobretudo em carnes e produtos derivados, o TBA é uma das técnicas que vêm sendo mais utilizadas mundialmente. Nesse método, o malonaldeído, um dos produtos da oxidação lipídica, após ser obtido por destilação, reage sob aquecimento com o ácido 2-tiobarbitúrico, produzindo coloração vermelha a rósea, que pode ser medida espectrofotometricamente e comparado com

a absorção de uma curva padrão. Por se tratar de um teste inespecífico, o valor de TBARS (substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico) constitui-se numa outra maneira de expressar o resultado obtido no teste, sendo mais utilizado, por levar em consideração outras substâncias capazes de reagir com o ácido 2-tiobarbitúrico (OSAWA *et al.*, 2005; PIHLANTO, 2006).

Para a indústria da carne suína, a coloração rósea brilhante, resultante da oxigenação da mioglobina (*blooming*), é importante por ser frequentemente associada pelos consumidores ao frescor da carne (ZHU, BREWER, 1998).

A coloração é o principal fator da aparência da carne, podendo ser modificada por ingredientes produtores de cor na dieta dos animais e também por diversos ingredientes adicionados durante o processamento (PRESTAT *et al.*, 2002; INTARAPICHET *et al.*, 2008; GOODING *et al.*, 2009). As variações de cor na carne dependem do estado da mioglobina (deoximioglobina, oximioglobina e metamioglobina), em função de tempo e pH, e da própria quantidade de mioglobina contida no músculo e até da raça do animal (HONIKEL, 1998; LAWRIE, 2005; BREWER *et al.*, 2006; LINDAHL *et al.*, 2006).

A determinação do conteúdo em mioglobina da carne pode ser relacionada à forma em que se encontra o pigmento Mb com determinações espectrofotométricas. E, relacionando-se o estado de frescor da carne com a proporção dos pigmentos Mb, oximioglobina (MbO₂) e MetMb. Para isso, utiliza-se a leitura a 525 nm (com referência do conteúdo em Mb total e reflexo da intensidade geral da cor) e a correspondente a 572 nm (em relação à presença de MbO₂ e Mb reduzida). A diferença na refletância a 572 e a 525 nm é associada à quantidade de MetMb em relação aos dois pigmentos em estado ferroso. A leitura a 474 nm é uma medida da quantidade de MbO₂ e MetMb. A diferença na refletância a 474 e a 525 nm corresponde à Mb reduzida em relação às outras formas do pigmento (ORDÓÑEZ, 2005).

3.4 Uso da refrigeração na conservação da carne

Para a preservação dos alimentos, em geral associam-se métodos de conservação individuais ou combinados, criando situações desfavoráveis aos micro-organismos nos alimentos, tornando-os mais estáveis (GAVA *et al.*, 2008).

A refrigeração das matérias-primas diminui a deterioração por enzimas que ocorrem naturalmente e a multiplicação dos microrganismos e, portanto, aumentando a sua vida útil. Os produtos podem ser refrigerados utilizando ar refrigerado ou água refrigerada (*hydrocooling*). A refrigeração a ar envolve a passagem de ar refrigerado sobre os produtos, porém a perda de umidade pode levar a perda de massa se este produto não possuir embalagem primária adequada (FELLOWS, 2019).

O resfriamento é a operação unitária na qual a temperatura do alimento é reduzida entre -1 e 8 °C. Isso causa mudanças mínimas nas características sensoriais e nas propriedades nutricionais dos alimentos, e, como resultado, os alimentos resfriados são percebidos pelos consumidores como convenientes, fáceis de preparar, de alta qualidade, “saudáveis”, “naturais” e “frescos”. Desde a década de 1980 há um substancial desenvolvimento de produtos e um forte crescimento do mercado de alimentos resfriados. Estima-se a introdução de mil novos produtos resfriados por ano no final da década de 1980, com o desenvolvimento ainda continuando a uma taxa de cerca de 750 novos produtos por ano (FELLOWS, 2019).

As legislações vigentes no Brasil não citam valores e métodos de refrigeração, citam apenas a temperatura que o produto deve ser desembarcado no cliente final. De acordo com a Portaria Nº 711, de 01 de novembro de 1995, alterada pelas Portarias Nº 155, de 17 de agosto de 2016 e Nº 1.304, de 07 de setembro de 2018 (BRASIL, 1995, 2016, 2018), os produtos refrigerados devem ser desembarcados a temperaturas entre 1,0 °C e 5,0 °C.

Os equipamentos de resfriamento são classificados pelo método utilizado para remover o calor em refrigeradores mecânicos ou sistemas criogênicos. A produção contínua ou em batelada é possível com os dois tipos de equipamentos, mas todos devem baixar a temperatura dos produtos o mais rapidamente possível por toda a zona crítica de aquecimento (de 50 a 10 °C) quando o crescimento máximo de microrganismos ocorre (FELLOWS, 2019).

Na literatura encontra-se métodos combinados de tempo e temperatura ambiente das câmaras para o resfriamento das carcaças, como citado por Roça (2001), como o método usual utilizando temperatura ambiente entre 0 a 4 °C por 12 horas, as carcaças suínas atingem 10 °C; ou o método super-rápido ou *shock* onde inicialmente as carcaças ficam em uma antecâmara com temperatura ambiente de -8 a 5 °C por 2 horas, em seguida são transferidas para câmara a 0 °C, onde as carcaças

suínas atingem temperatura menor ou igual a 4 °C de 8 a 12 horas, com perda de peso estimada de 1,3 a 1,4%.

Após o resfriamento do produto, a temperatura deve ser mantida por estocagem refrigerada. Armazéns frigoríficos são normalmente resfriados pela circulação de ar frio produzido por unidades mecânicas de refrigeração, e os alimentos devem ser guardados em *pallets*, prateleira ou, no caso de carcaças de carne, penduradas em ganchos. Refrigeradores mecânicos possuem quatro elementos básicos: um evaporador, um compressor, um condensador e uma válvula de expansão. Os componentes dos refrigeradores normalmente são construídos de cobre, pois a alta condutividade térmica proporciona altas taxas de transferência de calor e alta eficiência térmica (FELLOWS, 2019).

Salienta-se que, o fornecimento bem-sucedido de produtos resfriados para o consumidor é extremamente dependente de sistemas de distribuição sofisticados e relativamente caros, que envolvem armazéns refrigerados, transporte e prateleiras de exposição com refrigeração, junto com refrigeradores domésticos espalhados em toda a área de consumo. O controle preciso de temperatura é essencial em todos os estágios para evitar o risco de deterioração ou intoxicação pelos alimentos (FELLOWS, 2019).

Ressalta-se também, que no dia 23 de setembro de 2022 foi publicado no Diário Oficial da União (DOU) a Portaria MAPA/ISSO N° 663, de 30 de setembro de 2022, aprovando os requisitos para instalação, validação e uso de sistemas de aspersão de água no resfriamento de carcaças dos animais de abate. Este sistema implantado nas câmaras é composto pela instalação de tubulações nas laterais dos trilhos de carcaças das câmaras de resfriamento, onde é disposto de bicos de aspersão direcionados para as carcaças penduradas em balancins, e, a umidade relativa do ar deve permanecer em 100%. O frigorífico deve dispor de protocolos de aspersão (receita dos tempos de cada ciclo de aspersão) de forma a garantir que ao final do tempo total da carcaça dentro da câmara de resfriamento sua temperatura máxima seja de 7 °C sem o ganho de peso. O protocolo consiste em ciclos de aspersão (determinado tempo em que há a aspersão de água nas carcaças + drenagem de água das tubulações com ar comprimido + determinado tempo com circulação de ar ambiente sem aspersão) e ao final dos ciclos de aspersão o protocolo é encerrado com a etapa de desumidificação. A água da aspersão deve cumprir os

requisitos de potabilidade e qualidade microbiológica, e deve possuir entre 2 e 4 °C (BRASIL, 2022).

Em seu trabalho Kruger (2016) confirmou que o controle da umidade relativa do ar e a velocidade do ar dos equipamentos de geração de frio de câmaras de resfriamento de carcaças (de um frigorífico), auxiliaram positivamente para a diminuição da perda de peso das carcaças na etapa de resfriamento, aproximadamente 0,79% a menos, o equivalente ao ganho financeiro de aproximadamente R\$ 273.035,00 (duzentos e setenta e três mil e trinta e cinco reais) ao mês. Para as carcaças atingirem a temperatura de 7,0 °C no interior do pernil, estas permanecem as 12 horas iniciais com temperatura ambiente de 4,5 °C e depois -3,0 °C de 10 a 12 horas.

Santos (2022) comparou a velocidade de resfriamento e qualidade de carcaças suínas em câmaras frigoríficas com sistema de aspersão (aspersão de água gelada, abaixo de 2,0 °C, nas primeiras 4 horas de resfriamento) e sem o sistema de aspersão (resfriamento convencional com ventilação forçada), e concluiu que o sistema de resfriamento por aspersão pode ser um recurso tecnológico viável e sanitariamente seguro, melhorando a eficiência do resfriamento por meio da maior velocidade de redução das temperaturas de carcaças suínas, sem interferir em parâmetros qualitativos da carne.

3.5 Vida útil de carne suína resfriada

Atualmente na literatura encontra-se trabalhos de avaliação da vida útil de carne suína utilizando irradiação UV-C com métodos combinados com ácidos orgânicos e solução salina onde avaliou-se amostras de pernil com 30 dias mantidas sob refrigeração a 2 ± 1 °C (CARLI *et al.*, 2015).

Mano *et al.* (2002) avaliaram o comportamento de lombo suíno (*Longissimus dorsi*) embalado sob atmosfera modificada (N₂, CO₂ e/ou O₂) e lavadas com solução salina armazenadas sob refrigeração a 1 °C e a 7 °C durante 54 dias. Ruan *et al.* (2019) avaliaram o efeito do revestimento comestível de alginato de sódio e carboximetilcelulose com galato de epigallocatequina na qualidade e vida útil de carne suína fresca armazenada a 4 ± 1 °C por 7 dias.

Ding *et al.* (2020) avaliaram os efeitos de diferentes graus de superresfriamento na vida útil e na qualidade de amostras de carne suína coletadas

em um supermercado, com percentuais diferentes de frações de gelo: -1 °C (0,0% de fração de gelo), -2 °C (20,85%) e -3 °C (37,21%), até a sua deterioração em 35 dias, com contagem inicial de Contagem Total de Aeróbios (TAC) em 10^4 UFC/g. Carli *et al.* (2013) avaliaram o comportamento microbiológico de barriga suína armazenada por 30 dias sob resfriamento a $4 \pm 0,5$ °C, submetidas a diferentes tratamentos com misturas de ácidos orgânicos, solução salina acidificada, exposição a luz ultravioleta e água a 80 °C.

Messias e Quast (2021) avaliaram a estabilidade de carne resfriada de suíno sem osso – recorte 50/50 (produto com 50% de gordura e 50% de carne) durante 20 dias armazenada sob resfriamento de -2 a 1,5 °C, através de análises microbiológicas (Aeróbios mesófilos, coliformes termotolerantes a 45 °C, *Salmonella* spp. e *Staphylococcus* coagulase positiva) e físico-químicas (índice de peróxidos, lipídios, pH, umidade e rancidez oxidativa qualitativa) e constataram uma vida útil de 20 dias.

4 METODOLOGIA

4.1 Material

As amostras de pernil suíno sem osso resfriado foram coletadas em um frigorífico de suínos da Região Oeste do Paraná, com fiscalização do Serviço de Inspeção Federal (SIF), com capacidade de abate de 4.000 suínos por dia, e, capacidade de processamento de 400 toneladas por dia de carnes. Para o estudo, foi escolhido o produto denominado industrialmente de “pernil suíno sem osso resfriado”, produzido no setor da desossa, que possui em sua composição, aproximadamente 10% de toucinho/gordura suína, registrado no Ministério da Agricultura e Pecuária SIF/DIPOA sob número 0064/496.

Os cortes primários – pernis foram obtidos a partir de carcaças suínas resfriadas, refiladas e divididas longitudinalmente no setor do abate área limpa. As carcaças foram inicialmente divididas em duas meia-carcaças, seguido pela etapa de resfriamento onde ficaram acondicionadas em balancins por pelo menos 10 horas em cerca de 0 °C; em seguida foram encaminhadas ao setor de cortes primários (paleta, pernil, carré com sobrepaleta e costela com barriga). Os pernis foram separados e seguiram para remoção da pele com o auxílio de *Skinner* e do excesso de toucinho com o auxílio de *trimmer*. Em seguida, com o auxílio de facas, foram removidos os ossos internos, e, por último foi realizado o refile manual para a remoção de cartilagens, peles e ossos remanescentes, possíveis coágulos, gânglios e/ou hematomas, e embalados em embalagens de polietileno de baixa densidade.

Foi escolhido amostras de pernis com o percentual de 10% de gordura, devido que as amostras de pernis são comercializadas com o teor de gordura igual ou menor que 10%. Logo, realizar o teste de estabilidade sob resfriamento, de amostras de pernil com teor médio de lipídios mais elevado, permite ter uma margem de segurança no tempo de vida útil estimado, considerando que a oxidação de gorduras é uma das principais formas de deterioração de produtos cárneos.

As coletas e envio das amostras para o Lanali e UTFPR para realização das análises foram de responsabilidade da discente executora deste projeto.

4.2 Plano de amostragem

No dia 24 de fevereiro de 2022 foram separados, no setor da desossa, vinte e dois sacos de pernil suíno sem osso resfriado devidamente identificado (com data de fabricação: 23/02/22, validade até: 09/03/22 e lote: 2302B00), com uma unidade de pernil em cada embalagem e envasado com o mesmo tipo de embalagem encaminhada para a venda de produtos resfriados (saco pigmentado branco de polietileno de baixa densidade, com dimensões 490 x 800 x 0,012 mm, marca: Maxiplast®, e lote interno número 060122), conforme apresentado na Figura 1 (a). Após o envase e selagem (Seladora térmica automática), estes sacos foram acondicionados em estantes de estocagem de ferro galvanizado (conforme apresentado na Figura 1 (b) e em seguida as estantes foram encaminhadas para a câmara de estocagem de resfriamento, com temperatura ambiente de $0,0 \pm 2,0$ °C com média de $-0,46 \pm 1,33$ °C (desconsiderando as temperaturas do período de 30 min diários em que a câmara de estocagem passa pelo processo de degelo – Registro de temperatura ambiente obtido através dos sensores de temperaturas presentes no interior da câmara de resfriamento sob monitoramento online da sala de máquinas do frigorífico). A estante com as amostras permaneceu na câmara de estocagem de resfriados nestas condições até a última amostra ser coletada, aos 27 dias.

Figura 1 – Imagens de pernil suíno sem osso resfriado envasado em saco pigmentado branco e (b) estante de estocagem de ferro galvanizado com os sacos de pernil suíno sem osso resfriado



Fonte: Autoria própria (2023)

Dentre as 22 embalagens, 11 embalagens foram destinadas para a coleta de amostras para análises microbiológicas e físico-químicas e outras 11 embalagens foram destinadas a contraprova (armazenada em túnel de congelamento a $-37,50 \pm 3,32$ °C (desconsiderando as temperaturas do período de 30 minutos diários em que a câmara de estocagem passa pelo processo de degelo) durante o período de 24 horas, e em seguida foi encaminhado para a câmara de estocagem de congelados com temperatura ambiente igual a $-24,60 \pm 4,83$ °C (desconsiderando as temperaturas do período de 30 minutos diários em que a câmara de estocagem passa pelo processo de degelo), onde estiveram armazenadas na condição paletizado até a sua liberação (obtenção dos resultados microbiológicos e físico-químicos, aproximadamente 7 dias; liberadas para a comercialização ou descarte). No Apêndice A é apresentado a cronologia da coleta das amostras, e, quais análises foram realizadas em cada dia de estocagem.

4.3 Plano de amostragem para análise sensorial

Para a análise sensorial, foi realizado uma segunda coleta de amostras de pernil suíno sem osso resfriado no frigorífico. Estas coletas foram realizadas com 27 dias de antecedência da data da análise sensorial, para que no dia da análise sensorial o provador tenha seis amostras com dias distintos de vida útil.

No dia da análise sensorial os provadores analisaram amostras com 02, 16, 20, 21, 24 e 27 dias de estocagem, para isso a amostra de 27 dias de estocagem foi coletada no frigorífico com 27 dias de antecedência, e assim sucessivamente, até a amostra com 02 dias de estocagem.

A cada dia de coleta no frigorífico, foi coletado uma unidade de pernil suíno sem osso e envasado com o mesmo tipo de embalagem encaminhada para a venda de produtos resfriados (saco pigmentado branco de polietileno de baixa densidade, com dimensões 490 x 800 x 0,012 mm, marca: Maxiplast e lote interno número 060122).

Após o envase e selagem (Seladora térmica automática), as embalagens foram acondicionadas em estantes de estocagem de ferro galvanizado e foram encaminhados para a mesma câmara de estocagem de resfriamento que as outras amostras foram estocadas. Neste período, a câmara de estocagem de resfriamento 01 esteve com temperatura ambiente média de $1,2 \pm 2,09$ °C (desconsiderando as

temperaturas do período de 30 minutos diários em que a câmara de estocagem passa pelo processo de degelo) durante vinte e sete dias. A estante de estocagem com as amostras permaneceu na câmara de estocagem de resfriados nestas condições até a última amostra ser coletada e destinada a análise sensorial.

4.4 Delineamento experimental

O trabalho foi dividido em duas etapas, sendo a etapa I composta pelas análises microbiológicas e físico-químicas das amostras, realizadas em triplicata de análise, durante estocagem de 27 dias (com 11 coletas), e a etapa II, realizada em triplicata genuína, foi composta pela análise sensorial e repetição de algumas análises físico-químicas com uma segunda amostragem e estocagem de 27 dias (com 6 dias de amostragem), conforme detalhado a seguir.

4.4.1 Etapa I – Análises microbiológicas e físico-químicas

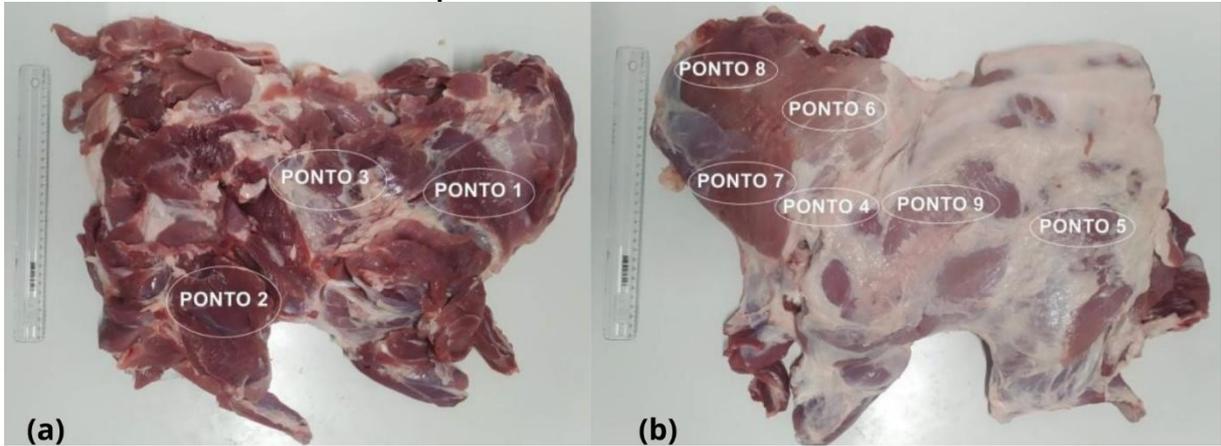
A frequência de realização das fotografias, análises microbiológicas, físico-químicas são apresentadas na Tabela 1. As metodologias utilizadas foram: AFNOR 01/16-11/16 (*Salmonella* spp.), AOAC 998.08 (*Escherichia coli*) e AOAC 990.12 (Aeróbios mesófilos), conforme exigido na legislação vigente no período (BRASIL, 2019). As análises foram realizadas pelo laboratório de análises de alimentos Lanali com credenciamento, no período, pelo MAPA, INMETRO, Paraná Metrologia (Rede Paranaense de Metrologia e Ensaio) e pelo SEAB (Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento), localizado em Cascavel – PR.

As análises de composição química foram feitas seguindo-se as metodologias ISSO 2917 para pH, IAL 2008 para rancidez oxidativa qualitativa (reação de Kreiss), ISSO 1442 para umidade, NMKL 181 para lipídio, ISSO 3960 para índice de peróxido, ISSO 1871 para proteína e ISSO 936 para cinzas, sendo elas realizadas pelo laboratório de análises de alimentos Lanali. A determinação da oxidação lipídica quantitativa (Tbars) foi realizada conforme metodologia proposta por Tarladgis *et al.* (1960) e modificado por Crackel *et al.* (1988), atividade de água (Aqualab, 4TE) e o índice de metamioglobina foi determinado de acordo com Krzywicki (1982), no laboratório de físico-química da pós-graduação em tecnologia de alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Câmpus Medianeira – PR. Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata.

As amostras de pernil suíno sem osso resfriado (parte interna e externa) foram fotografadas com câmera fotográfica Sony Dsc – W830 (sem flash), a uma distância de aproximadamente 60 cm, ao lado de uma régua de 30 cm, em mesa de alumínio branca, com iluminação ambiente em led com lux igual a 280, no próprio frigorífico logo após abertura da embalagem. No dia 21 de estocagem a fotografia não foi tirada devido a um erro operacional.

A análise de colorimetria foi realizada com colorímetro portátil (Konica Minolta, CR-400), com iluminante D65, realizado a leitura do sistema $L^*a^*b^*$ (CIELAB). Foram escolhidos pontos fixos para a realização da análise: internamente – Pontos 1 ao 3 (Ponto 1: parte inferior do coxão mole, Ponto 2: músculo, e, Ponto 3: parte superior do coxão duro) e externamente – Pontos 4 ao 9 (Ponto 4: posta branca, Ponto 5: limite entre maminha e patinho, Ponto 6: extremidade direita/interna do coxão mole, Ponto 7: parte inferior do coxão mole, Ponto 8: parte esquerda/superior do coxão mole, e Ponto 9: coxão duro), conforme apresentado na Figura 2. A análise de colorimetria foi realizada no Laboratório de Físico-química da Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Câmpus Medianeira – PR.

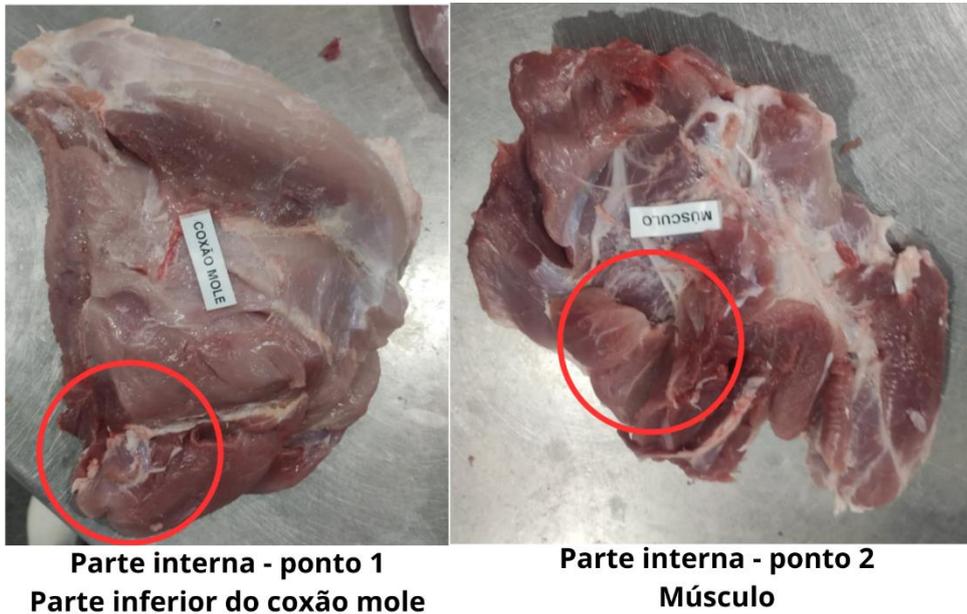
Figura 2 – (a) Pontos de 1 a 3 e (b) Pontos 4 a 9 fixos no pernil de suíno sem osso resfriado para a análise colorimétrica



Fonte: Autoria própria (2023)

As Figuras 3 a 7 ilustram os pontos 1 a 9 na peça de pernil suíno sem osso em que foram coletados os dados de colorimetria.

