



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

MESTRADO ACADÊMICO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ANA THAÍS CAMPOS DE OLIVEIRA

**LINGUIÇA CAPRINA COM REDUÇÃO DO TEOR DE GORDURA POR ADIÇÃO
DE SORO DE LEITE**

LIMOEIRO DO NORTE – CE

2021

ANA THAÍS CAMPOS DE OLIVEIRA

LINGUIÇA CAPRINA COM REDUÇÃO DO TEOR DE GORDURA POR ADIÇÃO DE
SORO DE LEITE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Limoeiro do Norte – CE, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Antonia Lucivânia de Sousa Monte.

Coorientadora: Profa. Dra. Luana Guabiraba Mendes.

LIMOEIRO DO NORTE – CE

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O48l Oliveira, Ana Thaís Campos de.
Linguiça caprina com redução do teor de gordura por adição de soro de leite / Ana Thaís Campos de Oliveira. - 2021.
94 f. : il.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campus Limoeiro do Norte, 2021.
Orientação: Profa. Dra. Antonia Lucivânia de Sousa Monte.
Coorientação: Profa. Dra. Luana Guabiraba Mendes.
1. Embutidos. 2. Subproduto lácteo. 3. Propriedades nutritivas. I. Título.
- CDD 664
-



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Rua Estevão Remígio de Freitas, 1145 - Bairro Centro - CEP 62930-000 - Limoeiro do Norte - CE - www.ifce.edu.br

ANEXO

ANA THAÍS CAMPOS DE OLIVEIRA

LINGUIÇA CAPRINA COM REDUÇÃO DO TEOR DE GORDURA E ADICIONADA COM SORO DE LEITE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 21/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Antônia Lucivânia de Sousa Monte (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) - *campus* Fortaleza

Profa. Dra. Marlene Nunes Damaceno (Membra Interna Titular)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) – *campus* Limoeiro do Norte

Profa. Dra. Francisca Giselle da Cruz (Membra Interna Titular)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) - *campus* Crato

Profa. Dra. Luana Guabiraba Mendes (Membra Externa Titular)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) - *campus* Limoeiro do Norte

Profa. Dra. Monique Ellen Torres da Silva (Membra Externa Titular)
Universidade Federal de Juiz de Fora
(UFJF) - Minas Gerais



Documento assinado eletronicamente por **Antonia Lucivania de Sousa Monte, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 26/01/2022, às 08:24, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Francisca Giselle da Cruz, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 26/01/2022, às 08:57, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Monique Ellen Torres da Silva, Usuário Externo**, em 26/01/2022, às 10:07, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luana Guabiraba Mendes, Usuário Externo**, em 26/01/2022, às 11:54, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marlene Nunes Damaceno, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 26/01/2022, às 15:16, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **3358640** e o código CRC **80D9228C**.

A Deus, que tem me sustentado até aqui, e aos meus pais pelo apoio incondicional.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus. Se hoje estou aqui, foi porque Ele me sustentou, dando-me a força e o suporte necessários para eu vencer cada obstáculo que surgia. Aos meus pais, Maria Ducel Campos de Oliveira e Francisco Jorgimar Alves de Oliveira, que, além de me oferecerem amor e apoio, sempre foram meus principais incentivadores, acreditando mais em mim até do que eu mesma. Também, ao meu irmão, Lucas Campos de Oliveira, e a todos os meus familiares.

O Mestrado, além de colegas, trouxe-me amizades que quero levar para vida toda. Começo agradecendo aos meus companheiros de turma que estiveram comigo nesta caminhada, Otaniel Lima e Francisca Rafaela, pessoas extraordinárias, pelas quais tenho um carinho enorme. Ao Luis Kenedy, que esteve sempre do meu lado quando precisei; e, em especial, a Fernanda Tayla, que, além de amiga, se tornou uma irmã, e, mesmo a distância, sempre encontrava um jeito de me ajudar.

Às amigas das outras turmas também agradeço, em especial a Everlândia, Joene Vitória, Lidynes, Ana Paula, e Vandesônia, que sempre me ajudavam quando eu precisava, compartilhando seus conhecimentos. Amei conviver e aprender com todas vocês.

Quero, ainda, deixar os meus agradecimentos a todos os funcionários do IFCE, desde os técnicos, em especial Jorge e Kelbia, os quais estavam sempre dispostos a ajudar no que precisasse, ao pessoal dos serviços gerais, que, da sua forma, contribuem para os nossos trabalhos serem executados.

