

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**IANAMARA SANTORUM DE SOUZA**

**AUMENTO DA VIDA ÚTIL DE LOMBO SUÍNO TEMPERADO (A SECO E  
MARINADO) PELO USO DE CONSERVANTES NATURAIS**

**MEDIANEIRA**

**2023**

**IANAMARA SANTORUM DE SOUZA**

**AUMENTO DA VIDA ÚTIL DE LOMBO SUÍNO TEMPERADO (A SECO E  
MARINADO) PELO USO DE CONSERVANTES NATURAIS**

**Increased shelf life of seasoned pork loin (dry and marinated) by the use of  
natural preservatives**

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

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Marinês Paula Corso

Coorientador(a): Prof(a). Dr(a). Daniela Miotto Bernardi

**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) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



IANAMARA SANTORUM DE SOUZA

**AUMENTO DA VIDA ÚTIL DE LOMBO SUÍNO TEMPERADO (A SECO E MARINADO) PELO USO DE CONSERVANTES NATURAIS**

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

Data de aprovação: 02 de Junho de 2023

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

Dra. Rosana Aparecida Da Silva Buzanello, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Teresinha Marisa Bertol, Doutorado - Embrapa

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 02/06/2023.

Dedico este trabalho à minha mãe (*in memoriam*)  
pelo incentivo aos estudos e a minha família, pelos  
momentos de ausência.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre me dar forças e me sustentar, além de expressar meus agradecimentos a todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para que a minha trajetória nesse mestrado se tornasse uma busca prazerosa.

Agradeço a minha mãe Ilce Santorum (*in memoriam*), que fez um papel de pai e mãe, que sozinha sempre trabalhou muito para que eu pudesse estudar, que sobremaneira, foram fundamentais para meu desenvolvimento pessoal e profissional. Gostaria de ressaltar minha gratidão por todos os ensinamentos passados e por me incentivar em todos os dias de sua vida para correr atrás dos meus sonhos e principalmente dos meus estudos, sem você mãe nada disso seria possível, essa conquista é nossa.

Agradeço a minha orientadora Prof.(a) Dr.(a) Marinês Paula Corso, pelos seus ensinamentos e conhecimentos transmitidos, mas principalmente pela sua empatia, amor, delicadeza e paciência para ensinar, sempre sem medir esforços para auxiliar em todas as análises e pesquisas e em sanar todas as dúvidas.

Agradeço a minha coorientadora, Dr. Daniela Miotto Bernardi, por primeiramente ter me incentivado e apoiado em ingressar no mestrado, e posteriormente ter me auxiliado com todo seu conhecimento para a realização desta dissertação, todas de grande importância para a conclusão deste trabalho além de me receber na sua indústria familiar com tanto carinho e afeto.

Aos meus colegas de sala em especial a Luana de Carvalho que se tornou uma grande amiga e parceira de estudos em todas as disciplinas cursadas.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio, em especial as minhas irmãs e ao meu marido Vander Luis Susin que sempre me incentivou, apoiou e nunca me deixou desanimar e desistir, foi a base fundamental para a conclusão desse mestrado, obrigada por toda sua ajuda, carinho e compreensão em meus momentos de ausência.

As empresas FRICÉU Frigorífico Pepinão e BClarking Ingredients technology pelo fornecimento de matérias-primas e ingredientes necessários à pesquisa.

À CEANMED (Central Analítica do Campus Medianeira) e a FUNDETEC (Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio Técnico.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, e a UTFPR nossos agradecimentos.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana” (Carl Jung).

## RESUMO

O uso generalizado de aditivos químicos sintéticos pela indústria alimentícia tem sido associado a riscos à saúde dos consumidores. Neste contexto, a indústria cárnea vem buscando alternativas naturais para estender a vida útil dos produtos. O presente estudo objetivou avaliar a viabilidade da aplicação de ingredientes conservantes e estabilizantes naturais em produtos cárneos suínos resfriados temperados por via seca e úmida, a fim de estender a vida útil e manter as características de qualidade físico-química e sensorial similar aos produtos convencionais. Foram elaboradas oito formulações (F) de corte suíno magro (lombo) sendo 4 elaboradas por cura via seca (F1s, F2s, C1s, C2s) e 4 por via úmida com 15% de injeção de salmoura (F1u, F2u, C1u, C2u), utilizando-se além dos condimentos e sal, conservantes naturais, sendo: F1s e F1u, com 1,5% de ácidos orgânicos seus sais e peptídeos e; F2s com 1,5% de ácidos orgânicos seus sais e peptídeos, 0,30% de extrato de acerola, e 0,20% de extrato de beterraba, F2u, além dos citados para F2s 0,7% de extrato de levedura e extrato cítrico, comparadas aos controles (C1s, C1u) com conservantes sintéticos, e (C2s e C2u) sem conservantes. As formulações foram avaliadas quanto a composição centesimal, pH, cor instrumental  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $h^\circ$ , atividade de água ( $A_w$ ), e estabilidade oxidativa pela determinação do percentual de metamioglobina e índice de TBARS nos tempos 0, 15, 30 e 45 dias a 7 °C, e também quanto a estabilidade microbiológica durante 45 dias à 2 e 7 °C. Após elaboração, as amostras também foram avaliadas quanto a perda de peso após cozimento a 180 °C por 1 hora e aceitação sensorial por escala hedônica e intenção de compra por 120 avaliadores não treinados. Os dados obtidos foram avaliados por ANOVA e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). As formulações atenderam a legislação quanto a composição centesimal, com teor proteico acima de 20%, não ocorrendo diferença entre as amostras ( $p > 0,05$ ). O teor de umidade das amostras curadas via úmida (73-74%) foi superior a curada seco (70-72%) ( $p < 0,05$ ). Os teores de lipídios ficaram abaixo de 0,82% e minerais entre 2,1 e 3,2%. Considerando-se os parâmetros de pH (5,6 a 5,8) e  $A_w$  (0,97 a 0,98), os ingredientes naturais proporcionariam estabilidade próxima aos aditivos sintéticos. As formulações F2s e F2u se destacaram com valores superiores de  $C^*$  e  $h^\circ$  similar às amostras controles e com estabilidade no armazenamento. Todas as amostras apresentaram índice de TBARS  $< 1$  mg de malonaldeído  $\text{kg}^{-1}$  durante 45 dias, dentro do recomendado. Índices de formação de metamioglobina inferiores foram observados nas formulações F1s e F1u. Não foi possível constatar efeitos positivos dos ingredientes naturais contra micro-organismos a partir de 15 dias a 7 °C. Quando o produto foi armazenado a 2 °C, se manteve estável até 30 dias (cura úmida) e até 45 dias (cura seco) e armazenado. A mistura extrato de levedura e extrato cítrico propiciou maior rendimento com perda de cozimento inferior ( $p < 0,05$ ). Sensorialmente, os ingredientes naturais se revelaram alternativas promissoras, além dos efeitos positivos para conservação do produto no aumento da vida útil, mantiveram elevada a aceitação em todos os aspectos sensoriais avaliados, podendo tornar produtos suínos temperados naturais mais competitivos no mercado.

**Palavras-chave:** antioxidantes naturais; antimicrobianos naturais; cura natural; produtos cárneos.

## ABSTRACT

The widespread use of synthetic chemical additives by the food industry has been associated with health risks for consumers. In this context, the meat industry has been looking for natural alternatives to extend the useful life of products. The present study aimed to evaluate the feasibility of applying natural preservative and stabilizing ingredients to chilled pork meat products seasoned by dry and wet methods, in order to extend shelf life and maintain physical-chemical and sensorial quality characteristics similar to conventional products. Eight formulations (F) of lean pork cuts (loin) were prepared, 4 of which were prepared by dry curing (F1s, F2s, C1s, C2s) and 4 by wet curing with 15% brine injection (F1u, F2u, C1u, C2u), using, in addition to seasonings and salt, natural preservatives, namely: F1s and F1u, with 1.5% organic acids, their salts and peptides and; F2s with 1.5% organic acids, its salts and peptides, 0.30% acerola extract, and 0.20% beetroot extract, F2u, in addition to those mentioned for F2s 0.7% yeast extract and citrus, compared to controls (C1s, C1u) with synthetic preservatives, and (C2s and C2u) without preservatives. The formulations were evaluated for proximate composition, pH, instrumental color L\*, a\*, b\*, C\* and h°, water activity (Aw), and oxidative stability by determining the percentage of metmyoglobin and TBARS index at times 0, 15, 30 and 45 days at 7 °C, and also regarding microbiological stability for 45 days at 2 and 7 °C. After elaboration, the samples were also evaluated for weight loss after cooking at 180 °C for 1 hour and sensory acceptance using a hedonic scale and purchase intention by 120 untrained evaluators. The data obtained were evaluated by ANOVA and Tukey test ( $p < 0.05$ ). The formulations met the legislation regarding proximate composition, with protein content above 20%, with no difference between samples ( $p > 0.05$ ). The moisture content of wet-cured samples (73-74%) was higher than that of dry-cured samples (70-72%) ( $p < 0.05$ ). Lipid contents were below 0.82% and minerals between 2.1 and 3.2%. Considering the pH (5.6 to 5.8) and Aw (0.97 to 0.98) parameters, natural ingredients would provide stability close to synthetic additives. Formulations F2s and F2u stood out with higher C\* and h° values similar to control samples and with storage stability. All samples presented a TBARS index  $< 1$  mg of malonaldehyde kg<sup>-1</sup> for 45 days, within the recommended range. Lower metmyoglobin formation rates were observed in the F1s and F1u formulations. It was not possible to verify a positive effect of the natural ingredients against microorganisms after 15 days at 7 °C. When the product was stored at 2 °C, it remained stable for up to 30 days (wet curing) and up to 45 days (dry curing) and stored. The mixture of yeast extract and citrus extract provided greater yield with lower cooking loss ( $p < 0.05$ ). Sensorially, natural ingredients proved to be promising alternatives, in addition to the positive effects on product conservation and increased shelf life, they maintained high acceptance in all sensorial aspects evaluated, potentially making natural seasoned pork products more competitive on the market.

**Keywords:** natural antioxidants; natural antimicrobials; natural curing; meat products.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 - Comportamento do pH em lombo suíno temperado com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida (15% de injeção) e controles com e sem adição de aditivos sintéticos, durante 45 dias de armazenamento a 7 °C.</b>	<b>38</b>
<b>Figura 2 - Distribuição das notas dadas pelos avaliadores para a aceitação global das amostras de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 3 - Valores obtidos para a intenção de compra das amostras de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida e amostras controle com e sem adição de aditivos sintéticos .....</b>	<b>54</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações para lombo suíno temperados por via seca com conservantes naturais, sintéticos e sem conservantes .....	30
Tabela 2 - Formulações de lombo suíno temperados por via úmida (15% de injeção) com conservantes naturais, sintético e sem conservantes.....	30
Tabela 3 - Composição centesimal das formulações de lombo suíno elaboradas com conservantes naturais, sintéticos e sem conservantes .....	36
Tabela 4 – pH das formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida (15% de injeção) e controles com e sem adição de aditivos sintéticos, durante 45 dias de armazenamento a 7 °C.....	37
Tabela 5 – Atividade de água (Aw) das formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida (15% de injeção) e controle com adição de aditivos sintéticos durante vida útil .....	39
Tabela 6 - Análise de perda de peso após o cozimento (PPC) das formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida (com 15% de injeção) e controle com e sem adição de aditivos sintéticos durante vida útil.....	40
Tabela 7 - Análise colorimétrica das formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida (com 15% de injeção) e controle com e sem adição de aditivos sintéticos durante vida útil.....	42
Tabela 8 - Contagem de coliformes termotolerantes (NMP/g) e aeróbios mesófilos/g em amostras de lombo suíno com substituição de aditivos sintéticos por ingredientes naturais e amostras controles com aditivos sintéticos e sem aditivos armazenadas a 2 e 7 °C .....	46
Tabela 9 - Valores encontrados para oxidação lipídica nas formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida com 15% de injeção e controle com adição de aditivos sintéticos durante vida útil .....	48
Tabela 10 - Valores encontrados para formação de metamioglobina nas formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida com 15% de injeção e controle com adição de aditivos sintéticos durante vida útil.....	49
Tabela 11 - Aceitação sensorial de amostras de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida e amostras controle com e sem adição de aditivos sintéticos.....	51

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Carne Suína e derivados</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2</b>	<b>Produtos cárneos temperados</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3</b>	<b>Aditivos sintéticos</b> .....	<b>19</b>
<b>3.4</b>	<b>Antioxidantes Sintéticos</b> .....	<b>20</b>
<b>3.5</b>	<b>Nitritos e Nitratos</b> .....	<b>21</b>
<b>3.6</b>	<b>Fosfatos</b> .....	<b>22</b>
<b>3.7</b>	<b>Aditivos Naturais</b> .....	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1</b>	<b>Material</b> .....	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>Métodos</b> .....	<b>29</b>
4.2.1	Desenvolvimento do produto .....	29
4.2.2	Avaliação da composição centesimal das amostras .....	31
4.2.3	Análises físico-químicas e instrumentais .....	31
4.2.4	Avaliação da estabilidade oxidativa das amostras durante vida útil .....	32
4.2.5	Análise sensorial .....	33
4.2.6	Análise dos dados .....	34
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>5.1</b>	<b>Avaliação, química, físico-química e instrumental das formulações de lombo suíno temperado</b> .....	<b>35</b>
5.1.1	Composição Centesimal.....	35
5.1.2	Variação de pH durante vida útil.....	36
5.1.3	Atividade de água (Aw) durante vida útil .....	38
5.1.4	Perda de peso no cozimento (PPC) .....	40
5.1.5	Alterações na cor instrumental durante vida útil .....	41
<b>5.2</b>	<b>Qualidade e estabilidade microbiológica das amostras de lombo temperado durante vida útil</b> .....	<b>45</b>
<b>5.3</b>	<b>Estabilidade oxidativa das amostras de lombo suíno temperado durante vida útil</b> .....	<b>47</b>
5.3.1	Oxidação lipídica .....	47

5.3.2	Percentual de formação de Metamioglobina .....	49
5.4	<b>Avaliação Sensorial de lombo suíno temperado .....</b>	<b>50</b>
6	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE A – Ficha de análise sensorial.....</b>	<b>68</b>
	<b>APÊNDICE B – Questionário para levantamento de dados da equipe sensorial</b> <b>.....,.....</b>	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A carne suína é rica em proteínas, gorduras e oligoelementos exigidos pelo corpo humano (WU *et al.*, 2017), porém parece rapidamente sendo que sua deterioração é um processo que envolve mudanças físico-químicas e microbianas. A contaminação por micro-organismos e a deterioração por oxidação lipídica durante o processamento e armazenamento da carne suína tornam a vida útil do produto reduzida (DURAN; KAHVE, 2020). Neste sentido, a indústria vem utilizando conservantes químicos para estender a vida útil dos produtos cárneos. Contudo, nos últimos anos, muitos estudos levam ao questionamento do uso destes devido a relação do consumo e a causa de problemas de saúde, tais como o desenvolvimento de câncer, especialmente relacionados ao uso de nitratos e nitritos (KIM *et al.*, 2019), antioxidantes sintéticos (BOEIRA *et al.*, 2020) e fosfatos (PINTON, 2019).

Devido à preocupação do consumidor por comprar produtos mais naturais, e mais saudáveis, as agroindústrias estão buscando atender estas exigências e ampliar as opções de compra da proteína suína. Conseqüentemente, já se encontram uma variedade maior de cortes nas gôndolas dos supermercados, assim como opções temperadas, com cortes diferenciados, além de produtos industrializados já com ingredientes naturais ou que envolvam mudanças nos processos de produção (MARQUES, 2020).

Algumas indústrias cárneas têm apostado na oferta de produtos resfriados naturais apenas acrescidos de sal e condimentos, para atender a esta demanda dos consumidores. No entanto, há dificuldades em comercializar o produto pela curta vida útil dos mesmos se comparado aos produtos convencionais com amplo uso de conservantes sintéticos, além da diferença de custos de formulação, dada a possibilidade de incorporação de salmoura que estabilizantes como fosfatos proporcionam, tornando os produtos cárneos temperados naturais com valor comercial elevado. Assim, o uso de compostos naturais, que conforme Kamkar *et al.* (2021), podem estender a vida útil da carne suína fresca devido inibirem o crescimento microbiano e as reações bioquímicas, além de promover aumento na qualidade nutricional, é uma alternativa para melhorar a qualidade dos produtos cárneos elaborados de forma mais natural, e que está atraindo a atenção das indústrias e pesquisadores.

Os ácidos orgânicos, tais como, láurico, cítrico, láctico, acético, ascórbico e seus sais de ácidos graxos apresentam função de regular a acidez, controlar a atividade de água, possuindo atividade antimicrobiana nos produtos. Devido à ação dos ácidos graxos presentes em sua formulação, proporcionam aumento na vida útil, sendo amplamente estudados e utilizados em produtos cárneos com resultados positivos (ALMEIDA, 2011; FREIBERGER, 2016). Produtos obtidos de fermentação natural contendo ácidos orgânicos e seus sais e peptídeos derivados, já podem ser encontrados entre fornecedores de ingredientes para a indústria cárnea. A estes ingredientes é alegado estender a vida útil dos produtos de forma natural, com menos sódio na sua composição.

O extrato de levedura vem sendo estudado atualmente como uma opção favorável com capacidade de reduzir o desempenho do crescimento microbiano, além da sua capacidade antioxidante (YUAN *et al.*, 2017) e como substituto de fosfatos pelo aumento da capacidade de retenção de água (PEDREIRA, 2022). Ingredientes têm sido elaborados com combinação de extrato de levedura e extrato cítrico. O extrato de levedura pode ser considerado seguro e *clean label*, e possui benefícios importantes nas propriedades de sabor, devido a sua composição na mistura de proteínas e aminoácidos (até 60%), que conferem notas específicas e, em alguns casos, um intenso gosto umami. A presença de ácidos na sua composição aumenta a capacidade de solubilizar proteínas, favorecendo a capacidade de retenção de água (BIOSPRINGER, 2020, PEDREIRA, 2022).

Outra alternativa como ingrediente natural que tem demonstrado interesse e crescido nos últimos anos é a acerola, devido à presença de substâncias bioativas com efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e antimicrobianos (LI *et al.*, 2016).

Apesar dos benefícios na conservação proporcionada pelo uso desses compostos naturais, os conservantes químicos sintéticos conferem também uma cor característica aos produtos, cor que não é alcançada com a aplicação dos compostos naturais, e manter cores atraentes também é importante para a qualidade dos alimentos, pois afeta a aceitação do consumidor e por esse motivo, a aplicação de pigmentos naturais pode ser uma alternativa para melhorar o aspecto visual dos produtos. Entre os pigmentos, com características estéticas semelhantes às esperadas em produtos cárneos suínos, destaca-se a betalaína, pigmento nitrogenado muito solúvel em água, abundante na beterraba (RAHIMI, 2019). Já se encontra disponibilizado pela indústria de aditivos ingredientes baseados em extrato

de beterraba em pó concentrado, solúvel em água, que além da betalaína, são padronizados com no mínimo de 30.000 ppm de nitrito natural (WENDA INGREDIENTS, 2023), sendo uma cura alternativa para desenvolvimento de produtos mais naturais.