Figura 3 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – parte interna – Pontos 1 e 2

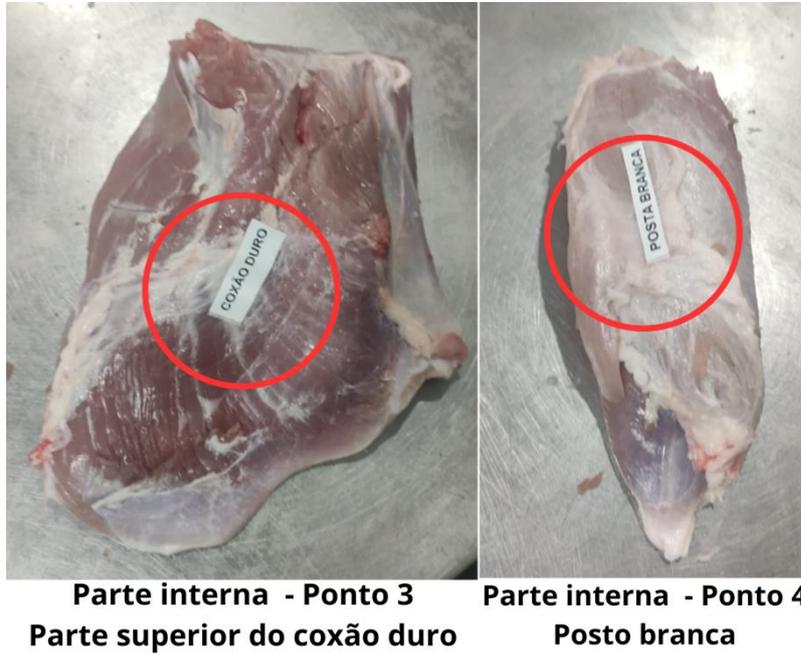


Parte interna - ponto 1
Parte inferior do coxão mole

Parte interna - ponto 2
Músculo

Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 4 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – parte interna – Ponto 3 e 4



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 5 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – Parte externa – Pontos 5 a 6



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 6 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – Parte externa – Pontos 7 a 8



**Parte externa - Ponto 7
Parte inferior do coxão mole**

**Parte externa - Ponto 8
Parte superior esquerda do coxão mole**

Fonte – autoria própria (2023)

Figura 7 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – Parte externa – Ponto 9



**PARTE EXTERNA - PONTO 9:
Coxão duro**

Fonte: Autoria própria (2023)

Foram também realizadas análises microbiológicas de contagem total de Aeróbios mesófilos (AOAC 990.12) em fevereiro de 2022 das embalagens utilizadas para o envase inicial das amostras (saco sanf. PEBD pigmentado branco – mantenha

resfriado da marca Maxiplast, com lote interno número 060122) e na embalagem de coleta da amostra a ser enviado para os laboratórios (saco de polietileno de baixa densidade transparente liso, com dimensões 370 x 580 x 0,075 mm, marca: Plascom, e lote interno número 181121), para garantir que não houvesse a contaminação cruzada das amostras, oriundo das embalagens utilizadas para estocagem e coleta das mesmas.

4.4.2 Etapa II – Análise Sensorial

Inicialmente foram convidados para participar da pesquisa sensorial, candidatos maiores de 18 anos, de ambos os sexos, alunos da graduação ou pós-graduação e servidores (técnicos e professores) da UTFPR – campus Medianeira/PR que possuíam o hábito de consumir produtos de carne suína, disponibilidade e interesse em participar da análise sensorial. Na sequência passaram por seleção e treinamento para realizar o teste de diferença do controle.

Para a realização da análise sensorial, o trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos (CEP) da UTFPR, o qual teve parecer de aprovação sob o número CAAE: 57968122.1.0000.0165.

4.4.2.1 Seleção, Classificação e Treinamento dos provadores

Os provadores passaram por testes para classificação, seleção e treinamento, com a finalidade de determinar as aptidões e acuidades sensoriais de visão e olfato, assim como o treinamento para participarem da análise sensorial. A descrição desta etapa está contida no Apêndice B.

4.3.2.2 Análise sensorial – Teste de diferença do controle

Para a análise sensorial foram utilizadas amostras de pernil suíno sem osso resfriado com estocagem de 02, 16, 20, 21, 24 e 27 dias. As amostras foram padronizadas quanto ao corte (corte longitudinal do lado direito da peça) e tamanho (Altura x Largura x Espessura: 6,0 x 6,0 x 4,0 cm).

A análise sensorial foi composta pela aplicação do teste de comparação múltipla ou diferença do controle (NBR 13526/1995 – DUTCOSKY, 2019) para uma equipe de 16 provadores treinados. No teste foram comparadas as seis diferentes amostras de pernil *in natura*, codificadas com três dígitos aleatórios, distribuídas de forma aleatória e balanceada e servidas em pratos plásticos de coloração branca com uma amostra de referência fresca (dois dias de estocagem) identificada como “controle”. Foi solicitado aos provadores sentir o odor, avaliar a coloração das amostras e determinar o grau de diferença, avaliando as amostras da esquerda para a direita, e comparando cada amostra com o controle.

Cada provador realizou este teste em triplicada (três sessões), sendo que cada teste foi realizado com intervalo de pelo menos 01 hora e 30 minutos entre eles, para que não houvesse a fadiga sensorial dos provadores.

O teste de comparação múltipla do controle foi realizado no Laboratório de Carnes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Medianeira – PR, as amostras foram dispostas em um local com superfície plana e com iluminação constante e uniforme.

Os provadores realizaram duas avaliações a cada análise sensorial, presentes na mesma ficha de resposta (apresentado no Apêndice F). Para a primeira avaliação, os provadores realizaram a avaliação da cor e odor de cada amostra, utilizando uma escala de 9 pontos, sendo 1 – extremamente pior que o controle, 5 – nenhuma diferença do controle e 9 – extremamente melhor que o controle.

Para a segunda avaliação, os provadores eram solicitados informar as características perceptíveis para a cor e o odor de cada amostra em comparação com a amostra controle, sendo esta avaliação realizada por meio de letras. Para a avaliação da cor as opções de descrição foram: A – Cor mais esbranquiçada; B – Cor mais rosada; C – Cor característica carne suína; D – Cor mais avermelhada; E – Cor marrom; F – Cor esverdeada; e G – Outra característica.

Para a avaliação de odor as opções eram: M – Odor de sangue; N – Odor característico de carne suína; O – Odor leve de estragado; P – Odor de ranço (oxidado); Q – Odor forte de putrefação; e R – Outra característica.

4.5 Análise dos dados

Os resultados microbiológicos foram avaliados em comparação com a legislação vigente (BRASIL, 2019). Os resultados microbiológicos de Aeróbios mesófilos foram avaliados utilizando o modelo preditivo de Gompertz (ZHOU *et al.*, 2012; FORSYTHE, 2013). Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA, one way) e as médias comparadas pelo teste de Tukey com 95% nível de confiança. Os resultados da análise sensorial foram avaliados utilizando estatística descritiva, e as notas sensoriais do teste diferença do controle submetidas à Análise de Variância (ANOVA, two way) e as médias comparadas pelo teste de Dunnett com 95% nível de confiança. A análise estatística foi realizada com Software Statistica® versão 8.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação da estabilidade microbiológica do pernil suíno sem osso resfriado

Tabela 2 – Resultados das análises microbiológicas de pernil suíno sem osso resfriado durante a estocagem por 27 dias

Dia de estocagem	Aeróbios mesófilos (UFC/g) *	<i>Escherichia coli</i> (UFC/g) *	<i>Salmonella</i> spp. (/25g)
2	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	Ausente
6	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	Ausente
10	<1,0 x 10 ¹	<1,0 x 10 ¹	Ausente
16	5,2 x 10 ³	<1,0 x 10 ¹	Ausente
17	1,4 x 10 ²	<1,0 x 10 ¹	Ausente
20	6,6 x 10 ³	<1,0 x 10 ¹	Ausente
21	7,30 x 10 ³	<1,0 x 10 ¹	Ausente
22	6,80 x 10 ³	<1,0 x 10 ¹	Ausente
23	6,60 x 10 ³	<1,0 x 10 ¹	Ausente
24	1,10 x 10 ⁴	<1,0 x 10 ¹	Ausente
27	1,10 x 10 ⁴	<1,0 x 10 ¹	Ausente
Limite legislação IN N° 161 (BRASIL, 2022)	1,0x10 ⁵	1,0x10 ²	Ausente

* Em função dos métodos utilizados para as análises, valores menores que <1,0x10¹ não são detectados e por esse motivo são expressos em “<1,0x10¹”.

Fonte: Aatoria própria (2023)

Como pode-se observar na Tabela 2, a contagem de *E. coli* se manteve abaixo de 1,0x10¹ UFC/g de amostra em todos os dias de estocagem analisados, e não houve presença de *Salmonella* spp. A contagem de Aeróbios mesófilos permaneceu abaixo de 1,0x10¹ UFC/g até o 10º dia de estocagem, sendo que até o 27º dia, sua contagem máxima foi de 1,1x10⁴ UFC/g, valor ainda abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente no Brasil (BRASIL, 2022).

Mano *et al.* (2002) em seu trabalho detectou a presença de 10⁷ UFC/cm² de Mesófilos aeróbios totais após 15 dias de estocagem a 1 °C de carne suína (*Longissimus dorsi*) embalada com embalagens com atmosfera com ar (100%), assim como também detectou a presença da mesma quantidade microrganismos em amostras de carne suína (*Longissimus dorsi*) armazenadas a 7 °C em 6 dias.

No trabalho de Messias e Quast (2021) em carne resfriada de suíno sem osso – recorte 50/50 armazenada em -2,0 a 1,5°C por 20 dias, observou-se valores de <1,0x10¹ UFC/g de *Escherichia coli* até o 20º dia de estocagem; Mesófilos aeróbios

igual a $2,1 \times 10^2$ UFC/g no 20° de estocagem e $1,2 \times 10^4$ UFC/g de no 18° dia de estocagem; ausência de *Salmonella spp.* e $<1,0 \times 10^1$ UFC/g de *Staphylococcus coagulase positiva* em todos os dias de estocagem.

Batelochi (2022) avaliou sensorialmente amostras de carne resfriada de suíno sem osso – pernil com pele acondicionada sob refrigeração entre 5 a 8 °C durante 10 dias, com amostragem diária a partir do 2° dia de estocagem. Em nenhuma das amostras houve a presença de *Salmonella spp.*, a partir do 9° dia obteve valores acima de $1,0 \times 10^2$ UFC/g de *Escherichia coli*, e valores acima de $2,8 \times 10^7$ UFC/g no 10° dia de estocagem para a contagem de Mesófilos aeróbios.

A contagem total de Aeróbios mesófilos nas embalagens utilizadas para a estocagem das amostras (saco pigmentado branco de PEBD) e envio das mesmas para os laboratórios (saco transparente de PEBD) resultou em valores menores que $1,0 \times 10^0$ UFC/cm², confirmando que não houve a contaminação cruzada desta classe de microrganismos provenientes das embalagens.

A flora contaminante da carne curada embalada a vácuo é relativamente similar àquela encontrada em carne fresca embalada a vácuo ou em MAP com alta concentração de CO₂ e consiste amplamente de bactérias lácticas Gram-positivas. Isto está em contraste nítido com a carne fresca não embalada ou carnes embaladas com filmes de alta permeabilidade ao O₂ nas quais predominam as bactérias aeróbias Gram-negativas, *Pseudomonas*, *Psychrobacter* e *Acinetobacter* (HOLLEY & GILL, 2005).

Segundo Franco e Landgraf (2008), a quantidade e tipo de microrganismos que se desenvolvem na carne dependerão das condições de abate, estresse do animal, evisceração correta, entre outros. Forsythe (2002) também observaram que a validade comercial depende da microbiota inicial do produto, ou seja, quanto maior a carga inicial, menor a validade devido ao aumento da atividade microbiana.

5.1.1 Análise preditiva de crescimento de mesófilos

Analisando os dados obtidos da contagem de Aeróbios mesófilos das amostras, transformando os dias de estocagem em horas e aplicando a equação 2, obteve-se os valores de Y, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores de Y para a contagem de Aeróbios mesófilos para pernil suíno sem osso resfriado durante estocagem de 27 dias

Tempo		Aeróbios mesófilos	Y
Estocagem (dias)	Estocagem (h)	(UFC/g)	Log (N/No)
2	48	10	0
6	144	10	0
10	240	10	0
16	384	5200	2,7160
17	408	140	1,1461
20	480	6600	2,8195
21	504	7300	2,8633
22	528	6800	2,8325
23	552	6600	2,8195
24	576	11000	3,0414
27	648	11000	3,0414

Fonte: Autoria própria (2023)

Para a aplicação do modelo de Gompertz utilizou-se o programa Statistica® versão 8, para a regressão específica numa função de perda personalizada, estimando uma função, aplicou-se a equação 1, e como resultado obteve-se os valores das constantes de Gompertz a, b e c, e calculou-se os valores da velocidade específica de crescimento ($\mu_{m\acute{a}x}$), da duração da fase de latência (λ), e o tempo de geração (G), conforme apresentado na Tabela 4, onde a velocidade de crescimento dos Aeróbios mesófilos foi igual a 0,0384 log UFC/g por hora e a população máxima de Aeróbios mesófilos foi igual a 3,0990 log UFC/g.

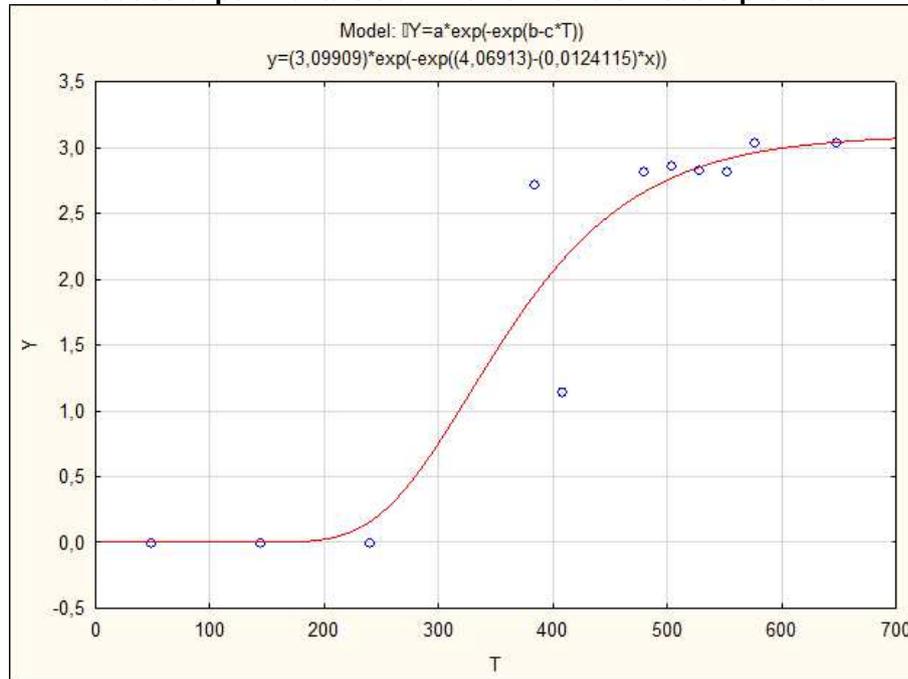
Tabela 4 – Valores das constantes de Gompertz

Constante	Valor
a (log UFC/g)	3,0990
b	4,0691
c	0,0124
$\mu_{m\acute{a}x}$ (h ⁻¹)	0,0384
Λ (h)	247,2801
G (g)	18,0204

Fonte: Autoria própria (2023)

O Gráfico 1 apresenta o crescimento de Aeróbios mesófilos a partir do modelo de Gompertz, onde pode-se observar que a fase exponencial se apresentou entre o tempo de 240 a 400 horas (entre os dias 10 e 20 de estocagem), e a partir do tempo 480 horas os resultados começaram a apresentar um comportamento linear.

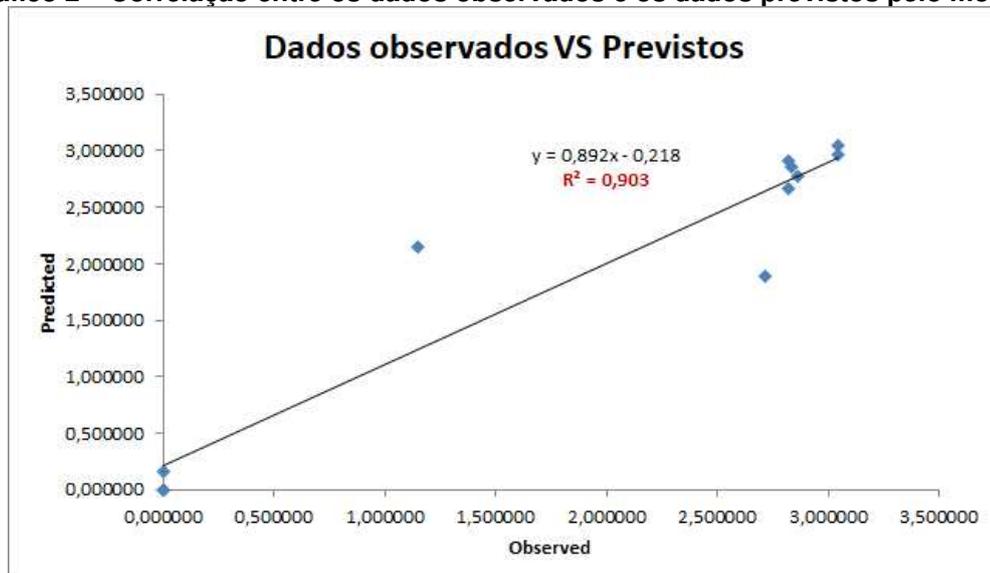
Gráfico 1 – Curva de crescimento de Aeróbios mesófilos em pernil suíno sem osso resfriado com dados experimentais e preditos pelo modelo de Gompertz, sendo os pontos azuis os dados experimentais e a linha vermelha o modelo predito



Fonte: Autoria própria (2023)

O modelo de Gompertz forneceu também os valores previstos, onde pode-se relacioná-los com os valores observados (ZHOU *et al.*, 2012; FORSYTHE, 2013) (Gráfico 2). O coeficiente de correlação dos dados (R^2) apresentou valor igual a 0,903, podendo-se concluir que o modelo preditivo de Gompertz previu corretamente o crescimento de mesófilos.

Gráfico 2 – Correlação entre os dados observados e os dados previstos pelo modelo



Fonte: Autoria própria (2023)

O modelo preditivo de Gompertz representou eficientemente o comportamento das contagens microbianas de Aeróbios mesófilos no trabalho de Olivera e Cárdenas (2007), os quais avaliaram a influência de óleos essenciais na contagem microbiana na superfície de carne bovina, de forma similar ao presente estudo. Os dados obtidos da microbiologia preditiva sugerem que, dentro do período estudado, as contagens microbianas de Aeróbios mesófilos ficaram dentro do padrão estabelecido pela legislação vigente no Brasil.

5.2 Composição química e alterações físico-químicas em pernil suíno sem osso resfriado durante estocagem por 27 dias

A tabela 5 apresenta os resultados das análises físico-químicas.

Tabela 5 – Resultados análises físico-químicas de pernil resfriado de suíno sem osso durante 27 dias de estocagem

Tempo de estocagem (dias)	pH	Umidade (g/100 g)	Proteína (g/100 g)	Atividade de água (Aw)	Lipídios (g/100g)	Cinzas (g/100g)
2	5,73 ± 0,16 ^{cd}	68,20 ± 0,20 ^e	19,42 ± 0,15 ^c	0,9894 ± 0,0024	13,0 ± 0,0	1,2 ± 0,20
6	5,33 ± 0,00 ^d	67,30 ± 0,00 ^e	Nd*	Nd*	Nd*	Nd*
10	6,24 ± 0,02 ^a	74,23 ± 0,25 ^{bc}	Nd*	Nd*	Nd*	Nd*
16	5,82 ± 0,26 ^{abc}	73,13 ± 0,58 ^{cd}	Nd*	0,9883 ± 0,0022	Nd*	Nd*
17	6,20 ± 0,02 ^{ab}	73,70 ± 0,00 ^{bcd}	Nd*	Nd*	Nd*	Nd*
20	5,89 ± 0,14 ^{abc}	74,73 ± 0,12 ^{ab}	Nd*	0,9919 ± 0,0024	Nd*	Nd*
21	5,79 ± 0,14 ^{bc}	74,70 ± 0,17 ^{ab}	21,36 ± 0,17 ^a	0,9915 ± 0,0043	Nd*	Nd*
22	5,90 ± 0,02 ^{abcd}	74,77 ± 0,15 ^{ab}	Nd*	Nd*	Nd*	Nd*
23	5,94 ± 0,02 ^{abc}	72,60 ± 1,56 ^d	Nd*	Nd*	Nd*	Nd*
24	5,76 ± 0,15 ^{cd}	73,70 ± 0,10 ^{bcd}	Nd*	0,9914 ± 0,0025	Nd*	Nd*
27	6,07 ± 0,39 ^a	76,20 ± 0,26 ^a	20,17 ± 0,09 ^b	0,9878 ± 0,0029	Nd*	Nd*

Nd*: Não determinado. Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si (p > 0,05) no teste de Tukey.

Fonte: A autoria própria (2023)

O teor médio de lipídios das amostras, determinado no 2º dia de estocagem, foi de 13,0 ± 0,0 g/100g. A porcentagem de gordura da peça em estudo é de aproximadamente 10%, sendo este controlado na indústria visualmente pelos manipuladores durante o corte e toalete da peça. Considerando que a composição centesimal e o valor nutricional dos cortes cárneos podem variar, em função do local da peça (PALEARI, 1998; BALOG, *et al* 2008).

O teor de gordura é o parâmetro de composição mais variável na carne. Ressalta-se, que além da localização anatômica, a composição dos cortes cárneos pode variar, em função do local de origem do animal, clima, alimentação, manejo, idade, raça e sexo (PALEARI, 1998; BALOG, *et al* 2008, PINHEIRO *et al.* 2013).

Segundo Valle (2000) o lombo suíno apresenta valores de gordura entre 4,8 e 1,7 g/100 g, o pernil possui valores entre 3,3 a 9,4 g/100 g, a bisteca entre 3,7 e 9,4 g/100 g e no bacon valores entre 17,4 a 49,2 g/100 g. Antonangelo *et al.* (2011) constataram que se for retirada toda a camada externa de gordura, a carne suína apresentará teor de gordura semelhante ao da carne de frango.

O teor de cinzas determinado na amostra no 2º dia de estocagem foi de $1,20 \pm 0,20$ g/100 g. Hautrive *et al.* (2012) encontraram valores de cinzas para o lombo suíno igual a 1,10%. De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011) o teor de cinzas do pernil suíno cru é de 1,0 g/100 g.