Agradeço à professora a Dra. Renata Chastinet Braga, que, durante muitos anos, nos coordenou no curso de maneira magnífica, e a nossa atual coordenadora, Maria Aparecida Liberato Milhone, que não mediu esforços para que pudéssemos concluir nossas pesquisas. Ademais, minha gratidão a todos os professores, que foram pessoas excepcionais, passando seus conhecimentos e ensinamentos, contribuindo de forma efetiva para a formação da identidade de profissional que tenho hoje. Sou grata, também, ao professor Dr. Antônio Belfort Dantas Cavalcante, que, além de ensinar, foi um grande incentivador, e todo seu legado ficará para sempre em nossas memórias e corações.

Em especial, quero agradecer a minha orientadora, a professora Dra. Antonia Lucivânia de Sousa Monte, pelo incentivo, auxílio e, acima de tudo, pelo exemplo de pessoa e profissional que é. Também a minha coorientadora, a professora Dra. Luana Guabiraba Mendes, que é uma profissional brilhante e me ajudou de maneira efetiva na execução do meu trabalho.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), por toda estrutura fornecida, onde pude adquirir conhecimentos fundamentais; ainda, à Funcap – Fundação Cearense de Apoio e Desenvolvimento Científico, pelo apoio financeiro.

Enfim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste sonho.

“Mas, como está escrito: as coisas que o olho não viu, e o ouvido não ouviu, e não subiram ao coração do homem, são as que Deus preparou para os que o amam.”

(1 Coríntios 2-9)

RESUMO

Esta pesquisa visa elaborar uma linguiça frescal de carne caprina com redução do teor de lipídios, utilizando o soro de leite em pó como substituto de gordura. Assim, foram elaborados 4 tratamentos: TC (controle com 20% de gordura e 0% de soro de leite em pó), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite) além de análises físico-químicas de umidade, cinzas, proteínas, carboidratos, pH, perda por cocção e encolhimento, cor, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, perfil de textura, composição mineral e perfil de ácidos graxos. Os resultados mostraram que a adição do soro de leite em pó nas formulações foi eficaz na redução da gordura das linguiças caprina frescas, reduzindo cerca de 54 a 90% do conteúdo lipídico total. Nas propriedades físico-químicas, a textura apresentou alterações significativas no tratamento 1, onde houve uma elevação no valor da dureza e mastigabilidade. Na composição mineral das linguiças, observou-se um aumento na concentração de fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Os ácidos graxos oleico, palmítico e esteárico permaneceram nas linguiças mesmo ocorrendo a redução do teor de gordura nas formulações, podendo ser considerado um alimento mais saudável. Dessa forma, pode-se concluir que o soro de leite em pó pode ser utilizado no processamento de linguiça caprina tipo frescal como substituto de gordura, contribuindo para redução do teor de lipídios e melhoria na composição de minerais, tornando o alimento mais saudável e agregando maior valor ao produto.

Palavras-chave: embutidos, subproduto lácteo, propriedades nutritivas.

ABSTRACT

This research aims to develop a fresh goat meat sausage with reduced lipid content, using whey powder as a fat substitute. Thus, 4 treatments were prepared: TC (control with 20% fat and 0% whey powder), T1 (10% fat and 10% whey), T2 (5% fat and 15% of whey), T3 (0% fat and 20% whey) in addition to physical-chemical analysis of moisture, ash, protein, carbohydrates, pH, loss by cooking and shrinkage, color, water retention capacity, shear force, texture profile, mineral composition and fatty acid profile. The results showed that the addition of whey powder in the formulations was effective in reducing the fat of fresh goat sausages, reducing about 54 to 90% of the total lipid content. In the physicochemical properties, the texture showed significant changes in treatment 1, where there was an increase in the value of hardness and chewiness. In the mineral composition of sausages, an increase in the concentration of phosphorus, potassium, calcium and magnesium was observed. The oleic, palmitic and stearic acids remained in the sausages, even with the reduction of the fat content in the formulations, which can be considered a healthier food. Thus, it can be concluded that whey powder can be used in the processing of fresh goat sausage as a fat substitute, contributing to a reduction in the lipid content and improvement in the composition of minerals, making the food healthier and adding greater product value.