Apesar de já existirem várias alternativas de compostos naturais para a conservação dos produtos cárneos com aumento da vida útil, estudos abrangentes da combinação destes, a fim de remover o uso de aditivos químicos sintéticos, proporcionando produtos de carne suína com vida útil compatível com produtos convencionais sem alterações negativas nas características sensoriais, ainda são necessários. Portanto, torna-se interessante avaliar os efeitos de ingredientes alternativos aos sintéticos comerciais aplicados em produtos cárneos suínos temperados resfriados, a fim de aumentar a vida útil destes produtos, reduzindo a deterioração e conseqüentemente o desperdício ambiental e industrial, aumentando a competitividade comercial desta classe de produtos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Avaliar a viabilidade da aplicação de ingredientes de cura, conservantes, estabilizantes e antioxidantes naturais em produtos cárneos suínos resfriados temperados por via seca e úmida, a fim de estender a vida útil e manter as características de qualidade microbiológica, físico-química e sensorial similar aos produtos convencionais.

### 2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver cortes suínos resfriados temperados naturais por via seca e úmida a partir de cortes de baixo teor de gordura (lombo) utilizando ingredientes naturais (extrato de levedura, extrato cítrico, extrato de acerola, extrato de beterraba em pó e ácido orgânicos e seus sais e peptídeos derivados de fermentação natural), comparando com amostras controle (com conservantes sintéticos e sem conservantes).
- Analisar a composição química das amostras desenvolvidas pela determinação dos teores de umidade, proteína, lipídios e cinzas.
- Determinar as características físico-químicas de atividade de água, pH e cor das amostras desenvolvidas.
- Determinar a perda de peso na cocção das amostras.
- Verificar a estabilidade microbiológica das amostras desenvolvidas durante a vida útil pela determinação de *Salmonella sp.*/25 g; coliformes termotolerantes e aeróbios mesófilos/g. nas temperaturas de 2 e 7 °C.
- Verificar a estabilidade oxidativa das amostras durante a vida útil pela determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e formação de metamioglobina armazenadas a 7 °C.
- Verificar a aceitação sensorial das amostras desenvolvidas 7 dias após elaboração.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Carne Suína e derivados

O Brasil é o quarto maior produtor de carne suína, com uma produção equivalente a 4,701 milhões de toneladas, sendo 24,19% destinado à exportação e 75,81% designado ao mercado interno. A região Sul é responsável por 71,48% dessa produção nacional (ABPA, 2022). Além disso, a suinocultura tem papel de destaque no cenário mundial sendo a proteína animal mais consumida no mundo (FAPRI, 2021).

O hábito de consumir a carne suína está presente na maior parte da população brasileira, sendo geralmente consumida de uma a duas vezes na semana (BERTOL *et al.*, 2019). Além disso, ela possui ótima qualidade nutricional, por conter aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais, sendo esses necessários para uma alimentação equilibrada, a carne suína, possui uma importante fonte de vitaminas do complexo B, e vitamina E, além de possuir um nível adequado de ácidos graxos que são fontes de energia para organismo (BERTOL *et al.*, 2022).

As características que descrevem a qualidade da carne são divididas em dois fatores, intrínsecos e extrínsecos. As características intrínsecas são certamente as que fazem parte do produto, ou seja, incluem a segurança do alimento, sendo elas, cor, textura, capacidade de retenção de água, maciez, conteúdo de gordura, aroma, entre outros. As extrínsecas são a apresentação de informações do produto, tais como, a embalagem, local de compra, preço e a data de validade (SANTOS FILHO, 2019).

Porém, alguns fatores influenciam na tomada de decisão em relação a compra da carne, estes dependem das particularidades e costumes da região em que o consumidor vive, sociedade e cultura, além da preferência por produtos saborosos, seguros, saudáveis, com aparência atrativa, preço, e data de validade prolongada (ABUJAMRA, 2017).

O mercado brasileiro de carne suína tem se transformado nos últimos anos. O consumidor já encontra uma variedade maior de cortes nas gôndolas dos supermercados, assim como opções temperadas, gourmet ou que envolvam mudanças nos processos de produção, entre outros aspectos relacionados a criação dos animais. O movimento atende as atuais demandas de consumo, com as

agroindústrias investindo em tendências que possam fidelizar o consumidor e ampliar a opção de compra pela proteína suína (MARQUES, 2020).

### 3.2 Produtos cárneos temperados

Os derivados cárneos salgados e temperados apresentam ampla apreciação pelos consumidores e possuem um apelo cultural em muitas regiões. Contudo, o processo de salga, induz a desidratação e conseqüentemente conduz a características diferentes nestes produtos, dessa forma se faz necessário o estudo do comportamento da carne suína quanto as suas características tecnológicas e de conservação, já que ocorrem modificações físico-químicas e bioquímicas na carne durante o processo de salga (VIDAL, 2019).

Segundo o Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA), pela Portaria n° 210, de 10 de novembro de 1998, a definição de produtos cárneos temperados inclui o processo de agregar ao produto condimentos e ou especiarias autorizadas pelo Departamento de inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), sendo após submetido apenas ao resfriamento ou congelamento (BRASIL, 1998).

O processo de tempero ou marinação, é um método tecnológico tradicional, cuja penetração ou difusão de salmoura, comumente preparada com sal, água e especiarias, promove melhoria na textura, sabor e funcionalidade da proteína (FELLENBERG *et al.*, 2020). Além disso, proporciona retenção de água, aumento no rendimento, além do aumento da vida útil do produto (KARAM *et al.*, 2020; OSAILI *et al.*, 2021).

A adição de temperos na carne suína minimiza os processos oxidativos e sua ação microbiológica durante o processamento ou armazenamento, e conseqüentemente contribui na sua conservação (PATEIRO *et al.*, 2021).

Os principais métodos de salga podem ser categorizados em três formas, sendo a salga seca, úmida e mista, podendo incluir a adição de sais como o cloreto de sódio (majoritário na composição), nitrito de sódio e nitrato de sódio. A salga seca consiste na deposição do sal sobre a superfície do produto, mas também pode ser feita pela fricção deste ingrediente com a superfície do alimento, enquanto na salga úmida o produto cárneo é imerso e/ou injetado com uma solução salina (GÓMEZ-SALAZAR *et al.*, 2015; BAMPI, 2015).

Entretanto, com o intuito de aumentar a vida útil dos produtos cárneos, a indústria vem utilizando conservantes químicos, os quais podem representar riscos à saúde dos consumidores, demonstrando efeitos tóxicos associados ao uso destes compostos (LOIZZO *et al.*, 2015).

### **3.3 Aditivos sintéticos**

De acordo com a Portaria nº 540, 1997, da Secretaria de Vigilância Sanitária, os aditivos alimentares são definidos como “qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento” (BRASIL, 1997). É importante ressaltar, portanto, que a incorporação de aditivos em carnes e produtos cárneos pode impactar diretamente nas características físico-químicas e sensoriais, bem como na vida útil (PEREIRA, 2022).

Os aditivos classificados como conservantes, são substâncias, naturais ou sintéticas que são usadas nos alimentos com o objetivo de preservar suas características (antioxidantes), eliminar a carga microbológica (antimicrobianos) ou inibir crescimento microbológico (inibidores enzimáticos). Entretanto, estes devem ser utilizados sempre nos limites preconizados na legislação, podendo ser adicionados após um método físico de conservação (SOUZA *et al.*, 2019).

Entre as categorias de aditivos mais usados em produtos cárneos estão os conservantes e agentes antimicrobianos, fosfatos, acelerador de cura, antioxidantes, realçadores de sabor, corantes, aromatizantes e alguns amidos modificados e hidrolisados de amido, bem como alguns hidrocoloides que atuam como agentes de textura (LEMOS, 2020).

A indústria busca adicionar os aditivos sintéticos em produtos cárneos com a finalidade de estender a vida útil e principalmente evitar a descoloração, evitar as reações de oxidação que reduzem a qualidade de produtos cárneos como, a formação de compostos tóxicos, formação de odor de ranço, além de impedir que haja a redução das características nutricionais (FARIA *et al.*, 2020).

Entretanto, além dos riscos associados a utilização dos antioxidantes sintéticos, como os efeitos tóxicos e cancerígenos, somados a mudança no hábito

alimentar da população mundial, que passou a se preocupar com a saúde e evidentemente tem buscado consumir alimentos mais saudáveis, como consequência a pesquisa por ingredientes naturais que possam substituir aditivos químicos comumente utilizados em alimentos sendo assim tem sido estimulada. A indústria vem buscando desenvolver produtos com rótulos limpos, ou seja, rótulos com ingredientes reconhecidos pelos consumidores (KUMAR *et al.*, 2015).

### 3.4 Antioxidantes Sintéticos

Antioxidantes são substâncias capazes de retardar ou de inibir a oxidação dos alimentos (OSWELL; THIPPAREDDI; PEGG, 2018). O seu emprego em produtos cárneos visa minimizar os impactos às propriedades nutricionais e sensoriais causados pelas reações de oxidação, resultando no aumento da vida útil dos produtos (RATHER *et al.*, 2016).

Entre os antioxidantes mais utilizados, estão o eritorbato de sódio, ascorbato de sódio, hidroxianisol butilado (BHA), butilado hidroxitolueno (BHT), terc-butilhidroquinona (TBHQ) e galato de propila, além dos sais de nitrito e nitrato de sódio que entre outras funções também podem retardar reações de oxidação (ECHEGARAY *et al.*, 2018). Uma vez que os antioxidantes sintéticos são de menor custo e grande eficiência, além de serem amplamente utilizados na indústria alimentícia, o uso tem sido associado a efeitos nocivos ao organismo humano (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Diante disso, existem grandes preocupações em relação à segurança, pois estudos têm apontado a possibilidade de atividades tóxicas para saúde do consumidor, como efeitos mutagênicos e carcinogênicos (BOEIRA *et al.*, 2020; ECHEGARAY *et al.*, 2018).

Pesquisas estão sendo conduzidos para investigar o efeito antioxidante de compostos extraídos de fontes naturais, com o objetivo de encontrar substitutos naturais com atividade antioxidante, para diminuir a quantidade de aditivos sintéticos nos alimentos, além de avaliar sua ação na garantia da qualidade sensorial e nutricional em produtos cárneos, mostrando serem boas alternativas aos antioxidantes sintéticos devido aos altos níveis de compostos fenólicos presentes e outras substâncias antioxidantes (MAGALHÃES *et al.*, 2022).

Além dos antioxidantes mencionados, ressalta-se ainda a questão do uso de nitritos e nitratos de sódio, que são adicionadas aos produtos cárneos para retardar e impedir as ações enzimáticas e microbianas. Contudo, se consumidos em excesso

existe a preocupação com compostos como a N-nitrosodimetilamina e monometil nitrosamina, que são carcinogênicas (IAMARINO *et al.*, 2021).

### 3.5 Nitritos e Nitratos

Os avanços da ciência permitiram a descoberta do nitrato primeiro e depois do nitrito, como ingredientes na preservação de produtos cárneos curados (BEDALE *et al.*, 2016). Ambos são conservantes de alimentos típicos usados no processamento de carne, podendo inibir o crescimento de micro-organismos, retardar o aparecimento de rancidez, produzir sabor ou cheiro de carne curada e estabilizar a cor vermelha da carne (FERYSIUK; WOJCIAK, 2021).

A adição de nitrito e nitrato em produtos cárneos e embutidos está relacionado ao desenvolvimento de cor, sabor e textura, além da segurança microbiológica (HAMDI, 2018). Entre os principais efeitos do nitrito e nitrato estão a extensão da vida útil do produto cárneo devido à sua ação como conservante, sua contribuição para o desenvolvimento de produtos tipicamente curados nas características de cor e sabor único e à inibição da oxidação (CHRISTIEANS, 2018).

O nitrito tem sido tradicionalmente usado para a preservação de produtos cárneos devido à sua ação antimicrobiana eficaz contra *Clostridium botulinum* e, em menor grau, também contra outras bactérias (MAJOU; CHRISTIEANS, 2018). A concentração de nitrito varia de acordo com a finalidade desejada para o produto, 10-15 ppm são necessários para induzir a fixação do pigmento para estabilidade comercial, 20-50 ppm são necessários para retardar o ranço oxidativo, 50 ppm são necessários para garantir desenvolvimento de sabor adequado de produtos curado e 40-80 ppm são necessários para inibir a multiplicação de *Clostridium botulinum* (BEDALE; SINDELAR, 2016).

No Brasil, a RDC nº 272, de 14 de março de 2019, estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em produtos cárneos e em carnes, contudo os limites máximos de 0,015 g/100 g (150 ppm) e 0,03 g/100 g (300 ppm), respectivamente para nitrito e nitrato de sódio, denominados como conservantes (BRASIL, 2019).

Devido ao uso significativo nos últimos anos, grandes preocupações foram expressas em relação à exposição dos consumidores a alguns produtos nocivos que podem ser formados na carne e nos produtos cárneos durante e após o processo de cura (ALAHAKOON *et al.*, 2015). O consumo de nitritos pode ocasionar diversos

malefícios ao corpo humano, como por exemplo reagir com hemoglobina para produzir metahemoglobina no sangue (reduzindo a capacidade de transporte de oxigênio) (MARTÍNEZ-ZAMORA *et al.*, 2021). Além da associação ao desenvolvimento de doenças crônicas (CHANG; PAN, 2008; CLOUGH, 2014) e também poder reagir com amina para produzir nitrosamina, que certamente possui propriedades cancerígenas, e seu consumo pode aumentar o risco de câncer gastrointestinal (XAVIER *et al.*, 2015).

### 3.6 Fosfatos

Os fosfatos são componentes importantes da carne, eles fazem parte do processo de entrega de energia (como ATP e fosfocreatina), sendo integrante de algumas proteínas e paredes celulares. Os fosfatos são amplamente utilizados como aditivos em produtos cárneos e embutidos (LEE *et al.*, 2018). Os fosfatos atuam abrindo a estrutura da proteína da carne e aumentando o pH, de modo que haja mais espaço para a absorção da água nos produtos cárneos, levando ao aumento da capacidade de retenção de água (MORRIS *et al.*, 2019).

Nos produtos cárneos, os fosfatos também têm o papel de preservar contra a rancidez oxidativa, que por consequência afeta positivamente no aumento da estabilidade do produto. Dentre a utilização do fosfato em produtos cárneos, destacam-se quatro grandes funções que são: o controle do pH, agentes complexantes de íons metálicos, agentes de dispersão e estabilizador (SILVA; SANTANA, 2020).

A utilização dos fosfatos principalmente em marinados, resulta em melhora do produto, devido ao rendimento e a boa retenção de salmoura. Além disso, é possível contar com os fosfatos alcalinos que são eficazes para melhorar a retenção de água, e os fosfatos ácidos que podem diminuir o pH e causar um encolhimento ainda maior no produto final (SEBRANEK, 2009; CÂMARA *et al.*, 2020).

De acordo com Ministério da Saúde, Brasil (2019), o limite máximo de fosfatos presentes é de 0,5% do peso total do produto. Porém, essa alta ingestão de fosfato tem sido vinculada em prejuízos para a saúde, como hiperparatireoidismo secundário, redução da absorção do cálcio e a formação de sais insolúveis no intestino, além de causar danos ao metabolismo ósseo, e aumentar o risco de doenças cardiovasculares (PINTON, 2019; VIDAL, 2015).

### 3.7 Aditivos Naturais

Devido ao aumento das percepções do consumidor em reconhecer produtos cárneos mais saudáveis e por conseguinte o crescimento na busca de produtos mais naturais, a indústria alimentícia têm investido na oferta de produtos resfriados e temperados com ingredientes naturais, sal e condimentos, com o intuito de atrair a atenção dos consumidores, especialmente no setor cárneo, para produzir produtos mais saudáveis (BARONE *et al.*, 2021).

O desenvolvimento de produtos cárneos mais saudáveis é uma tarefa complexa que envolve também a preservação da qualidade do produto. Sendo necessários vários estudos para avaliar a implantação de ingredientes naturais que realmente influenciem na conservação, na qualidade da carne, e reduzam a deterioração oxidativa (MUNEKATA *et al.*, 2021).

Os ácidos orgânicos, tais como, láurico, cítrico, láctico, acético, ascórbico e seus sais de ácidos graxos, vem sendo amplamente estudados, e com obtenção de resultados positivos, pois apresentam função de regular a acidez, controlar a atividade de água, apresentando atividade antimicrobiana nos produtos, devido à ação dos ácidos graxos presentes em sua formulação, proporcionam aumento na vida útil (ALMEIDA, 2011; FREIBERGER, 2016). Produtos obtidos de fermentação natural contendo ácidos orgânicos e seus sais e peptídeos derivados podem ser encontrados entre fornecedores de ingredientes para a indústria cárnea. A estes ingredientes é alegado estender a útil dos produtos de forma natural, com menos sódio na sua composição do que o lactato de sódio, por exemplo.

A aplicação de substâncias antioxidantes é possível para que evitem perdas econômicas nas indústrias de processamento de carnes, estas ocorrem, devido os consumidores rejeitarem os produtos que estejam deteriorados (ESTÉVEZ *et al.*, 2021). Dessa forma, os antioxidantes naturais vêm para substituir os sintéticos e também funcionam sequestrando radicais livres ou reduzindo a formação de radicais iniciadores da oxidação, aumentando o tempo de estocagem da carne fresca e de seus subprodutos (AKCAN *et al.*, 2017).

Nos anos anteriores Tomovic (2017) realizou um estudo com 52 artigos frisando resultados positivos na utilização de ingredientes naturais e consequentemente a substituição dos sintéticos.

Outra alternativa como ingrediente natural que tem demonstrado interesse e crescido nos últimos anos é a acerola devido à presença de substâncias bioativas com efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, antimicrobianos (LI *et al.*, 2016). A produção dessa fruta aumentou nos últimos anos devido às suas qualidades físico-químicas, sensoriais e nutricionais, e ganhou importância nas indústrias alimentícias (MISKINIS; NASCIMENTO; COLUSSI, 2023). Além disso, a acerola possui alto teor de vitamina C (na faixa de 1.500 a 4.500 mg/100 g), que pode ser até 80 vezes maior em comparação com frutas cítricas, como laranja e limão (APARICIO *et al.*, 2020). A acerola também é uma excelente fonte de outros componentes como, os bioativos que são importantes, como antocianinas, carotenoides, flavonoides e compostos fenólicos (RIBEIRO *et al.*, 2020).

O extrato de levedura é outra opção que vem sendo estudada atualmente como uma escolha favorável em capacidade de reduzir o desempenho do crescimento microbiano, além da sua capacidade antioxidante (YUAN *et al.*, 2017). O ácido cítrico é um acidulante alimentar, usado frequentemente na marinação de carnes para melhorar a capacidade de retenção de água e maciez do músculo e como um quelante para controlar a atividade de metais pró-oxidantes (DECKER; MEI, 2001; DECKER; HERBERT, 2009), apresentando benefício duplo de aumentar a capacidade de retenção de água e a maciez, além de inibir a oxidação lipídica. No entanto, o ácido cítrico pode reduzir o pH a ponto de a carne apresentar sabores excessivamente ácidos que podem causar rejeição do consumidor (KE; DECKER; HERBERT, 2009). Levando em consideração estes princípios, ingredientes têm sido elaborados com combinação de extrato de levedura e extrato cítrico (limão, lima e laranja), sendo adaptados para aplicações em carne fresca e processada para melhorar a textura e melhorar o rendimento com a extração de proteína, além de melhorar o sabor naturalmente, ajudando a manter o pH ideal com baixo impacto sensorial (WENDA INGREDIENTS, 2023b).