Quanto ao teor de proteína, a amostra apresentou teor médio de proteína de $19,42 \pm 0,15$ g/100 g, valor condizente com a literatura. Hautrive *et al.* (2012) encontraram para carne suína valores de 21,32% de proteína. Na Tabela TACO (2011) pernil suíno cru obteve valor igual a 21,1 g/100 g de proteína, e Sarcinelli *et al.* (2007) em seu trabalho encontrou valores de proteína no pernil suíno de 18,37%.

No decorrer dos 27 dias de estocagem, o teor de umidade apresentou valores entre $68,20 \pm 0,20$ e $76,20 \pm 0,26$ g/100 g, sendo o maior valor obtido no 27º dia de estocagem. Observa-se que entre os dias 20 e 22 de estocagem não houve diferença significativa entre os valores do teor de umidade.

Hautrive *et al.* (2012) encontraram valores de 76,98% de umidade para carne suína. De acordo com os dados da Tabela TACO (2011) a umidade de pernil suíno cru é igual a 67,1%. Logo, os valores do teor de umidade encontrados neste trabalho estão dentro da normalidade aceitável e de acordo com os valores encontrados na literatura.

A porcentagem da água dos animais abatidos guarda estreita relação com a proteína. A relação água-proteína pode ser considerada como uma constante biológica (ROÇA, 2001). Na literatura estão relatados valores entre 67,1 e 76,98% de umidade em carne suína (FURTADO, 2015; HAUTRIVE *et al.*, 2012; TACO, 2011). Em seu trabalho León *et al.* (2017) detectou o aumento da umidade com o passar do tempo de estocagem de carne suína, obtendo valores próximo a 74,9% de umidade.

Logo, os valores para o teor de umidade encontrados nos 27 dias de estocagem do pernil suíno sem osso resfriado, estão em conformidade com obtidos pelos demais autores encontrados na literatura.

Os valores de proteína diferiram entre si estatisticamente nas três coletas realizadas durante a estocagem dos pernis em estudo. Logo pode-se concluir que dependendo do músculo a ser amostrado o percentual de proteína pode variar, e os valores obtidos neste estudo estão de acordo com o encontrado por demais pesquisadores na literatura (HAUTRIVE *et al.*, 2012; TACO, 2011; SARCINELLI *et al.*, 2007).

Como podemos observar, os valores de pH variaram entre $6,24 \pm 0,02$ no 10º dia de estocagem e $5,33 \pm 0,00$ no 6º dia de estocagem, sendo que estes valores obtiveram diferença significativa entre eles ($p < 0,05$). No 2º dia de estocagem obteve valor de pH médio de $5,73 \pm 0,16$ e no 27º dia de estocagem valor igual a $6,07 \pm 0,39$, essas variações estão dentro da normalidade para a carne suína. As variações do pH da carne suína estão relacionadas com o processo de glicólise de um animal para outro, como também, a quantidade de gordura que possui na amostra no momento da medição influencia essa variação (MENDHAM *et al.*, 2002). Os músculos ao longo da carcaça variam em suas taxas de declínio de temperatura e pH, devido as diferenças metabólicas inerentes e ao tamanho do músculo (JACOB & HOPKINS, 2014). Entre os dias 16 e 24 de estocagem os valores de pH não diferiram estatisticamente num nível de significância de 95%, de acordo com o teste de Tukey.

Durante a transformação do músculo em carne (produto final gerado) podem ocorrer diversas mudanças bioquímicas que impactam em diversos fatores como: cor, aroma, sabor, textura e suculência. Tais mudanças podem ocorrer como consequência das alterações do pH muscular, consequentemente levando a modificações em sua coloração, perda de exsudato e perda de massa acima do esperado no cozimento. Ocorrendo o abate, a carne continua em processo bioquímico, no qual o condutor energético do músculo é transformado em glicogênio láctico através da ação de várias enzimas. O pH da carne suína diminui devido à formação ácida, assim a carne pode apresentar pH final de 5,7 e 5,9 (SARCINELLI *et al.*, 2007; SILVEIRA, 2018). As carnes suínas com valor de pH menor ou igual a 6,0 são classificadas como normais (SANTOS, 2005; ORDÓÑEZ, 2006).

O pH do músculo de um animal sadio e devidamente descansado no momento imediatamente posterior ao abate varia de 7,0 a 7,3. Após o sacrifício do animal, o pH diminui devido à degradação do ATP, que gera hidrogênio até chegar ao chamado pH final, entre 5,5 e 5,4. A velocidade de decréscimo do pH é influenciada por muitos fatores, como a espécie animal, o tipo de músculo, a temperatura em que ocorre o processo post-mortem e fatores de estresse. Os músculos em que predominam as fibras de contração rápida ou fibras brancas, o pH final atinge valores de 5,5 e 5,8. O pH do músculo de suíno diminui 0,64 unidade/hora mais lentamente (0,27 a 0,44 unidades/hora). Os diversos músculos de uma mesma espécie têm reduções de pH diferentes (ORDÓÑEZ, 2005).

Com passar os dias de estocagem, há a multiplicação dos microrganismos presentes da carne, microbiota natural, ocasionando alterações organolépticas no produto, assim como também o aumento do pH da carne (DAINTY, 1996; APHA, 2001; FORSYTHE, 2002; JAY, 2005; NYCHAS *et al.*, 2008).

A temperatura do músculo tem grande influência na velocidade da glicólise *post-mortem*, medida como queda do pH. As temperaturas elevadas (em torno de 40 °C) aceleram a queda do pH, enquanto as baixas temperaturas retardam o decréscimo, sendo necessário mais horas para atingir valores de pH de 5,8. Esse fato não é surpreendente, já que as altas temperaturas aceleram a velocidade das reações químicas (ORDÓÑEZ, 2005). Portanto, os valores de pH obtidos neste trabalho estão semelhantes aos valores encontrados na literatura.

Os métodos físicos de preservação que utilizam o frio (refrigeração e congelamento) quando corretamente aplicados não modificam substancialmente as características da carne "*in natura*", enquanto os demais métodos físicos (calor e irradiação) provocam desnaturação das proteínas, perdas de vitaminas e alteração substancial nas suas características sensoriais (NASSU & TULIO, 2007). Quanto maior o pH, as proteínas musculares conservam uma grande capacidade para reter água no interior das células e, como consequência, a superfície de corte do músculo permanece pegajosa e escura (PETROLINI, 2014).

Os resultados obtidos da análise de atividade de água das amostras de pernil suíno sem osso resfriado que não houve diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$), obtendo valor mínimo de $0,9894 \pm 0,0024$ no dia de estocagem 02 e valor máximo de $0,9919 \pm 0,0024$ no dia de estocagem de 20 dias. Com o passar dos dias

de estocagem, as amostras de pernil suíno sem osso resfriado, apresentam uma perda visual de água, as embalagens apresentam uma quantidade de água que “saíram” das amostras. Porém através das análises de atividade de água, essa perda de água não se tornou significativa. Devido a carne suína possuir altos valores de atividade de água, juntamente com seus nutrientes e a temperatura de refrigeração de armazenamento, a torna um meio propício para o crescimento microbiano. Logo, podemos confirmar a qualidade das condições de manipulação e armazenamento do pernil suíno sem osso resfriado, uma vez que estas garantem a sua qualidade físico-química.

Com o passar dos dias de armazenamento observou-se que as amostras apresentaram maior teor de umidade, isso se deve ao fato de que, com o passar dos dias de estocagem, há a desnaturação das proteínas, provenientes da ação microbiana como também a ação do pH, que conseqüentemente, há a liberação de parte da umidade contida internamente nas fibras musculares. Os valores obtidos do teor de proteína ao longo dos 27 dias de estocagem, não representam a ação de desnaturação proteica, uma vez que mesmo a proteína desnaturada, na análise ela ainda será detectada.

Na tabela 6 são apresentados os resultados obtidos das análises da estabilidade oxidativa do pernil suíno sem osso resfriado, onde observa-se que a oxidação qualitativas e quantitativas realizadas no decorrer dos 27 dias estocagem das amostras de pernil suíno sem osso resfriado.

Tabela 6 – Resultados da avaliação da estabilidade oxidativa para o pernil suíno sem osso resfriado durante estocagem de 27 dias

Tempo de estocagem (dias)	Índice de peróxido (mEq/kg) *	Rancidez oxidativa (qualitativa – análise de Kreiss)	Rancidez oxidativa quantitativa – Tbars (mg de malonaldeído/kg)	Metamioglobina (%)
2	< 0,50	Negativo	0,38 ± 0,13 a	68,6540 ± 6,49 a
6	< 0,50	Negativo	Nd*	Nd*
10	< 0,50	Negativo	Nd*	65,0264 ± 3,85 a
16	< 0,50	Negativo	0,40 ± 0,05 a	Nd*
17	< 0,50	Negativo	Nd*	Nd*
20	< 0,50	Negativo	0,32 ± 0,05 a	61,5993 ± 13,65 a
21	< 0,50	Negativo	0,28 ± 0,13 a	63,8220 ± 5,79 a
22	< 0,50	Negativo	Nd*	Nd*
23	< 0,50	Negativo	Nd*	Nd*
24	< 0,50	Negativo	0,28 ± 0,04 a	66,0417 ± 4,66 a
27	< 0,50	Negativo	0,36 ± 0,08 a	72,3070 ± 4,81 a

*** Em função do método utilizado para a análise, valores menores que <0,50 não são detectados e por esse motivo são expressos em “< 0,50”. Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si (p < 0,05) no teste de Tukey.**

Fonte: Autoria própria (2023)

O índice de peróxido em todos os dias de estocagem apresentou valores abaixo de 0,50 mEq/kg. A metodologia ISO 3960 de 2017 determina que o valor de peróxido é uma medida da quantidade de oxigênio quimicamente ligado a um óleo ou gordura como peróxidos, particularmente hidroperóxidos. Durante os 27 dias de estocagem, as amostras não apresentaram rancidez oxidativa pelo teste qualitativo (Reação de Kreiss).

Os valores obtidos de rancidez oxidativa pelo método quantitativo da identificação de TBARS, não diferiram estatisticamente entre si (p < 0,05), sendo que os valores variaram entre $0,28 \pm 0,04$ (obtido no 21º dia de estocagem) a $0,40 \pm 0,05$ mg de malonaldeído/kg de amostra (obtido no 16º dia de estocagem). Daguer (2009) em seu estudo obteve para o lombo suíno no dia 0 (zero) o valor de TBARs igual a 0,29 mg de MDA/kg, e após 30 dias de estocagem do lombo a vácuo congelado a -18,0 °C valor igual a 1,33 mg de MDA/kg. Tarladgis *et al.* (1960) correlacionaram o número de TBARs com resultados de análise sensorial com provadores treinados para avaliação de “odor a ranço” em carne suína moída. Segundo os autores, o limiar de detecção de odor corresponde a números de TBARs é entre 0,5 e 1,0 mg/kg. Essa referência ainda é utilizada como guia para a interpretação de resultados de teste de TBARs.

Conforme mencionado anteriormente, segundo Tarladgis *et al.* (1960) o limiar de detecção sensorial de odor de ranço corresponde a números de TBA é entre 0,5 e 1,0 mg/kg, logo os valores encontrados nas análises não foram altos o suficiente para a detecção sensorial de odor de ranço. Porém, sensorialmente os provadores identificaram odores de ranço nas amostras de estocagem de 24 e 27 dias.

Rosa (2009) em seu trabalho avaliou o efeito da atmosfera modificada associada a embalagem de transporte tipo “masterpack” na vida útil da carne suína (lombo) refrigerada a 4°C, na amostra controle com 100% de CO₂, obteve valores da análise de Tbars igual a 0,2 mg de malonaldeído/kg de amostra no 1º dia de estocagem e 6,7 mg de malonaldeído/kg de amostra no 22º dia de estocagem.

Jakobsen e Bertelsen (2000) em seu trabalho desenvolveram modelos matemáticos para descrever a relação de descoloração e a oxidação lipídica de carne

bovina e o efeito combinado do tempo, temperatura e pressão parcial de oxigênio, e relataram em seu trabalho que o fator mais importante na manutenção da cor vermelha da carne (oximioglobina) com baixos níveis de oxidação lipídica é a temperatura de estocagem, devendo ser inferior a 4°C.

Os resultados obtidos do índice de metamioglobina das amostras de estocagem submetidas a análise sensorial, são apresentados na Tabela 12, onde observa-se que os valores variaram entre 61,59% a 72,30%, não havendo diferença significativa entre os valores dos dias de estocagem ($p < 0,05$). De acordo com Krzywicki (1982), a concentração de metamioglobina é expressa em porcentagem, em relação ao total de pigmentos da carne (mioglobina + oximioglobina + metamioglobina). De acordo com Gill (1996), concentrações próximas a 20% de metamioglobina na superfície da carne já são perceptíveis a olho nu e acima de 40% já inibem a intenção de compra. Relaciona-se o estado de frescor da carne com a proporção dos pigmentos Mb, MbO₂ e MetMb que apresenta (ORDÓÑEZ, 2005).

A desoxigenação da oximioglobina resulta na mioglobina reduzida que é muito instável. As condições que causam desoxigenação também são responsáveis pela oxidação formando a metamioglobina, de coloração marrom, indesejável. A formação desta cor constitui um sério problema para a venda da carne, porque a maioria dos consumidores a associam com um longo período de estocagem, embora possa haver a formação da metamioglobina em poucos minutos (MACDOUGALL, 1994).

León *et al.* (2017) em amostras de lombo suíno adquiridas em supermercados na Colômbia encontrou valores médios de metamioglobina igual a 51,91%. Rosa (2009) em seu trabalho avaliou o efeito da atmosfera modificada associada a embalagem de transporte tipo “masterpack” na vida útil da carne suína (lombo) refrigerada a 4°C, na amostra controle com 100% de CO₂, obteve valor médio de metamioglobina variando de 39,0% no 1º dia, 53,3% no 15º dia, e 50,0% no 22º dia de estocagem.

Numerosos fatores afetam a oxidação lipídica incluindo a luz, concentração de oxigênio, temperatura, presença de anti e pró-oxidantes, grau de insaturação dos ácidos graxos e presença de enzimas. A oxidação lipídica ocorre em velocidade inferior a descoloração ou ao crescimento microbiano, normalmente, não é considerada um fator limitante na vida útil de carnes embaladas aerobicamente (ZHAO *et al.*, 1994; JAKOBSEN e BERTELSEN, 2000).

Portanto, o pernil suíno sem osso resfriado manteve seus parâmetros de estabilidade oxidativa dentro da normalidade, com valores mínimos de índice de peróxidos, ausência de rancidez oxidativa qualitativa, e o índice de TBARS se manteve com valores abaixo do limiar de detecção sensorial de rancidez.

5.2.1 Análise instrumental de cor

Os valores das leituras de luminosidade (L), a^* , b^* , croma (C^*) e o ângulo de matiz (h) dos 9 pontos em todas as amostras de estocagem são apresentados na Tabela 7. Observa-se que cada ponto teve um comportamento individual, não tendo discrepâncias ou picos aleatórios. O ponto 4 obteve maior luminosidade durante a estocagem, fato este plausível, uma vez que este ponto possui um teor de gordura/toucinho maior (ponto 4 – parte externa da peça: posta branca), logo a coloração branca e sua luminosidade se sobressaiu nas medições, em comparação com os demais pontos, como podemos observar no Gráfico 3.

O Gráfico 4 apresenta o comportamento dos pontos durante estocagem de 27 dias para o eixo a^* referente a faixa de cores entre as cores verde (-60) e vermelho (+60), onde observamos que todos os pontos analisados tiveram um comportamento semelhante na mesma faixa de cor, entre os valores 0 e 15, aproximadamente, não havendo discrepâncias ou picos aleatórios.

No comportamento dos pontos para o eixo b^* referente a faixa de cores entre o azul (-60) e o amarelo (+60), apresentado no Gráfico 5, observa-se o mesmo comportamento dos dados igual ao parâmetro de cor a^* , não havendo discrepâncias ou picos aleatórios, e com valores mantendo-se na faixa entre 0 e -15, aproximadamente.

Tabela 7 – Cor instrumental dos pontos 1 a 9 do pernil suíno sem osso resfriado durante os 27 dias de estocagem

(continua)

Estocagem(dias):	2	6	10	16	17	20	21	22	23	24	27
Ponto 1											
L	48,12 ± 2,07 ^{cde}	54,72 ± 1,67 ^b	44,47 ± 0,78 ^e	49,23 ± 1,01 ^{cd}	47,82 ± 0,39 ^{cde}	48,17 ± 0,24 ^{cde}	50,21 ± 2,41 ^c	46,13 ± 0,90 ^{de}	44,73 ± 0,81 ^e	64,42 ± 0,34 ^a	47,95 ± 1,75 ^{cde}
a	6,24 ± 0,36 ^{cd}	10,80 ± 1,31 ^a	5,09 ± 0,45 ^{cd}	10,30 ± 0,42 ^{abc}	8,54 ± 0,19 ^a	10,56 ± 0,07 ^a	6,95 ± 3,28 ^{bcd}	6,79 ± 1,73 ^{bcd}	5,99 ± 0,27 ^{cd}	4,83 ± 0,16 ^d	4,25 ± 0,50 ^d
b	6,72 ± 1,15 ^{bcd}	11,93 ± 2,03 ^a	5,16 ± 0,10 ^d	10,16 ± 0,42 ^{ab}	9,11 ± 0,24 ^{abc}	10,37 ± 0,04 ^{ab}	8,53 ± 2,39 ^{abcd}	6,95 ± 2,45 ^{bcd}	6,27 ± 0,48 ^{cd}	12,17 ± 0,07 ^a	6,13 ± 0,49 ^{cd}
C	9,18 ± 1,07 ^{de}	16,10 ± 2,37 ^a	7,25 ± 0,38 ^e	14,48 ± 0,10 ^{abc}	12,48 ± 0,31 ^{abcd}	14,80 ± 0,08 ^{ab}	11,04 ± 3,88 ^{bcdde}	9,74 ± 2,91 ^{cde}	8,67 ± 0,53 ^{de}	13,09 ± 0,06 ^{abcd}	7,46 ± 0,67 ^e
H°	46,87 ± 3,40 ^{bc}	47,67 ± 1,75 ^{bc}	45,47 ± 2,23 ^c	44,59 ± 2,33 ^c	46,84 ± 0,12 ^{bc}	44,49 ± 0,08 ^c	52,42 ± 7,13 ^{bc}	45,02 ± 4,53 ^c	46,25 ± 1,12 ^c	68,34 ± 0,72 ^a	55,32 ± 1,41 ^b
Ponto 2											
L	35,45 ± 0,51 ^e	46,40 ± 1,12 ^{bc}	44,54A ± 1,09 ^{bcd}	47,74 ± 0,60 ^b	47,60 ± 1,11 ^b	46,08 ± 2,16 ^{bcd}	43,76 ± 1,12 ^{cd}	43,25 ± 0,92 ^{cd}	42,51 ± 1,85 ^d	58,50 ± 0,91 ^a	44,95 ± 1,42 ^{bcd}
a	12,19 ± 0,66 ^{ab}	13,77 ± 0,89 ^a	6,28 ± 0,17 ^{de}	6,53 ± 0,42 ^{de}	5,83 ± 0,78 ^{de}	13,23 ± 1,07 ^{ab}	11,32 ± 0,38 ^b	7,00 ± 1,12 ^c	5,01 ± 0,27 ^e	8,61 ± 0,42 ^c	4,83 ± 0,15 ^e
b	7,01 ± 1,22 ^{cd}	10,66 ± 0,58 ^a	3,96 ± 0,37 ^f	5,76 ± 0,26 ^{def}	8,42 ± 1,00 ^{bc}	10,87 ± 0,78 ^a	10,16 ± 0,28 ^{ab}	6,54 ± 0,79 ^{cde}	4,83 ± 1,13 ^{ef}	10,39 ± 0,27 ^{ab}	4,44 ± 0,20 ^{ef}
C	14,08 ± 1,14 ^b	17,41 ± 1,05 ^a	7,43 ± 0,14 ^{de}	8,71 ± 0,45 ^{cde}	10,24 ± 1,26 ^c	17,12 ± 1,29 ^a	15,21 ± 0,46 ^{ab}	9,59 ± 1,32 ^{cd}	6,98 ± 0,91 ^{de}	13,49 ± 0,46 ^b	6,56 ± 0,10 ^e
H°	29,74 ± 3,27 ^e	37,75 ± 0,31 ^{cd}	32,25 ± 2,96 ^{de}	41,41 ± 1,34 ^c	55,33 ± 0,72 ^a	39,42 ± 1,07 ^{cd}	41,90 ± 0,44 ^c	43,18 ± 2,20 ^{bc}	43,41 ± 6,21 ^{bc}	50,39 ± 0,76 ^{ab}	42,56 ± 2,04 ^c
Ponto 3											
L	40,39 ± 1,35 ^e	56,01 ± 0,15 ^a	44,26 ± 0,87 ^d	49,77 ± 0,43 ^b	47,22 ± 1,00 ^{bc}	45,54 ± 1,28 ^{cd}	39,62 ± 0,77 ^e	37,87 ± 0,49 ^e	45,84 ± 0,32 ^{cd}	54,29 ± 1,56 ^a	39,85 ± 0,36 ^e
a	7,05 ± 0,09 ^{de}	8,92 ± 0,03 ^{cd}	6,77 ± 0,79 ^{de}	10,08 ± 0,39 ^{bc}	12,83 ± 1,69 ^a	10,23 ± 0,24 ^{bc}	11,79 ± 0,52 ^{ab}	6,29 ± 0,78 ^e	12,21 ± 0,71 ^{ab}	10,29 ± 0,90 ^{bc}	11,07 ± 0,80 ^{abc}
b	6,19 ± 0,21 ^e	11,39 ± 0,14 ^b	4,33 ± 0,39 ^f	11,25 ± 0,56 ^{bc}	11,37 ± 1,15 ^b	8,94 ± 0,79 ^d	6,51 ± 0,69 ^e	1,89 ± 0,24 ^g	9,61 ± 0,34 ^{cd}	14,09 ± 0,84 ^a	6,14 ± 0,20 ^e
C	9,38 ± 0,19 ^e	14,47 ± 0,12 ^{bcd}	8,03 ± 0,88 ^{ef}	15,11 ± 0,63 ^{abcd}	17,14 ± 2,03 ^{ab}	13,59 ± 0,69 ^{cd}	13,47 ± 0,78 ^{cd}	6,57 ± 0,71 ^f	15,54 ± 0,76 ^{abc}	17,45 ± 1,20 ^a	12,65 ± 0,80 ^d
H°	41,26 ± 0,75 ^c	51,93 ± 0,29 ^{ab}	32,64 ± 0,64 ^d	48,13 ± 1,00 ^b	41,62 ± 0,89 ^c	41,08 ± 1,90 ^c	28,84 ± 1,54 ^d	16,97 ± 3,51 ^e	38,21 ± 0,65 ^c	53,89 ± 0,84 ^a	29,05 ± 0,97 ^d
Ponto 4											
L	79,61 ± 0,38 ^{abcde}	74,02 ± 1,38 ^e	81,96 ± 5,50 ^{ab}	74,41 ± 2,38 ^{de}	75,93 ± 1,56 ^{cde}	77,55 ± 0,65 ^{abcde}	76,44 ± 0,92 ^{bcdde}	80,26 ± 0,44 ^{abcd}	79,81 ± 0,19 ^{abcde}	80,70 ± 1,28 ^{abc}	82,76 ± 1,10 ^a
a	-1,00 ± 0,05 ^e	5,11 ± 0,16 ^a	2,06 ± 1,26 ^{bcd}	2,02 ± 0,59 ^{bcd}	2,37 ± 0,35 ^{bc}	1,63 ± 0,58 ^{bcd}	3,52 ± 1,28 ^{ab}	0,77 ± 0,18 ^{cde}	0,35 ± 0,44 ^{de}	0,17 ± 0,39 ^{de}	-0,86 ± 0,47 ^e
b	11,80 ± 0,21 ^{de}	14,54 ± 0,11 ^a	12,93 ± 0,56 ^{bcd}	11,35 ± 0,16 ^e	14,12 ± 1,20 ^{ab}	11,96 ± 0,23 ^{cde}	13,09 ± 0,39 ^{abcd}	13,45 ± 0,32 ^{abc}	12,27 ± 0,11 ^{cde}	13,11 ± 0,17 ^{abcd}	12,39 ± 0,91 ^{cde}
C	11,85 ± 0,22 ^{de}	15,41 ± 0,10 ^a	13,13 ± 0,76 ^{bcdde}	11,53 ± 0,25 ^e	14,32 ± 1,22 ^{ab}	12,08 ± 0,26 ^{cde}	13,59 ± 0,70 ^{bc}	13,47 ± 0,32 ^{bcd}	12,28 ± 0,12 ^{cde}	13,11 ± 0,18 ^{bcdde}	12,41 ± 0,89 ^{cde}
H°	-85,14 ± 0,18 ^b	70,64 ± 0,64 ^a	81,15 ± 5,03 ^a	79,96 ± 2,78 ^a	80,46 ± 1,16 ^a	82,24 ± 2,69 ^a	75,13 ± 4,83 ^a	86,71 ± 0,80 ^a	88,27 ± 1,90 ^{ab}	88,93 ± 1,40 ^{ab}	-87,30 ± 2,29 ^b