Keywords: sausages, dairy by-product, nutritional properties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elaboração da linguiça caprina frescal.	38
Figura 2 - Preparo dos ingredientes.....	39
Figura 3 - Homogeneização da massa cárnea.....	39
Figura 4 - Linguiças dos tratamentos C e T1 prontas e embaladas.	39
Figura 5 - Linguiças dos tratamentos T2 e T3 prontas e embaladas.	40
Figura 6 - Medição do comprimento utilizando o paquímetro.....	42
Figura 7 - Algumas amostras de linguiças caprinas antes e após cozimento.	43
Figura 8 - Amostra após o descarte do sobrenadante.	44
Figura 9 - Valores médios de pH das amostras de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias. ..	59
Figura 10 - Valores médios de L* das amostras de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias. ..	59
Figura 11 - Valores médios de a* das amostras de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias. ..	60
Figura 12 - Valores médios de b* das amostras de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias. ..	60
Figura 13 - Valores médios de C* das amostras de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias.	61
Figura 14 - Valores médios de h° das amostras de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias. ..	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulações da linguiça caprina frescal com diferentes concentrações de soro do leite.	37
Tabela 2 - Avaliação microbiológica das matérias-primas para parâmetros regulamentares.	47
Tabela 3 - Composição química Média $\pm$ DP da carne caprina e do toucinho utilizada para elaboração das linguiças.	49
Tabela 4 - Composição físico-química média $\pm$ DP do soro de leite em pó.	50
Tabela 5 - Caracterização microbiológica de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.....	51
Tabela 6 - Composição centesimal média e valor energético $\pm$ DP de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.	52
Tabela 7 - Valor médio $\pm$ DP para pH, cor instrumental, perda por cocção e perda por encolhimento de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.	55
Tabela 8 - Valor médio $\pm$ DP força de cisalhamento e textura de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.	63
Tabela 9 - Valor médio $\pm$ DP para composição mineral de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.....	66
Tabela 10 - Valor médio $\pm$ DP para composição de ácidos graxos de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.	68
Tabela 11 - Valor médio $\pm$ DP das categorias de ácidos graxos presentes na linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.	71

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 Carne caprina: histórico e mercado.....	18
3.1.1 Consumo e benefício da carne caprina	20
3.2 Embutidos	24
3.2.1 Processamento da linguiça.....	25
3.3 Redução do teor de gordura em produtos cárneos.....	27
3.4 Soro de leite	28
4. MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1 Matérias-primas	32
4.2 Caracterização microbiológica, química e físico-química das matérias-primas	32
4.2.1 Determinação de coliforme totais, termotolerantes e <i>Escherichia coli</i>	33
4.2.2 Determinação de <i>Salmonella spp</i>	33
4.2.3 Determinação de aeróbios mesófilos	33
4.2.4 Umidade	33
4.2.5 Cinzas.....	34
4.2.6 Lipídios.....	34
4.2.7 Proteínas	35
4.2.8 pH	35
4.2.9 Acidez em ácido lático	36
4.2.10 Glicídios redutores em lactose.....	36
4.2.11 Lipídios pelo método do butirômetro (Gerber)	37
4.3 Elaboração das linguiças caprinas frescas	37

4.4 Caracterização microbiológica das linguiças caprinas frescais	40
4.5 Caracterização físico-química das linguiças caprinas frescais.....	40
4.5.1 Composição centesimal	40
4.5.2 Valor energético total	41
4.5.3 pH	41
4.5.4 Cor	41
4.5.5 Perda de peso por cocção	41
4.5.6 Porcentagem de encolhimento	42
4.5.7 Força de cisalhamento e perfil de textura instrumental	43
4.5.8 Capacidade de retenção de água	43
4.5.10 Composição mineral	45
4.5.11 Perfil de ácidos graxos	45
4.12 Análise estatísticas	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 Caracterização microbiológica e físico-química das matérias-primas	47
5.1.1 Análise microbiológica	47
5.1.2 Caracterização físico-química.....	48
5.2 Caracterização microbiológicas das linguiças caprinas frescais	51
5.3 Composição físico-química das linguiças caprinas frescais	52
5.3.1 Composição centesimal das linguiças.....	52
5.3.2 Composição física das linguiças caprinas frescais	55
5.3.3 Estabilidade (pH e cor das amostras refrigeradas)	58
5.3.4 Força de cisalhamento e análise de perfil de textura instrumental (TPA) das amostras de linguiças caprinas	63
5.3.5 Composição mineral das linguiças caprinas	66
5.3.6 Análise do perfil dos ácidos graxos das linguiças caprinas.....	67
6. CONCLUSÃO.....	72