Apesar dos benefícios do uso desses ingredientes naturais com capacidade de reduzir o desempenho do crescimento microbiano, além dos efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, os conservantes sintéticos conferem uma cor característica aos produtos cárneos (RAHIMI *et al.*, 2019). Por isso, a aplicação de pigmentos naturais pode ser uma alternativa para melhorar o aspecto visual dos produtos, portanto cores atraentes também são importantes para a qualidade dos alimentos, pois afeta a aceitação do consumidor e por esse motivo, a aplicação de pigmentos naturais pode

ser uma alternativa para melhorar o aspecto visual dos produtos (KIM *et al.*, 2019). Dentre os pigmentos, com características estéticas semelhantes às esperadas em produtos cárneos, destaca-se a betalaína, pigmento nitrogenado muito solúvel em água, abundante na beterraba. As betalaínas são consideradas importantes corantes naturais e estão entre os primeiros desenvolvidos para uso na indústria alimentícia, (RAHIMI *et al.*, 2019). Além disso, a beterraba possui os níveis mais altos de nitrito encontrados nos vegetais (MAJOU *et al.*, 2018), essa grande fonte de nitrito da beterraba se dá aos pigmentos betalaínicos, especialmente betacianinas vermelho-violeta, podendo ser uma alternativa para ser usada como corantes naturais (AHN *et al.*, 2019; BAHADORAN *et al.*, 2016). No Quadro 1 está sumarizado algumas pesquisas mais recentes dos últimos anos que alcançaram resultados promissores com os usos de ingredientes naturais com funções principalmente antioxidantes, em produtos cárneos.

**Quadro 1 – Estudos do uso ingredientes naturais em carne suína e derivados**

<b>Matéria prima</b>	<b>Conservante natural</b>	<b>Resultados</b>	<b>Autor</b>
Carne Suína (pescoço)	Óleo de linhaça e vitamina E	Foram utilizadas, 3% de óleo de linhaça e 100 mg/kg de vitamina E. A vitamina E foi responsável pela maior atividade antioxidante da carne tratada.	Horczyca <i>et al.</i> , (2020)
Carne Suína e toucinho suíno.	Resíduos de uva	Foram utilizados 3 g/100 g. Os resíduos de uva, provenientes de vinícola reduziram valores de TBARS, o que comprovou a preservação da carne.	Alarcón <i>et al.</i> , (2021)
Carne Suína Picada	Amora	Foram utilizados 20 g e 40 g/kg. O extrato a 20 g/kg desempenhou ótima atividade antioxidante.	Xu <i>et al.</i> , (2018)
Carne Suína	Abacate	Foram utilizados 30 g/kg. Os valores de TBARS nas amostras tratadas foram menores em relação a amostra controle, indicando eficácia antioxidante do abacate.	López <i>et al.</i> , (2016)

Hambúrguer Suíno	Açaí em pó	Foram utilizadas as concentrações em 250, 500 e 750 mg/kg. As concentrações reduziram a oxidação lipídica, principalmente a de 750mg/kg.	Bellucci <i>et al.</i> , (2021)
Hambúrguer suíno	Alho	Foram utilizadas as concentrações de 0,5%, 1% e 2%. A proteção lipídica foi mais proeminente na amostra de 2%, ou seja, onde a concentração de alho era maior.	Kim <i>et al.</i> , (2019)
Hambúrguer Suíno	<i>Clitoria ternatea</i> (pétala de flor de guisante azul)	Foram utilizadas as concentrações de 0,02% - 0,16%. As maiores concentrações reduziram o nível de TBARS, o que indicou a redução da oxidação.	Pasukamonset <i>et al.</i> , (2016)
Hambúrguer Suíno	Pitanga	Foram utilizadas 3 concentrações, sendo 250, 500 e 1000 mg/kg. O extrato de pitanga foi capaz de substituir o composto sintético BHT, a melhor concentração foi a de 250mg/kg, promovendo o aumento da vida útil de 18 dias.	Lorenzo <i>et al.</i> , (2018)
Hambúrguer Suíno	Mirtilo andino	Foram utilizadas concentrações entre 250 e 750 mg/kg, e as maiores concentrações contribuíram com maior atividade antioxidante.	Vargas <i>et al.</i> , (2021)
Hambúrguer Suíno	Madeira de carvalho	Foram utilizadas 0,05%, 0,5% e 1,0%. Os extratos naturais apresentaram atividade antioxidante superior ao sintético ascorbato de sódio.	Soriano <i>et al.</i> , (2018)
Mortadela tipo Bolonha	Farinha Goldenberry.	Foram realizados cinco tratamentos: sem antioxidante, com eritorbato de sódio e com três níveis de farinha. A farinha de Goldenberry teve efeito sobre pH, dureza e cor, além de reduzir a oxidação lipídica por 90 dias. Houve também aumento na atividade antioxidante e no teor de compostos fenólicos.	Biasi <i>et al.</i> , (2023)

Mortadela de Frango	Beterraba	Foram utilizadas 4% e 6%. O extrato natural apresentou atividade antioxidante e foi mais eficaz do que o BHT para prevenir a oxidação lipídica	Meireles <i>et al.</i> , (2020)
Frango Cozido	Folhas de sobreiro (cortiça)	Foi utilizada a concentração de 2%, as amostras tratadas reduziram o valor de TBARS, sendo mais eficaz que o BHT, com resultados positivos e capacidade antioxidante.	Lavado <i>et al.</i> , (2020)
Frango	Semente de manga	Foram utilizadas concentrações entre 200 a 1000 mg/kg, sendo que o extrato a 600 mg/kg foi suficiente para aumentar a capacidade antioxidante da carne.	Farias <i>et al.</i> , (2020)
Carne Moída	Pó de folhas de acácia branca	Foram utilizadas concentrações de 0,2, 0,4, 0,6 e 0,8%, e maiores concentrações do extrato natural, levaram a redução dos valores de TBARS.	Mashau <i>et al.</i> , (2021)
Carne Moída	Erva santa maria	Foi utilizado 0,1 g/kg. O extrato foi capaz de aumentar a estabilidade lipídica da carne durante o tratamento.	Delgado <i>et al.</i> , (2020)
Carne bovina	Kiwi	Foram utilizados 1,0 mg/ml. Os extratos naturais foram mais eficazes em relação a inibição da oxidação quanto ao sorbato de potássio.	Jiao <i>et al.</i> , (2019)
Carne bovina	Resíduos de antocianinas.	Foram utilizadas 3 concentrações, sendo 20, 40 e 60 g/kg, A oxidação lipídica foi menor em relação a maior concentração de antocianinas, ou seja, a maior concentração apresentou menor oxidação lipídica.	Prommachart <i>et al.</i> , (2021)
Hambúrguer bovino	Frutas vermelhas	Foi utilizada a concentração 60g /kg. A amora se destacou por apresentar a maior atividade antioxidante e o maior teor de compostos fenólicos	Babaoglu <i>et al.</i> , (2022)

Fonte: Autoria própria (2023)

Baseado nos problemas associados aos aditivos sintéticos e na tendência das pessoas em consumir produtos mais naturais, as agroindústrias estão focando seus esforços em produzir alimentos substituindo os aditivos químicos por compostos naturais que tenham a mesma função de preservação nos produtos durante sua vida útil, tornando a alimentação mais natural e também mais simples (VENÂNCIO; PANDOLFI, 2020).

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Material**

A matéria-prima cárnea, lombo suíno, foi fornecida pela Indústria de Embutidos Pepinão Ltda. – Marca Fricéu (Céu Azul, Paraná, Brasil). Os ingredientes naturais utilizados como conservantes foram ácidos orgânicos e seus sais e peptídeos derivados de fermentação natural (SAFE PLATE 621, Wenda Ingredients, São Paulo, Brasil), cura natural extrato de beterraba em pó (SAFE PLATE 300, Wenda Ingredients, São Paulo, Brasil) e antioxidante natural extrato de acerola em pó (SAFE PLATE 34, Wenda Ingredients, São Paulo, Brasil) e o estabilizante extrato de levedura e extrato cítrico (PHA 700, Wenda Ingredients, São Paulo, Brasil), fornecidos pela empresa BClarking Ingredients Technology (São Paulo, Brasil). Os demais ingredientes para desenvolvimento do produto foram fornecidos pela Conditec Indústria de Aditivos (Medianeira, Paraná, Brasil) ou adquiridos em comércio local. Os reagentes empregados foram de grau analítico.

### **4.2 Métodos**

#### **4.2.1 Desenvolvimento do produto**

Foram desenvolvidas oito formulações de lombos suínos resfriados temperados por via seca (Tabela 1) e úmida (Tabela 2) (formulações baseadas em pré-testes), utilizando-se ingredientes naturais como conservantes (extrato de acerola em pó, extrato de beterraba em pó e ácidos orgânicos e seus sais e peptídeos derivados de fermentação natural) e no caso das amostras via úmida, utilizando como estabilizante uma mistura de extrato de levedura e extrato cítrico. As amostras foram comparadas com amostras controle desenvolvidas com conservantes sintéticos e sem conservantes.

**Tabela 1 - Formulações para lombo suíno temperados por via seca com conservantes naturais, sintéticos e sem conservantes**

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>F1s</b>	<b>F2s</b>	<b>C1s</b>	<b>C2s</b>
Lombo suíno	96,3	95,8	97,3	97,8
Sal	1,60	1,60	1,60	1,60
Tempero verde (Salsa, alecrim, orégano)	0,10	0,10	0,10	0,10
Alho desidratado	0,30	0,30	0,30	0,30
Pimenta branca	0,02	0,02	0,02	0,02
Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos	1,50	1,50	0,00	0,00
Extrato de acerola	0,00	0,20	0,00	0,00
Extrato de beterraba em pó	0,00	0,30	0,00	0,00
Sal de cura	0,00	0,00	0,25	0,00
Eritorbato de sódio	0,00	0,00	0,25	0,00

**Fonte: Autoria própria (2023)**

**Tabela 2 - Formulações de lombo suíno temperados por via úmida (15% de injeção) com conservantes naturais, sintético e sem conservantes**

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>F1u</b>	<b>F2u</b>	<b>C1u</b>	<b>C2u</b>
Lombo suíno	85,0	85,0	85,0	85,0
Água	12,3	10,3	11,1	12,1
Sal	1,60	1,60	1,60	1,60
Tempero verde (salsa, alecrim, orégano)	0,3	0,3	0,3	0,3
Alho desidratado	0,30	0,30	0,30	0,30
Pimenta branca	0,02	0,02	0,02	0,02
Extrato de levedura e extrato cítrico	0,70	0,70	0,00	0,00
Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos	0,00	1,50	0,00	0,00
Extrato de acerola	0,00	0,20	0,00	0,00
Extrato de beterraba em pó	0,00	0,30	0,00	0,00
Sal de cura	0,00	0,00	0,25	0,00
Eritorbato de sódio	0,00	0,00	0,25	0,00
Polifosfatos	0,00	0,00	0,50	0,00

**Fonte: Autoria própria (2023)**

As formulações foram elaboradas no Laboratório de Industrialização de Carnes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira, seguindo as boas práticas de fabricação. Peças inteiras de lombo desossados e resfriados provenientes do mesmo lote de produção, foram separadas por formulação e processados separadamente. Para o processo de cura seca, foi efetuado um mix dos ingredientes (Tabela 1) e após misturados aos cortes manualmente friccionando o mix

nas peças. No processo úmido, foram elaboradas salmouras (conforme Tabela 2) e injetadas nas peças com o auxílio de uma seringa na proporção de 15% do produto final. Após, as formulações foram tambleadas por 30 min (Tambler Dorit, VV-20, Bélgica). Posteriormente, as 8 formulações foram embaladas à vácuo e armazenados sob refrigeração em câmara BOD à 7 °C para avaliações físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Além dessa temperatura, amostras também foram armazenadas em temperatura de 2 °C para avaliar a estabilidade microbiológica durante vida útil.

#### 4.2.2 Avaliação da composição centesimal das amostras

Após elaboração (tempo inicial, sendo 6 horas após a preparação), os produtos foram avaliados em triplicata, as análises realizadas de acordo com os métodos preconizados pelo manual do Instituto Adolfo Lutz (2008). A análise de lipídios totais foi feita pelo método de extração direta em Soxhlet (método 032/IV), o teor de umidade por secagem em estufa 105 °C até peso constante (método 012/IV), proteínas foram determinadas pelo método de Kjeldahl (método 037/IV) e análise de cinzas por resíduo de incineração (método 018/IV).

#### 4.2.3 Análises físico-químicas e instrumentais

Após elaboração, as amostras foram avaliadas quanto perda de peso no cozimento (PPC). Amostras de tamanho padronizados 400 g (em triplicata) foram assadas em forno industrial a temperatura de 180 °C até temperatura interna de 74 °C, e a perda de peso percentual ocorrida no processo foi calculada pela diferença do peso das amostras antes e após cocção (FRANCISCO, 2013).

As propriedades físico-químicas de cor, pH e atividade de água ( $A_w$ ) foram determinadas nas amostras cruas após elaboração (tempo 0) e durante a vida útil nos tempos 15, 30 e 45 dias. A medida instrumental de cor foi obtida por colorímetro (Konica Minolta, CR 400, Osaka, Japão) com iluminante D65 e ângulo de visão de 10°. Os dados foram expressos conforme o sistema CIELAB, sendo avaliado os valores de  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (componente vermelho-verde),  $b^*$  (componente amarelo-azul),  $C^*$  definida como sendo a saturação, e  $h^\circ$ , que representa a tonalidade

(PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013). A determinação do pH foi realizada por pHmetro de contato (HI 99163, Hanna Instruments Brasil, Barueri, SP, Brasil), inserindo-se o eletrodo no interior das peças de lombo até a estabilização da leitura. E a  $A_w$  foi determinada em um medidor de atividade de água (4TE, Aqualab®, São Paulo, Brasil), à temperatura de 25 °C. As análises foram efetuadas em triplicata.

A qualidade microbiológica das amostras foi avaliada logo após o processamento (tempo 0) e durante vida útil (tempos 15, 22, 30, 37 e 45 dias, ou enquanto não houvesse deterioração) armazenada em temperaturas de 2 °C e 7 °C. As amostras foram avaliadas em triplicata, quanto a presença de *Salmonella* spp. 25 g, e aeróbios mesófilos/g, conforme exigido pela Instrução Normativa n° 161 (BRASIL, 2022) e para carne suína temperada resfriada embalada à vácuo, e coliformes termotolerantes. Os procedimentos adotados foram de acordo com o Manual Analítico Bacteriológico (ANDREWS *et al.*, 1998).

#### 4.2.4 Avaliação da estabilidade oxidativa das amostras durante vida útil

A estabilidade oxidativa das amostras foi avaliada em triplicata pelas análises de índice de TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substances*) e percentual de formação de metamioglobina, durante a vida útil (tempos 0, 15, 30 e 45 dias) sob armazenamento a 7 °C.

O índice de TBARS foi efetuado segundo a metodologia descrita por Tarladgis *et al.* (1964) e modificado por Crackel *et al.* (1988). As avaliações foram feitas em triplicata. Após destilação com ácido tiobarbitúrico 0,02 mol L<sup>-1</sup> as amostras foram aquecidas em banho-maria a 85 °C por 35 min, seguido do resfriamento e leitura no espectrofotômetro UV-Vis (Lambda XLS, PerkinElmer, Beaconsfield, Reino Unido) à 530 nm. A curva de calibração foi realizada usando-se solução de 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP) na concentração de 0,004 a 0,4 mol L<sup>-1</sup> ( $R^2 = 0,9994$ ).

O percentual de formação de metamioglobina foi estimado conforme Krzywicki (1982) com adaptações. As amostras (10 g) foram solubilizadas em 50 mL de tampão fosfato (40 mMol L<sup>-1</sup>) a pH 6,8. A mistura foi homogeneizada com o auxílio de um Ultra Turrax (IKA, T 18, Stauffen, Germany) a 6500 RPM por 30 min em banho ultratermostático (7lab, SSD-10L, Rio de Janeiro, Brasil) a 4 °C. Posteriormente, o homogenato foi centrifugado em centrífuga refrigerada (Cientec, CT 5000R, Belo Horizonte, Brasil) a 5000 g por 30 min a 4 °C. O sobrenadante foi filtrado com papel

filtro Whatman n. 1 e a absorbância lida em espectrofotômetro UV-Vis (Lambda XLS, PerkinElmer, Beaconsfield, Reino Unido) a 525, 572 e 700 nm. As estimativas do percentual de metamioglobina das amostras foram obtidas conforme a Equação 1, onde A é a absorbância encontrada no comprimento de onda correspondente ao número ao seu lado.

$$\% \text{Metamioglobina} = \left( 1,395 - \frac{A_{572} - A_{700}}{A_{525} - A_{700}} \right) 100 \quad (1)$$

#### 4.2.5 Análise sensorial

Análise sensorial das amostras foi realizada após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UTFPR – Campus Medianeira (CAAE n° 67194923.0.0000.0165) e realização de análises microbiológicas que atestaram a segurança dos produtos. A análise sensorial das amostras foi avaliada em duas sessões para evitar a fadiga sensorial, onde todos os avaliadores participaram das duas sessões e provaram todas as amostras (delineamento em blocos completos), sendo utilizado a ficha de avaliação (Apêndice A), o teste de escala hedônica utilizando-se uma escala de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo) para análise da aceitação global e dos atributos, cor, aparência, aroma, sabor e textura, e teste escala de atitude para avaliar a intenção de compra utilizando-se uma escala de 5 pontos (1= certamente não compraria e 5= certamente compraria), seguindo-se a metodologia descrita por Dutcosky (2019).

Participaram da análise 120 avaliadores não treinados, entre eles alunos, professores e colaboradores, selecionados com base no interesse e disponibilidade em participar da análise no dia e horário estabelecido. Antes da avaliação, os participantes foram informados sobre a amostra que iriam provar e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Após responderam a um questionário (Apêndice B) auto-administrado sobre dados sociodemográficos e hábitos de consumo referente a produtos cárneos para caracterização da equipe.

Os testes sensoriais foram conduzidos em cabines individuais com lâmpadas fluorescentes da cor branca, após 7 dias do processamento das amostras. As amostras foram assadas em forno até temperatura interna de 74 °C antes de serem servidas, seguindo-se as boas práticas de fabricação, cortadas em fatias padronizadas de aproximadamente 30 g e servidas aos avaliadores, quatro amostras

por sessão, monadicamente de forma aleatória e balanceada, em pratos de fundo branco descartáveis de 15 cm de diâmetro, codificadas com três dígitos aleatórios. Juntamente com cada amostra foi fornecido um copo com água a temperatura ambiente para o avaliador efetuar a limpeza do palato e a ficha de avaliação.