Tabela 7 – Cor instrumental dos pontos 1 a 9 do pernil suíno sem osso resfriado durante os 27 dias de estocagem

(continua)

Ponto 5											
L	47,53 ± 0,45 ^{fg}	52,74 ± 0,71 ^{cde}	42,27 ± 1,09 ^h	52,14 ± 0,99 ^{de}	45,91 ± 1,51 ^g	55,66 ± 1,08 ^{bc}	54,30 ± 1,96 ^{cd}	53,02 ± 0,65 ^{cde}	58,43 ± 1,07 ^{ab}	61,02 ± 1,36 ^a	50,06 ± 0,44 ^{ef}
a	4,32 ± 0,12 ^{cd}	7,89 ± 0,20 ^b	6,51 ± 1,51 ^{bc}	11,27 ± 1,28 ^a	8,02 ± 0,14 ^b	2,18 ± 0,27 ^d	2,28 ± 0,38 ^d	2,14 ± 0,19 ^d	3,49 ± 1,17 ^d	3,27 ± 0,89 ^d	5,90 ± 0,11 ^{bc}
b	4,20 ± 0,03 ^f	11,01 ± 0,33 ^a	5,69 ± 1,11 ^{ef}	12,29 ± 0,76 ^a	5,70 ± 0,44 ^{ef}	8,30 ± 0,57 ^{bc}	9,05 ± 0,26 ^b	6,27 ± 0,31 ^{de}	8,27 ± 0,42 ^{bc}	7,36 ± 0,39 ^{cd}	5,45 ± 0,67 ^{ef}
C	6,02 ± 0,09 ^e	13,54 ± 0,38 ^b	8,65 ± 1,83 ^{cd}	16,68 ± 1,37 ^a	9,84 ± 0,37 ^c	8,58 ± 0,62 ^{cd}	9,34 ± 0,35 ^c	6,62 ± 0,34 ^{de}	9,03 ± 0,34 ^c	8,07 ± 0,71 ^{cde}	8,04 ± 0,46 ^{cde}
H°	44,24 ± 0,93 ^{de}	54,40 ± 0,27 ^c	41,28 ± 2,88 ^{de}	47,54 ± 1,99 ^{cd}	35,33 ± 1,59 ^e	75,31 ± 0,92 ^{ab}	75,91 ± 1,88 ^a	71,19 ± 1,21 ^{ab}	67,21 ± 7,56 ^{ab}	66,29 ± 4,77 ^b	42,58 ± 3,54 ^{de}
Ponto 6											
L	51,24 ± 0,12 ^e	48,24 ± 0,30 ^e	59,50 ± 0,37 ^c	56,06 ± 1,07 ^d	63,09 ± 0,55 ^b	57,90 ± 0,36 ^{cd}	58,19 ± 2,38 ^{cd}	66,04 ± 0,47 ^b	59,61 ± 1,25 ^c	65,00 ± 0,96 ^b	70,76 ± 1,21 ^a
a	3,63 ± 0,33 ^{bc}	7,18 ± 1,10 ^a	4,70 ± 0,79 ^b	8,28 ± 1,08 ^a	-1,65 ± 0,05 ^f	2,44 ± 0,26 ^{cd}	1,72 ± 0,06 ^d	-0,53 ± 0,17 ^{ef}	1,90 ± 0,13 ^d	0,86 ± 0,21 ^{de}	0,00 ± 0,31 ^e
b	6,39 ± 0,26 ^{cd}	10,29 ± 0,93 ^{ab}	11,40 ± 0,83 ^a	10,58 ± 0,01 ^{ab}	7,49 ± 0,22 ^c	5,16 ± 1,02 ^d	9,54 ± 0,47 ^b	9,64 ± 0,20 ^b	9,50 ± 0,33 ^b	10,49 ± 0,91 ^{ab}	11,67 ± 0,26 ^a
C	7,35 ± 0,37 ^e	12,55 ± 1,39 ^{ab}	12,34 ± 1,06 ^{ab}	13,46 ± 0,65 ^a	7,67 ± 0,21 ^{de}	5,73 ± 0,79 ^e	9,69 ± 0,46 ^{cd}	9,66 ± 0,19 ^{cd}	9,68 ± 0,33 ^{cd}	10,53 ± 0,90 ^{bc}	11,67 ± 0,26 ^{abc}
H°	60,42 ± 1,59 ^{ab}	55,21 ± 1,75 ^{ab}	67,70 ± 2,01 ^a	52,07 ± 3,70 ^{ab}	-77,59 ± 0,72 ^c	64,00 ± 7,04 ^a	79,74 ± 0,76 ^a	-86,84 ± 1,10 ^c	78,68 ± 0,82 ^a	85,28 ± 1,34 ^a	89,40 ± 0,87 ^{bc}
Ponto 7											
L	49,40 ± 1,05 ^c	44,72 ± 0,91 ^d	44,23 ± 0,29 ^d	40,87 ± 0,72 ^e	56,02 ± 0,28 ^b	51,10 ± 1,23 ^c	44,06 ± 1,38 ^d	43,53 ± 0,87 ^{de}	42,92 ± 0,96 ^{de}	60,39 ± 0,48 ^a	44,33 ± 1,20 ^d
a	7,66 ± 0,90 ^d	8,82 ± 0,77 ^{abcd}	10,08 ± 0,64 ^{ab}	9,57 ± 0,40 ^{abc}	3,13 ± 0,44 ^e	7,17 ± 0,14 ^d	4,19 ± 0,20 ^e	8,34 ± 0,82 ^{bcd}	10,25 ± 0,98 ^a	3,88 ± 0,37 ^e	8,01 ± 0,76 ^{cd}
b	6,21 ± 0,73 ^{cde}	5,48 ± 1,19 ^{def}	4,41 ± 0,65 ^{efg}	4,13 ± 0,33 ^{fg}	9,20 ± 0,32 ^{ab}	10,55 ± 0,56 ^a	8,02 ± 0,24 ^{bc}	6,51 ± 0,79 ^{cd}	5,74 ± 0,65 ^{def}	8,44 ± 0,20 ^b	3,61 ± 0,54 ^g
C	9,86 ± 1,16 ^{bc}	10,40 ± 1,29 ^{abc}	11,01 ± 0,84 ^{abc}	10,43 ± 0,48 ^{abc}	9,73 ± 0,29 ^{bc}	12,76 ± 0,38 ^a	9,05 ± 0,14 ^c	10,59 ± 1,00 ^{abc}	11,75 ± 1,17 ^{ab}	9,29 ± 0,18 ^c	8,79 ± 0,87 ^c
H°	39,03 ± 0,34 ^d	31,61 ± 3,16 ^e	23,56 ± 1,70 ^f	23,32 ± 1,02 ^f	71,19 ± 2,72 ^a	55,76 ± 1,91 ^c	62,40 ± 1,76 ^b	37,92 ± 2,94 ^d	29,21 ± 0,43 ^{ef}	65,34 ± 2,36 ^{ab}	24,21 ± 2,16 ^f
Ponto 8											
L	41,60 ± 0,68 ^f	61,61 ± 1,48 ^a	48,16 ± 0,38 ^{bc}	49,07 ± 0,68 ^{bc}	49,72 ± 0,23 ^b	46,33 ± 2,27 ^{cd}	42,30 ± 0,43 ^f	47,60 ± 1,13 ^{bcd}	41,47 ± 0,46 ^f	44,87 ± 1,18 ^{de}	40,83 ± 0,43 ^f
a	12,25 ± 0,79 ^{ab}	2,32 ± 0,20 ^g	8,47 ± 0,37 ^{de}	13,45 ± 1,30 ^a	6,84 ± 0,33 ^{ef}	8,77 ± 0,64 ^d	8,86 ± 0,23 ^d	6,08 ± 0,38 ^f	10,00 ± 0,13 ^{cd}	11,05 ± 0,20 ^{bc}	6,96 ± 0,75 ^{ef}
b	6,80 ± 0,51 ^{cd}	8,83 ± 0,40 ^b	6,28 ± 0,31 ^{cde}	12,36 ± 0,95 ^a	5,97 ± 0,38 ^{de}	7,69 ± 1,07 ^{bc}	4,07 ± 0,27 ^{fg}	3,59 ± 0,16 ^{fg}	4,89 ± 0,74 ^{ef}	4,86 ± 0,17 ^{ef}	2,93 ± 0,16 ^g
C	14,01 ± 0,94 ^b	9,13 ± 0,40 ^{ef}	10,55 ± 0,15 ^{cde}	18,26 ± 1,59 ^a	9,08 ± 0,38 ^{ef}	11,67 ± 1,18 ^{cd}	9,76 ± 0,17 ^{de}	7,06 ± 0,40 ^f	11,14 ± 0,42 ^{cde}	12,07 ± 0,20 ^{bc}	7,55 ± 0,75 ^f
H°	29,03 ± 0,28 ^{de}	75,27 ± 1,17 ^a	36,58 ± 2,50 ^c	42,61 ± 0,73 ^b	41,10 ± 2,06 ^{bc}	41,12 ± 2,04 ^{bc}	24,69 ± 1,88 ^{ef}	30,57 ± 0,75 ^d	25,99 ± 3,22 ^{def}	23,75 ± 0,81 ^f	22,88 ± 1,24 ^f

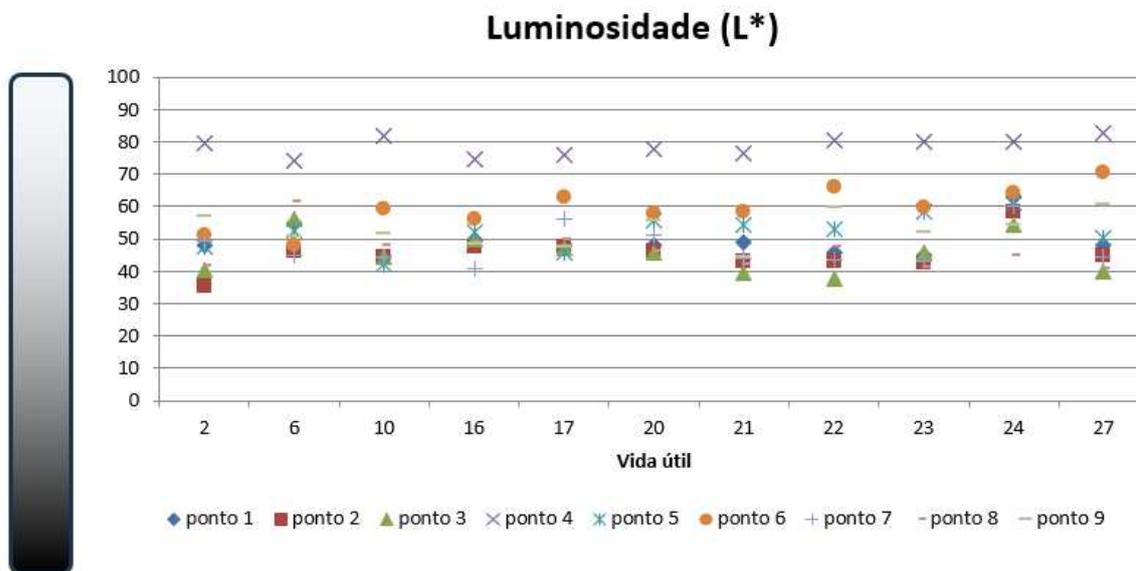
Tabela 7. Cor instrumental dos pontos 1 a 9 do pernil suíno sem osso resfriado durante os 27 dias de estocagem

(conclusão)

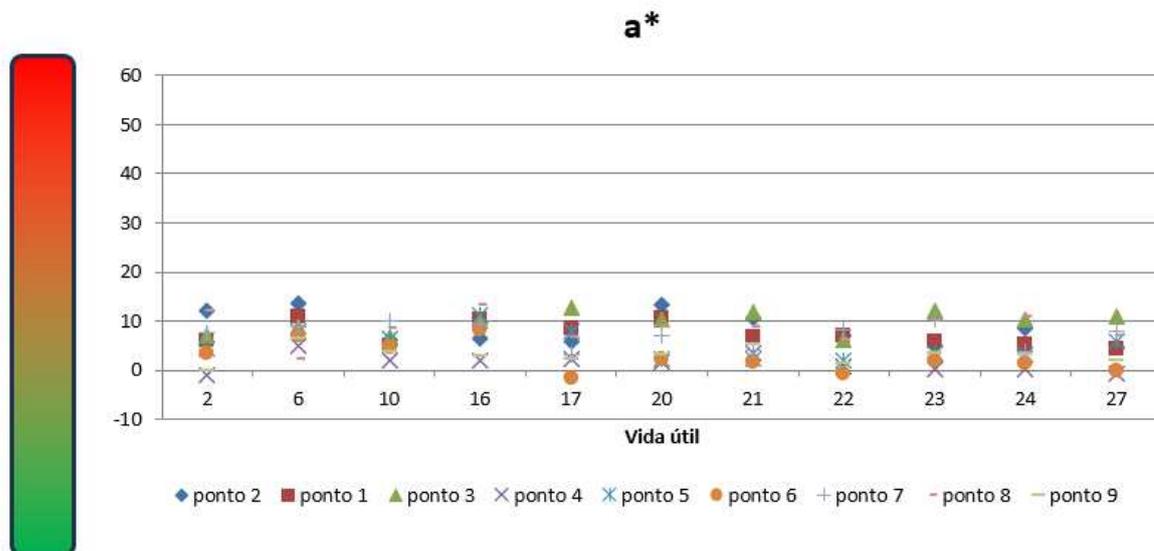
	Ponto 9										
L	56,98 ± 0,60 ^{abc}	50,95 ± 1,27 ^{efg}	51,52 ± 0,19 ^{ef}	48,29 ± 0,59 ^{fg}	47,53 ± 1,65 ^{gh}	55,73 ± 2,84 ^{bcd}	44,25 ± 1,54 ^h	59,52 ± 0,22 ^{ab}	52,05 ± 0,85 ^{def}	54,43 ± 1,44 ^{cde}	60,79 ± 0,77 ^a
a	-0,23 ± 0,31 ^g	5,53 ± 0,33 ^a	3,84 ± 0,83 ^c	2,81 ± 0,11 ^{cde}	2,33 ± 0,18 ^{def}	3,18 ± 0,20 ^{cd}	5,23 ± 0,34 ^b	1,45 ± 0,21 ^f	6,51 ± 0,48 ^c	3,34 ± 0,53 ^{cd}	1,97 ± 0,20 ^{ef}
b	6,54 ± 0,37 ^{cdef}	6,19 ± 0,36 ^{def}	6,91 ± 0,87 ^{cde}	5,10 ± 0,06 ^{fg}	4,36 ± 0,63 ^g	6,96 ± 0,91 ^{cd}	4,33 ± 0,38 ^g	9,85 ± 0,14 ^a	5,44 ± 0,25 ^{efg}	7,93 ± 0,52 ^{bc}	8,53 ± 0,23 ^{ab}
C	6,55 ± 0,38 ^{cd}	9,00 ± 0,32 ^{ab}	7,92 ± 1,03 ^{bc}	5,82 ± 0,10 ^{de}	4,95 ± 0,57 ^e	7,65 ± 0,90 ^{bc}	6,79 ± 0,51 ^{cd}	9,96 ± 0,12 ^a	6,48 ± 0,16 ^{cde}	8,61 ± 0,67 ^{ab}	8,76 ± 0,27 ^{ab}
H°	89,55 ± 0,35 ^b	43,48 ± 2,35 ^{ab}	61,06 ± 4,63 ^{ab}	61,11 ± 0,71 ^{ab}	61,67 ± 3,73 ^a	65,28 ± 1,92 ^a	39,55 ± 0,72 ^{ab}	81,62 ± 1,26 ^a	57,21 ± 4,57 ^{ab}	67,22 ± 2,15 ^a	77,00 ± 0,97 ^a

* Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si ($p < 0,05$) no teste de Tukey.

Fonte: A autoria própria (2023)

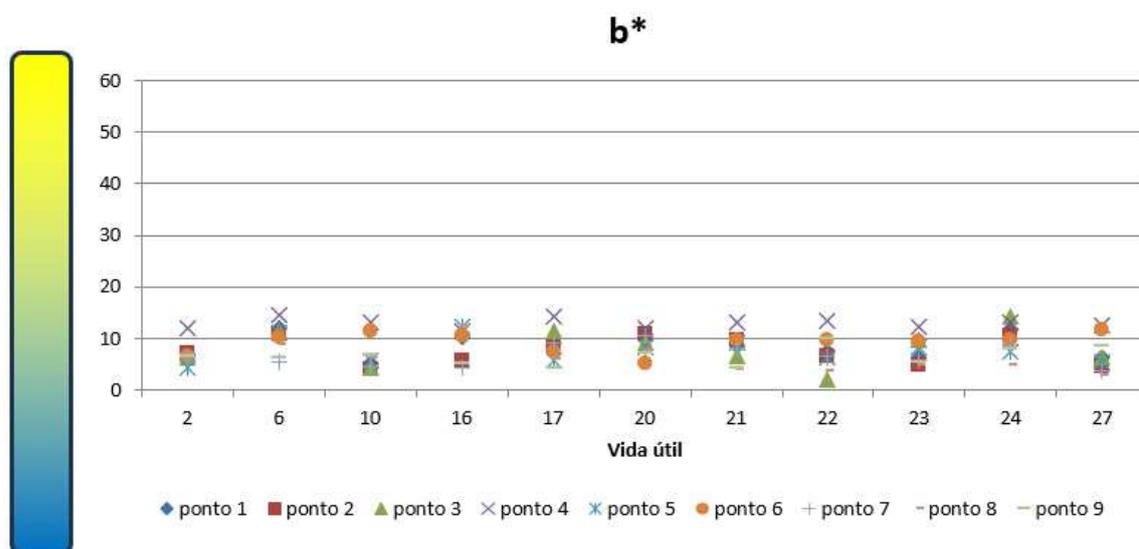
Gráfico 3 – Parâmetro de luminosidade L^* das amostras durante 27 dias de estocagem.

Fonte: Autoria própria (2023)

Gráfico 4 – Parâmetro de cor a^* (verde/vermelho) das amostras durante 27 dias de estocagem

Fonte: Autoria própria (2023)

Gráfico 5 – Parâmetro de cor b* (azul/amarelo) das amostras durante 27 dias de estocagem



Fonte: Autoria própria (2023)

Com o passar dos dias de armazenamento as alterações físico-químicas influenciam as alterações de coloração do pernil suíno sem osso resfriado, uma vez que houve o aumento a umidade, o que influencia na diminuição da luminosidade da amostra, e um aumento do índice de metamioglobina que não foi significativo estatisticamente, mas para análise colorimétrica, mínimas diferenças já se tornam perceptíveis.

Como podemos observar na análise colorimétrica, nota-se a presença dos pontos mais próximos do marrom do que do vermelho, este fato se relaciona com a porcentagem de metamioglobina encontrada. Como o produto foi envasado em embalagens de PEBD sem a utilização de vácuo, a carne entrou com contato com o oxigênio presente no interior da embalagem em todos o período de estocagem, logo a mioglobina presente na superfície da carne foi oxidada a metamioglobina.

Em seu trabalho Krüger (2018), realizou análise de colorimetria em peças de lombo e picanha suína, e obteve valores de L* (luminosidade) entre 47,78 a 49,48, valores de a* (eixo de cor vermelho a verde) entre 7,93 a 9,15, valores de b* (eixo de cor amarelo a azul) entre 5,39 a 6,99, valores de Cromo (C) entre 7,6 e 8,87, e valores de Hue (H°) entre 0,59 a 0,63, valores próximos dos encontrados neste trabalho.

Santos (2018) em seu trabalho avaliou os parâmetros de cor no músculo *longissimus dorsi* de diferentes raças de suíno (moura, híbridos e ½ a ½), dentre as raças analisadas, obteve valores de L* entre 56,27 a 58,06, valores de a* entre 11,24

e 13,30, valores de b^* entre 12,84 a 13,55, onde confirmou-se que houve diferença significativa nos parâmetros de cor dentre as raças analisadas.

Na análise sensorial realizou-se uma segunda análise colorimétrica. Estipulou-se nesta peça, quatro pontos para realizar a análise de colorimetria, sendo eles apresentado na Figura 8, e descritos a seguir, sendo eles: **Ponto 1** – Parte inferior, longitudinalmente, da parte medial interna da peça desossada; **Ponto 2** – Parte superior, longitudinalmente, da parte medial externa da peça; **Ponto 3** – Parte lateral, horizontalmente, da parte medial externa da peça; e **Ponto 4** – parte inferior, longitudinalmente, da parte medial externa da peça.

Figura 8 – Ilustração dos pontos de coleta para análise de colorimetria – parte interna e externa do coxão mole.



Parte interna - Ponto 1

Parte externa - Pontos 2,3 e 4

Fonte: autoria própria, 2023.