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
APÊNDICES	87

1. INTRODUÇÃO

A caprinocultura é uma atividade bastante difundida em todos os continentes, porém, apenas em alguns países, essa atividade mostra relevância econômica, já que, em boa parte da exploração, é executada com baixas tecnologias, trazendo, como consequência, baixa produtividade. No Brasil ela está presente em todos os estados devido a sua adaptabilidade às condições adversas, em especial na Região Nordeste, representando 90% da criação nacional de cabras. Os produtos desses animais, como carne e leite, possuem propriedades proteicas e sensoriais de excelente qualidade, podendo ser potentes substitutos de produtos bovinos (CASTRO JUNIOR, 2017).

No Brasil, o consumo dessa carne ainda é baixo, com cerca de 700 gramas por pessoa anualmente, que, comparando a países de primeiro mundo, varia de 20 a 28 kg/pessoa/ano (SANTOS PESSOA et al., 2018). A carne caprina possui bom valor nutritivo, com baixo teor de gordura saturada e calorias, quando comparada à carne bovina, apresentando níveis de proteína e ferro semelhantes, assim a utilização dessa matéria-prima para produção de embutidos seria uma forma de agregar valor nutritivo ao produto (MACHADO et al., 2019).

Os embutidos surgiram na antiguidade a partir da necessidade de ampliar a vida útil de carnes. Observou-se que, depois de picar a carne, salgá-la, adicionar aromatizantes, embuti-la e dessecá-la, adquiriam-se propriedades sensoriais agradáveis e que seu prazo de vida era estendido. Produtos cárneos são alimentos elaborados totalmente ou parcialmente com carne, obtida de animais de abate, com adição ou não de ingredientes de origem animal ou vegetal, especiarias e aditivos. O embutimento ocorre a partir da introdução da massa de carne em tripa, previamente selecionada (ROCHA, 2022).

Hoje os embutidos representam um dos segmentos de carnes mais bem-sucedidos e sua elaboração pode variar com o tipo que será processado, mas, basicamente, compreendem quatro fases: preparo da carne, trituração, mistura da massa e embutimento. Dessa forma, vários são os tipos de produtos cárneos encontrados, dentre eles os frescos, defumados, curados, semicurados e cozidos (ORDONEZ et al., 2005). Apesar de serem muito consumidos, os embutidos são alimentos com alto teor de lipídeos e, recentemente, os substitutos de gordura vêm sendo testados na indústria dos produtos cárneos, com intuito de tornar esse alimento mais saudável.

Dentre os produtos cárneos, a linguiça tipo frescal tem bastante destaque por ter boa aceitação e comercialização. Não é um produto maturado, nem dessecado, sendo lançada no mercado na mesma forma que é produzida, acondicionada em embalagens plásticas, sob vácuo

(OLIVEIRA; ARAÚJO; BORGO, 2005). Em sua formulação, é adicionada gordura de origem animal, que exerce papel importante na textura, suculência e sabor do produto. Porém, o consumo em excesso de gorduras tem, como consequência, o surgimento de doenças cardiovasculares e, assim, a substituição desse componente por outra matéria-prima mais saudável, como o soro de leite em pó, pode contribuir para melhoria na qualidade nutricional do alimento (ROCHA, 2017).

Assim, o soro de leite é um subproduto da indústria de laticínios, representando a porção aquosa liberada do coágulo durante a fabricação convencional de queijos. É um líquido opaco de cor amarelo-esverdeado, de aspecto turvo e sabor fresco, ligeiramente doce ou ácido. Este subproduto representa 85 a 90% do volume de todo o leite que é utilizado na produção de queijos, chegando a reter, aproximadamente, 55% dos nutrientes. Possui propriedades nutritivas, contendo proteínas solúveis, lactose, minerais, vitaminas, ácido láctico e nitrogênio não solúvel (ALVES et al., 2014).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver linguiça caprina tipo frescal com redução do teor de gordura, adicionada de o soro de leite em pó como substituto de gordura.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as matérias-primas (carne, toucinho e soro de leite) segundo os parâmetros físico-químicos e microbiológico;
- Desenvolver diferentes formulações de linguiça caprina, utilizando o soro do leite em pó como substituto de gordura;
- Caracterizar as formulações quanto aos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e minerais;
- Caracterizar o perfil de ácidos graxos presentes nas formulações desenvolvidas;
- Acompanhar pH e cor das linguiças caprinas frescas durante 7 dias de armazenamento sob refrigeração a temperatura de 5°C.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Carne caprina: histórico e mercado