#### 4.2.6 Análise dos dados

Os dados obtidos foram avaliados utilizando análise de variância (ANOVA) (*one way* para dados das análises físico-químicas e instrumentais e *two way* para análise sensorial) e o teste de comparação de médias de Tukey, a um nível de significância de 5%. Os resultados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão da média (DPM). As análises estatísticas foram desenvolvidas com o suporte do software Statistica 8.0 (Statsoft Inc.)

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Avaliação, química, físico-química e instrumental das formulações de lombo suíno temperado

#### 5.1.1 Composição Centesimal

As amostras de lombo suíno temperado foram caracterizadas quanto ao teor de proteína, lipídios, umidade e cinzas, cujos resultados estão apresentados na Tabela 3. Para proteína, os teores médios variaram entre 20,48% e 21,39%, sendo que não houve diferença significativa entre formulações com ingredientes naturais adicionados por via seca e úmida em relação as formulações controle ( $p > 0,05$ ). Os resultados obtidos para as amostras corroboram com as afirmações de Bertol *et al.* (2019) onde os principais cortes desprovidos de gordura, no caso o lombo, a proteína deve estar acima de 18%, e com a legislação, a qual prevê que o teor de proteína deve estar acima de 16% (BRASIL, 2000).

Para o teor de lipídios, houve variações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos. As formulação adicionadas de salmoura, apresentaram menor teor de lipídios, o que era esperado devido ao aumento de umidade (Tabela 3), mas pode-se observar que não houve um padrão o que pode ser justificado também pelas variações que podem estar relacionadas ao toailete do corte, ou a variação de um animal para outro (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010), contudo, todas as amostras de lombo apresentaram teor abaixo de 0,8%, em acordo com a recomendação do banco de dados nacional de nutrientes para referência padrão (*National Nutrient Database for Standard Reference*) em que define que o teor de lipídios de lombo suíno deve estar abaixo de 3% (USDA, 2012), considerando que o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para o produto lombo, na forma temperada, não prevê limites para o teor de gordura no produto (BRASIL, 2000).

Na Tabela 3 também são apresentados valores encontrados na análise de umidade, cujo teores das amostras curadas por via seca variaram de 70,6% a 71,9%, diferindo das amostras curadas por via úmida. Devido a injeção de água, houve no geral um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) da umidade. Entretanto, todas as formulações apresentaram teor de umidade abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 2000), a qual prevê umidade máxima para o produto lombo temperado de 75%.

Em relações ao teor de cinzas, os resultados variaram de 2,13 a 3,24%, sendo as amostras das formulações controle sem aditivos (C2s e C2u), seguidas das formulações adicionadas apenas dos conservantes naturais, ácidos orgânicos e seus sais (F1s e F1u), as que apresentaram menor teor de minerais ( $p < 0,05$ ), o que pode ser devido à ausência dos demais aditivos e ingredientes, que contém minerais em sua composição.

**Tabela 3 - Composição centesimal das formulações de lombo suíno elaboradas com conservantes naturais, sintéticos e sem conservantes**

Amostras	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)
F1s	20,70 <sup>a</sup> ± 0,53	0,74 <sup>b</sup> ± 0,01	70,64 <sup>c</sup> ± 0,29	2,43 <sup>bcd</sup> ± 0,05
F2s	21,39 <sup>a</sup> ± 0,12	0,25 <sup>d</sup> ± 0,02	71,95 <sup>bc</sup> ± 0,31	2,63 <sup>bc</sup> ± 0,03
C1s	20,21 <sup>a</sup> ± 0,76	0,36 <sup>c</sup> ± 0,01	70,01 <sup>c</sup> ± 0,72	2,75 <sup>b</sup> ± 0,03
C2s	20,76 <sup>a</sup> ± 1,22	0,82 <sup>a</sup> ± 0,01	70,84 <sup>c</sup> ± 0,65	2,13 <sup>d</sup> ± 0,02
F1u	20,48 <sup>a</sup> ± 0,41	0,29 <sup>d</sup> ± 0,15	73,41 <sup>a</sup> ± 0,40	2,37 <sup>cd</sup> ± 0,05
F2u	20,53 <sup>a</sup> ± 0,68	0,12 <sup>e</sup> ± 0,02	73,08 <sup>ab</sup> ± 0,66	3,24 <sup>a</sup> ± 0,05
C1u	20,30 <sup>a</sup> ± 0,63	0,28 <sup>d</sup> ± 0,04	74,04 <sup>a</sup> ± 0,36	2,76 <sup>b</sup> ± 0,05
C2u	20,42 <sup>a</sup> ± 0,17	0,29 <sup>d</sup> ± 0,02	73,81 <sup>a</sup> ± 0,18	2,21 <sup>d</sup> ± 0,32

**F1s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2s: Cura seca com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba em pó; C1s: Cura seca com aditivos sintéticos – sais de cura e eritorbato de sódio C2s: Cura seca sem aditivos sintéticos ou naturais; F1u: com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2u: Cura úmida com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,7% Extrato de levedura, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba; C1u: Cura úmida com aditivos sintéticos - polifosfatos, sais cura e eritorbato de sódio; C2u: Cura úmida sem aditivos sintéticos ou naturais. \*Resultado expresso pela média ± desvio padrão (n=3); Médias seguidas de letras minúsculas iguais sobrescritas indicam que não há diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

### 5.1.2 Variação de pH durante vida útil

Na Tabela 4 estão apresentados os valores de pH das oito formulações de lombo suíno temperado, bem como a variação do pH nos intervalos de tempo testados durante a vida útil de 45 dias. As variações de pH das formulações com ingredientes naturais oscilaram na faixa de 5,6 a 5,8 para as quatro formulações com ingredientes naturais durante 30 dias de armazenamento, valores que estão adequados a carne suína fresca. Segundo Bertol e Figueiredo (2022) os padrões desejáveis para vários atributos relativos à qualidade tecnológica da carne suína incluem pH até 30 dias para as formulações com ingredientes naturais entre 5,6 e 5,8.

**Tabela 4 – pH das formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida (15% de injeção) e controles com e sem adição de aditivos sintéticos, durante 45 dias de armazenamento a 7 °C**

Amostras	pH (T=0)	pH (T=15)	pH (T=30)	pH (T=45)
F1s	5,70 <sup>bcA</sup> ± 0,07	5,63 <sup>fAB</sup> ± 0,02	5,69 <sup>cdA</sup> ± 0,03	5,53 <sup>acB</sup> ± 0,02
F2s	5,60 <sup>cdB</sup> ± 0,01	5,60 <sup>efB</sup> ± 0,02	5,76 <sup>bcA</sup> ± 0,01	5,50 <sup>eC</sup> ± 0,02
C1s	5,67 <sup>bcdA</sup> ± 0,01	5,75 <sup>cdA</sup> ± 0,02	5,65 <sup>dA</sup> ± 0,02	5,28 <sup>dB</sup> ± 0,09
C2s	5,55 <sup>dB</sup> ± 0,02	6,17 <sup>aA</sup> ± 0,07	5,55 <sup>eB</sup> ± 0,01	5,45 <sup>cdB</sup> ± 0,02
F1u	5,86 <sup>aA</sup> ± 0,09	5,86 <sup>bcA</sup> ± 0,07	5,65 <sup>dB</sup> ± 0,01	5,62 <sup>abB</sup> ± 0,01
F2u	5,85 <sup>aA</sup> ± 0,02	5,88 <sup>bA</sup> ± 0,03	5,85 <sup>aA</sup> ± 0,04	5,49 <sup>cb</sup> ± 1,05
C1u	5,77 <sup>abA</sup> ± 0,07	5,72 <sup>dfA</sup> ± 0,03	5,82 <sup>abA</sup> ± 0,04	5,74 <sup>aA</sup> ± 0,02
C2u	5,62 <sup>bcA</sup> ± 0,01	5,49 <sup>eB</sup> ± 0,01	5,53 <sup>eB</sup> ± 0,01	5,35 <sup>deC</sup> ± 0,04

**F1s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2s: Cura seca com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba em pó; C1s: Cura seca com aditivos sintéticos – sais de cura e eritorbato de sódio C2s: Cura seca sem aditivos sintéticos ou naturais; F1u: com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2u: Cura úmida com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,7% Extrato de levedura, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba; C1u: Cura úmida com aditivos sintéticos - polifosfatos, sais cura e eritorbato de sódio; C2u: Cura úmida sem aditivos sintéticos ou naturais. \*Resultado expresso pela média ± desvio padrão (n=3); Médias com letras minúsculas iguais sobrescritas indicam que não há diferença significativa entre as formulações (linhas) e maiúsculas entre os tempos de armazenamento (colunas) pelo teste de Tukey (p > 0,05).**

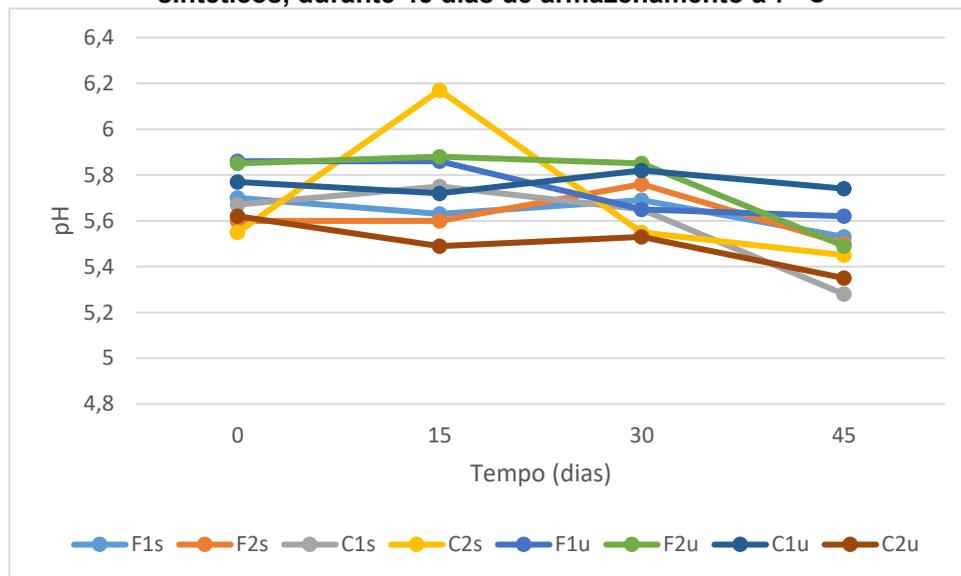
**Fonte: A autoria própria (2023)**

Quando avaliado o comportamento do pH das amostras durante o tempo de armazenamento a 7 °C (Tabela 4, Figura 1), pode-se observar alterações mais relevantes entre o 30º e 45º dia de armazenamento. Alterações no pH durante a vida útil de produtos cárneos, podem ocorrer em função do tipo de micro-organismo que se desenvolve. Assim, o crescimento de bactérias lácticas segundo Beck *et al.* (2021) podem ocasionar um processo fermentativo, ocasionado a redução do pH. No entanto, segundo Verma e Sahoo (2000) o crescimento de micro-organismos gram negativos, como *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas*, alguns tipos de bolores e leveduras podem ocasionar elevação do pH devido degradarem proteínas, e ocasionarem formação de amônia. Ressalta-se que, apesar deste comportamento e inclusive dos efeitos significativos (Tabela 4), quando observado a faixa de variação de pH de todas as amostras nos tempos avaliados encontram-se dentro da normalidade para um produto de carne suína fresca.

Nas amostras F2s, e F2u essa redução no pH pode ser explicado pela atividade da acerola onde a acidificação dos tratamentos se deve ao teor de vitamina C presente na fruta. Segundo Simão (1971) as variedades de acerola são ácidas e apresentam teores altos de vitamina C, esses resultados também coincidem com o

encontrado por Pedreira (2022), que utilizou acerola como alternativa de substituição de aditivos sintéticos em hambúrgueres bovinos.

**Figura 1 - Comportamento do pH em lombo suíno temperado com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida (15% de injeção) e controles com e sem adição de aditivos sintéticos, durante 45 dias de armazenamento a 7 °C**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

### 5.1.3 Atividade de água ( $A_w$ ) durante vida útil

A atividade de água indica a água contida em um alimento que está disponível para reações químicas, bioquímicas e microbiológicas. A  $A_w$  constitui um meio que possibilita a reprodução, transferência e contaminação microbiológica, portanto está diretamente relacionada com a perecibilidade de um alimento do que o teor de umidade do mesmo (FRANCO; LANDGRAF, 2008; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Dessa forma, é um importante parâmetro a ser controlado em produtos cárneos, visto que altos valores promovem o desenvolvimento microbiológico nos produtos. Na Tabela 5 estão apresentados os valores de  $A_w$  para as oito formulações do lombo suíno temperado durante a vida útil de 45 dias.

**Tabela 5 – Atividade de água (Aw) das formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida (15% de injeção) e controle com adição de aditivos sintéticos durante vida útil**

Amostras	Aw (T=0)	Aw (T=15)	Aw (T=30)	Aw (T=45)
F1s	0,9782 <sup>aA</sup> ± 0,001	0,9732 <sup>abA</sup> ± 0,002	0,9775 <sup>aA</sup> ± 0,002	0,9731 <sup>bA</sup> ± 0,000
F2s	0,9781 <sup>aA</sup> ± 0,001	0,9712 <sup>bC</sup> ± 0,000	0,9737 <sup>abBC</sup> ± 0,001	0,9756 <sup>bAB</sup> ± 0,001
C1s	0,9765 <sup>abA</sup> ± 0,000	0,9705 <sup>bB</sup> ± 0,002	0,9786 <sup>aA</sup> ± 0,000	0,9751 <sup>bA</sup> ± 0,001
C2s	0,9729 <sup>bB</sup> ± 0,002	0,9732 <sup>abB</sup> ± 0,000	0,9746 <sup>abB</sup> ± 0,004	0,9816 <sup>aA</sup> ± 0,001
F1u	0,9771 <sup>abA</sup> ± 0,001	0,9772 <sup>aA</sup> ± 0,002	0,9784 <sup>aA</sup> ± 0,000	0,9749 <sup>bA</sup> ± 0,002
F2u	0,9727 <sup>bA</sup> ± 0,002	0,9737 <sup>abA</sup> ± 0,002	0,9716 <sup>bA</sup> ± 0,001	0,9737 <sup>bA</sup> ± 0,001
C1u	0,9794 <sup>aA</sup> ± 0,000	0,9755 <sup>abB</sup> ± 0,001	0,9761 <sup>abAB</sup> ± 0,001	0,9721 <sup>bC</sup> ± 0,001
C2u	0,9765 <sup>abAB</sup> ± 0,003	0,9726 <sup>abAB</sup> ± 0,002	0,9764 <sup>abB</sup> ± 0,001	0,9812 <sup>aA</sup> ± 0,001

**F1s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba em pó; C1s: Cura seca com aditivos sintéticos – sais de cura e eritorbato de sódio C2s: Cura seca sem aditivos sintéticos ou naturais; F1u: com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2u: Cura úmida com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,7% Extrato de levedura, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba; C1u: Cura úmida com aditivos sintéticos - polifosfatos, sais cura e eritorbato de sódio; C2u: Cura úmida sem aditivos sintéticos ou naturais. \*Resultado expresso pela média ± desvio padrão (n=3); Médias seguidas de letras iguais indicam que não há diferença significativa pelo teste de Tukey (p>0,05); minúsculas, entre formulações (linhas); maiúsculas, entre os tempos de armazenamento (colunas).**

**Fonte: A autoria própria (2023)**

As amostras de lombo suíno temperado curadas a seco apresentaram Aw variando entre 0,9705 e 0,9816, e as curadas a úmido, entre 0,9716 e 0,9812 (Tabela 5), apresentando, portanto, similaridade em relação a Aw da carne suína *in natura*, a qual se encontra na faixa de 0,97 e 0,98, dependendo do corte (SABADINI et al., 2001; TERRA; CHICHOSKI; FREITAS, 2008). Até 30 dias de armazenamento observaram-se diferenças estatísticas (p < 0,05) entre os tempos e entre as formulações, mas sem um padrão relevante. Contudo, no tempo de 45 dias, as formulações controles sem conservantes nos dois tipos de cura (C2s e C2u), apresentaram Aw superiores às amostras com ingredientes naturais e aditivos sintéticos. Esta alteração pode ser justificada pelo fato destas amostras terem exsudado salmoura ou água endógena do músculo durante o armazenamento, e esta água, na forma livre, tenha contribuído para o aumento da Aw, uma vez que segundo Damodaran, Parkin e Fennema (2010) a Aw indica a intensidade com a qual a água associa-se aos constituintes não aquosos. Portanto, considerando-se este parâmetro, os ingredientes naturais proporcionariam uma estabilidade próxima à obtida com aditivos sintéticos.

#### 5.1.4 Perda de peso no cozimento (PPC)

Considerando-se os tipos de cura, os resultados de PPC indicaram maior perda nas amostras de lombo suíno curados a seco quando comparado as amostras processadas via cura úmida ( $p < 0,05$ ). Nestas amostras as perdas de peso variaram de 30,11 a 34,19%. As formulações com ingredientes naturais injetadas com 15% de salmoura, obtiveram perdas de peso similar à amostra controle C1u (cuja formulação possuía polifosfatos), demonstrando o efeito dos ingredientes naturais utilizados, já que na amostra controle negativo, sem conservantes (C2u), a PPC foi superior ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 6 - Análise de perda de peso após o cozimento (PPC) das formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida (com 15% de injeção) e controle com e sem adição de aditivos sintéticos durante vida útil**

Amostras	PPC (%)
F1s	34,19 <sup>ab</sup> ± 2,62
F2s	30,11 <sup>bc</sup> ± 1,55
C1s	33,64 <sup>ab</sup> ± 1,80
C2s	33,60 <sup>ab</sup> ± 1,44
F1u	26,69 <sup>c</sup> ± 0,71
F2u	25,62 <sup>c</sup> ± 1,13
C1u	26,01 <sup>c</sup> ± 1,43
C2u	34,52 <sup>a</sup> ± 0,23

**F1s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba em pó; C1s: Cura seca com aditivos sintéticos – sais de cura e eritorbato de sódio C2s: Cura seca sem aditivos sintéticos ou naturais; F1u: com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2u: Cura úmida com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,7% Extrato de levedura, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba; C1u: Cura úmida com aditivos sintéticos - polifosfatos, sais cura e eritorbato de sódio; C2u: Cura úmida sem aditivos sintéticos ou naturais. \*Resultado expresso pela média ± desvio padrão (n=3); Médias com letras minúsculas iguais sobrescritas indicam que não há diferença significativa entre as formulações pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Desta forma, os resultados demonstram que os substitutos naturais para fosfatos sintéticos apresentaram performance satisfatória no que diz respeito à absorção de salmoura. Conforme Biospringer (2020) os extratos de levedura proporcionam uma boa capacidade de retenção de água pela carne e, de acordo com Wenda Ingredients (2023b), a mistura com extrato cítrico também favorece uma melhor retenção de água, o que justifica os resultados encontrados neste trabalho.

Portanto, nota-se a importância deste ingrediente natural na elaboração de produtos marinados suínos, visto que, propicia a inserção de salmoura com um melhor rendimento do produto final quando comparado a cura a seco, acrescido de menores perdas de peso nos processos posteriores como por exemplo no cozimento, podendo vir a ser um substituto eficiente aos polifosfatos, os quais têm sido associados a malefícios à saúde dos consumidores (PINTON, 2019; VIDAL, 2015).