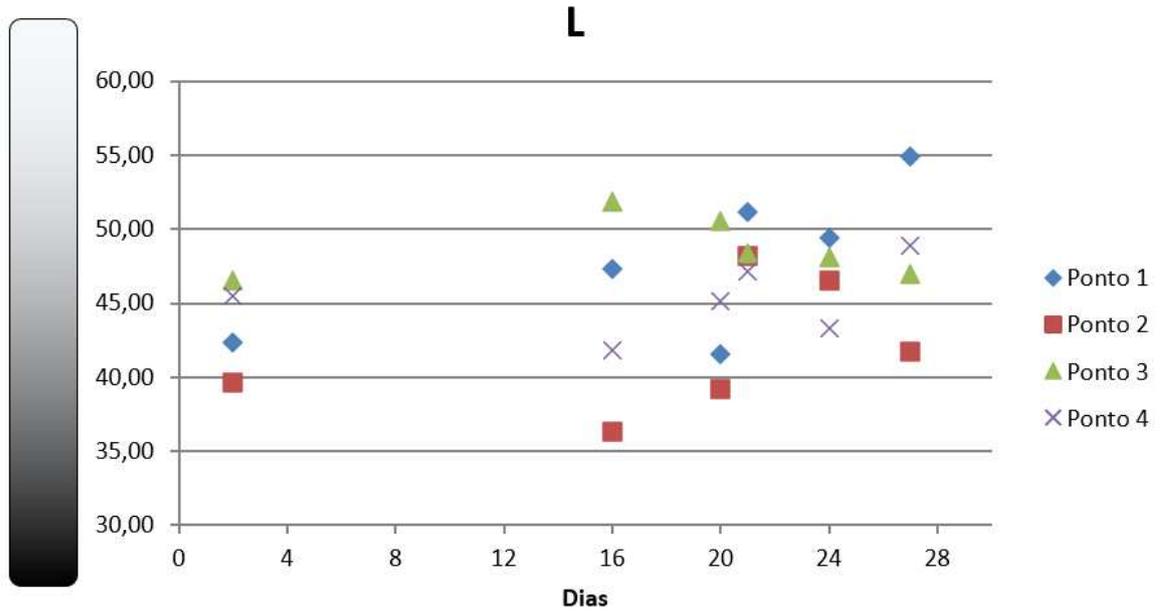
Os valores das leituras de luminosidade (L), a^* , b^* , croma (C^*) e o ângulo de matiz (h) dos 4 pontos em todas as amostras de estocagem são apresentados na Tabela 8, e ilustrado nos Gráficos 6, 7 e 8. Observa-se que o comportamento de cada ponto de coleta apresentou comportamentos distintos, não tendo discrepâncias ou picos aleatórios, assim como a primeira análise colorimétrica realizada. O ponto 3 obteve maior luminosidade durante os primeiros 20 dias de estocagem, fato este plausível, uma vez que este ponto possui um teor de gordura/toucinho maior (ponto 3 – parte externa da peça), logo a coloração branca e sua luminosidade se sobressaiu nas medições, em comparação com os demais pontos.

Tabela 8 – Cor instrumental dos pontos 1 a 4 do coxão mole durante os 27 dias de estocagem*

Ponto 1												
Dia estocagem	2		16		20		21		24		27	
L	42,36 ± 11,89	a	47,29 ± 3,50	a	41,52 ± 9,86	a	51,16 ± 13,09	a	49,38 ± 9,28	a	54,90 ± 5,61	a
a	10,87 ± 2,0	a	6,18 ± 1,23	a	7,51 ± 4,63	a	5,99 ± 1,32	a	7,91 ± 3,97	a	2,13 ± 1,76	a
b	6,99 ± 4,05	a	8,45 ± 0,58	a	6,84 ± 4,18	a	8,26 ± 2,61	a	10,35 ± 2,11	a	6,12 ± 4,53	a
C	13,03 ± 3,84	a	10,47 ± 1,19	a	10,22 ± 6,07	a	10,38 ± 1,81	a	13,29 ± 3,13	a	6,50 ± 4,83	a
H°	31,18 ± 10,72	a	54,02 ± 3,55	ab	42,36 ± 9,75	a	53,12 ± 12,46	ab	54,09 ± 13,73	ab	72,31 ± 4,43	b
Ponto 2												
Dia estocagem	2		16		20		21		24		27	
L	39,63 ± 1,98	a	36,29 ± 2,53	a	39,20 ± 1,36	a	48,16 ± 4,94	a	46,57 ± 8,73	a	41,73 ± 0,92	a
a	8,60 ± 3,50	a	6,87 ± 0,74	a	5,22 ± 2,48	a	4,39 ± 1,51	a	5,48 ± 2,42	a	6,10 ± 1,05	a
b	6,65 ± 0,78	a	5,04 ± 0,94	a	5,64 ± 1,57	a	9,00 ± 2,42	a	9,11 ± 2,45	a	6,59 ± 0,70	a
C	10,98 ± 3,07	a	8,58 ± 0,36	a	7,91 ± 1,89	a	10,23 ± 1,32	a	10,81 ± 2,52	a	9,02 ± 0,61	a
H°	39,75 ± 11,00	a	36,33 ± 7,73	a	48,53 ± 17,83	a	62,71 ± 15,04	a	59,30 ± 12,64	a	47,36 ± 6,98	a
Ponto 3												
Dia estocagem	2		16		20		21		24		27	
L	46,56 ± 7,41	a	51,84 ± 4,13	a	50,53 ± 10,00	a	48,40 ± 7,42	a	48,13 ± 2,72	a	46,99 ± 11,87	a
a	5,40 ± 2,10	a	3,96 ± 6,01	a	4,61 ± 4,03	a	4,47 ± 0,95	a	5,72 ± 4,18	a	4,19 ± 0,71	a
b	6,55 ± 0,36	a	7,65 ± 0,46	a	8,01 ± 2,64	a	8,07 ± 1,78	a	8,76 ± 0,38	a	6,24 ± 4,98	a
C	8,59 ± 1,05	a	9,55 ± 3,30	a	9,78 ± 2,81	a	9,28 ± 1,55	a	10,79 ± 2,69	a	7,93 ± 4,09	a
H°	51,19 ± 12,40	a	49,32 ± 30,33	a	60,09 ± 23,21	a	60,50 ± 7,74	a	59,60 ± 16,59	a	48,08 ± 20,73	a
Ponto 4												
Dia estocagem	2		16		20		21		24		27	
L	45,47 ± 14,32	a	41,81 ± 3,40	a	45,15 ± 4,79	a	47,11 ± 2,53	a	43,32 ± 5,14	a	48,90 ± 9,31	a
a	6,87 ± 0,87	ab	6,91 ± 0,76	ab	4,34 ± 3,21	ab	4,02 ± 2,53	ab	7,35 ± 0,73	b	2,16 ± 0,91	a
b	6,45 ± 3,48	a	7,66 ± 2,57	a	3,37 ± 7,86	a	7,61 ± 1,86	a	6,68 ± 1,17	a	6,80 ± 4,53	a
C	9,60 ± 2,79	a	10,42 ± 1,99	a	7,78 ± 5,15	a	8,69 ± 2,79	a	9,96 ± 1,09	a	7,35 ± 4,12	a
H°	40,80 ± 12,95	a	46,77 ± 10,25	a	1,20 ± 71,48	a	64,00 ± 9,20	a	42,15 ± 4,77	a	65,73 ± 22,37	a

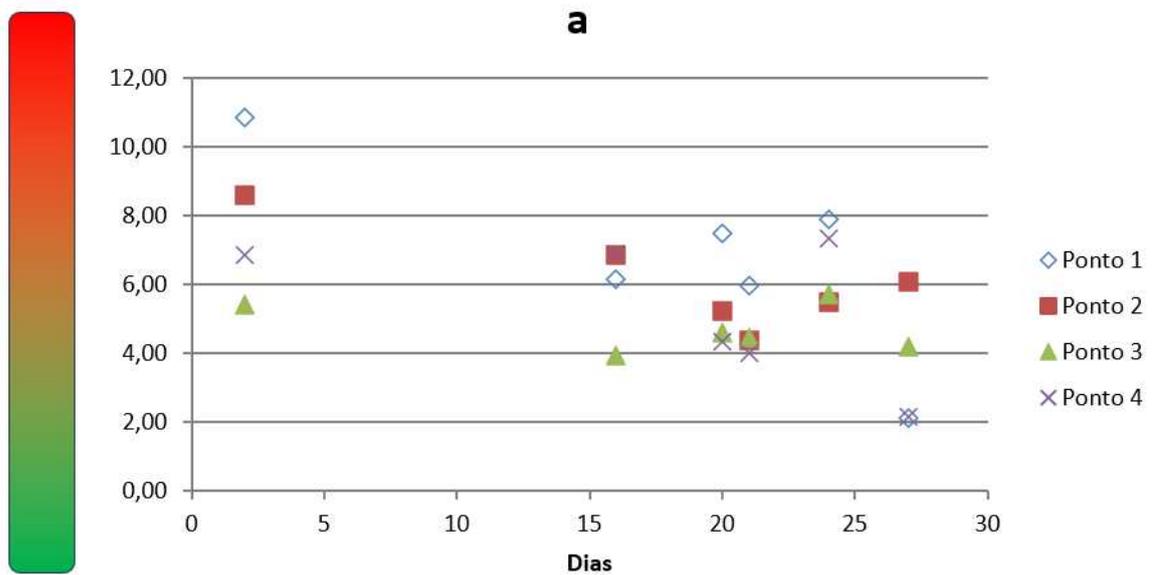
* Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si ($p < 0,05$) no teste de Tukey. Fonte: autoria própria, 2023.

Gráfico 6 – Parâmetro de luminosidade L^* das amostras durante 27 dias de estocagem.



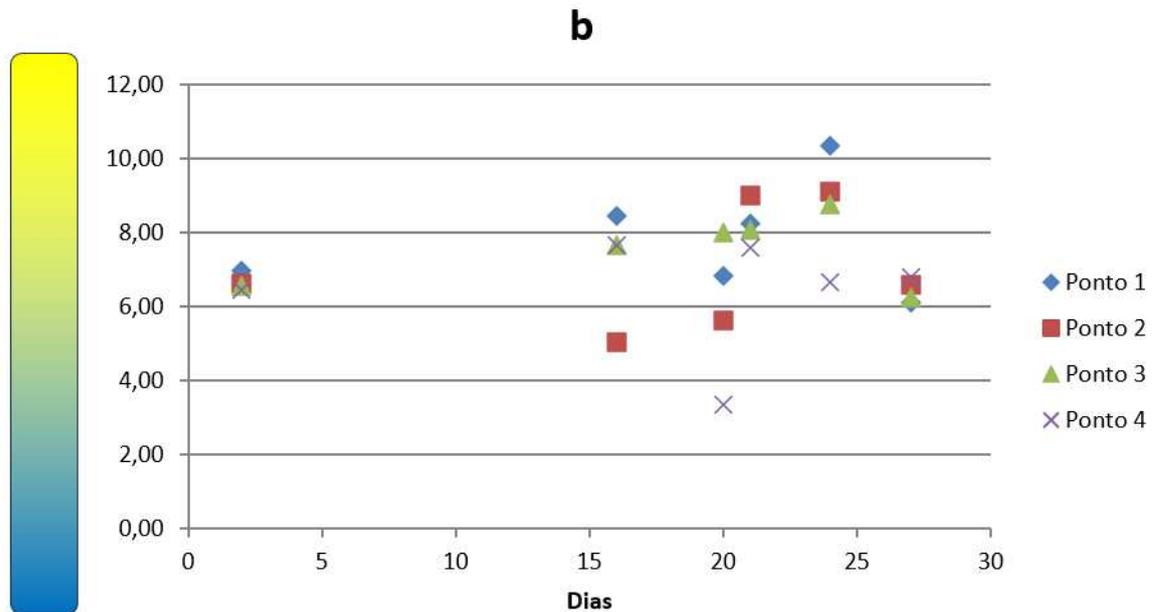
Fonte: autoria própria, 2023.

Gráfico 7 – Parâmetro de cor eixo a^* das amostras durante 27 dias de estocagem.



Fonte: autoria própria, 2023.

Gráfico 8 – Parâmetro de cor eixo b* das amostras durante 27 dias de estocagem.



Fonte: autoria própria, 2023.

Com relação ao comportamento das amostras quanto ao eixo a* referente a faixa de cores entre as cores verde (-60) e vermelho (+60), podemos observar que todos os pontos analisados tiveram um comportamento semelhante na mesma faixa de cor, onde no 2º dia de estocagem obtiveram valores entre 5,41 e 10,87, e no 27º dia de via útil os pontos apresentaram valores entre 2,16 e 6,10, não havendo discrepâncias ou picos aleatórios.

O comportamento dos pontos para o eixo b* referente a faixa de cores entre o azul (-60) e o amarelo (+60), nota-se o mesmo comportamento dos dados igual ao parâmetro de cor a*, não havendo discrepâncias ou picos aleatórios, e com valores mantendo-se na faixa entre 6,20 e 7,00, aproximadamente.

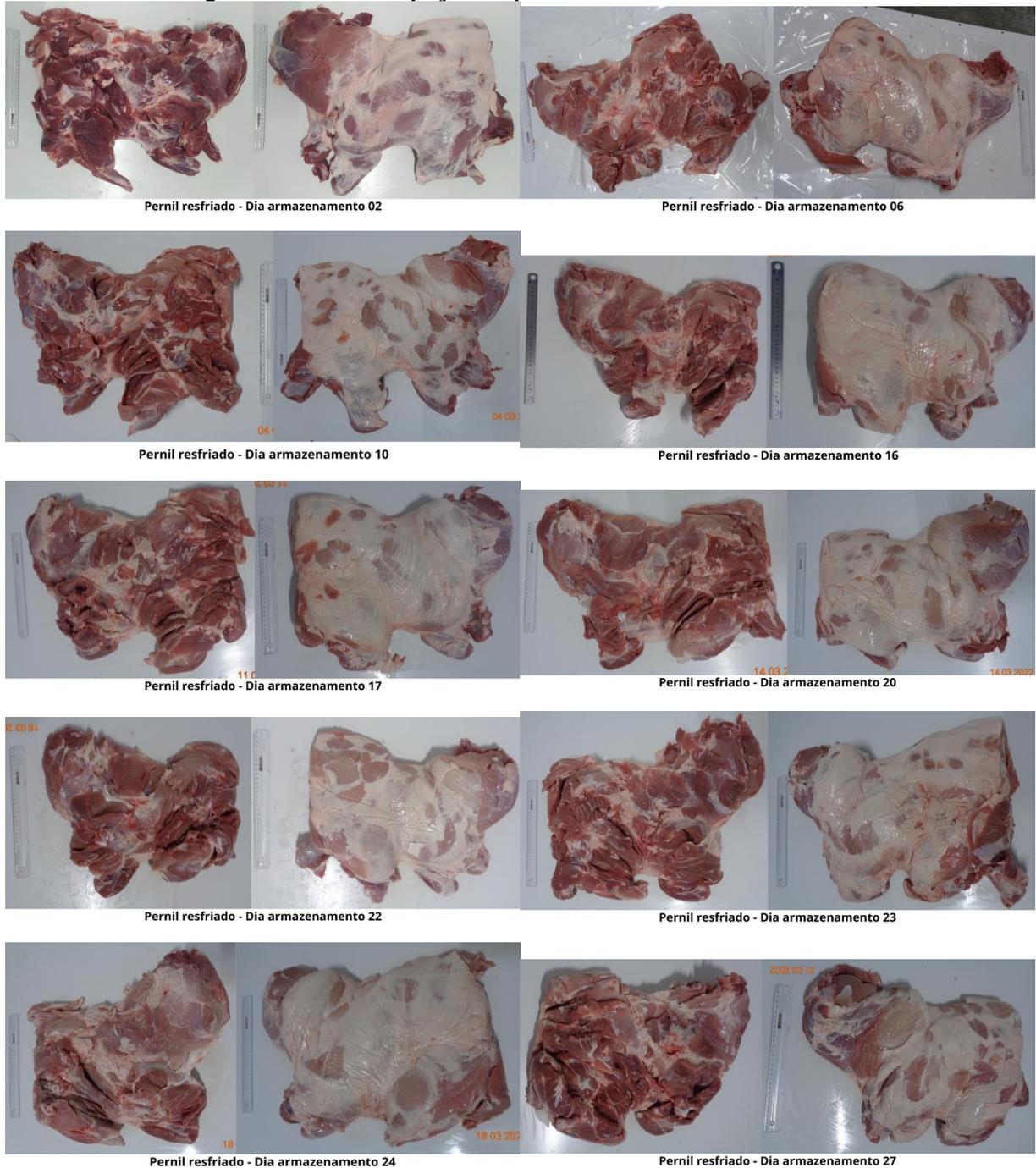
Em seu trabalho León *et al.* (2017), encontrou para amostras de lombo suíno adquiridas em supermercados na Colômbia, valores de Luminosidade próximo a 50, valores do eixo b* entre 11,00 e 14,00 e valores do eixo a* próximo a 9,00, valores estes, próximos ao encontrado neste trabalho.

Rosa (2009) detectou que com o passar dos dias de estocagem a 4°C, as amostras de carne suína (lombo) dispostas em embalagens de transporte tipo “masterpack” com 100% de CO₂, obtiveram valores de L* (luminosidade) maiores, e valores de a*, de C* e de b* menores. Tais constatações se deu nos resultados encontrados nestes trabalhos.

5.3 Análise visual fotográfica

A Figura 9 apresenta as fotografias tiradas em cada dia de estocagem das amostras de pernil suíno sem osso resfriado. Nas imagens observamos que na mesma peça há tonalidades diferentes de coloração, a quantidade de gordura em determinados locais muda de uma peça para outra, justificado pelo processo de remoção do toucinho ser manual, ou seja, visivelmente obtém-se 10% de gordura removendo mais toucinho de uma região do que outra.

Figura 9 – Fotos das peças de pernil suíno sem osso resfriado



Fonte: Autoria própria (2023)

Observou-se que todas as amostras de pernil suíno sem osso resfriado armazenadas entre os dias 02 e 27 dias, obtiveram tonalidades próximas de coloração, variando de uma coloração “rosa pálido” a uma coloração “rosa escuro”.

A coloração da carne também muda de uma peça para outra mesmo sendo do mesmo lote e estando dentro dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos de qualidade, ou seja, não sendo PSE nem DFD, isso devido aos processos bioquímicos

individuais dos músculos que podem mudar também de um animal para outro (JAKOBSEN E BERTELSEN, 2000).

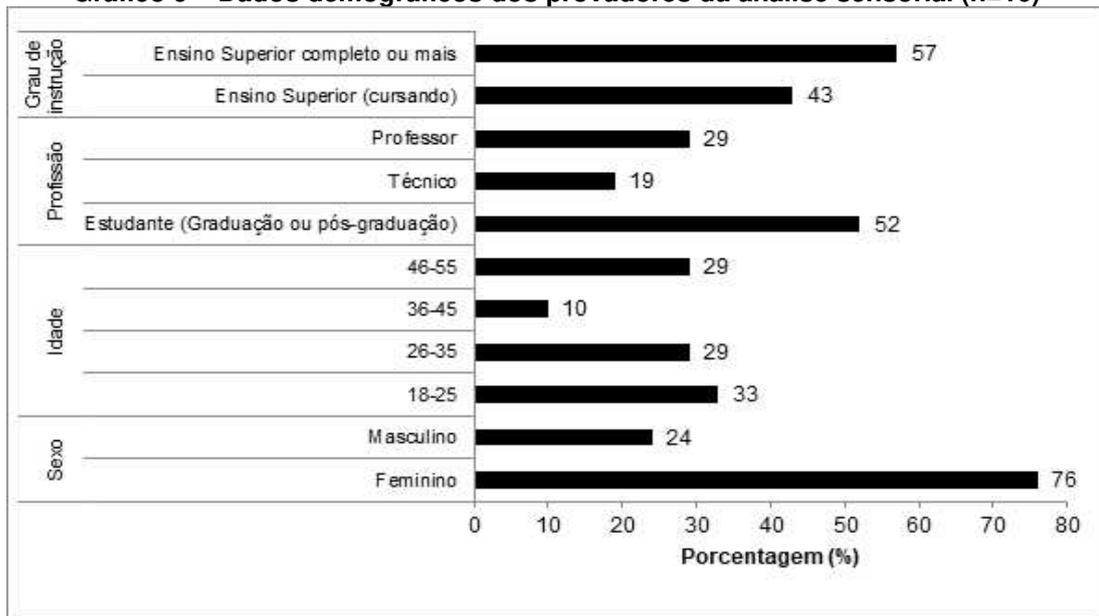
Batelochi (2022) avaliou amostras de carne resfriada de suíno sem osso – pernil com pele, acondicionada sob refrigeração com temperatura entre 5 a 8 °C durante 10 dias, onde foi observado que entre o 2° e o 4° dias de estocagem, as amostras apresentaram cor característica (rosada), odor e texturas característica; entre os dias 5 e 7 apresentou coloração “bem fraca/pálida”, apresentava mais sangue nas embalagens, e odor e textura característicos; entre os dias 8° e 10°, apresentou cor bem fraca/pálida, apresentava mais sangue nas embalagens, e manifestou-se odor não característico da amostra “não agradável”, e textura com aspecto pegajoso. Resultados diferentes dos obtidos neste trabalho, uma vez que nas condições de estocagem em 0,0°C por 27 dias, a amostra do 27° dia de estocagem possuía, de forma global, uma aspecto semelhante a amostra do 6° dia de estocagem.

Nas análises de colorimetria instrumental foi possível detectar alterações nas tonalidades de cor e luminosidade. Como citado anteriormente, o processo de glicólise e mudanças bioquímicas são distintas para cada músculo, e com o passar dos dias de estocagem, ocorrendo o aumento da contagem microbiana, diminuição do pH *post-mortem*, e liberação da umidade interna dos músculos, as alterações de coloração são justificáveis.

5.4 Avaliação sensorial das amostras de pernil de suíno sem osso resfriadas armazenadas por 27 dias

5.4.1 Caracterização dos provadores

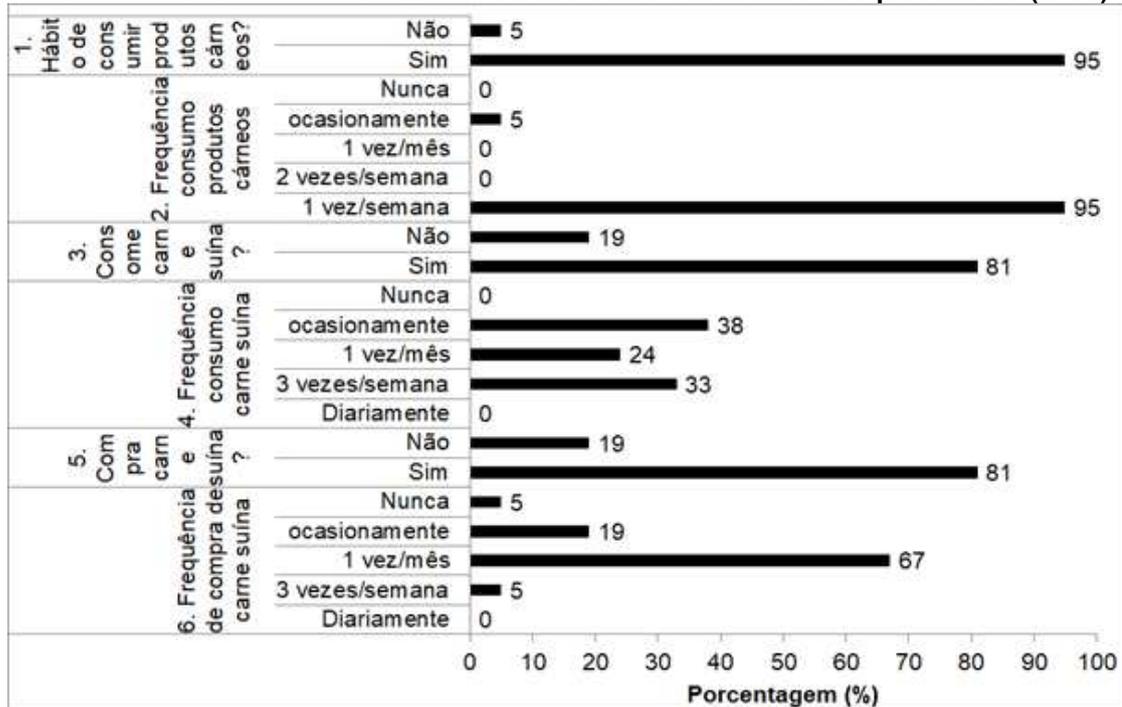
Dentre os provadores participantes, 76% eram do sexo feminino, 33% possuíam idade entre 18 e 25 anos, 52% eram estudantes de graduação ou pós-graduação e 57% possuíam ensino superior completo ou maior titulação, conforme apresentado no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Dados demográficos dos provadores da análise sensorial (n=16)

Fonte: Autoria própria (2023)

Em relação aos hábitos de consumo relacionado à carnes, 95% possuem o hábito de consumir produtos cárneos, sendo que 95% possuem a frequência de consumo de produtos cárneos de pelo menos uma vez na semana. Os provadores que consomem carne são o equivalente a 81% das respostas, a frequência de consumo de carne suína é de 38% para “ocasionalmente”. Os provadores que possuem o hábito de comprar carne suína são 81%, sendo que destes, 67% compram carne suína com a frequência de 1 vez por mês, conforme apresentado no Gráfico 10.