Presentes na história da humanidade, como descrito em relatos mitológicos e bíblicos, os caprinos foram as primeiras espécies de ruminantes a serem domesticadas e inseridas na alimentação humana. Por serem fornecedores de carne, leite e peles, eles passaram a ser levados de seu habitat natural para diversas regiões, sendo os animais domésticos com maior distribuição geográfica. No Brasil a criação de caprinos teve início durante o período da colonização, em 1.535, quando portugueses, franceses e holandeses trouxeram os primeiros exemplares desses animais (LIMA, 2009).

Dessa forma, a caprinocultura é uma atividade bastante difundida em todos os continentes, em áreas que apresentam diferenciadas características edafoclimáticas, principalmente nas nações em desenvolvimento. (CASTRO JUNIOR, 2017). A população de caprinos em todo o mundo é por volta de 1,06 bilhão de cabeças, tendo como maiores produtores a China, Índia, Nigéria, Paquistão e Bangladesh, concentrando cerca de 51,2% do rebanho. Nesse ranking, o Brasil ocupa a 22ª posição, sendo a região Nordeste a maior concentração, cerca de (92,7%). Nesse contexto, o Ceará encontra-se com o 4º maior rebanho nacional (11,6%), ficando atrás apenas do Piauí (12,8%), Pernambuco (25,3%) e Bahia (27,4%). Isso mostra a importância que a caprinocultura apresenta para a região, sendo uma atividade economicamente rentável, principalmente para os pequenos produtores, que realizam a comercialização da carne, do leite e da pele (CÂMARA et al., 2019).

Devido à fácil adaptação que os caprinos têm às condições climáticas extremas de aridez e limitações topográficas, o Nordeste brasileiro é umas das regiões mais tradicionais e com sucesso na criação e exploração dessa atividade, adaptando-se facilmente às condições da caatinga (LIMA, 2009). O rebanho nordestino de caprinos conta com cerca de 9.092.724 cabeças, sendo composto de diferentes raças e aptidões para carne e laticínios (SILVA et., 2019). A água é um fator limitante para criação de gado em regiões semiáridas, o que predispõe a criação de cabras e ovelhas, pois esses animais conseguem tolerar a falta de água, possuindo mecanismos para economizar esse nutriente em caso de falta, aumentando a capacidade de suportar a seca (SANTOS et al., 2019).

Presente em todos os estados brasileiros, a caprinocultura apresenta a peculiaridade de se adaptar e, em virtude disso, o Nordeste acaba tendo maior destaque no cenário nacional. Os produtos desses animais, como carne e leite, possuem propriedades proteicas e sensoriais, comprovando serem potenciais substitutos de subprodutos bovinos, como também fonte de

proteínas para grande parcela de pequenos produtores nas regiões Nordeste e Sul do país (CASTRO JUNIOR, 2017).

No rebanho da região Nordeste, encontram-se descendentes dos animais trazidos na época da colonização, que foram submetidos a longos períodos de adaptação e seleção natural em relação ao semiárido brasileiro. Raças mais especializadas em desempenho produtivo não se adaptaram muito bem ao clima da região (CÂMARA et al., 2019).

Observando as expectativas promissoras de rentabilidade que a caprinocultura pode gerar, a região Sudeste vem procurando reestruturar e consolidar o setor com atividade economicamente rentável, passando ser um investimento dos produtores rurais. De acordo com Cardoso et al. (2015), essa reestruturação não ocorreu de maneira uniforme. Um exemplo disso é o estado de São Paulo, onde ainda existem inúmeras formas organizacionais na atividade criatória, que são refletidas na administração, na criação, nos tipos de manejos e outros, atendendo a objetivos diversos, como no incentivo à agricultura familiar e ao desenvolvimento regional.