#### 5.1.5 Alterações na cor instrumental durante vida útil

A cor de produtos cárneos é um grande atrativo para o consumidor e está diretamente relacionada ao seu estado de conservação (FONTI-I-FURNOLS; GUERRERO, 2014). Na Tabela 7 estão apresentados os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $h^\circ$  para as oito formulações de lombo suíno temperado por via seca e úmida.

**Tabela 7 - Análise colorimétrica das formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida (com 15% de injeção) e controle com e sem adição de aditivos sintéticos durante vida útil**

Componentes de cor	F1s	F2s	C1s	C2s	F1u	F2u	C1u	C2u
L* (T=0)	34,34 <sup>dB</sup> ± 1,07	41,73 <sup>bB</sup> ± 0,51	36,74 <sup>cdC</sup> ± 1,50	51,22 <sup>aA</sup> ± 0,78	37,62 <sup>cdB</sup> ± 0,77	37,23 <sup>cdB</sup> ± 2,18	40,11 <sup>bcC</sup> ± 1,27	39,54 <sup>bcB</sup> ± 1,46
L* (T=15)	53,53 <sup>abA</sup> ± 2,24	48,82 <sup>bA</sup> ± 1,13	50,40 <sup>bB</sup> ± 1,14	53,00 <sup>abA</sup> ± 3,96	53,07 <sup>abA</sup> ± 0,49	51,87 <sup>abA</sup> ± 2,08	50,86 <sup>bA</sup> ± 1,13	57,65 <sup>aA</sup> ± 3,05
L* (T=30)	51,77 <sup>abA</sup> ± 2,22	51,37 <sup>abA</sup> ± 1,35	55,73 <sup>aA</sup> ± 1,09	56,26 <sup>aA</sup> ± 0,80	55,18 <sup>bA</sup> ± 1,73	47,71 <sup>bcA</sup> ± 2,89	45,67 <sup>cB</sup> ± 1,28	54,73 <sup>aA</sup> ± 1,84
L* (T=45)	52,08 <sup>bcA</sup> ± 1,48	49,08 <sup>cdA</sup> ± 1,31	58,05 <sup>aA</sup> ± 0,96	44,12 <sup>eB</sup> ± 0,65	54,51 <sup>cA</sup> ± 1,66	47,46 <sup>dA</sup> ± 0,72	50,03 <sup>cdA</sup> ± 1,22	58,49 <sup>aA</sup> ± 0,48
a* (T=0)	1,82 <sup>bB</sup> ± 0,26	2,09 <sup>abB</sup> ± 0,25	4,55 <sup>aAB</sup> ± 1,90	2,81 <sup>abAB</sup> ± 0,64	1,31 <sup>bB</sup> ± 0,77	1,86 <sup>bA</sup> ± 1,01	2,77 <sup>abAB</sup> ± 1,19	0,73 <sup>bB</sup> ± 0,21
a* (T=15)	4,19 <sup>bcA</sup> ± 0,50	3,96 <sup>bcB</sup> ± 0,37	7,50 <sup>aA</sup> ± 0,94	4,72 <sup>bAB</sup> ± 1,21	3,83 <sup>bcA</sup> ± 0,46	2,30 <sup>cA</sup> ± 1,15	3,83 <sup>bcA</sup> ± 0,89	0,44 <sup>dB</sup> ± 0,19
a* (T=30)	4,27 <sup>bA</sup> ± 1,21	9,00 <sup>aA</sup> ± 2,69	5,87 <sup>abAB</sup> ± 0,22	2,25 <sup>bB</sup> ± 1,07	2,96 <sup>bAB</sup> ± 0,63	3,23 <sup>bA</sup> ± 1,80	2,55 <sup>bAB</sup> ± 0,18	2,19 <sup>bA</sup> ± 0,92
a* (T=45)	0,85 <sup>bB</sup> ± 0,53	3,26 <sup>bcdB</sup> ± 0,38	3,95 <sup>bC</sup> ± 0,77	7,42 <sup>aA</sup> ± 1,38	2,60 <sup>bcdAB</sup> ± 1,24	3,51 <sup>bcA</sup> ± 1,47	1,07 <sup>cdB</sup> ± 0,44	2,67 <sup>bcdA</sup> ± 0,42
b* (T=0)	2,51 <sup>dB</sup> ± 0,29	5,38 <sup>abA</sup> ± 0,29	5,17 <sup>abcB</sup> ± 1,10	6,07 <sup>aA</sup> ± 0,19	3,51 <sup>bcdA</sup> ± 0,32	5,74 <sup>aB</sup> ± 1,35	5,16 <sup>abcB</sup> ± 0,47	3,16 <sup>cdB</sup> ± 0,73
b* (T=15)	6,96 <sup>aAB</sup> ± 0,27	7,53 <sup>aAB</sup> ± 0,85	7,87 <sup>aA</sup> ± 0,39	7,71 <sup>aA</sup> ± 1,52	5,82 <sup>aA</sup> ± 0,14	6,16 <sup>aB</sup> ± 0,19	6,63 <sup>aA</sup> ± 0,59	6,22 <sup>aA</sup> ± 3,01
b* (T=30)	7,75 <sup>abA</sup> ± 0,32	9,00 <sup>abA</sup> ± 2,09	9,27 <sup>aA</sup> ± 0,82	7,21 <sup>abcA</sup> ± 0,94	6,25 <sup>abcA</sup> ± 0,90	8,13 <sup>abA</sup> ± 1,43	5,90 <sup>bcAB</sup> ± 1,36	4,18 <sup>cB</sup> ± 0,58
b* (T=45)	4,39 <sup>bAB</sup> ± 0,38	6,81 <sup>abAB</sup> ± 0,20	8,14 <sup>aA</sup> ± 0,31	6,97 <sup>abA</sup> ± 1,37	4,78 <sup>bA</sup> ± 0,52	6,24 <sup>abB</sup> ± 0,98	4,74 <sup>bC</sup> ± 0,26	6,22 <sup>abA</sup> ± 0,56
h° (T=0)	54,03 <sup>bcB</sup> ± 4,65	68,84 <sup>abcA</sup> ± 1,39	49,66 <sup>cBC</sup> ± 6,01	65,19 <sup>abcAB</sup> ± 5,63	69,93 <sup>abcA</sup> ± 10,62	71,50 <sup>abA</sup> ± 9,91	62,46 <sup>abcAB</sup> ± 8,55	75,95 <sup>aA</sup> ± 7,42
h° (T=15)	58,97 <sup>abcB</sup> ± 3,93	62,21 <sup>cdB</sup> ± 2,57	46,53 <sup>cC</sup> ± 2,22	58,73 <sup>abcB</sup> ± 1,56	56,77 <sup>bcA</sup> ± 2,62	70,03 <sup>cdA</sup> ± 9,12	60,17 <sup>abB</sup> ± 6,27	85,75 <sup>dB</sup> ± 1,46
h° (T=30)	61,50 <sup>abB</sup> ± 5,96	45,40 <sup>bC</sup> ± 2,22	57,54 <sup>abAB</sup> ± 3,21	73,12 <sup>aA</sup> ± 5,87	64,42 <sup>abA</sup> ± 5,98	68,24 <sup>aA</sup> ± 12,38	65,97 <sup>abAB</sup> ± 5,58	62,23 <sup>abA</sup> ± 12,63
h° (T=45)	79,40 <sup>aA</sup> ± 6,26	64,46 <sup>aAB</sup> ± 2,98	64,28 <sup>aA</sup> ± 3,54	43,18 <sup>bC</sup> ± 1,31	55,72 <sup>aA</sup> ± 8,62	61,71 <sup>abA</sup> ± 7,47	77,35 <sup>aA</sup> ± 4,94	68,87 <sup>aA</sup> ± 1,97
C* (T=0)	3,10 <sup>dC</sup> ± 0,29	5,77 <sup>abcdB</sup> ± 0,36	6,92 <sup>aB</sup> ± 2,05	6,71 <sup>aA</sup> ± 0,10	3,79 <sup>bcdB</sup> ± 0,43	6,10 <sup>abB</sup> ± 1,27	5,90 <sup>abcAB</sup> ± 0,90	3,26 <sup>cdA</sup> ± 0,65
C* (T=15)	8,14 <sup>abA</sup> ± 0,12	8,52 <sup>abAB</sup> ± 0,84	10,88 <sup>aA</sup> ± 0,93	9,05 <sup>abA</sup> ± 1,92	6,97 <sup>bA</sup> ± 0,36	6,63 <sup>bA</sup> ± 0,54	7,68 <sup>abA</sup> ± 0,69	6,23 <sup>bA</sup> ± 3,01
C* (T=30)	8,88 <sup>abcA</sup> ± 0,84	12,73 <sup>aA</sup> ± 3,37	10,99 <sup>abA</sup> ± 0,59	7,58 <sup>bcA</sup> ± 1,17	6,94 <sup>bcA</sup> ± 0,81	8,89 <sup>abcA</sup> ± 1,21	6,44 <sup>cAB</sup> ± 1,21	4,80 <sup>cA</sup> ± 0,30
C* (T=45)	4,49 <sup>dB</sup> ± 0,46	7,56 <sup>abcB</sup> ± 0,18	9,06 <sup>abAB</sup> ± 0,61	10,18 <sup>aA</sup> ± 1,93	5,82 <sup>cdA</sup> ± 0,04	7,19 <sup>abcdA</sup> ± 1,53	4,88 <sup>cdB</sup> ± 0,30	6,77 <sup>bcdA</sup> ± 0,66

**F1s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba em pó; C1s: Cura seca com aditivos sintéticos – sais de cura e eritorbato de sódio C2s: Cura seca sem aditivos sintéticos ou naturais; F1u: com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2u: Cura úmida com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,7% Extrato de levedura, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba; C1u: Cura úmida com aditivos sintéticos - polifosfatos, sais cura e eritorbato de sódio; C2u: Cura úmida sem aditivos sintéticos ou naturais. Resultado expresso pela média ± desvio padrão (n=3); Médias seguidas de letras iguais indicam que não há diferença significativa pelo teste de Tukey (p≤0,05); minúsculas, entre formulações (colunas); maiúsculas, entre os tempos de armazenamento (linhas).**

Fonte: Autoria própria (2023)

Analisando o parâmetro  $L^*$ , o qual representa a luminosidade das amostras em uma escala que varia do preto (0) ao branco (100) (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013), pode-se observar variações na faixa de 34,34 a 58,49 (Tabela 6). Os valores  $L^*$  nas amostras variaram entre 34,34 e 51,22, valores de  $L^*$  menores foram encontrados nas formulações F1s e C1s, F1u, F2u, não sendo observado efeito relacionado com os ingredientes usados. Já no decorrer do armazenamento, após 15 dias, houve um aumento significativo nos valores de  $L^*$  para todas as amostras com adição de conservantes naturais, as quais tiveram comportamento similar às amostras controles com conservantes sintéticos e também a amostras C2u, sem conservantes, para ambos os tipos de cura, com valores na faixa de 44,12 a 58,49 (Tabela 7).

A carne suína *in natura* apresenta valores de  $L^*$ , bastante variáveis de acordo com a literatura, porém a *American Meat Science Association* (AMSA, 2001), considera valores de  $L^*$  entre 49 e 60 dentro dos padrões de qualidade da carne suína, enquanto para Ramos e Gomide (2007), os valores de  $L^*$  de carnes normais situam-se entre 45 e 53. Brewer *et al.* (2001) obteve para *longissimus thoracis et lumborum* (10<sup>a</sup> costela)  $L^*$  de 51,31, enquanto para *triceps brachii*  $L^*$  de 39,93. Santos *et al.* (2012) avaliando o efeito da marinação nos valores de  $L^*$  da carne suína com diferentes valores de pH obteve valores de  $L^*$  na faixa de 45,5 e não encontrou variação significativa em relação aos valores de  $L^*$  da carne *in natura*. A ampla faixa de variação obtida no presente trabalho pode ser atribuída à fatores intrínsecos que altera a quantidade de proteínas sarcoplasmáticas como raça, tipo de fibra do músculo, genética, entre outros (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010) ou fatores operacionais, como padronização das amostras (SANTOS *et al.*, 2012), devido a amostra ser um corte inteiro e apesar de ser o mesmo músculo, conforme Lawrie e Ledward (2006) e Bertol (2019) a quantidade de mioglobina de um músculo pode variar centenas de vezes em um espaço de um centímetro de distância devido a mudanças nos tipos de fibra na mesma musculatura.

Em relação ao parâmetro  $a^*$  para as formulações curadas a seco, a F2s e C1s bem como, para as formulações curadas a úmido, a F2u e a C1u obtiveram maiores valores ( $p < 0,05$ ), provavelmente devido a coloração avermelhada conferida pelo extrato de beterraba nas F2 e os sais de cura nos C1. No entanto, os valores obtidos (Tabela 7) foram menores que os reportados por Santos *et al.* (2012) para carne suína marinada com valor médio de  $a^*$  12,67. Observa-se comportamento similar entre as amostras para o parâmetro  $b^*$ . Porém, nas amostras curadas a seco, o controle sem

conservantes apresentou o maior valor de  $b^*$ , seguido das formulações F2 e C1 de ambas as curas. Os resultados obtidos no presente trabalho para o parâmetro  $b^*$  foram próximo ao obtido por Santos *et al.* (2012) ( $b^*=3,14$ ).

Os valores de  $a^*$  e  $b^*$  (Tabela 6), foram usados para calcular o ângulo Hue ( $h^\circ$ ) considerado o atributo qualitativo de cor. Por meio do ângulo Hue é possível comparar amostras, sendo calculado como  $\tan^{-1} b^*/a^*$ . O ângulo de  $0^\circ$  representa a cor vermelha e o ângulo de  $90^\circ$ , a amarela (MCGUIRE, 1992; PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013). Krüger (2018) obteve para lombo suíno *in natura* valores de  $hue^*$  0,59 ( $h^\circ= 33,8$ ). Com a marinação, os valores obtidos foram superiores (Tabela 7). Na cura seca, a formulação F2s obteve maior valor não apresentando diferença significativa do controle sem conservantes (C2s). Já para as formulações curadas via úmida não houve diferença significativa entre as amostras com conservantes naturais (F1u e F2u) em relação aos controles, com e sem aditivos (C1u e C2u). Com o tempo de armazenamento para as amostras curadas via úmida, o controle com aditivos teve valor do  $h^\circ$  aumentado com o aumento do período de armazenamento, enquanto que para F1u e F2u não houve alterações significativas ( $p > 0,05$ ), já na cura seca a F1s teve aumento significativo no 45º dia, mas manteve-se estável até 30 dias e F2s, apesar de alterações significativas no decorrer dos 45 dias, manteve valores próximos ou abaixo do obtido no dia 0. Estes resultados demonstram efeito positivo dos ingredientes naturais na tonalidade do produto, em ambos os processos de cura.

Comportamento similar ao observado no  $h^\circ$  no tempo 0, foi constatado a saturação da cor,  $C^*$ . O  $C^*$  está ligado diretamente à concentração do elemento corante e representa um atributo quantitativo para intensidade. Quanto maior o croma maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos. Cores neutras possuem baixa saturação, enquanto cores puras possuem alta saturação e, portanto, mais brilhantes na percepção humana. É calculado como  $(a^{*2} + b^{*2})/2$  (MCGUIRE, 1992; PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013). Krüger (2018) obteve para lombo suíno *in natura* valor de  $C^*$  médio de 11,28. No presente trabalho obteve-se  $C^*$  variando de 3,10 a 12,73. Em relação ao tempo de armazenamento, de modo geral pode-se observar um aumento nos valores de  $C^*$  no 15º e 30º dia, com redução no 45º dia, sugerindo uma diminuição na quantidade de pigmento que pode ter ocorrido juntamente com perdas de água por exsudação, considerando que a mioglobina é um pigmento solúvel em água (BERTOL, 2019; DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010). Ressalta-se que no tempo 0, as formulações F2 apresentaram valores de  $C^*$  iguais ao controle com adição

de conservantes sintéticos (C1) para ambas as curas. Enquanto, no tempo de 45 dias, para cura seca observou-se o mesmo comportamento, sendo que na cura úmida o valor de  $C^*$  obtido para F2u foi ainda superior ao C1u.

## **5.2 Qualidade e estabilidade microbiológica das amostras de lombo temperado durante vida útil**

De acordo com a legislação vigente Instrução Normativa n° 161, de 01 de julho de 2022, os valores encontrados para todas as formulações (F1s, F2s, C1s, C2s, F1u, F2u, C1u e C2u) atendem ao regulamento técnico para os resultados de *Salmonella* spp. (25 g), pois não foi detectada a presença de *Salmonella* spp. em nenhum dos tratamentos estudados, em nenhum intervalo de tempo, e em nenhuma das temperaturas submetidas (BRASIL, 2022).

Na Tabela 8 estão dispostos os valores médios das análises microbiológicas dos lombos suínos para coliformes termotolerantes. A legislação brasileira atual (BRASIL, 2022) estabelece o limite para *Escherichia coli* de  $10^3$  UFC  $g^{-1}$ . Quando armazenado a 7 °C (Tabela 8) pode-se observar baixos valores de coliformes termotolerantes (incluindo nestes *Escherichia coli*) até o 30° dia de armazenamento para todas as formulações, ocorrendo um aumento entre o 30° e 45° dia, especialmente para as amostras injetadas com salmoura. Entretanto, a redução da temperatura de armazenamento para 2 °C, proporcionou valores dentro dos limites estabelecidos pela legislação até o 37° dia para todas as formulações.