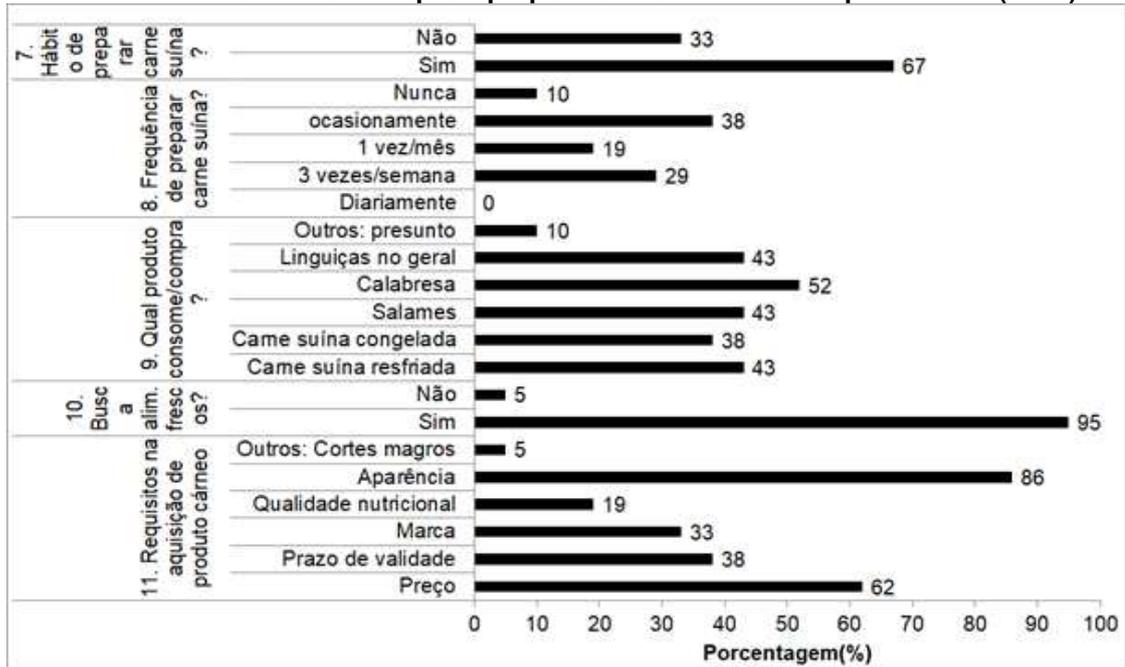
Gráfico 10 – Hábitos de consumo de carnes suína e derivados dos provadores (n=16)



Fonte: Autoria própria (2023)

Dos provadores, 67% afirmaram ter hábito de preparar carne suína, dentre estes, 38% possuem a frequência de preparo de carne suína ocasionalmente. Dentre os produtos que os provadores mais consomem/compram, obteve-se a carne suína resfriada entre os mais consumidos (43%). Dentre os provadores 95% responderam que buscam por produtos mais saudáveis como carne suína resfriada. E quanto as respostas para a questão “qual requisito você avalia na hora da aquisição de um produto cárneo”, 86% dos provadores avaliam a aparência, e o preço 62%, portanto destacando a importância da qualidade sensorial do produto testado no momento da compra, conforme apresentado no Gráfico 11.

Gráfico 11 – Hábitos de compra e preparo de carne suína dos provadores (n=16)



Fonte: Autoria própria (2023)

5.4.2 Análise sensorial – Teste de diferença do controle

A tabulação dos dados da análise sensorial foi realizada apenas com os dados dos provadores que obtiveram aptidões sensorial aceitável, as notas dadas pelos provadores que obtiveram menores notas nas aptidões sensorial (apresentadas no Apêndice B) foram eliminadas. Ao final obteve-se dezesseis provadores com avaliações aptas para a análise sensorial de odor (eliminados avaliações de cinco provadores) e quinze provadores com avaliações aptas para análise sensorial de cor (eliminados avaliações de seis provadores).

A Tabela 9 apresenta os resultados para a avaliação sensorial de odor das amostras de carne suína resfriada sem osso – pernil, onde observa-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias das sessões (1^a, 2^a e 3^a) através da Análise de Variância (ANOVA, $p = 0,6452$).

Tabela 9 – Resultados das avaliações sensoriais (três sessões) para o requisito odor da carne suína resfriada sem osso – pernil durante estocagem de 27 dias

Tempo	Sessões (p = 0,6452)			Média (p = 0,0000)
	1°	2°	3°	
2	5,19 ± 1,38	4,94 ± 1,18	5,00 ± 0,52	5,04 ± 0,45
16	5,00 ± 2,00	4,56 ± 0,96	4,00 ± 1,15	4,52 ± 0,55
20	4,19 ± 1,28	3,88 ± 1,09	3,88 ± 1,45	3,98 ± 0,18
21	4,88 ± 0,72	4,75 ± 1,53	4,00 ± 0,97	4,54 ± 0,41
24	2,81 ± 1,68	4,50 ± 1,51	3,88 ± 0,81	3,73 ± 0,46 *
27	3,50 ± 1,10	3,06 ± 1,12	4,00 ± 1,26	3,52 ± 0,09 *

Teste Diferença do controle (n = 16 provadores, 3 repetições). Escala: 1 = Extremamente pior que o controle, 9 = extremamente melhor que o controle. * Diferença Significativa entre as médias (p<0,05) pelo Teste de Dunnett (dms = 0,56). Fonte: autoria própria (2023).

A amostra controle possuía tempo de estocagem de 2 dias, ou seja, igual à amostra codificada para estocagem de 2 dias. Observando os resultados, nota-se que a média entre as sessões para a amostra com 2 dias de estocagem, deu próximo a nota 5 designada como “nenhuma diferença do controle”.

As notas das sessões para análise sensorial de odor, se apresentou inversamente proporcional ao aumento dos dias de estocagem da amostra, logo podemos concluir que foi perceptível dentre os provadores, que com o passar dos dias de estocagem, o odor das amostras se tornou pior que o controle (amostra fresca), uma vez que a nota 1 era referente a “extremamente pior que o controle”.

Ao realizar-se a comparação dentre as médias de cada dia de estocagem com uma amostra padrão (teste de Dunnett), observado na quinta coluna da Tabela 9, as amostras dos dias de estocagem 24 e 27 obtiveram diferença significativas das demais para o requisito odor, ou seja, as amostras de 2, 16, 20 e 21 dias de estocagem não diferiram entre si, e obtiveram médias próximas as notas 5 designada como “nenhuma diferença do controle” e 4 designada como “ligeiramente pior que o controle”.

As notas dadas pelos provadores para a análise sensorial de cor, diferiram entre as sessões, ou seja, houve diferença significativa entre as sessões (p < 0,05), ao observar na Tabela 10 (p = 0,0330), e pelo teste de Tukey, as notas dentre as sessões diferiram entre si nas amostras de 24 e 27 dias de estocagem (dms = 1,37). A média dentre as sessões dos dias de estocagem 16, 20, 24 e 27 obtiveram diferença significativa (p < 0,05) pelo teste de Dunnett (dms = 0,64). Podemos observar que, assim como o requisito avaliado anteriormente (odor), o requisito cor também

apresentou notas menores com o aumento dos dias de estocagem, ou seja, inversamente proporcional.

Tabela 10 – Resultados das avaliações sensoriais (três sessões) para o requisito cor da carne suína resfriada sem osso – pernil durante estocagem de 27 dias

Dias de estocagem	Sessões** (p = 0,0330)			Média (p = 0,0005)
	1	2	3	
2	5,33 ± 1,18 a	4,73 ± 1,10 a	5,33 ± 1,11 a	5,13 ± 0,04
16	4,60 ± 1,40 a	4,73 ± 1,10 a	4,00 ± 1,36 a	4,44 ± 0,17 *
20	3,93 ± 1,58 a	5,20 ± 1,52 a	3,87 ± 1,19 a	4,33 ± 0,21 *
21	4,67 ± 1,63 a	4,73 ± 1,91 a	4,27 ± 0,80 a	4,56 ± 0,58 *
24	2,87 ± 1,64 b	5,60 ± 1,40 a	3,73 ± 0,80 b	4,07 ± 0,43 *
27	3,67 ± 1,59 ab	3,20 ± 1,52 b	4,73 ± 1,39 a	3,87 ± 0,10 *

Teste Diferença do controle (n = 15 provadores, 3 repetições). * Diferença Significativa (p < 0,05) pelo teste de Dunnet (dms = 0,64); ** Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p < 0,05) entre as sessões pelo teste de Tukey (dms = 1,37). Fonte: autoria própria (2023).

Até o 21º dia de estocagem a amostra se manteve com aspectos de cor com notas entre 4 “ligeiramente pior que o controle” e 5 “nenhuma diferença do controle”. Levando em consideração as alterações químicas na carne, e, as amostras de todos os dias de estocagem permaneceram sob as mesmas condições de estocagem, era esperado que os provadores percebessem odores distintos principalmente das amostras com 24 e 27 dias de estocagem, uma vez que alterações físico-químicas foram identificadas através das análises instrumentais.

A oxidação de lipídeos dá origem a gostos e odores característicos do ranço, responsáveis por *off flavors* e *off odors*, importantes causas da rejeição pelo consumidor. A carne é normalmente rica em triacilgliceróis e fosfolipídios que afastados da proteção natural por ocasião do abate e falência da circulação sanguínea sofrem processos de oxidação. Com o passar dos dias de estocagem, principalmente a gordura em seu processo de degradação inicia-se as etapas de rancidez, sendo esta perceptível, sensorialmente, através do odor, cor e sabor. As modificações na cor da carne estão diretamente relacionadas com as alterações das proteínas responsáveis pela pigmentação da carne (hemoglobina e mioglobina), e sua degradação estão vinculadas a degradação por contato com oxigênio (levando em consideração a carne crua em nossa pesquisa), além das modificações de coloração provenientes da maior contagem microbiana (OSAWA *et al.*, 2005).

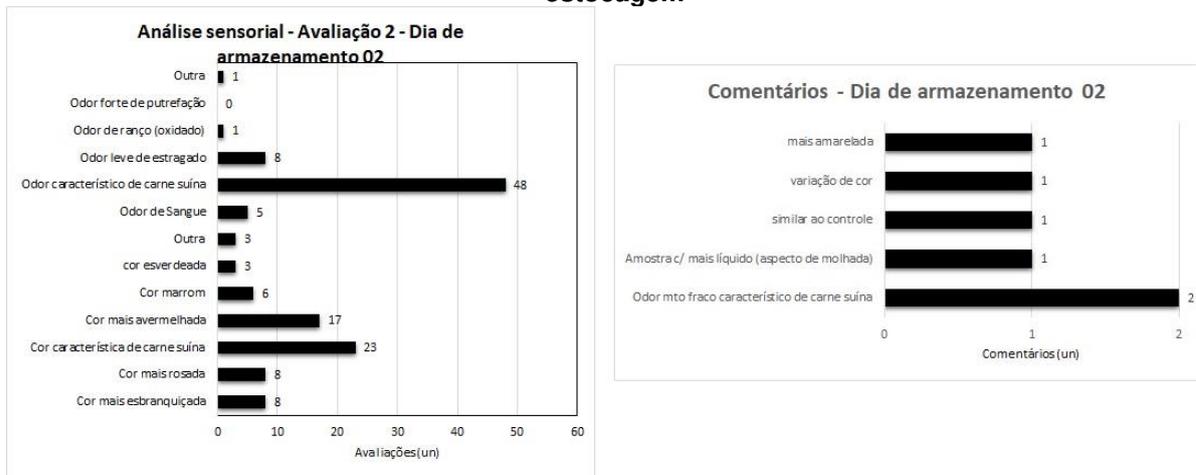
Rosa (2009) em seu trabalho realizou análise sensorial visual em amostras de lombo suíno acondicionada em embalagens de transporte tipo “masterpack” com

atmosferas modificadas, estocagem sob resfriamento a 4 °C durante 22 dias, e foi verificado que o atributo “aparência geral” das amostras com composição 100% de CO₂ obtiveram notas maiores no dia de estocagem 1, próximo a 6 “gostei moderadamente” e nos demais dias de estocagem (8, 15 e 22 dias), notas próximas a 3 “desgostei ligeiramente”.

5.4.2.1 Observação descritivas da análise sensorial

As figuras 10 a 15, apresentam as respostas descritivas sobre o odor e a cor observadas nas amostras analisadas, onde pode-se observar que, para a amostra de estocagem de 02 dias, 48 avaliações descreveram-na com “odor característico de carne suína”, 23 avaliações a descreveram com “cor característica de carne suína”, e obteve dois comentários como “odor muito fraco/característico de carne suína”

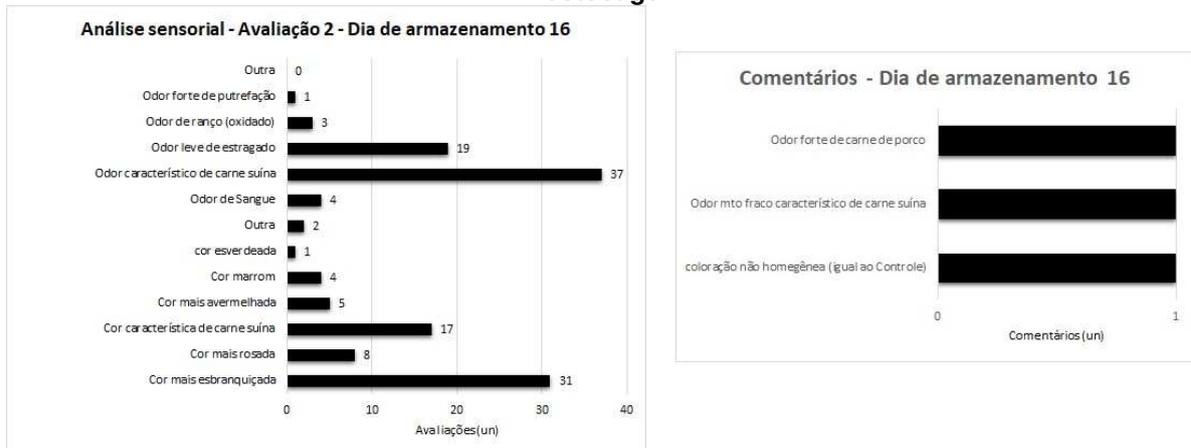
Figura 10 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 02 dias de estocagem



Fonte: Autoria própria (2023)

Para a amostra de 16 dias de estocagem (Figura 11), houve 37 avaliações para “odor característico de carne suína”, assim como também houve 19 avaliações para “odor leve de estragado”. Obteve-se 31 avaliações descreveram-na com “cor mais esbranquiçada”.

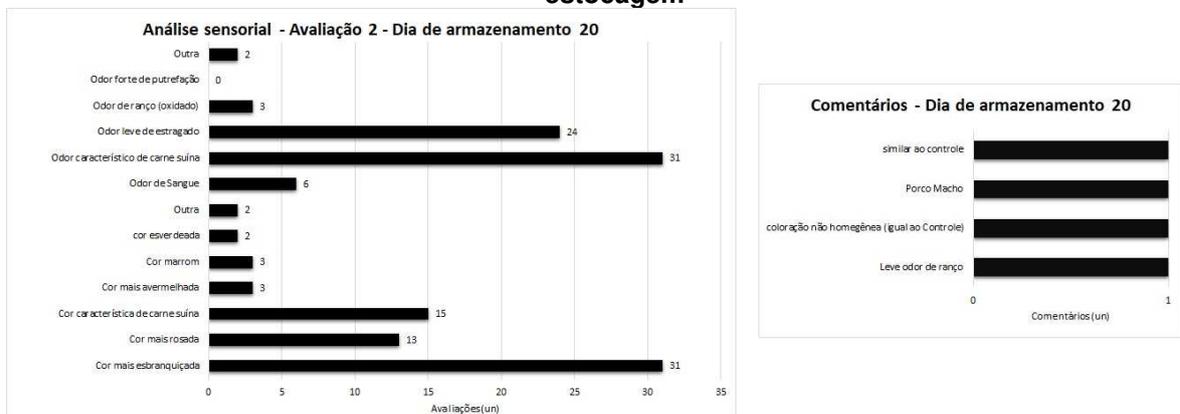
Figura 11 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 16 dias de estocagem



Fonte: Autoria própria (2023)

Para a amostra de estocagem de 20 dias (Figura 12), houve 31 avaliações descreveram seu odor como “odor característico de carne suína”, 24 com “odor leve de estragado”, e 31 avaliações descreveram esta amostra com “cor mais esbranquiçada”.

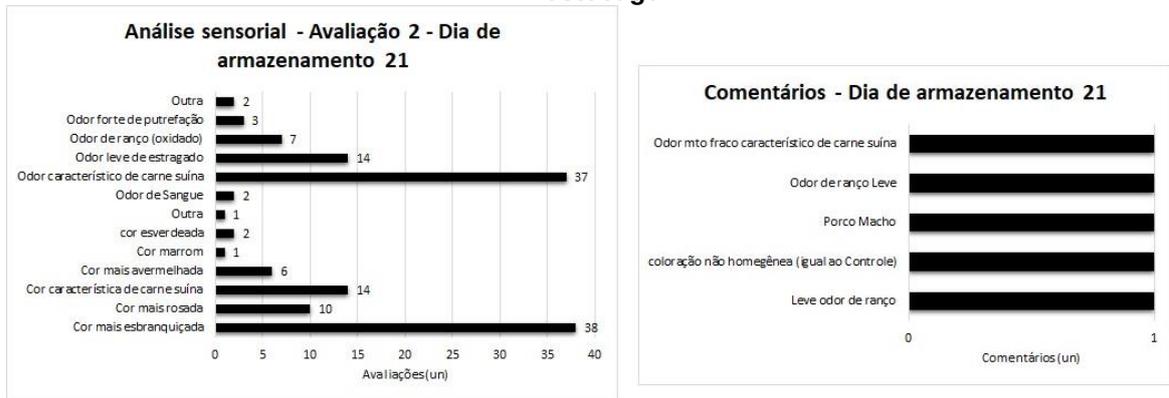
Figura 12 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 20 dias de estocagem



Fonte: Autoria própria (2023)

Para a amostra de 21 dias de estocagem (Figura 13), 37 avaliações descreveram-na com “odor característico de carne suína”, 14 avaliações descritivas para “Odor leve de estragado”, 38 avaliações para “cor mais esbranquiçada” e 14 avaliações para “cor característica de carne suína”.

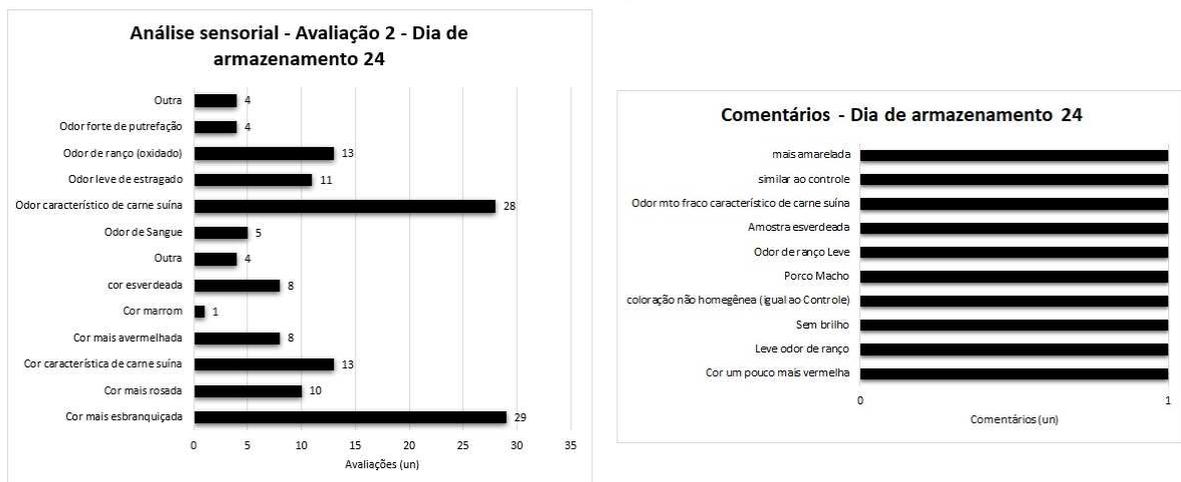
Figura 13 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 21 dias de estocagem



Fonte: Autoria própria (2023)

Para a amostra de 24 dias de estocagem (Figura 14), houve 28 avaliações com a descrição de “odor característico de carne suína”, 13 avaliações para “odor de ranço (oxidado)”, 11 avaliações para “odor leve de estragado”, assim como também obteve 4 avaliações para “odor de putrefação”. Houve 29 avaliações para “cor mais esbranquiçada” e 8 avaliações para “cor esverdeada”. Dentre os comentários houve avaliações comparando a amostra com a amostra controle como também obteve-se comentários de coloração não homogênea, leve odor de ranço e amostra esverdeada.

Figura 14 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 24 dias de estocagem

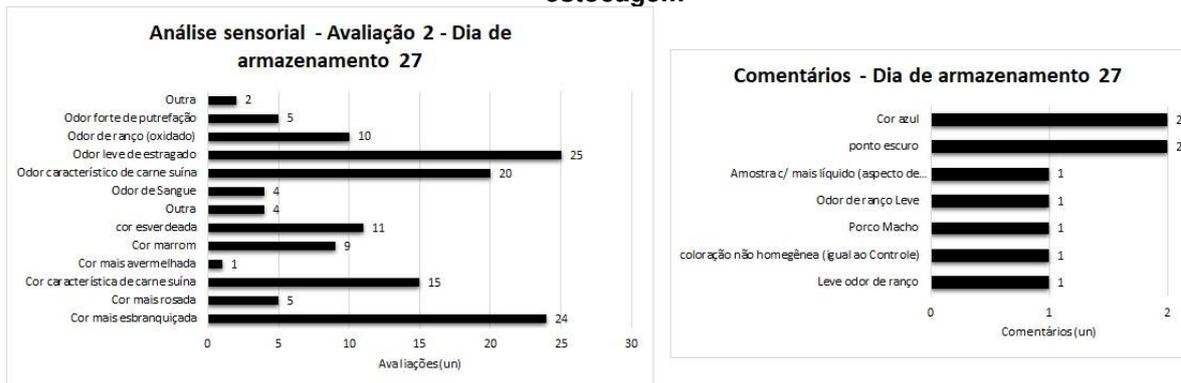


Fonte: Autoria própria (2023)

E para a amostra de 27 dias de estocagem (Figura 15), houve 25 avaliações com a descrição “odor leve de estragado”, 20 avaliações para “odor característico de carne suína”, 10 avaliações para “odor leve de ranço (oxidado)”. Houve 24 avaliações

descrevendo-a com “cor mais esbranquiçada”, 15 avaliações descrevendo-a com “cor característica de carne suína”, 9 avaliações para “cor marrom”, 11 avaliações para “cor esverdeada”. Dentre os comentários houve 2 avaliações descrevendo a presença de “cor azul”, 2 avaliações para a presença de “ponto escuro”, como também odor leve de ranço.