No Brasil, o semiárido nordestino vem, desde o século XVII, demonstrando uma vocação para agropecuária por seus aspectos, os quais são: irregularidade climática, que faz a atividade agrícola de risco, mas rebanhos normalmente se adaptam a sua realidade; mercado local e regional de caprinos e ovinos; menor necessidade de investimentos para manutenção da caprinocultura em relação à bovinocultura; essa atividade ser mais adequada para pequena produção familiar (NETO; OLIVEIRA; SILVEIRA, 2019).

O produto brasileiro a nível mundial ainda apresenta participação pequena. Os estudos estatísticos que relatam o consumo de carne caprina não apresentam tanta confiabilidade, pois boa parte dos abates ocorrem de maneira clandestina, o que dificulta dimensionar a realidade sobre este mercado. No Nordeste os abates ocorrem normalmente entre as idades de 8 a 12 semanas, o que vai promover baixo rendimento da carcaça (MACHADO et al., 2019).

A criação de caprinos e exploração dos seus subprodutos eram vistas, no Brasil, como atividades pecuárias, típicas de regiões menos desenvolvidas do país. Porém, ao longo dos anos, tornou-se, para o Nordeste brasileiro, uma atividade de grande importância econômica e social com grande aceitação de seus produtos no mercado. Na região o sistema de criação desses animais é tradicional, geralmente composto de animais sem raça definida ou por raças nativas ou locais (CASTRO JUNIOR, 2017).

Além disso, a produção de carne caprina, na região semiárida nordestina, é tradicionalmente baseada na utilização de pastagens da caatinga, sendo limitada pelos próprios recursos naturais oferecidos para alimentação dos animais e variações sazonais. O bioma é

constituído por diversos tipos de ervas, arbustos e árvores que, durante os 4 meses de inverno, são exuberantes. Porém, ao cessar a estação chuvosa e entrar no longo período do inverno, a disponibilidade de matérias orgânicas para os animais é reduzida (FONTELES et al., 2018). A produção de caprinos passou a ter uma significativa importância em todo o mundo na última década, principalmente em países que apresentam ambientes com condições extremas devido à capacidade de adaptação dos caprinos (SANTOS SOUZA et al., 2019).

A habilidade do caprino de se adaptar às condições climáticas adversas pode ser um instrumento de fixação do homem no campo como também uma atividade rentável para a região para obtenção dos seus produtos, como a carne, o mais importante, que tem o uso corrente do sertanejo para sua própria alimentação e para comercialização. As áreas de maiores concentrações de criação de caprinos no Nordeste são, mais especificamente, no Sub Médio São Francisco e em Pernambuco, também nas regiões do Sertão Pajeú/Moxotó, lugar com alto índice de susceptibilidade à desertificação, onde a atividade ocorre de forma extensiva na caatinga (NETO; OLIVEIRA; SILVEIRA, 2019).

A cadeia de produção dos caprinos é desconexa, o que faz com que sua evolução na produtividade seja lenta. Hoje, devido à abertura do mercado e tecnologias disponíveis, é necessária uma melhor eficiência nos sistemas de criação de cabras, e informações, como sistemas agrícolas, comercialização bem como características dos consumidores são importantes (SANTOS SOUZA et al., 2019).

3.1.1 Consumo e benefício da carne caprina

No Brasil o consumo médio de carne caprina anual é baixo, cerca de 700 gramas por pessoa, menos da metade se comparar com países sul-americanos, como Argentina, que é de 1,5 kg por pessoa, e 56 vezes menos que neozelandeses, os quais são os maiores consumidores do mundo (LIMA, 2009; SANTOS PESSOA et al., 2018). Segundo Teixeira (2010), em países do primeiro mundo, varia de 20 a 28 kg/pessoa/ano e, somente nos últimos anos, a carne caprina está sendo melhor explorada, podendo ser encontrada em supermercados, açougues e restaurantes das grandes cidades.

Na Região Nordeste, o perfil dos animais não é satisfatório em muitos casos, sendo comum encontrar animais para abate com escore corporal inferior, o que resulta em carcaças de baixa qualidade comercial. Por esse motivo, a intensificação das fiscalizações dos sistemas atuais de produção com a adoção de abate sanitário se torna necessária para ofertar ao mercado um produto de qualidade (TEIXEIRA, 2010).

Desse modo, para que a carcaça de um caprino possa ser considerada de boa qualidade, esta deve possuir grande porção de músculo, baixa quantidade de ossos, uma porcentagem de gordura intramuscular e subcutânea ajustada, de forma a garantir suculência e maciez à carne. Essa gordura fica localizada, em sua maioria, na região abdominal, cerca 50 a 60 % (ROCHA, 2017).