**Tabela 8 - Contagem de coliformes termotolerantes (NMP/g) e aeróbios mesófilos/g em amostras de lombo suíno com substituição de aditivos sintéticos por ingredientes naturais e amostras controles com aditivos sintéticos e sem aditivos armazenadas a 2 e 7 °C**

Análise	Amostra	Tempo de armazenamento (dias) a 7 °C					
		0	15	22	30	37	45
Coliformes Termotolerantes antes (NMP/g)	<b>F1s</b>	< 3,0	< 3,0	n.r.	< 3,0	n.r.	< 3,0
	<b>F2s</b>	< 3,0	< 3,0	n.r.	< 3,0	n.r.	< 3,0
	<b>C1s</b>	< 3,0	< 3,0	n.r.	< 3,0	n.r.	3,4
	<b>C2s</b>	< 3,0	< 3,0	n.r.	< 3,0	n.r.	3,2
	<b>F1u</b>	3,4	< 3,0	n.r.	23,0	n.r.	> 1100
	<b>F2u</b>	3,2	< 3,0	n.r.	21,7	n.r.	230,0
	<b>C1u</b>	13,7	< 3,0	n.r.	< 3,0	n.r.	86,3
	<b>C2u</b>	4,4	< 3,0	n.r.	< 3,0	n.r.	386,7
Aeróbios mesófilos /g	<b>F1s</b>	$2,3 \times 10^2$	$2,8 \times 10^5$	n.r.	$5,6 \times 10^6$	n.r.	$3,1 \times 10^7$
	<b>F2s</b>	$7,0 \times 10^2$	$6,8 \times 10^3$	n.r.	$2,7 \times 10^6$	n.r.	$3,6 \times 10^7$
	<b>C1s</b>	$1,3 \times 10^2$	$6,8 \times 10^5$	n.r.	$2,4 \times 10^7$	n.r.	$3,8 \times 10^7$
	<b>C2s</b>	$6,0 \times 10^2$	$2,7 \times 10^5$	n.r.	$1,5 \times 10^7$	n.r.	$4,8 \times 10^7$
	<b>F1u</b>	$6,7 \times 10^3$	$3,2 \times 10^6$	n.r.	$3,5 \times 10^7$	n.r.	$7,4 \times 10^7$
	<b>F2u</b>	$6,8 \times 10^3$	$1,0 \times 10^5$	n.r.	$5,7 \times 10^7$	n.r.	$7,3 \times 10^7$
	<b>C1u</b>	$1,6 \times 10^3$	$3,7 \times 10^5$	n.r.	$6,6 \times 10^7$	n.r.	$6,4 \times 10^7$
	<b>C2u</b>	$4,9 \times 10^2$	$2,3 \times 10^5$	n.r.	$3,6 \times 10^6$	n.r.	$2,1 \times 10^7$
Análise	Amostra	Tempo de armazenamento (dias) a 2 °C					
		0	15	22	30	37	45
Coliformes Termotolerantes antes (NMP/g)	<b>F1s</b>	9,2	<3,0	3,2	<3,0	<3,0	<3,0
	<b>F2s</b>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	<b>C1s</b>	<3,0	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	<b>C2s</b>	3,9	3,4	<3,0	3,0	5,0	3,0
	<b>F1u</b>	3,4	3,0	9,3	<3,0	<3,0	<3,0
	<b>F2u</b>	9,3	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	<b>C1u</b>	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	<b>C2u</b>	7,3	3,4	$1,1 \times 10$	3,0	3,2	3,0
Aeróbios mesófilos /g	<b>F1s</b>	$2,1 \times 10^4$	$3,3 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$	$3,9 \times 10^6$	$2,1 \times 10^7$	$2,2 \times 10^7$
	<b>F2s</b>	$2,5 \times 10^4$	$2,6 \times 10^4$	$6,1 \times 10^4$	$3,4 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$4,2 \times 10^4$
	<b>C1s</b>	$2,4 \times 10^4$	$3,3 \times 10^4$	$4,6 \times 10^4$	$7,4 \times 10^4$	$1,9 \times 10^7$	$2,8 \times 10^6$
	<b>C2s</b>	$2,7 \times 10^4$	$4,4 \times 10^4$	$6,3 \times 10^5$	$3,9 \times 10^6$	$2,2 \times 10^7$	$2,1 \times 10^6$
	<b>F1u</b>	$3,0 \times 10^4$	$1,1 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$	$8,2 \times 10^6$	$2,9 \times 10^7$	$7,5 \times 10^7$
	<b>F2u</b>	$1,3 \times 10^4$	$3,1 \times 10^4$	$2,2 \times 10^5$	$3,2 \times 10^5$	$1,1 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$
	<b>C1u</b>	$1,4 \times 10^4$	$1,1 \times 10^5$	$4,1 \times 10^6$	$8,3 \times 10^6$	$1,6 \times 10^7$	$2,2 \times 10^7$
	<b>C2u</b>	$4,7 \times 10^4$	$2,1 \times 10^5$	$6,4 \times 10^6$	$1,3 \times 10^7$	$2,3 \times 10^7$	$1,2 \times 10^8$

**F1s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2s: Cura seca com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba em pó; C1s: Cura seca com aditivos sintéticos – sais de cura e eritorbato de sódio C2s: Cura seca sem aditivos sintéticos ou naturais; F1u: com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2u: Cura úmida com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,7% Extrato de levedura, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba; C2u: Cura úmida com aditivos sintéticos - polifosfatos, sais cura e eritorbato de sódio; C3u: Cura úmida sem aditivos sintéticos ou naturais. \*Resultado expresso pela média (n=3); n.r: não realizado.**

Fonte: Autoria própria (2023)

Os resultados para contagem de aeróbios mesófilos (UFC/g<sup>-1</sup>) em amostras de lombo suíno com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais, submetidos a temperaturas de 2 °C e 7 °C podem ser visualizados na Tabela 8. Em produtos

resfriados, a presença de micro-organismos aeróbios mesófilos indica as condições de higiene do processo, que quando não é realizado de forma adequada, a contagem se eleva (GALARZ; FONSECA; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2010). Por legislação, a contagem de mesófilos aeróbios não deve ultrapassar  $10^6$  UFC  $g^{-1}$  (BRASIL, 2022), valores acima deste indicam o produto como fora das condições higiênico-sanitárias ideais para carne de suína.

Para as bactérias mesófilas aeróbias, os maiores valores foram verificados quando o armazenamento das amostras ocorreu a 7 °C. Nesta temperatura, para os intervalos de tempo testados, as amostras apresentaram-se aptas para consumo até 15° dia de armazenamento, independente do uso de conservantes químicos ou sintéticos. Entretanto, quando submetidas ao armazenamento a temperatura de 2 °C, a formulação F2u apresentou-se própria para consumo até o tempo 30, enquanto a F2s até 45 dias de armazenamento, conforme estabelecido na Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022 (BRASIL, 2022).

Ressalta-se que ambas as amostras, F2s e F2u, apresentavam em sua formulação os ingredientes naturais, ácido orgânicos seus sais e peptídeos que exibem atividade antimicrobiana, além de regular a acidez, e controlar a atividade de água (FREIBERGER, 2016), o extrato de levedura com capacidade de reduzir o desempenho do crescimento microbiano, além da sua capacidade antioxidante (YUAN *et al.*, 2017), extrato de acerola com presença de substâncias bioativas com efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e antimicrobianos (LI *et al.*, 2016), e o extrato de beterraba em pó com no mínimo de 30.000 ppm de nitrito natural (WENDA, 2020), indicando superioridade no tempo de vida útil até mesmo em relação as amostras elaboradas com aditivos sintéticos.

### **5.3 Estabilidade oxidativa das amostras de lombo suíno temperado durante vida útil**

#### **5.3.1 Oxidação lipídica**

A análise de oxidação lipídica realizada por meio do ensaio TBARS quantifica o composto malonadeído (MDA), que é um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos dos ácidos graxos formados durante o processo de oxidação (DEL RIO; STEWART; PELLEGRINI, 2005).

**Tabela 9 - Valores encontrados para oxidação lipídica nas formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida com 15% de injeção e controle com adição de aditivos sintéticos durante vida útil**

<b>Amostras</b>	<b>(T= 0 dias)</b>	<b>(T= 15 dias)</b>	<b>(T = 30 dias)</b>	<b>(T = 45 dias)</b>
F1s	0,19 <sup>abB</sup> ± 0,0032	0,03 <sup>bcC</sup> ± 0,0011	0,08 <sup>acBC</sup> ± 0,0042	0,47 <sup>aA</sup> ± 0,0097
F2s	0,11 <sup>bcA</sup> ± 0,0045	0,02 <sup>cb</sup> ± 0,0005	0,06 <sup>abcAB</sup> ± 0,0040	0,01 <sup>dB</sup> ± 0,0004
C1s	0,06 <sup>cb</sup> ± 0,0063	0,04 <sup>abcB</sup> ± 0,0007	0,05 <sup>abcB</sup> ± 0,0017	0,32 <sup>bA</sup> ± 0,0099
C2s	0,11 <sup>bcB</sup> ± 0,0053	0,04 <sup>abcC</sup> ± 0,0007	0,06 <sup>abcBC</sup> ± 0,0009	0,21 <sup>cA</sup> ± 0,0027
F1u	0,21 <sup>aA</sup> ± 0,0062	0,03 <sup>bcB</sup> ± 0,0014	0,03 <sup>bcB</sup> ± 0,0016	0,05 <sup>dB</sup> ± 0,0005
F2u	0,15 <sup>abcA</sup> ± 0,0026	0,03 <sup>bcB</sup> ± 0,0015	0,02 <sup>cb</sup> ± 0,0008	0,03 <sup>dB</sup> ± 0,0004
C1u	0,15 <sup>abcA</sup> ± 0,0036	0,05 <sup>abA</sup> ± 0,0007	0,09 <sup>aA</sup> ± 0,0033	0,06 <sup>dA</sup> ± 0,0007
C2u	0,15 <sup>abcA</sup> ± 0,0036	0,06 <sup>aB</sup> ± 0,0024	0,02 <sup>cb</sup> ± 0,0008	0,11 <sup>cdA</sup> ± 0,0013

**F1s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2s: Cura seca com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba em pó; C1s: Cura seca com aditivos sintéticos – sais de cura e eritorbato de sódio C2s: Cura seca sem aditivos sintéticos ou naturais; F1u: com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2u: Cura úmida com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,7% Extrato de levedura, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba; C1u: Cura úmida com aditivos sintéticos - polifosfatos, sais cura e eritorbato de sódio; C2u: Cura úmida sem aditivos sintéticos ou naturais. \*Resultado expresso pela média ± desvio padrão (n=3); Médias seguidas de letras iguais indicam que não há diferença significativa pelo teste de Tukey (p>0,05); minúsculas, entre formulações (linhas); maiúsculas, entre os tempos de armazenamento (colunas).**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

No geral, pode-se observar pelos resultados (Tabela 9) que todas as amostras apresentaram índices baixos de TBARS durante 45 dias de armazenamento e dentro do recomendado para não ser perceptível sensorialmente. Segundo Olivo e Shimokomaki (2001), produtos com índice de TBARs inferiores a 1 mg de MDA kg<sup>-1</sup> de amostra geralmente não acrescentam sabores e odores residuais de ranço característico da oxidação lipídica.

As amostras F2s e F2u no fim do tempo de armazenamento estudado apresentaram os menores índices de malonadeído kg<sup>1</sup>, o qual não aumentou durante o tempo de armazenamento isso pode ser explicado devido as amostras serem acrescidas de extrato de acerola. Realini *et al.* (2015) e Pedreira (2022), avaliaram hambúrgueres e, os acrescidos de extrato de acerola, ambos apresentaram estabilidade oxidativa durante o tempo de armazenamento e conseqüentemente, prolongamento da vida útil devido à ação de compostos bioativos da acerola com diversos mecanismos de ação, entre eles, remoção ou inativação de radicais livres através da doação de átomos de hidrogênio (compostos fenólicos), estabilização do

radical livre (tocoferóis), removedores de oxigênio e sinergistas (ácido ascórbico) (SHAH; DON-BOSCO; MIR, 2014).

Corroborando com Rather *et al.* (2016), que afirmam que os antioxidantes naturais impedem a reação em cadeia eliminando os radicais iniciais e os peróxidos em decomposição, diminuindo as concentrações de oxigênio, e, dessa forma, são eficientes para prevenir a oxidação lipídica.

### 5.3.2 Percentual de formação de Metamioglobina

Na Tabela 10 apresentam-se os resultados obtidos para o percentual de formação de metamioglobina. A metamioglobina é formada devido ao processo oxidativo do pigmento mioglobina, ocasionando coloração marrom na carne, indicando sua oxidação. Essa coloração é indesejável, podendo assim, provocar a rejeição por parte dos consumidores (PEARSON; DUTSON, 1994; BERTOL, 2019).

**Tabela 10 - Valores encontrados para formação de metamioglobina nas formulações de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida com 15% de injeção e controle com adição de aditivos sintéticos durante vida útil**

Amostras	(T= 0 dias)	(T= 15 dias)	(T = 30 dias)	(T = 45 dias)
F1s	66,20 <sup>dC</sup> ± 1,30	74,68 <sup>abA</sup> ± 0,35	65,26 <sup>cC</sup> ± 0,55	68,76 <sup>bB</sup> ± 1,54
F2s	76,35 <sup>aA</sup> ± 0,12	73,10 <sup>bB</sup> ± 0,51	71,05 <sup>abcB</sup> ± 0,90	71,96 <sup>aC</sup> ± 0,79
C1s	70,45 <sup>cA</sup> ± 0,61	69,37 <sup>cAB</sup> ± 0,54	67,96 <sup>abcB</sup> ± 0,47	68,68 <sup>bAB</sup> ± 2,13
C2s	74,41 <sup>bA</sup> ± 0,84	75,31 <sup>aA</sup> ± 0,58	71,35 <sup>abcB</sup> ± 0,65	68,35 <sup>bC</sup> ± 2,59
F1u	67,64 <sup>dB</sup> ± 0,98	67,17 <sup>dB</sup> ± 1,86	70,36 <sup>abcA</sup> ± 2,33	65,01 <sup>cB</sup> ± 1,06
F2u	73,96 <sup>bB</sup> ± 1,17	75,27 <sup>aA</sup> ± 0,48	73,10 <sup>abB</sup> ± 0,41	73,90 <sup>aB</sup> ± 0,67
C1u	71,35 <sup>cA</sup> ± 0,86	68,63 <sup>cdB</sup> ± 0,67	67,54 <sup>bcB</sup> ± 8,09	67,02 <sup>bcB</sup> ± 0,53
C2u	70,98 <sup>cC</sup> ± 0,46	73,18 <sup>bAB</sup> ± 0,29	74,49 <sup>aA</sup> ± 1,84	71,99 <sup>abc</sup> ± 0,81

**F1s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2s: Cura seca com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba em pó; C1s: Cura seca com aditivos sintéticos – sais de cura e eritorbato de sódio C2s: Cura seca sem aditivos sintéticos ou naturais; F1u: com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2u: Cura úmida com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,7% Extrato de levedura, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba; C1u: Cura úmida com aditivos sintéticos - polifosfatos, sais cura e eritorbato de sódio; C2u: Cura úmida sem aditivos sintéticos ou naturais. \*Resultado expresso pela média ± desvio padrão (n=3); Médias seguidas de letras iguais indicam que não há diferença significativa pelo teste de Tukey (p≤0,05); minúsculas, entre formulações (linhas); maiúsculas, entre os tempos de armazenamento (colunas).**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

No tempo 0 (Tabela 10), pode-se verificar que as amostras apresentaram percentual médio de formação de metamioglobina entre 66,20 e 76,35%. Valores próximo ao obtido por Fetsch (2022) para o produto suíno frescal linguíça toscana

elaboradas com eritorbato de sódio e nitrito de sódio 72,2% e para amostras adicionadas de 1% de extrato de café, 77,4%.

Tanto a amostra curada via seca quanto a curada via úmida (F1s e F1u), desenvolvidas com ácido orgânicos e seus sais, apresentaram índices de formação de metamioglobina inferiores ou similares estatisticamente às suas respectivas amostras controles (C1s e C1u) elaboradas com antioxidantes sintéticos durante o tempo de armazenamento de 45 dias. No entanto, as amostras F2s e F2u, ambas contendo antioxidante natural acerola, apresentaram percentual de metamioglobina superior. Este resultado pode ter ocorrido devido estas amostras também conterem o corante de beterraba que confere coloração, sendo este um fator que pode ter interferido na análise, já que não há indícios de maior oxidação nestas amostras pelo ensaio de TBARs (Tabela 9) e nem maior desenvolvimento microbiano nestas duas amostras (Tabela 8). Conforme Walker (1980) e Bertol (2019) o aumento da atividade microbiana causa redução da tensão de oxigênio na superfície do tecido e, por reação de redução, leva à formação de deoximioglobina (vermelho púrpura), a qual pode ser oxidada por peróxido de hidrogênio, formando metamioglobina.

Para a amostra F1s e para a maioria das amostras curadas a úmido, com exceção da amostra controle com aditivos sintéticos (C1u), observaram-se um aumento no teor de metamioglobina nos tempos de 15 e/ou 30 dias e depois um decréscimo no tempo de 45 dias ( $p < 0,05$ ) e para as demais curadas a seco houve um decréscimo durante o armazenamento, o que pode estar relacionado a perda de água e juntamente mioglobina uma vez que a mesma é solúvel em água (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010), diminuindo o pigmento disponível para reação de oxidação. No entanto, não foi quantificado as perdas de água durante o armazenamento. Comportamento similar foi observado por Fetsch (2022), para linguiças suínas frescas armazenadas durante 30 dias.

#### **5.4 Avaliação Sensorial de lombo suíno temperado**

Com o objetivo de verificar a aceitação sensorial do produto foi realizado teste de escala hedônica e escala de atitude (intenção de compra) das amostras após 7 dias de elaboração. A equipe participante foi composta por um público-alvo jovem sendo, sendo que 83,9% apresentavam idade de até 25 anos, 13,6% de 26 a 35 anos e somente 2,5% de 36 a 55 anos. Em relação ao gênero 51,7% declararam-se

feminino e 48,3% masculino, com alta escolaridade, 77,1% estava cursando graduação e 14,4, tinha grau de instrução superior ou pós-graduação. Com relação ao consumo de carnes, 100% dos participantes eram consumidores de carne suína, sendo que 8,5% afirmaram consumir carne suína diariamente, 43,2% declararam consumir três vezes na semana, 18,6% uma vez no mês e 29,7% ocasionalmente. Os resultados do teste de escala hedônica para aceitação global e atributos estão apresentados na Tabela 11.