Figura 15 – Observações descritivas da análise sensorial para a amostra de 27 dias de estocagem



Fonte: Autoria própria (2023)

Nas duas avaliações realizadas pelos provadores na análise sensorial, foi constatado que, a partir do 21º dia de estocagem houve alterações sensoriais de cor e odor perceptíveis para alguns provadores nas amostras de pernil suíno sem osso resfriado, sendo que a partir do 24º dia de estocagem estas características sensoriais se tornaram perceptíveis para mais provadores.

A análise microbiológica de aeróbios mesófilos obteve uma contagem de $1,1 \times 10^4$ UFC/g no 24º e 27º dia de estocagem, porém na análise sensorial já houve a percepção de alterações sensoriais na cor e no odor, características de deterioração. Fato este divergente com os encontrado na literatura, onde em média de 10^6 UFC/g já é possível visualizar alterações na cor do produto e acima de 10^8 UFC/g a carne mostra características de deterioração e até mesmo diferenças no odor da carne (LANDGRAF, 2001; BARBOSA *et al.*, 2020).

6 CONCLUSÃO

As amostras estudadas no presente trabalho apresentaram teor médio de 68,2 g/100g de umidade, 19,8 g/100g de proteínas, 13 g/100g de lipídios e 1,1 g/100g de cinzas, e apresentaram pH dentro da normalidade para a carne suína durante os 27 dias de estocagem.

Na avaliação microbiológica do pernil suíno sem osso resfriado para *Salmonella* spp, *Escherichia coli* e Aeróbios mesófilos, obteve-se resultados em acordo com os limites previstos pela legislação brasileira para o produto durante os 27 dias de estocagem nas condições estudadas. O modelo preditivo de Gompertz representou eficientemente o comportamento das contagens de Aeróbios mesófilos em função do tempo de estocagem. Obteve-se velocidade de crescimento igual a 0,0384 UFC/g por hora e a população máxima de Aeróbios mesófilos foi igual a 3,0990 log UFC/g. A fase exponencial se apresentou entre os dias 10 e 20 de estocagem, e a partir do tempo 480 horas os resultados começaram a apresentar um comportamento linear.

Em relação a estabilidade oxidativa, observaram-se parâmetros para o índice de peróxidos inferior a 0,5 mEq/kg de amostra, negativo para análise qualitativa de Kreis e teor inferior a 0,44 mg de malonaldeído/kg de amostra, no período de estocagem estudado, indicando estabilidade adequada nas condições testadas.

A análise colorimétrica permitiu observar que, para cada ponto de coleta na amostra, seus valores se mantiveram próximos (visualmente através das coordenadas cilíndricas) dentre as amostras de 27 dias de estocagem, mas diferenças estatísticas foram observadas nos valores numéricos, sendo importante a confirmação pela análise sensorial, a fim de verificar se estas diferenças são perceptíveis pelo consumidor.

No entanto, a análise sensorial permitiu observar que a cor e o odor das amostras de pernil suíno sem osso resfriado por 24 e 27 dias de estocagem obtiveram diferença significativas dos demais dias de estocagem, obtendo-se maior rejeição dentre os provadores, e portanto, limitando o período de estocagem em câmara frigorífica em temperatura média $-0,46 \pm 1,33$ °C até o 21º dia de estocagem.

REFERÊNCIAS

- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual de Abate e exportação de suínos no Brasil**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://abpa-br.org/>. Acesso em: 12 de jul. de 2023.
- ANDRADE, A. A.; RODRIGUES, M. C. P.; NASSU, R. T. *et al.* Medidas instrumentais de cor e textura em queijo de coalho. *In: Congresso Latino-Americano de Analista de Alimentos*, 15., 2007, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: LACEN, 2007.
- ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal**. São Paulo: Nobel, 2002. *E-book*.
- ANTONANGELO, A; RUV, C.; DUTRA, J. B. *et al.* Perfil dos consumidores de carne suína no município de Botucatu – SP. **Tékhne ε Lógos**, v. 2, n. 2, 2011.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia para determinação de prazos de validade de alimentos**. Guia N° 16/2018 – Versão1. 2018.
- APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compedium of methods for the microbiolgiol exanination of foods**. 4 ed. Washington: APHA, 2001. 676 p.
- BALOG, A.; MENDES, A. A.; PAZ, I. L. A. *et al.* Carne de avestruz: rendimento de carcaça e aspectos físicos e químicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 400-407, 2008.
- BARBOSA, N. C.; SILVA, M.D.; ARRAIS, B. R. *et al.* Qualidade microbiológica de lombo suíno e correlação entre microrganismos indicadores. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.5, p.24591-24600. 2020.
- BATELOCHI, C. R. **Shelf life de amostras de pernil suíno resfriado provenientes de um abatedouro frigorífico do sul de Santa Catarina**. 2022. 24 f. Trabalho de conclusão de curso (Medicina veterinária) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Santa Catarina, 2022.
- BERNARDI, D. M.; BERTOL, T. M.; PFLANZER, S. B.; *et al.* ω -3 in meat products: benefits and effects on lipid oxidative stability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 8, p. 2620-2634, 2016. DOI: 10.1002/jsfa.7559
- BERTOL, T. M. **Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne suína**. Editora técnica. – Brasília, DF: Embrapa, 2019. 296 p.
- BMPA. **Temperature control and storage**. Disponível em: <https://qualityporkcharter.org/rules/quality-assured-pork/temperature-control-and-storage-quality-assured-pork/#3.2>. Acesso em: 18 mar. 2024.
- BRASIL. **Instrução Normativa N° 161, de 01 de julho de 2022**. Padrões microbiológicos para alimentos. Ministério da Saúde (MS) - Agência Nacional e Vigilância Sanitária (ANVISA). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, n. 126, 06 de julho de 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde – Secretaria de vigilância em Saúde. Distribuição temporal dos surtos notificados de doenças transmitidas por alimentos – Brasil, 2007-2015. Boletim epidemiológico. Vol. 51, n° 32. agosto de 2023.

BRASIL. **Portaria Nº 711, de 01 de novembro de 1995.** Normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, 03 nov. 1995.

BRASIL. **Portaria Nº 155, de 17 de agosto de 2016.** Alterações no anexo da Portaria Nº 711, de 1º de novembro de 1995. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, n. 159, p. 14, 18 ago. 2016.

BRASIL. **Portaria Nº 1.304, de 07 de agosto de 2018.** Alteração na Portaria Nº 711, de 1º de novembro de 1995. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, n. 162, p. 10, 22 ago. 2018.

BRASIL. **Portaria SDA Nº 663, de 30 de setembro de 2022.** Aprova os requisitos para instalação, validação e uso de sistemas de aspersão de água no resfriamento de carcaças dos animais de abate e revoga a Portaria SDA nº 660, de 23 de setembro de 2022. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, n.188, p. 6. 10 set de 2022.

BRASIL. **RDC Nº 272, de 14 de março de 2019.** Estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos. Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília, DF, n. 52, p. 194, 18 mar 2019.

BREWER, M.S.; NOVAKOFSKI, J.; FREISE, K. Instrumental evaluation of pH effects on ability of pork chops to bloom. **Meat Science**, v.72, n.4, p.596-2002, 2006

CARLI, E. M.; TERRA, N. N.; FRIES, L. L. M.; *et al.* Descontaminação de cortes suínos com ácidos orgânicos comerciais, solução salina acidificada e luz ultravioleta. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 1195-1204, 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n3p1195

CARLI, E. M.; PALEZI, S. C.; BALLICO, B *et al.* Vida útil de carne suína utilizando irradiação UV-C: métodos combinados com ácidos orgânicos e solução salina. *In: I Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos. Anais.* Pinhalzinho – SC, 2015

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** Campinas: Editora da Unicamp. Coleção Livro Texto, 1999. 119p.

CHINAIT, T. M. N. **Avaliação das barreiras aplicadas às linguiças cozidas e defumadas como investigação das causas de sua deterioração.** 2019. 93 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Inovação na Indústria Animal) – Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2019.

DAGUER, H. **Efeitos da injeção de ingredientes não cárneos nas características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno.** 2009. 187 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2009.

DAINTY, R. H. Chemical/biochemical detection of spoilage. **International Journal of Food Microbiology**, v. 33, p. 33, 1996. DOI: 10.1016/0168-1605(96)01137-3

DING, D.; ZHOU, C. Y.; GE, X.; *et al.* The effect of different degrees of superchilling on shelf life and quality of pork during storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 4, 2020. DOI: 10.1111/jfpp.1439

DREHMER, A. M. F. **Quebra de peso das carcaças e estudo da vida de prateleira da carne suína**. 2005. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e tecnologia dos alimentos) – Curso de pós-graduação em ciência e tecnologia dos alimentos, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 5. ed, rev. Curitiba: PUCPRESS, 2019.

ESKIN, N.A.; HENDERSON H.M.; TOWNSEND, R.J. **Biochemical Changes in Foods: Meat and Fish**. Academic Press. 1971.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 652 p.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos – princípios e prática**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. 968p.

FERNANDES, BEATRIZ P. **O papel da atividade de água na indústria alimentícia. BTA ADD Innovation**. Xanxerê – SC, 2023. Disponível em: <https://www.btaaditivos.com.br/br/blog/o-papel-da-atividade-de-agua-na-industria-alimenticia-/106/>. Acesso em: 26 de ago. de 2023.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **Bad bug book, foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins – Salmonella species**. 2 ed. 2012, p. 9-13.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. E-book.

FRANCO, B.D.G.M., LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, Editora Atheneu, 2008.

FURLANETTO, K. H.; PEDRÃO, M. R.; YAMAGUCHI, M. M. *et al.* Avaliação da vida útil e da qualidade de amostras de carne bovina resfriada embaladas à vácuo pelo período de 120 dias. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 53459-53470.

FURTADO, A. S. **Métodos de conservação da costela suína**. Dissertação (Mestrado em Ciências e tecnologia dos alimentos) – Curso de pós-graduação em ciência e tecnologia dos alimentos, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. **Tecnologia de alimentos – princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008.

GOODING, J.P.; HOLMER, S.F.; CARR, S.N. *et al.* Characterization of striping in fresh, enhanced pork loins. **Meat Science**, v.81, n.2, p.364-371, 2009

GRAM, L., RAVN, L., RASCH, M., *et al.* Food Spoilage – Interactions between food spoilage bacteria. **International Journal of Food Microbiology**. v. 78, p. 79-97, 2002. DOI: 10.1016/S0168-1605(02)00233-7.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Composição centesimal da carne de avestruz. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 327-334, 2012.

HOLLEY, R. A.; GILL, C. O. Usos da embalagem em atmosfera modificada para carnes e produtos cárneos. Palestra. *In*: III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. **Anais**. São Pedro – SP, 2005.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, n.4, p.447-457, 1998.

INTARAPICHET, K.O.; MAIKHUNTHOD, B.; THUNGMANEE, N. Physicochemical characteristics of pork fed palm oil and conjugated linoleic acid supplements. **Meat Science**, v.80, n.3, p.788-794, 2008.

JACOB, R. H.; HOPKINS, D. L. Técnicas para reduzir a temperatura do músculo bovino no início do período post mortem – uma revisão. **Anima. Prod. Ciência**. 54:482–493, 2014.

JAKOBSEN, M.; BERTELSEN, G. Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time, and modified atmosphere composition. **Meat Science**, v. 54, p. 49-57, 2000.

JAY, J.M.; LOESSNER, M.J.; GOLDEN, D.A. **Modern food Microbiology**. 7 ed., New York: Springer, 2005.

JUDGE, M.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C. *et al.* **Principles of Meat Science**. Dubuque: Kendall/Hunt, 1989. 351 p.

KARLSSON, A. H.; KLONT, R. E.; FERNANDEZ, X. Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. *Livestock Production Science*. v.60, p.255-269, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00098-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00098-6)

KONICA MINOLTA. **Understanding the CIE L*C*h Color Space**. [20--]. Disponível em: <<https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/compreendendo-o-espaco-de-cor-cie-lch/>>. Acesso em: 02/09/2023.

KRUGER, P. **Perda de peso por desidratação no resfriamento de carcaças suínas**. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia de alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta grossa/PR. 2016.

KRZYWICKI, K. the determination of haem pigment in meat. **Meat Science**, v. 7, p. 29-36, 19782.

LANDGRAF, M. **Microrganismos Indicadores**. *In*: FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Atheneu. p. 27-31, 2001.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LEHNINGER, A. L. **Bioquímica**. São Paulo, Edgard Blücher. 1976.

LEÓN, M.; ORDUZ, A.; VELANDIA, M. Composición fisicoquímica de la carne de ovejo, pollo, res y cerdo. **@limentech Ciencia y Tecnología Alimentaria**, V. 15, n.2, p. 62-75, 2017.

LINDAHL, G.; KARLSSON, A.H.; LUNDSTRÖM, K. *et al.* Significance of storage time on degree of blooming and colour stability of pork loin from different crossbreeds. **Meat Science**, v.72, n.4, p. 603-612, 2006.

LISTRAT, A. B.; LEBRET, I.; LOUVEAU, T. *et al.* How muscle structure and composition influence meat and flesh quality. **The Scientific World Journal**. v.2016, artigo ID 3182746, 2016. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3182746>

MACA, J. V.; MILLER, R. K.; BIGNER M. E. *et al.* Sodium lactate and storage temperature effects on shelf life of vacuum packaged beef top rounds. **Meat science**, v. 53, p. 23-29, 1999.

MACDOUGALL, D.B. Colour meat – its basis and importance. In Pearson, A.M. & DUTSON. T.R. (ed) – Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product – Advances in meat research series, vol.9, **Black Academic & Professional**, cap.2, p. 34 –78, 1994.

MANO, S. B.; PEREDA, J. A. O.; FERNANDO, G. D. G. Aumento da vida útil e microbiologia da carne suína embalada em atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p 1-10, 2002.

MENDHAM, J.; DENNEY, R. C.; BARNES, J. D. Análise química quantitativa. 6 ed. Barueri: LTC, 2002. 488 p.

MESSIAS, C. R.; QUAST, L. B. Validação da vida de prateleira de carne suína resfriada. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 12 n. 3, p. 1-11, 2021. DOI: 10.3895/rebrapa.v12n3.14889.

MIRANDA, V. M. M. C.; SILVA, L. A. L.; LEITE, S. M. *et al.* Efeitos dos antioxidantes na produção da carne suína. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, e32311526855, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i5.26855.

MOR-MUR, M., YUSTE, J. Emerging bacterial pathogens in meat and poultry: an overview. **Food and Bioprocess Technology**. v.3, n. 24, 2010. DOI: 10.1007/s11947-009-0189-8.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 11 ed. Washington, DC: National Academy Press, 2012. 424 p. *E-book*

PETROLINI, Márcia Sueli; MELLO, Silvio de Paulo; ANDRADE, Carlos Roberto de. Influência do bem estar animal na qualidade da carne bovina. 2014. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Fundação Educacional de Ituverava, Ituverava, 2014.

- NYCHAS, G.-J. E.; SKANDAMIS, P. N.; TASSOU, C. C. *et al.* Meat spoilage during distribution. **Meat Science**, v. 78, n. 1-2, p. 77-89, 2008. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.06.020.
- OLIVERA, D; CÁRDENAS, F. C. Efecto de la aplicación conjunta de luz UVC, aceite esencial de orégano (*Origanumvulgaris*) y ácido láctico sobre La superficie de carnes bovinas. **La Industria Cárnica Latinoamericana**, Argentina, n. 195, p. 52-55, 2007.
- ORDOÑEZ, J. A. **Tecnología de alimentos – Alimentos de origem animal**. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005. 279p.
- OSAWA, C.C.; FELICIO, P.E.; GONÇALVES, L.A.G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v.28, n.4, p.655-663, 2005.
- PALEARI, M. A.; CAMISASCA, S.; BERETTA, G. *et al.* Ostrich meat: physico-chemical characteristics and comparison with turkey and bovine meat. **Meat Science**, v. 48, n. 3/4, p. 205-210, 1998.
- PIHLANTO, A. Antioxidative peptides derived from milk proteins. **International Dairy Journal**, v.16, n.11, p.1306-1314, 2006.
- PINHEIRO, R. E. E.; CARDOSO, E. C.; KLEIN, M. H.; *et al.* Qualidade da carne de suínos mestiços comerciais e sem raça definida criados em regime intensivo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 1, p.149-160, 2013.
- PINTO, U. M.; LANDGRAF, M.; FRANCO, B. D. G. M. **Deterioração microbiana dos alimentos. Microbiologia e higiene de alimentos: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Rubio, 2019. Acesso em: 22 set. 2023.
- PRESTAT, C.; JENSEN, J.; MCKEITH, F.K. *et al.* Cooking method and endpoint temperature effects on sensory and color characteristics of pumped pork loin chops. **Meat Science**, v.60, n.4, p.395-400, 2002.
- PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO. **Regulamento 853/2004**, relativo às regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal, 29 de Abril de 2004.
- REMENANT, B.; JAFFRES, E.; DOUSSET, X.; *et al.* Bacterial spoilers of food: behavior, fitness and functional properties. **Food Microbiology**. v. 45, p. 45-53, 2015. doi: 10.1016/j.fm.2014.03.009.
- ROÇA, R. O. **Composição química da carne**. Departamento de gestão e tecnologia agroindustrial – F.C.A. – UNESP – Campus de Botucatu, 2001. *E-book*
- ROSA, A. F. **Estudo proteômico do efeito da atmosfera modificada na estabilidade da cor e na vida útil da carne suína acondicionada em embalagens de transporte tipo masterpack sob refrigeração**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2009.
- ROSE. A. H. Primary Products of Metabolism. Economic Microbiology, **Journal of Basic Microbiology**, v.19, n. 6, 1979. DOI: 10.1002/jobm.19790190630

RUAN, C.; ZHANG, Y.; SUN, Y. *et al.* Effect of sodium alginate and carboxymethyl cellulose edible coating with epigallocatechin gallate on quality and shelf life of fresh pork. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 141, p. 178-184, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.247>

RÜBENSAM, J. M. Transformações post mortem e qualidade da carne suína. *In: 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína. Anais.* Concórdia – SC. 2000.

SANTOS, B. P. **Caracterização físico-química e sensorial dos apesuntados elaborados com carne suína proveniente da raça JSR, e acrescidos dos hidrocolóides: carragena, fécula de mandioca e maltodextrina.** 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2005.

SANTOS, A. P. **Sistema de aspersão de água gelada no processo inicial de resfriamento de meia-carcaças suínas.** Dissertação (metrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, 2022.

SARCINELLI, M.F.; VENTURINI, K.S.; SILVA, L.C. **Característica da carne suína.** Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Pró-Reitoria de Extensão – Programa Institucional de Extensão. Boletim técnico – PIE-UFES:00907 – Ed.: 25.08.2007. *E-book*

SCHRAIBER, S. L. V. R. M. **Programas de autocontrole em indústria de carne suína.** 2016. Trabalho de conclusão de curso (Medicina veterinária) – Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba/PR. 2016.

SHAH, M. A.; JOHN, S.; BOSCO, D.; *et al.* Plant extracts as naturais antioxidants in meat and meat products. **Meat Science**, v. 98, n. 1, p. 21-33, 2014. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.03.020.

SILVA, R. A. M.; PACHECO, G. D.; VINOKUROVAS, S. L. *et al.* Associação de ractopamina e vitaminas antioxidantes para suínos em terminação. **Ciência Rural**, v. 45, p.311-316, 2015.

SILVEIRA, M. S. **Avaliação das características físico-químicas em função da formalidade da obtenção da carne suína de diferentes açougues de Formiga - MG.** Trabalho de conclusão de curso (Medicina Veterinária) – Curso de Medicina veterinária, Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, Formiga – MG, 2018.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). Unicamp. 4 ed. Campinas: NEPA – Unicamp, 2011. 161p. *E-book*

NASSU, R. T.; TULLIO, R. R. Qualidade da carne. 2007. *In: SEMANA DO ESTUDANTE*, 18., 2007, São Carlos, SP. Palestras... São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

USDA, United States Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service. **Market and Trade Data – PSD Online.** Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home/statsByCountry>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

USDA, United States Department of Agriculture – Foreign Agricultural Service. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade – EU Share of Pork, Beef and Chicken Global Exports Continues Decline**. October 12, 2023.

VALLE, E. R. **Mitos e realidade sobre o consumo de carne bovina**. Campo Grande: Embrapa Gado de corte, 2000. *E-book*

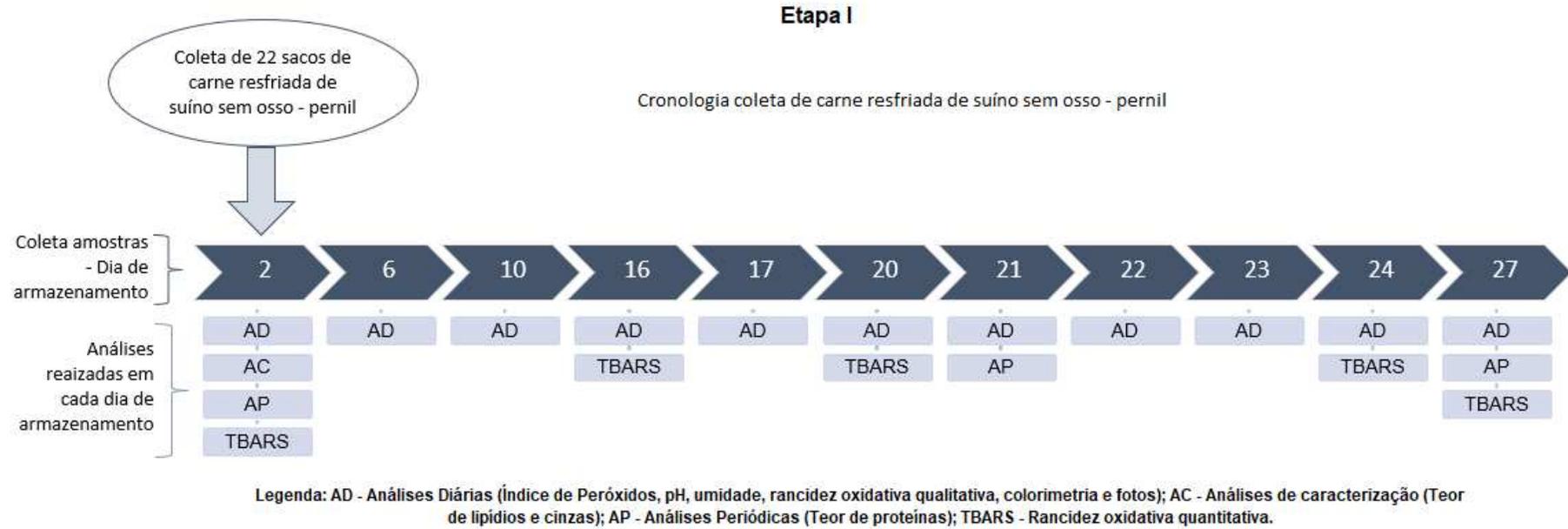
WEBER, G. M.; ANTIPATIS, C. Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E. *In: 2ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, Concórdia – SC. Anais. E-book*

WELT, J.; VERGARA, F. **Atividade de água – Conceito e aplicação em alimentos com alto conteúdo de umidade**. *In: AGUILERA, J. M. Temas en tecnologia de alimentos. Santiago – Chile, v.1, p.11-26, 1997.*

ZHAO, Y.; WELLS, J. H.; MCMILLIN, K. W. Applications of dynamic modified atmosphere packaging systems for fresh red meats: review. **Journal of Muscle Foods**, v. 5, n. 3, p. 299 – 328, 1994.