A adoção de práticas de manejo e tecnologias na criação de caprinos proporcionou uma melhora na produtividade, mas ainda baixa ao se comparar aos outros tipos de carnes que são consumidas no país, como de bovinos (38,6 kg/hab/ano), aves (46,8 kg/hab/ano) e suínos (14,5 kg/hab/ano). Dessa forma, com um mercado cada vez mais exigente, para atrair a atenção do consumidor, a carne caprina tem que oferecer cada vez mais qualidade (CASTRO JUNIOR, 2017).

De acordo com Madruga e Bressan (2011), o consumo de carne caprina apresenta elevado potencial devido ao seu valor nutritivo. A carne é uma fonte de gordura na dieta humana, em especial gorduras saturadas, que, imediatamente, são associadas a doenças cardiovasculares e câncer. Porém, a carne de origem caprina possui baixo teor de gorduras saturadas e calorias quando comparada à carne bovina, apresentando níveis de proteína e ferro semelhantes (MACHADO et al., 2019).

Nesse contexto, diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos para compreender os fatores que afetam a qualidade da carne caprina. Segundo Madruga e Bressan (2011), a raça, a idade, o sexo e a genética influenciam diretamente nas propriedades físico-químicas e sensoriais da carne, o que também é afirmando por Machado et al. (2019), mostrando que esses fatores são classificados em intrínsecos (espécie, raça, sexo e idade) e extrínsecos ao animal (nutrição, meio ambiente e manejo pré e pós-abate). Todos esses elementos vão afetar a bioquímica e a estrutura muscular, do músculo pós-morte, interferindo, assim, nos atributos sensoriais e tecnológicos da carne. Dentre as características físico-químicas determinantes para a qualidade da carne, destacam-se: cor, maciez e aroma.

A carne caprina apresenta demanda sazonal, sendo mais consumida em feriados religiosos, como Natal e Páscoa. Normalmente o mercado tem a tendência por caprinos mais jovens, o que faz com que os animais mais velhos percam valor econômico, sendo reaproveitados para a elaboração de produtos cárneos (RODRIGUES et al., 2019).

Nesses últimos anos, a criação de caprinos para o abate tem se tornado um mercado bastante lucrativo, explorando esse produto de alto valor biológico, entretanto pouco se é explorada tecnologicamente a carne caprina, com seus produtos pouco comercializados ao se comparar com os de origem bovina, suína e de aves. Em contrapartida, a indústria tem buscado

cada vez mais alternativas para desenvolver produtos assim como aplicar tecnologias e, dessa forma, aumentar a produção bem como a aceitação de produtos caprinos. No consumo direto, a preferência é por animais mais jovens, já que a carne é mais macia, mais suculenta além de o sabor e o odor serem menos intensos. Dessa maneira, animais adultos ou de descarte não possuem boa aceitação para o consumo, pois suas carnes apresentam textura mais firme, um sabor e um odor indesejáveis, tornando difícil comercialização (GUERRA et al., 2011).

A comercialização da carne caprina tem crescido bastante e, com ela, as exigências dos consumidores em relação à qualidade, uma vez que visam às propriedades nutritivas. Assim sendo, estudos vêm sendo desenvolvidos a fim de compreender o comportamento dos consumidores ao comprarem a carne caprina, quais análises são válidas no momento da compra para apontar as tendências e as perspectivas dos consumidores em relação ao consumo, baseado em gostos, preferências e hábitos (BATISTA et al., 2019).

Vendo por essa expectativa, Batista et al. (2019) avaliaram o perfil do consumidor de carne caprina e ovina em São Raimundo no Piauí, através de entrevistas com consumidores e comerciantes desses tipos de carnes, no período de maio a julho de 2014. Verificou-se que 60,24% dos consumidores são homens, e 39,76% são mulheres. Em relação à idade dos entrevistados: 37,35% têm entre 31 e 50 anos; na faixa de 18 a 30 estão 36,75%; e 25,90% têm mais que 50 anos. Aproximadamente 91,57% dos entrevistados apreciam a carne caprina, o que mostra que, na região, a produção de caprinos é bastante valorizada, tendo um consumidor assíduo.