**Tabela 11 - Aceitação sensorial de amostras de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida e amostras controle com e sem adição de aditivos sintéticos**

Amostras	Cor	Aparência	Odor	Sabor	Textura	Aceitação Global
F1s	6,83 <sup>b</sup> ± 1,79	6,86 <sup>c</sup> ± 1,83	7,14 <sup>bc</sup> ± 1,64	7,46 <sup>bc</sup> ± 1,64	7,30 <sup>bc</sup> ± 1,61	7,22 <sup>d</sup> ± 1,60
F2s	7,92 <sup>ab</sup> ± 1,08	7,98 <sup>a</sup> ± 1,02	8,14 <sup>a</sup> ± 1,02	8,26 <sup>a</sup> ± 0,92	8,17 <sup>a</sup> ± 1,01	8,16 <sup>ab</sup> ± 0,83
C1s	7,13 <sup>b</sup> ± 1,23	6,93 <sup>bc</sup> ± 1,36	7,22 <sup>bc</sup> ± 1,39	7,18 <sup>c</sup> ± 1,41	7,34 <sup>bc</sup> ± 1,32	7,41 <sup>cd</sup> ± 1,14
C2s	6,97 <sup>b</sup> ± 1,59	6,98 <sup>bc</sup> ± 1,52	7,14 <sup>bc</sup> ± 1,48	7,16 <sup>c</sup> ± 1,54	7,37 <sup>bc</sup> ± 1,49	7,27 <sup>d</sup> ± 1,34
F1u	6,70 <sup>b</sup> ± 1,65	6,87 <sup>c</sup> ± 1,70	6,93 <sup>c</sup> ± 1,74	7,08 <sup>c</sup> ± 1,75	7,01 <sup>c</sup> ± 1,64	7,00 <sup>d</sup> ± 1,58
F2u	8,20 <sup>a</sup> ± 0,91	8,18 <sup>a</sup> ± 0,98	8,12 <sup>a</sup> ± 1,08	8,20 <sup>a</sup> ± 0,97	8,32 <sup>a</sup> ± 0,98	8,28 <sup>a</sup> ± 0,80
C1u	7,48 <sup>b</sup> ± 1,38	7,41 <sup>b</sup> ± 1,35	7,52 <sup>b</sup> ± 1,34	7,79 <sup>ab</sup> ± 1,47	7,54 <sup>b</sup> ± 1,65	7,77 <sup>bc</sup> ± 1,17
C2u	6,72 <sup>b</sup> ± 1,56	6,86 <sup>c</sup> ± 1,54	7,06 <sup>bc</sup> ± 1,56	6,98 <sup>c</sup> ± 1,82	7,09 <sup>bc</sup> ± 1,69	7,06 <sup>d</sup> ± 1,41

**F1s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2s: Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba em pó; C1s: Cura seca com aditivos sintéticos – sais de cura e eritorbato de sódio C2s: Cura seca sem aditivos; F1u: com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; F2u: Cura úmida com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,7% Extrato de levedura, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba; C1u: Cura úmida com aditivos sintéticos - polifosfatos, sais de cura e eritorbato de sódio; C2u: Cura úmida sem aditivos. \*Resultado expresso pela média ± desvio padrão (n=120). Médias seguidas de letras iguais indicam que não há diferença significativa pelo teste de Tukey (p>0,05) entre as formulações avaliadas pelo teste de escala hedônica (1=Desgostei extremamente; 9=Gostei extremamente)**

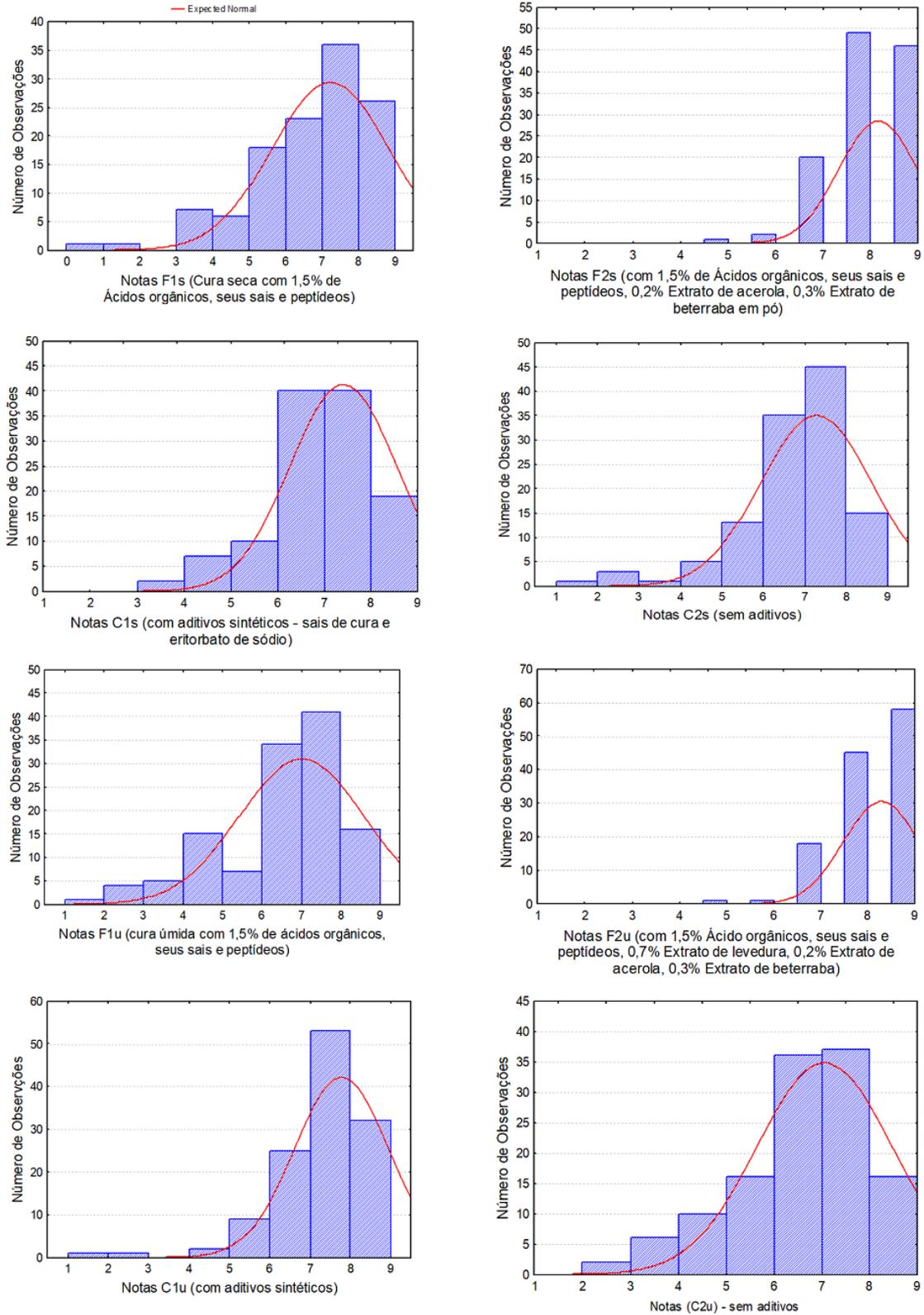
**Fonte: Autoria própria (2023)**

A cor e aparência foram os primeiros atributos avaliados, sendo possível verificar que as amostras F2s e F2u foram mais aceitas ( $p < 0,05$ ) nos dois atributos, com notas médias próximas a nota 8 (gostei muito). Ambas estão entre as amostras com maior valor de  $C^*$  e  $h^0$  (Tabela 7) e possuíam extrato de beterraba em pó, o qual forneceu característica de cor vermelha as amostras de lombo suíno o que pode ter contribuído para esse resultado.

A cor vermelha em produtos cárneos, pode ser também caracterizada pela presença de aditivos sintéticos (sais de cura) no qual tem entre outras funções, proporcionar estabilidade da cor em produtos tradicionalmente curados (MAJOU; CHRISTIEANS, 2018). Sendo assim, como alternativa de cor, a utilização da beterraba foi mais aceita, essa cor ocorre devido a fonte de nitrito da beterraba e aos pigmentos betalaínicos (AHN *et al.*, 2019; JIN *et al.*, 2018) que conferem cor característica aos produtos cárneos e que contribuiu para que esse atributo fosse mais bem aceitos pelos avaliadores.

Os próximos atributos avaliados foram a odor, sabor, e textura, sendo possível observar que estatisticamente também houve maior aceitabilidade nas amostras F2s e F2u, com notas acima de 8 (gostei muito), em todos os atributos. Observando-se a distribuição das notas para a aceitação global das amostras (Figura 2), pode-se constatar que ambas as amostras obtiveram também distribuição entre as notas 7 a 9 (com médias acima de 8), o que indica uma homogeneidade na opinião dos avaliadores quanto a aceitação das mesmas. Já para as demais amostras a distribuição foi mais homogênea entre as notas.

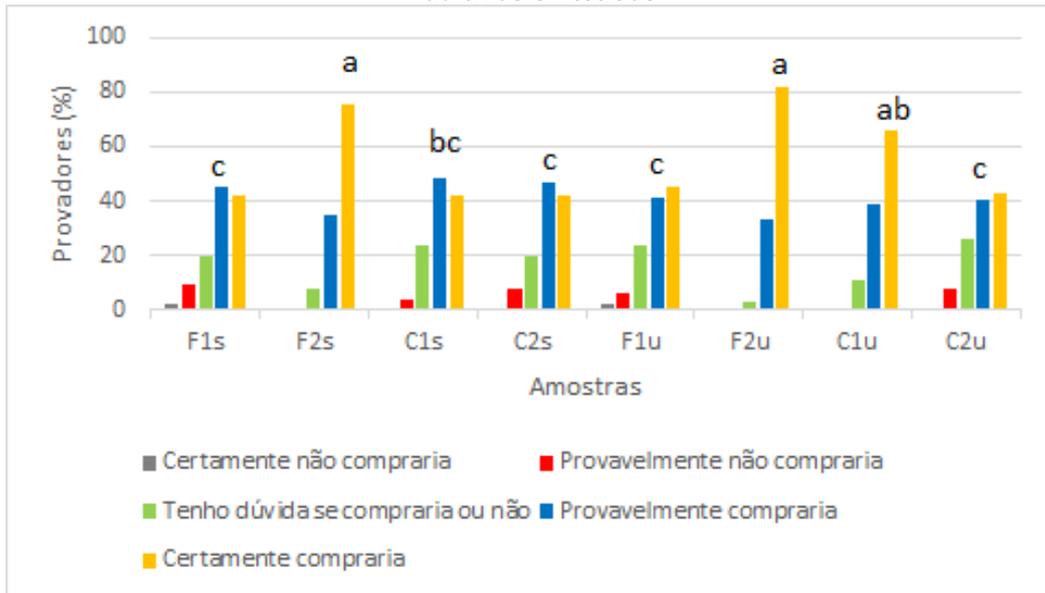
**Figura 2 - Distribuição das notas dadas pelos avaliadores para a aceitação global das amostras de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida**



Fonte: Autoria própria (2023)

A intenção de compra das amostras também foi avaliada, com notas de 1 a 5 (1 - certamente não compraria, e 5 -certamente compraria), conforme mostrado na Figura 3.

**Figura 3– Valores obtidos para a intenção de compra das amostras de lombo suíno com adição de ingredientes naturais por via seca e úmida e amostras controle com e sem adição de aditivos sintéticos**



**F1s:** Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; **F2s:** Cura seca com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba em pó; **C1s:** Cura seca com aditivos sintéticos – sais de cura e eritorbato de sódio **C2s:** Cura seca sem aditivos; **F1u:** com 1,5% Ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos; **F2u:** Cura úmida com 1,5% Ácido orgânicos, seus sais e peptídeos, 0,7% Extrato de levedura, 0,2% Extrato de acerola, 0,3% Extrato de beterraba; **C1u:** Cura úmida com aditivos sintéticos - polifosfatos, sais de cura e eritorbato de sódio; **C2u:** Cura úmida sem aditivos. Letras iguais indicam que não há diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) entre as formulações ( $n=120$ ).

**Fonte:** Autoria própria (2023)

Os resultados obtidos confirmam os resultados obtidos pelo teste de escala hedônica, indicando a maior intenção de compra dos avaliadores para as amostras F2s e F2u ( $p < 0,05$ ) similar a amostra curada via úmida adicionada de aditivos sintéticos (C1u). Portanto, os resultados mostram que o uso dos ingredientes naturais (ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos, extrato de acerola, extrato de beterraba, bem como adicionalmente o extrato de levedura no caso de o produto ser elaborado por via úmida) em lombo suíno temperado proporciona a elaboração de um produto com aceitação similar ao temperado com aditivos sintéticos por processo via úmido e superior no caso do processo via seco.

Em um perfil descritivo quantitativo para hambúrguer com substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais, Pedreira (2022) constatou que o uso de ingredientes naturais elaborado com extrato de acerola (0,07%) e extrato de levedura (0,6%) resultou em produtos com performance superior principalmente pelos resultados do teste perfil descritivo quantitativo, apresentando uma melhor similaridade estatística em todos os atributos avaliados em relação à amostra padrão como também não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as amostras quanto a qualidade global. Sendo assim recomendou a sua utilização como substituto natural para fosfatos e antioxidantes sintéticos por não afetar a qualidade sensorial do produto.

## 6 CONCLUSÃO

Cortes suínos de baixo teor de gordura (lombo) resfriados, temperados por via seca e úmida utilizando ingredientes naturais (extrato de levedura, extrato cítrico, extrato de acerola, extrato de beterraba em pó e ácidos orgânicos e seus sais e peptídeos derivados de fermentação natural) foram desenvolvidos.

Em relação a composição centesimal, as formulações atenderam a legislação vigente, sendo que não houve diferença significativa entre o teor de proteína das amostras ficando acima de 20%. O teor de umidade das amostras curadas via úmida (73-74%) foi superior a curada seco (70-72%). Os teores de lipídios ficaram abaixo de 0,82% e minerais entre 2,1 e 3,2%.

Considerando-se os parâmetros de pH e  $A_w$ , os ingredientes naturais proporcionaram uma estabilidade próxima à obtida com aditivos sintéticos. Em relação aos parâmetros de cor, as formulações F2s e F2u se destacaram por apresentar valores superiores de  $C^*$  e  $h^\circ$  similar às amostras controles e com estabilidade durante o armazenamento, demonstrando efeito positivo dos ingredientes naturais, em especial o extrato de beterraba, na tonalidade e intensidade de cor do produto, em ambos os processos de cura.

O ingrediente composto da mistura extrato de levedura e extrato cítrico propiciou maior rendimento para o produto lombo suíno resfriado temperado, pois permitiu incorporar 15% de salmoura, com perda de cozimento inferior ao mesmo produto processado com cura a seco e similar ao produto injetado elaborado com polifosfatos, podendo tornar produtos suínos temperados naturais mais competitivos no mercado.

Todas as amostras apresentaram índices TBARS baixos durante 45 dias de armazenamento e dentro do recomendado para não ser perceptível sensorialmente, sendo no tempo de 45 dias de armazenamento, os menores índices observados para as formulações F2 em ambas as curas. Índices de formação de metamioglobina inferiores foram observados nas formulações F1s e F1u, sendo similares às amostras controle elaboradas com antioxidantes sintéticos durante o tempo de armazenamento de 45 dias.

Em relação a estabilidade microbiológica das amostras, não foi possível constatar efeito positivo contra micro-organismos dos ingredientes naturais a partir de

15 dias de armazenamento do lombo suíno a 7 °C. No entanto, se o produto for armazenado a temperaturas de 2 °C, se mantém estável microbiologicamente até 30 dias se processado por cura úmida e até 45 dias se processado por cura seco.

E por fim, quanto a avaliação sensorial pode-se concluir, que os ingredientes naturais ácidos orgânicos, seus sais e peptídeos, extrato de acerola, extrato de beterraba, se revelaram alternativas promissoras, além dos efeitos positivos para conservação do produto, mantiveram elevada a aceitação do produto lombo suíno temperado em todos os aspectos sensoriais avaliados.

## REFERÊNCIAS

- ABPA. Relatório anual 2022 [Annual report]. **Brazilian Association of Animal Protein**, p. 144, 2022.
- ABUJAMRA, T. *et al.* Percepção dos consumidores em relação à segurança alimentar de carne bovina no município de Jataí - GO. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 24, n. 1, p. 9, 29 jun. 2017.
- AKCAN, T.; ESTÉVEZ, M.; SERDAROĞLU, M. Antioxidant protection of cooked meatballs during frozen storage by whey protein edible films with phytochemicals from *Laurus nobilis* L. and *Salvia officinalis*. **LWT**, v. 77, p. 323–331, abr. 2017.
- ALAHAKOON, A. U. *et al.* Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 1, p. 37–49, set. 2015.
- ALARCÓN, M. *et al.* Effect of winery by-product extracts on oxidative stability, volatile organic compounds and aroma profile of cooked pork model systems during chilled storage. **LWT**, v. 152, p. 112260, dez. 2021.
- ALMEIDA, A. L. F. Conservantes químicos para alimentos. **Food Ingredients Brasil**, v. 18, p. 43-49, 2011.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Meat evaluation handbook**. Savoy: American Meat Science Association, 2001. 161p.
- ANDREWS, W.; WANG; BEILEI; ZHANG ; HAMMACK, T. **Manual analítico bacteriológico (BAM)**. 8 ed, 1998. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/about-bacteriological-analytical-manual-bam>. Acesso em: 05 fev. 2023.
- APARICIO-GARCÍA, N. *et al.* Changes in protein profile, bioactive potential and enzymatic activities of gluten-free flours obtained from hulled and dehulled oat varieties as affected by germination conditions. **LWT**, v. 134, p. 109955, dez. 2020.
- BABAĞLU, A. S. *et al.* Antioxidant and antimicrobial effects of blackberry, black chokeberry, blueberry, and red currant pomace extracts on beef patties subject to refrigerated storage. **Meat Science**, v. 187, p. 108765, maio 2022.
- BAHADORAN, Z. *et al.* Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 51, p. 93–105, ago. 2016.
- BAMPI, M. Desenvolvimento de alternativas tecnológicas para a elaboração de um produto cárneo salgado com teor de sódio reduzido. **Tese doutorado Universidade Federal de santa Catarina**, p. 1–196, 2015.
- BARONE, A. M. *et al.* The usual suspect: How to co-create healthier meat products. **Food Research International**, v. 143, p. 110304, maio 2021.

BECK, P. H. B. *et al.* Sodium chloride reduction in fresh sausages using salt encapsulated in carnauba wax. **Meat Science**, v. 175, p. 108462, maio 2021.

BEDALE, W.; SINDELAR, J. J.; MILKOWSKI, A. L. Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. **Meat Science**, v. 120, p. 85–92, out. 2016.

BELLUCCI, E. R. B. *et al.* Açaí extract powder as natural antioxidant on pork patties during the refrigerated storage. **Meat Science**, v. 184, p. 108667, fev. 2022.

BERTOL, T. M.; FIGUEIREDO, E. A. P. Carne suína: padrões de qualidade e agregação de valor. **Embrapa Suínos e Aves**, 2022.

BERTOL, T.M.; OLIVEIRA, E.A.; SANTOS FILHO, J.I (a). **Composição e aspectos de qualidade da carne suína**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

BERTOL, T.M.; OLIVEIRA, E.A.; SANTOS FILHO, J.I. (b). Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne suína. In: *Composição e aspectos de qualidade da carne suína*. 1 ed. Brasília, DF: **Embrapa**, 2019. p.12-38.

BETAWI. Antioxidantes naturais em produtos cárneos. **PUBVET**, v. 6, n. 10, p. Ed. 197, Art. 1324, 2012.

BIASI, V. *et al.* Goldenberry flour as a natural antioxidant in Bologna-type mortadella during refrigerated storage and in vitro digestion. **Meat Science**, v. 196, p. 109041, fev. 2023.

BIOSPRINGER. **O que é extrato de levedura**. [S.l.] 2020. Disponível em: <https://biospringer.com/pt-br/extrato-de-levedura/>. Acesso em: 11 mar. 2023.

BISPO, T. C. **Aditivos alimentares empregados na elaboração e desenvolvimento de alimentos embutidos**. n. 8.5.2017, p. 2003–2005, 2022.

BOEIRA, C. P. *et al.* Phytochemical characterization and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* extract for application as natural antioxidant in fresh sausage. **Food Chemistry**, v. 319, p. 126553, jul. 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000**. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha, em conformidade com os anexos desta instrução normativa, Diário Oficial da União: Brasília, 2000.

BRASIL. **RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União: Brasília, 26 de dezembro de 2003.

BRASIL. **Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997**. Aprova o regulamento técnico: aditivos alimentares - definições, classificação e emprego. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 1997.

BRASIL. Instrução normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019. **Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da União, n. 249, Seção 1, p. 133, 26 de dezembro, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS\*<sup>+</sup>. **Comunicado Técnico**, 128, 2007.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária: **Resolução RDC nº 466**, de 10 de Fevereiro de 2021.

BREWER, M. *et al.* Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. **Meat Science**, v. 57, n. 2, p. 169–176, fev. 2001.

CÂMARA, A. K. F. I. *et al.* Reducing phosphate in emulsified meat products by adding chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage in powder or gel format: A clean label technological strategy. **Meat Science**, v. 163, p. 108085, maio 2020.

CHANG, S. *et al.* Fine-needle aspiration of a slowly enlarging neck mass in a 61-year-old woman: An interesting adult blue cell tumor in an unusual location. **CytoJournal**, v. 15, p. 1, 25 jan. 2018.