ZHU, L.G.; BREWER, M.S. Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions. **Journal of Food Science**, v.63, n.5, p.763-767, 1998.

**APÊNDICE A – CRONOLOGIA DA COLETA DE PERNIL SUÍNO SEM OSSO
RESFRIADO PARA ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS E FÍSICO-QUÍMICAS**



Fonte: autoria própria (2023)

**APÊNDICE B – SELEÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E TREINAMENTO DOS
PROVADORES PARA A ANÁLISE SENSORIAL**

Participaram dos testes 21 candidatos. Inicialmente os provadores assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em participar da pesquisa (Apêndice C), e preencheram um questionário auto-administrado para caracterização sociodemográfica e de hábitos de consumo de carne suína (Apêndice D).

Para o teste de visão foi utilizado o Teste de 100 matrizes de Farnsworth-Munsell (Farnsworth-Munsell 100 Hue Color). Utilizaram-se 85 fichas de 12 mm de diâmetro, separadas em quatro caixas/palhetas (21 a 22 fichas/palheta). Na primeira palheta havia as fichas com variações da cor rosa ao verde (numeradas de 1 a 21), na segunda palheta da cor verde ao azul (numeradas de 22 a 42), na terceira palheta da cor azul ao roxo (numeradas de 43 a 63) e a quarta palheta da cor roxo ao rosa (numeradas de 64 a 84). Em cada ficha havia o número de identificação na parte inferior, de modo que o examinador possa determinar a sequência numérica para a tabulação do resultado de cada provador. As fichas foram acomodadas ao lado de cada palheta, misturadas entre si, e orientou-se ao provador que ordenasse em ordem crescente cada palheta de cores, conforme a sua percepção. As fichas estavam distribuídas de forma aleatórias em uma superfície plana, com iluminação constante e uniforme, conforme apresentado na Figura 16.

Figura 16 – Palhetas de cores dispostas aleatoriamente para o teste de classificação de provadores (Palhetas de cor do rosa ao verde, cor do verde ao azul, cor do azul ao roxo, e palheta de cor do roxo ao rosa)



Fonte: Autoria própria (2023)

Os resultados do teste de cor de cada provador foram analisados a partir da pontuação total de erros (TES – Total Error Score) fornecido pelo programa FM 100 Hue test Scoring software v 3.0, onde se classificou como: Discriminação de cores

superior: provadores que obtiveram de 0 a 20 erros, Discriminação de cores média: provadores que obtiveram de 21 a 50 erros, e Discriminação de cores baixa: provadores que obtiveram acima de 51 erros.

Para o teste de olfato foi aplicado o teste de reconhecimento de odores, onde em uma sala com iluminação controlada foram dispostos em uma mesa, 20 copos plásticos de coloração branca, tampados com papel alumínio com seis furos de aproximadamente 2 mm, codificados com números aleatórios, contendo substâncias aromáticas conhecidas (uma substância em cada copo) acomodadas entre duas camadas finas de algodão, conforme apresentado na Figura 17. Cada provador foi orientado a aproximar o copo do nariz e realizar aspirações para identificar o odor de cada substância contida no copo, e após identificar o odor, realizar o preenchimento da ficha de resposta com o nome da substância, a sua aplicação, o nome de um produto que a contenha ou o nome de um produto que lhes lembrasse esse odor. O modelo da ficha de respostas do teste de olfato que os provadores tiveram que preencher, está apresentada no Apêndice E.

Figura 17 – (a) Provadores no teste de olfato; (b) acomodação das amostras dentro dos copos (ainda sem o papel alumínio tampando-os)



Fonte: Autoria própria (2023)

Foram utilizados como substâncias aromáticas no teste de olfato: ketchup, molho de mostarda, pó de café, extrato líquido de baunilha, suco em pó sabor morango, um pedaço pernil suíno sem osso resfriado com dois dias de estocagem, fumaça líquida, grãos de erva doce, suco de limão junto com uma rodela de limão, um

pedaço de salame colonial, alho triturado, álcool líquido 70°, pimenta do reino em pó, orégano em pó, cravo da Índia em grãos, canela em pó, achocolatado em pó, noz moscada em pó, folhas e flores de camomila e vinagre de álcool líquido. Para as amostras líquidas/pastosas foram padronizadas a utilização de aproximadamente 5 ml, as amostras sólidas em aproximadamente 30 gramas, e amostras trituradas secas, em flores, folhas ou em pó, padronizou-se a utilização de aproximadamente 10 gramas.

Para cada resposta descrita pelo provador para o odor contido no copo, foi dado uma nota: 1,0 – Para o nome correto do odor ou forma de utilizá-lo (exemplo: limão ou cítrico), 0,5 – Descrição associada ao odor (exemplo: suco), e 0,0 – Para resposta em branco ou descrição errada.

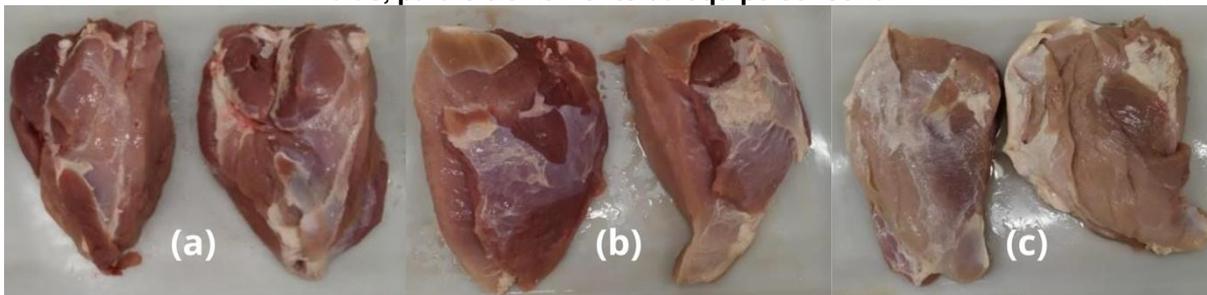
Os odores utilizados neste teste de odor que obtiveram menos de 50% de acertos foram removidos da tabulação dos resultados finais. Os resultados do teste de odor de cada provador foram analisados, onde se classificou como: Boa a ótima acuidade sensorial olfativa: provadores que obtiveram percentual de acerto dos odores acima de 70%; e Baixa acuidade sensorial olfativa: provadores que obtiveram percentual de acerto menor que 70%.

- **Treinamento dos provadores**

O treinamento dos provadores foi realizado no dia seguinte aos testes de cor e odor, e em grupos de 5 a 7 (cinco a sete) pessoas, onde foi apresentado aos provadores amostras de coxão suíno com estocagem de 02, 15 e 30 dias, e em conversa em grupo foi obtido o consenso de quais são as características de cor e odor das amostras dos respectivos dias de estocagem. Também foi apresentada aos provadores, a ficha de avaliação do teste de diferença do controle (a ser aplicado na análise) para se familiarizarem.

As amostras de pernil suíno resfriado para o treinamento da equipe sensorial passaram pelo mesmo procedimento de coleta e estocagem que as amostras destinadas para a análise sensorial do teste de comparação múltipla. A Figura 18 apresenta as amostras submetidas ao treinamento sensorial dos provadores.

Figura 18 – Amostras de pernil, com dias de estocagem igual a: (a) 02 dias, (b) 15 dias e (c) 30 dias, para o treinamento da equipe sensorial



Fonte: autoria própria (2023)

- **Resultados**

- **Teste de Classificação dos provadores - Teste de cor**

Após a tabulação da sequência numérica das fichas que cada provador dispôs na mesa, utilizou-se o programa FM 100 Hue test Scoring software v 3.0, o qual forneceu a Pontuação Total de Erros (Total Error Score – TES), conforme apresentadas na Tabela 11, onde podemos observar que 48% dos provadores apresentaram pontuação total de erro como “discriminação mediana” com erros entre 21 e 50, 24% dos provadores apresentaram pontuação total de erro como “discriminação superior” com erros entre 0 e 20, e 29% dos provadores apresentaram “discriminação baixa”, com erro maior ou igual a 51. Os provadores que apresentaram discriminação de cores baixa são o J1, J7, J12, J15, J20 e J21, conforme apresentado na Tabela 12.

Tabela 11 – Resultados do teste de classificação (teste de visão) dos provadores para a análise sensorial

Discriminação (TES)	Superior (0-20 erros)	Médio (21-50 erros)	Baixo (≥ 51 erros)	Total
Nº Provadores	5	10	6	21
Porcentagem (%)	24%	48%	29%	100%

Fonte: autoria própria (2023).

Tabela 12 - Resultado do teste de classificação (teste de visão) por provador para a análise sensorial

Identificação Provador	Pontuação Total de Erro (TES) – Cores	Identificação Provador	Pontuação Total de Erro (TES) – Cores
J1	56	J12	104
J2	24	J13	44
J3	4	J14	24
J4	44	J15	68
J5	12	J16	48
J6	40	J17	8
J7	56	J18	32
J8	20	J19	44
J9	12	J20	76
J10	28	J21	56
J11	36	-	-

Fonte: autoria própria (2023).

○ **Teste de Classificação dos provadores - Teste de odor**

Dentre as vinte substâncias aromáticas utilizadas para o teste de odor, apenas treze destas, tiveram um percentual de acerto superior a 50%, logo, dentre os provadores, 76% deste distinguiram igual ou superior a 70% dos odores das substâncias válidas, o equivalente a 16 provadores, e 5 provadores (24%) distinguiram menos que 70% dos odores no teste de odor, como podemos observar na Tabela 13. Na Tabela 14 é apresentado a pontuação individual dos provadores no teste de odores, onde os provadores J1, J3, J12, J13 e J18 obtiveram a discriminação entre 54 e 70% dos odores das substâncias disponíveis no teste de odores.

Tabela 13 – Resultados teste de classificação (teste de odores) dos provadores para a análise sensorial

Discriminação Odores	≥ 70%	< 70%
Nº Provadores	16	5
Porcentagem (%)	76%	24%

Fonte: autoria própria (2023)

Tabela 14 – Resultado teste de classificação (teste de odores) por provador para a análise sensorial

Identificação Provador	Discriminação de odores	Identificação Provador	Discriminação de odores
J1	62%	J12	65%
J2	77%	J13	54%
J3	54%	J14	88%
J4	88%	J15	92%
J5	73%	J16	65%
J6	85%	J17	88%
J7	88%	J18	85%
J8	77%	J19	85%
J9	88%	J20	77%
J10	81%	J21	92%
J11	92%	-	-

Fonte: autoria própria (2023)

A tabulação dos dados da análise sensorial foi realizada apenas com os dados dos provadores que obtiveram aptidões sensorial aceitável, as notas dadas pelos provadores que obtiveram menores notas nas aptidões sensorial foram eliminadas.

Ao final obteve-se dezesseis provadores com avaliações aptas para a análise sensorial de odor (eliminados avaliações de cinco provadores) e quinze provadores com avaliações aptas para análise sensorial de cor (eliminados avaliações de seis provadores), conforme apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 - Descrição provadores aptos e não-aptos para a análise sensorial
(continua)

Provador Selecionado para Avaliação de cor	Provador Reprovado para Avaliação de cor	Provador Selecionado para Avaliação de odor	Provador Reprovado para Avaliação de odor
J2	J1	J2	J1
J3	J7	J4	J3
J4	J12	J5	J12
J5	J15	J6	J13
J6	J20	J7	J18
J8	J21	J8	Total: 05 provadores
J9	Total: 06 provadores	J9	
J10		J10	
J11		J11	
J13		J14	
J14		J15	
J16		J16	
J17		J17	

**Tabela 15 – Descrição provadores aptos e não-aptos para a análise sensorial
(conclusão)**

Provador Selecionado para Avaliação de cor	Provador Reprovado para Avaliação de cor	Provador Selecionado para Avaliação de odor	Provador Reprovado para Avaliação de odor
J18		J19	
J19		J20	
Total: 15 provadores		J21	
		Total: 16 provadores	

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: Validação da vida de prateleira de carne suína resfriada.

Pesquisador responsável, Professora Orientadora: Dra. Marinês Paula Corso

Endereço: Rua do Dirigível, 3443, Bairro: Santos Dumond, Medianeira – PR, CEP: 85884-000, telefone: 045 99918 0419

Professora Coorientadora: Dra. Elciane Regina Zanatta

Endereço: Rua Madri, 3041, Bairro: Panorâmico, Medianeira – PR, CEP: 85884-000, telefone: 045 99937 6570.

Pesquisadora: Camila Ramos Messias

Endereço: Rua Felipe Arno Groth, 2127, Bairro: Loteamento Parizotto, Itaipulândia – PR, CEP: 85880-000, telefone : 045 99954 1914

Local de realização da pesquisa: Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Medianeira, Avenida Brasil, 4232, Parque Independência, Medianeira – PR, CEP: 85884-000, Tel.: (45) 3240-8109.

1 – Apresentação da Pesquisa

O (a) Sr (a) está sendo convidado (a) à participação, como voluntário, na análise sensorial (cor e odor) carne suína resfriada crua de diferentes dias de seu prazo de validade. Para tanto será realizado o preenchimento de um questionário, será feito um treinamento e por fim a análise sensorial.

O estudo é conduzido pela aluna de mestrado do Curso de Tecnologia de Alimentos da UTFPR Campus Medianeira/PR, Camila Ramos Messias, sob a orientação da Dra. Marinês Paula Corso e coorientação da Dra. Elciane Regina Zanatta da UTFPR – Campus Medianeira/PR.

Este projeto tem como objetivo avaliar amostras de carne suína resfriada em diferentes dias de vida de prateleira, e armazenadas em câmara de estocagem de resfriado com temperatura entre -2,0 e 2,0°C, durante vinte e sete dias.

A análise sensorial será o teste de comparação múltipla (ou diferença do controle – NBR 13526/1995) através de uma escala hedônica para a avaliação sensorial de cor e odor. Também será aplicado um questionário contendo questões referentes à faixa etária, gênero, escolaridade e hábitos de consumo referente a produtos cárneos.

A análise sensorial visa verificar se as amostras de carne suína resfriada crua de diferentes dias de vida de prateleira possuem diferença significativa de cor e odor em comparação a uma amostra fresca.

2 – Objetivos da pesquisa

Avaliar e validar a vida de prateleira de carne suína resfriada.

3 – Participação da pesquisa

Vossa participação contribuirá com o enriquecimento da literatura a partir do fornecimento de sua opinião a respeito do perfil sensorial das amostras de carne suína resfriada crua de diferentes dias de vida de prateleira.

Rubrica do Pesquisador
pesquisa

Rubrica do participante da

Caso concordem em participar, assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), depois, responderão ao questionário (QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS) impresso, e entregue em mãos, para caracterização da equipe. Após o preenchimento do questionário os provadores serão devidamente treinados e então conduzidos para a realização da análise sensorial.

Os testes serão conduzidos em cabines individuais do laboratório de Análise Sensorial com lâmpadas fluorescentes da cor branca, em uma sessão de treinamento e posteriormente outra sessão para a análise sensorial final. As cinco amostras e a amostra controle (C) serão padronizadas quanto ao tamanho (aproximadamente 30 g), codificadas com três dígitos aleatórios e servidas todas em um único momento em copos descartáveis brancos.

Junto com as amostras será fornecido um copo descartável contendo água mineral sem gás a temperatura ambiente e um copo descartável contendo pó de café (aproximadamente 30 g) para a realização do branco (limpeza dos canais sensoriais) entre a avaliação de cada amostra. O participante também receberá a Ficha de resposta do teste sensorial (FICHA DO TESTE SENSORIAL DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA), onde nele irá assinalar as suas respostas para a avaliação de cor e odor das amostras.

4 – Confidencialidade

As informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a identidade dos participantes que não será revelada e nem utilizada na formatação e apresentação dos dados.

5 – Riscos e Benefícios

Riscos envolvidos na execução da pesquisa

A presente pesquisa apresenta riscos mínimos ao participante.

Relacionados com o preenchimento do questionário os riscos podem ser constrangimento ao responder questões sobre os dados pessoais (idade, sexo, escolaridade e hábitos de consumo de produtos cárneos), estes riscos são minimizados uma vez que o participante não será obrigado a responder as questões que causam constrangimento.

Quanto a análise sensorial cor e odor, o participante pode apresentar desconforto (mais precisamente náuseas). Uma forma de minimizar este risco é que o participante pode optar por não finalizar a análise sensorial, se acreditar que as náuseas estão fora do seu controle.

Ressalta-se, que esta análise sensorial será realizada em amostras elaboradas seguindo as normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e em conformidade com a legislação vigente quanto as suas características microbiológicas, comprovando, portanto, sua inocuidade, preservando sua segurança alimentar.

O avaliador/participante poderá desistir em qualquer momento da sua avaliação sensorial, sem nenhum ônus.

Benefícios envolvidos na execução da pesquisa

Os benefícios são indiretos. A colaboração e a participação voluntária dos participantes são de muita importância para nortear as indústrias alimentícias no desenvolvimento de produtos cárneos que atendam a demanda dos consumidores que

Rubrica do Pesquisador
pesquisa

Rubrica do participante da

buscam produtos em seu real prazo de validade. Desta forma, todos os participantes serão beneficiados com a oferta de produtos com real prazo de validade pelas empresas produtoras, uma vez que também são consumidores.

6 – Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de inclusão dos participantes da pesquisa

Poderão participar da pesquisa, indivíduos maiores de 18 anos, de ambos os sexos, alunos e/ou servidores da UTFPR – Campus Medianeira/PR e que possua o hábito de consumir produtos de carne suína, identificando seu odor e sua cor. Não poderão participar da pesquisa alérgicos e/ou intolerantes a qualquer um dos ingredientes das amostras (carne suína). Pessoas que estejam com algum tipo de problema de saúde (doenças crônicas, gastrite, úlceras, colesterol e outras) que possa prejudicar a sua percepção sensorial e que possa interferir na análise sensorial do produto (gripes e/ou resfriados e/ou rinite alérgica e/ou uso de aparelhos que afetem a percepção sensorial).

Critérios de exclusão dos participantes da pesquisa

Não se aplica.

7 – Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo

A participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou a deixar o estudo a qualquer momento. Também garantimos ao participante receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa. Bem como, evidenciar a liberdade de recusar ou retirar o seu consentimento a qualquer momento sem penalização.

OBS : Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa, email para envio : _____

() Não quero receber os resultados da pesquisa.

8 – Ressarcimento e indenização

A sua participação na pesquisa é isenta de qualquer custo, por isso não existe ressarcimento a ser feito para o participante, no entanto, a Resolução 466/12 prevê indenização (cobertura material para reparação a dano causado no decorrer da pesquisa).

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê

Rubrica do Pesquisador
pesquisa

Rubrica do participante da

de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR-Medianeira). Av. Brasil, 4232, Bloco C, Sala CEP, Bairro Parque Independência, CEP 85884-000, Medianeira-PR, telefone: (45) 3264-8056, e-mail: coep-md@utfpr.edu.br.

CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____
 RG: _____ Data de Nascimento: ____/____/____
 Telefone: () _____
 Endereço: _____
 CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: _____ Data: ____/____/____
 (ou seu representante)
 Nome completo: Marinês Paula Corso

Assinatura pesquisador: _____ Data: ____/____/____
 (ou seu representante)
 Nome completo: Elciane Regina Zanatta

Assinatura pesquisador: _____ Data: ____/____/____
 (ou seu representante)
 Nome completo: Camila Ramos Messias

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Marinês Paula Corso, via e-mail: corso@utfpr.edu.br ou telefone: (45) 3240-8109.

Rubrica do Pesquisador
 pesquisa

Rubrica do participante da

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO SÓCIO – DEMOGRÁFICO

QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS

Nome: _____ Data: ____/____/____

Telefone: _____ E-mail: _____

Gênero: () Feminino () Masculino

Idade: () 18-25 anos () 26-35anos () 36-45 anos

() 46-55 anos () 56-65 anos () >65 anos

Profissão (ocupação): _____

Grau de instrução:

() Ensino fundamental incompleto () Ensino médio completo

() Ensino fundamental completo () Ensino superior incompleto

() Ensino médio incompleto () Ensino superior completo ou mais

1. Você possui o hábito de consumir produtos cárneos?

() Sim () Não

2. Se sim, com que frequência você consome?

() 1 vez por semana () 2 vezes por mês () 1 vez por mês

() Ocasionalmente () Nunca

3. Você possui o hábito de consumir carne suína?

() Sim () Não

4. Se sim, com que frequência?

() Diariamente () 3 vezes por semana () 1 vez por mês () Ocasionalmente () Nunca

5. Você possui o hábito de comprar carne suína?

() Sim () Não

6. Se sim, com que frequência?

() Diariamente () 3 vezes por semana () 1 vez por mês () Ocasionalmente () Nunca

7. Você possui o hábito de preparar carne suína?

() Sim () Não

8. Se sim, com que frequência?

() Diariamente () 3 vezes por semana () 1 vez por mês () Ocasionalmente () Nunca

9. Qual produto de carne suína que você mais consome/compra?

() Carne suína resfriada () Carne suína congelada () Salames

() Calabresa () Linguiças no geral () Outros.

10. Você busca alimentos mais saudáveis, mais frescos, por exemplo, carne suína resfriada?

() Sim () Não

11. O que você avalia na aquisição de um produto cárneo?

() Preço () Prazo de validade

() Marca () Qualidade nutricional

() Aparência () Outros _____

**APÊNDICE E – TESTE DE CLASSIFICAÇÃO – FICHA DE RESPOSTA TESTE DE
ODOR**

TESTE DE IDENTIFICAÇÃO DE ODORES**NOME:** _____ **Data:** 26/09/2022

Aspire a primeira amostra. Identifique o odor e registre na ficha. Aguarde alguns segundos para aspirar a próxima, ou realize o branco aspirando o seu braço ou mão inodoros. Proceda desta mesma forma para as amostras restantes. Faça aspirações curtas e seqüenciais e evite inalações profundas e longas.

Código da amostra	Descrição do odor	Código da amostra	Descrição do odor
117		577	
169		604	
240		662	
286		716	
309		789	
361		809	
457		868	
496		902	
521		965	
559		989	

Comentários: _____
_____**Fonte: autoria própria (2023).**

APÊNDICE F – FICHA DE RESPOSTA ANÁLISE SENSORIAL

TESTE SENSORIAL DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA

Carne suína resfriada crua

Nome: _____ Data: 28/09/2022

Você está recebendo uma amostra controle (C) e 6 amostras codificadas de carne suína resfriada crua. Você irá comparar sensorialmente cada uma das amostras codificadas com a amostra controle (C). Entre cada avaliação faça a realização do branco (limpeza dos canais sensoriais, sentindo o odor do seu antebraço).

AVALIAÇÃO 1

- Por favor, faça a avaliação visual da cor e do odor olfativo e use a escala abaixo para indicar a sua percepção do produto.

Escala de valores avaliação 1 para cor:

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

Amostra	Nota

AVALIAÇÃO 2

- Por favor, faça a avaliação visual da cor e do odor olfativo e use a escala abaixo para indicar a sua percepção do produto.

Escala de valores avaliação 2 para COR:

- A – Cor mais esbranquiçada
- B – Cor mais rosada
- C – Cor característica carne suína
- D – Cor mais avermelhada
- E – Cor marrom
- F – Cor esverdeada
- G - Outra característica. Qual? _____

Escala de valores avaliação 2 para ODOR:

- M – Odor de sangue
- N – Odor característico de carne suína
- O – Odor leve de estragado
- P – Odor de ranço (oxidado)
- Q – Odor forte de putrefação
- R – Outra característica. Qual? _____

Amostra	Nota para COR	Nora para ODOR

Obrigada pela sua participação!

Fonte: autoria própria (2023).