CHANG, T. W.; PAN, A. Y. Cumulative environmental changes, skewed antigen exposure, and the increase of allergy. **Advances in Immunology**, v. 98, p. 39-83, 2008.

CLOUGH, S.R. Hexane. In: **Encyclopedia of toxicology**. [s.l.] Elsevier, p. 900–904, 2014.

CRUZ, R. G. *et al.* Comparison of the antioxidant property of acerola extracts with synthetic antioxidants using an in vivo method with yeasts. **Food Chemistry**, v. 277, p. 698–705, mar. 2019.

DECKER, E.A; MEI, L. Antioxidant mechanisms and applications in muscle foods. Abstracts from the 2020 International Congress of Meat Science and Technology and the AMSA Reciprocal Meat Conference. **Meat and Muscle Biology**, v. 5, n. 2, 7 jun. 2021.

DEL RIO, D.; STEWART, A. J.; PELLEGRINI, N. A review of recent studies on malondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 15, n. 4, p. 316–328, ago. 2005.

DURAN, A.; KAHVE, H.I. The effect of chitosan coating and vacuum packaging on the microbiological and chemical properties of beef. **Meat science**, v. 162, p. 107961, 2020.

DUTCOSKY, SD. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2019

- ECHEGARAY, N. *et al.* Chestnuts and by-products as source of natural antioxidants in meat and meat products: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 82, p. 110–121, dez. 2018.
- ESTÉVEZ, M. Critical overview of the use of plant antioxidants in the meat industry: Opportunities, innovative applications and future perspectives. **Meat Science**, v. 181, p. 108610, nov. 2021.
- FAPRI. Iowa State University and University of Missouri-Columbia. **Food and Agricultural Policy Research Institute**, 2021.
- FARIA, G. Y. Y. *et al.* Effect of ultrasound-assisted cold plasma pretreatment to obtain sea asparagus extract and its application in Italian salami. **Food Research International**, v. 137, p. 109435, nov. 2020.
- FELLENBERG, M. A. *et al.* Oxidative quality and color variation during refrigeration (4 °C) of rainbow trout fillets marinated with different natural antioxidants from oregano, quillaia and rosemary. **Agricultural and Food Science**, v. 29, n. 1, 27 fev. 2020.
- FERYSIUK, K.; WÓJCIAK, K. M. Reduction of nitrite in meat products through the application of various plant-based ingredients. **Antioxidants**, v. 9, n. 8, p. 711, 5 ago. 2020.
- FRANCO, B. D.G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.
- FREIBERGER, Ramona Cristina do Prado. **Utilização de ácidos orgânicos como conservantes em linguças curadas cozidas embaladas à vácuo**. 77 p. Dissertação (Ciência de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis, 2016.
- FONT-I-FURNOLS, M.; GUERRERO, L. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. **Meat Science**, v. 98, n. 3, p. 361–371, nov. 2014.
- GALARZ, L.; FONSECA, G.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Crescimento microbiano em produtos à base de peito de frango durante simulação da cadeia de abastecimento Microbial growth in chicken breast products during supply chain simulation. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 870–877, 2010.
- GAVA, A.J.; SILVA, C.A.B.; FRIAS, J.R. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008.
- GIL, M.; GUERRERO, L.; SÁRRAGA, C. The effect of meat quality, salt and ageing time on biochemical parameters of dry-cured *Longissimus dorsi* muscle. **Meat Science**, v. 51, n. 4, p. 329-337, 1999.
- GÓMEZ SALAZAR, J. A.; CLEMENTE POLO, G.; SANJUÁN PELLICER, N. Review of mathematical models to describe the food salting process. **Dyna**, v. 82, n.

190, p. 23–30, 2015.

GOU, P.; COMAPOSADA, J.; ARNAU, J. NaCl content and temperature effects on moisture diffusivity in the Gluteus medius muscle of pork ham. **Meat Science**, v. 63, n. 1, p. 29-34, 2003.

GÓRSKA-HORCZYCZAK, E.; WOJTASIK-KALINOWSKA, I.; WIERZBICKA, A. Supplemental linseed oil and antioxidants affect fatty acid composition, oxidation and colour stability of frozen pork. **South African Journal of Animal Science**, v. 50, n. 2, p. 253–263, 1 jul. 2020.

HAMDI, M. *et al.* Improvement of the quality and the shelf life of reduced-nitrites turkey meat sausages incorporated with carotenoproteins from blue crabs shells. **Food Control**, v. 91, p. 148–159, set. 2018.

HERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. H. *et al.* Avocado waste for finishing pigs: Impact on muscle composition and oxidative stability during chilled storage. **Meat Science**, v. 116, p. 186–192, jun. 2016.

FARIAS, N.N.P. *et al.* Ethanolic extract of mango seed used in the feeding of broilers: effects on phenolic compounds, antioxidant activity, and meat quality. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 100, n. 2, p. 299–307, 1 jun. 2020.

FERYSIUK E WOJCIAK,, L. Z. *et al.* Nitrito e nitratos em produtos cárneos enlatados e/ou embutidos. **Gestão em Foco**, v. 7, p. 246–251, 2021.

FRANCISCO, N. S.; *et al.* Características físico-químicas de linguiça de frango elaborada com fibra de trigo e colágeno bovino. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 551-558, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. IV edição, 2008. Disponível em: [http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf). Acesso em: 12 fev. 2023.

JIAO, Y. *et al.* Polyphenols from thinned young kiwifruit as natural antioxidant: Protective effects on beef oxidation, physicochemical and sensory properties during storage. **Food Control**, v. 108, p. 106870, fev. 2020.

JIN, S.-K. *et al.* Natural curing agents as nitrite alternatives and their effects on the physicochemical, microbiological properties and sensory evaluation of sausages during storage. **Meat Science**, v. 146, p. 34–40, dez. 2018.

KAMKAR, A. *et al.* Nanocomposite active packaging based on chitosan biopolymer loaded with nano-liposomal essential oil: Its characterizations and effects on microbial, and chemical properties of refrigerated chicken breast fillet. **International Journal of Food Microbiology**, v. 342, p. 109071, 2021.

KARAM, L. *et al.* Antimicrobial effect of thymol and carvacrol added to a vinegar-based marinade for controlling spoilage of marinated beef (ShaWarma) stored in air

or vacuum packaging. **International Journal of Food Microbiology**, v. 332, p. 108769, nov. 2020.

KE, S. *et al.* Impact of citric acid on the tenderness, microstructure and oxidative stability of beef muscle. **Meat Science**, v. 82, n. 1, p. 113–118, maio 2009.

KIM, J.-H.; JANG, H.-J.; LEE, C.-H. Effect of aged garlic powder on physicochemical characteristics, texture profiles, and oxidative stability of ready-to-eat pork patties. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 32, n. 7, p. 1027–1035, 1 jul. 2019.

KIM, T.-K. *et al.* Quality characteristics of pork loin cured with green nitrite source and some organic acids. **Meat Science**, v. 152, p. 141–145, jun. 2019.

KUMAR, Y. *et al.* Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 14, n. 6, p. 796–812, nov. 2015.

KRÜGER, B. C. **Avaliação da cor, textura e gordura intramuscular dos cortes suínos de lombo (*m. longissimus dorsi*) e picanha (*m. biceps femoris*)**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

LAVADO, G.; LADERO, L.; CAVA, R. Cork oak (*Quercus suber* L.) leaf extracts potential use as natural antioxidants in cooked meat. **Industrial Crops and Products**, v. 160, p. 113086, fev. 2021.

LEE, S. *et al.* Microbiological safety of processed meat products formulated with low nitrite concentration — A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n. 8, p. 1073–1077, 1 ago. 2018.

LEMOES, A.L.S.C. **Ingredientes e outras tendências que marcarão uma nova década**. CarneTec Brasil. 2020. Disponível em: <https://www.carnetec.com.br/Industry/TechnicalArticles/Details/92175>. Acesso em: 8 fev. 2023.

LI, Ya *et al.* Bioactivities and health benefits of wild fruits. **International journal of molecular sciences**, v. 17, n. 8, p. 1258, 2016.

LOIZZO, M.R. *et al.* Anti-rancidity effect of essential oils, application in the lipid stability of cooked turkey meat patties and potential implications for health. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 66, n. 1, p. 50-57, 2015.

LORENZO, J. M. *et al.* Influence of pitanga leaf extracts on lipid and protein oxidation of pork burger during shelf-life. **Food Research International**, v. 114, p. 47–54, dez. 2018.

MAGALHÃES, V. M. DE M. C. *et al.* Efeitos dos antioxidantes na produção da carne suína. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e32311526855, 18 abr. 2022.

- MAJOU, D.; CHRISTIEANS, S. Mechanisms of the bactericidal effects of nitrate and nitrite in cured meats. **Meat Science**, v. 145, p. 273–284, nov. 2018.
- MARTÍNEZ-ZAMORA, L. *et al.* Substitution of synthetic nitrates and antioxidants by spices, fruits and vegetables in Clean label Spanish chorizo. **Food Research International**, v. 139, p. 109835, jan. 2021.
- MARQUES, H. L. Maior consumo de carne suína leva setor industrial a investir em tecnologias e novos cortes. **Suinocultura Industrial**, n. 5, p. 52-55, 2020.
- MASHAU, M. E.; RAMATSETSE, K. E.; RAMASHIA, S. E. Effects of adding moringa oleifera leaves powder on the nutritional properties, lipid oxidation and microbial growth in ground beef during cold storage. **Applied Sciences**, v. 11, n. 7, p. 2944, 25 mar. 2021.
- MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Hort Science**, v. 27, n. 12, p. 1254–1255, dez. 1992.
- MEIRELES, B. R. L. DE A. *et al.* Avaliação do potencial corante e antioxidante de betalainas (*Beta vulgaris*, L.) em mortadela de frango. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e237973995, 10 maio 2020.
- MISKINIS, R.A.S.; NASCIMENTO, L.Á.; COLUSSI, R. Bioactive compounds from acerola pomace: A review. **Food Chemistry**, v. 404, p. 134613, mar. 2023.
- MORRIS, C. S. *et al.* Utilization of phosphate alternatives in marinated chicken breast and chunked and formed deli ham. **Meat and Muscle Biology**, v. 3, n. 1, 2019.
- MUNEKATA, P. E. S. *et al.* Strategies to increase the shelf life of meat and meat products with phenolic compounds. **Academic Press Inc.** p. 171–205, 2021.
- OLIVEIRA, R.R. Antioxidantes naturais em produtos cárneos. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 10, Ed. 197, Art. 1324, 2012.
- OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes no caminho da pesquisa**. Cocal do Sul: Imprint, 2001.
- OSAILI, T. M. *et al.* Effect of essential oils and vacuum packaging on spoilage-causing microorganisms of marinated camel meat during storage. **Foods**, v. 10, n. 12, p. 2980, 3 dez. 2021.
- OSWELL, N. J.; THIPPAREDDI, H.; PEGG, R. B. Practical use of natural antioxidants in meat products in the U.S.: A review. **Meat Science**, v. 145, p. 469–479, nov. 2018.
- PASUKAMONSET, P.; KWON, O.; ADISAKWATTANA, S. Oxidative stability of cooked pork patties incorporated with clitoria ternatea extract (blue pea flower petal) during refrigerated storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 1, p. e12751, fev. 2017.

PATEIRO, M. *et al.* Application of essential oils as antimicrobial agents against spoilage and pathogenic microorganisms in meat products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 337, p. 108966, jan. 2021.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A.-J. colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 1, p. 36–60, 11 jan. 2013.

PEDREIRA, Job Ferreira *et al.* **Substituição de aditivos sintéticos por fontes naturais em hambúrguer bovino**. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022.

PEREIRA, T.F. **Conservante alimentares**: o que são, principais tipos e como são utilizados. Ifope, 2022. Disponível em: <https://blog.ifopecom.br/conservantesalimentares/#:~:text=%C3%89%20bastante%20utilizado%20na%20ind%C3%BAstria,%2C05%25%20a%202%25>. Acesso em: 8 fev. 2023.

PINTON, M.B. **Aplicação de ultrassom como estratégia para redução de fosfato em emulsões cárneas**. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia dos alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Santa Maria, 2019.

PROMMACHART, R. *et al.* Effect of dietary anthocyanin-extracted residue on meat oxidation and fatty acid profile of male dairy cattle. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 322, 28 jan. 2021.

RAHIMI, P. *et al.* Betalains, the nature-inspired pigments, in health and diseases. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, n. 18, p. 2949–2978, 11 out. 2019.

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

RATHER, I.A. *et al.* Probiotics and atopic dermatitis: An overview. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, 12 abr. 2016.

REALINI, C.E. *et al.* Effects of acerola fruit extract on sensory and shelf-life of salted beef patties from grinds differing in fatty acid composition. **Meat Science**, v. 99, p. 18–24, jan. 2015.

RIBEIRO, B.S.; DE FREITAS, S.T. Maturity stage at harvest and storage temperature to maintain postharvest quality of acerola fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 260, p. 108901, jan. 2020.

SALEH, E.A *et al.* Effect of pomegranate peel powder on the hygienic quality of beef sausage. **Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences**, v. 6, n. 6, p. 1300–1304, 1 jun. 2017.

SANTANA, J. A. **Processamento Tecnológico De Presunto Clean Label**. 2019.

SANTOS FILHO, J.I. dos. Estratégias nutricionais para melhoria da qualidade da carne suína. In: A qualidade como um dos fatores determinantes da demanda por produtos suínos no Brasil. 1ª ed. Brasília, DF: **Embrapa**, 2019. p.39-56.

SANTOS, V.M.O. *et al.* Marinade with alkaline solutions for the improvement of pork quality. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 11, p. 1655–1662, nov. 2012.

SEBRANEK, J.G. Basic curing ingredients. In: **Ingredients in meat products**. New York, NY: Springer New York, 2009. p. 1–23.

SHAH, M.A.; BOSCO, S.J.D.; MIR, S.A. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. **Meat Science**, v. 98, n. 1, p. 21–33, set. 2014.

SILVA, A.S.M.; SANTANA, J.A. **Processamento tecnológico de presunto clean label. 2020**. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curso superior de Tecnologia de Alimentos, Medianeira, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26032>. Acesso em: 12 fev. 2023.

SIMÃO, S. Cereja das Antilhas. In: SIMÃO, S. (ed.) **Manual de fruticultura**. São Paulo: Agronomia Ceres, 1971.

SIRÓ, I. *et al.* Application of an ultrasonic assisted curing technique for improving the diffusion of sodium chloride in porcine meat. **Journal of Food Engineering**, v. 91, n. 2, p. 353-362, 2009.

SOUZA, B. A. *et al.* Aditivos alimentares: aspectos tecnológicos e impactos na saúde humana. **Revista Contexto & Saúde**, v. 19, n. 36, p. 5–13, 11 jul. 2019.

SORIANO, A. *et al.* Oak wood extracts as natural antioxidants to increase shelf life of raW pork patties in modified atmosphere packaging. **Food Research International**, v. 111, p. 524–533, set. 2018.

TOMOVIC, V. *et al.* Plants as natural antioxidants for meat products. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 85, p. 012030, set. 2017.

USDA. NAL. **National nutrient database for standard reference**. Disponível em: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>. Acesso em: 8 jul. 2015.

VARGAS-RAMELLA, M. *et al.* The Antioxidant effect of Colombian berry (*Vaccinium meridionale* Sw.) extracts to prevent lipid oxidation during pork patties shelf-life. **Antioxidants**, v. 10, n. 8, p. 1290, 14 ago. 2021.

VENÂNCIO, D.P.; CLAUDIO PANDOLFI, M. A. Clean label na comercialização de produtos. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 535–541, 18 dez. 2020.

VERMA, S.; SAHOO, J. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. **Meat Science**, v. 56, n. 4, p. 403–413, dez. 2000.

VIDAL, V.A.S. **Efeito da redução de cloreto de sódio e fosfato sobre as propriedades funcionais de emulsões cárneas adicionadas de sais substitutos.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

VIDAL, V.A.S. **Redução de sódio em carnes salgadas: Efeitos da substituição parcial de cloreto de sódio por outros sais clorados.** 264 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos- Universidade Estadual de Campinas). Campinas-SP, 2019.

VILLALOBOS-DELGADO, L. H. *et al.* Oxidative stability in raw, cooked, and frozen ground beef using Epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.). **Meat Science**, v. 168, p. 108187, out. 2020.

WENDA INGREDIENTS (a). **SafePlate® beet powder.** Disponível em: <https://wendaingredients.com/products/beet-powder/>. Acesso em: 17 maio 2023.

WENDA INGREDIENTS (b). **NatureBind® phosphate alternative.** Disponível em: <https://wendaingredients.com/products/phosphate-alternative/>. Acesso em: 17 maio 2023.

WEBER, A. C.; COSTA, B.; HERBER, J. Análise de acidez titulável, verificação da presença de amido e quantificação de fosfatos em linguiças coloniais comercializadas no município de Iajé – rs. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 13, n. 4, 25 mar. 2022.

WU, X. *et al.* Prediction of pork storage time using Fourier transform near infrared spectroscopy and Adaboost-ULDA. **Journal of Food Process Engineering**, v. 40, n. 6, p. e12566, dez. 2017.

XAVIER, S. H.; CARBALLO, J.; FERNÁNDEZ, M.; ARNAU, J.; GRATACÓS, M.; HIERRO, E. Technological implications of reducing nitrate and nitrite levels in dryfermented sausages: Typical microbiota, residual nitrate and nitrite and volatile profile. **Food Control**. v. 57, p. 275-281, 2015.

YUAN, Xiang-Yang *et al.* Effects of partial replacement of fish meal by yeast hydrolysate on complement system and stress resistance in juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). **Fish & Shellfish Immunology**, v. 67, p. 312-321, 2017.

## **APÊNDICE A – Ficha de análise sensorial**

**TESTE DE ESCALA HEDÔNICA**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Você está recebendo uma amostra de linguiça toscana. Por favor, deguste-a e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou não do produto.

Amostra: \_\_\_\_\_

9 - Gostei extremamente	Aceitação global	_____
8 - Gostei muito	Aroma	_____
7 - Gostei moderadamente	Cor	_____
6 - Gostei ligeiramente	Sabor	_____
5 - Nem gostei, nem desgostei	Textura	_____
4 - Desgostei ligeiramente		
3 - Desgostei moderadamente		
2 - Desgostei muito		
1 - Desgostei extremamente		

Assinale com um "x" qual a sua intenção de compra em relação a este produto:

- ( ) Eu certamente compraria
- ( ) Eu provavelmente compraria
- ( ) Tenho dúvidas se compraria
- ( ) Eu provavelmente não compraria
- ( ) Eu certamente não compraria

Comentários: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE B – Questionário para levantamento de dados da equipe sensorial**

**QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS DA EQUIPE SENSORIAL**

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

Gênero: ( ) Feminino ( ) Masculino

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

( ) 46-55 anos ( ) 56-65 anos ( ) &gt;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. O que você avalia na aquisição de um produto cárneo?

( ) Preço ( ) Prazo de validade

( ) Marca ( ) Qualidade nutricional

( ) Aparência ( ) Outros \_\_\_\_\_

( ) ~~Ingredientes~~