Santos Souza et al. (2019), ao estudarem os consumidores de carne caprina, mostraram que 53,6% dos entrevistados afirmaram consumir carne de cabra, e a razão é a valorização da carne, por ser considerado um alimento saudável. Os entrevistados, também, afirmaram ter preferência pelos cortes comerciais, costela e perna, 57,1%; já os motivos que levaram o público a não consumir a carne caprina incluem: o sabor forte da carne caprina, com 14,6%; a baixa disponibilidade de produtos, com 25%; e não possuir o hábito, com 43,8%.

A carne caprina possui um grande potencial de mercado, pois é uma fonte de alto valor biológico, tendo uma digestibilidade de 97%, e a sua qualidade está ligada diretamente a suas características sensoriais, como sabor e aroma, que vão influenciar diretamente na aceitabilidade do consumidor. Essas características positivas da carne de cabra fizeram surgir diversos estudos aproveitando esse potencial, assim pôde ser vista a elaboração de carnes salgadas, linguiças defumadas etc., porém o uso tecnológico dessa carne ainda não é bem explorado, e poucos produtos de origem caprinas são encontrados em comparação aos produtos de origem bovina, suína e aves, por exemplo (BARBOSA et al., 2017).

Portanto, um melhor aproveitamento dessas fontes proteicas deve ser feito, podendo, assim, ser elaborados produtos cárneos, que poderão dar ainda mais valor a esta carne. A partir desse contexto, Guerra et. (2011) elaboraram uma mortadela caprina com diferentes níveis de gordura, utilizando animais de descarte. A partir dos resultados, pode-se ver que todas as amostras em estudos foram bem aceitas sensorialmente. Os parâmetros microbiológicos e físico-químicos também atenderam à legislação, exceto para níveis de umidade da amostra com 10%, mostrando que um produto de carne caprina pode ser produzido, o que permite uma melhor utilização e valor do produto.

Barbosa et al. (2017) utilizaram a carne caprina em seus estudos, elaborando kafta e avaliando o efeito da substituição do cloreto de sódio pelo cloreto de potássio nos parâmetros físico-químicos. Os resultados mostraram que a substituição de 25% de NaCl por KCl, em formulações de kafta de cabra, pareceu adequada, podendo ser utilizada para minimizar riscos de doenças, como pressão alta, mas o estudo ainda carece de uma avaliação sensorial para analisar a aceitação do produto pelos consumidores.

Desse modo, as carnes caprinas correspondem à fonte básica de carne vermelha para uma porção considerável da população mundial. Essa tendência tem ocorrido em países como os Estados Unidos principalmente nos últimos 20 anos, devido à diversidade étnica e às preferências de parte dos consumidores por carnes mais saudáveis (BASINGER et al., 2019).

No Brasil essa realidade também pode ser vista, uma vez que, nos últimos anos, o consumo de caprina cresceu em algumas regiões do país, o que levou a um aumento da demanda e do valor do produto internamente, promovendo a expansão da atividade em todo território brasileiro. Tudo isso em decorrência das preferências alimentares dos consumidores, que buscam a cada dia uma alimentação com melhor qualidade. O fato vem sendo demonstrado nos grandes centros urbanos, onde a classe econômica com melhor poder aquisitivo passou a consumir esta carne também, deixando de ser uma iguaria consumida apenas pela população pobre do semiárido (COSTA et al., 2011).

Todo esse movimento de aumento no consumo de carne caprina em regiões não tradicionais vem ocorrendo devido à ampla divulgação em relação às qualidades nutricionais e sensoriais desta carne. Nos países mais desenvolvidos, essa carne é mais cara, sendo considerada uma importante fonte de nutrientes, o que promoveu o aumento no consumo nos últimos anos (COSTA et al., 2011; COELHO et al., 2019).

Dentro da cultura alimentar ocidental, a carne tem uma importância fundamental, sendo fonte de proteínas e micronutrientes, como ferro, selênio, vitaminas A, B3, B12 e ácido fólico (ANDRADE et al., 2016). A carne de caprinos e ovinos são consideradas vermelhas pela sua

concentração de mioglobina, o que a predispõe sofrer oxidação, além de possuírem quantidade semelhantes de ácidos graxos (CUNHA et al., 2018). A carne ovina apresenta características sensoriais mais apreciáveis que a carne caprina, porém as de cabras, por suas propriedades dietéticas, destacam-se entre alguns nichos de mercados, onde consumidores procuram carnes mais saudáveis (FERNANDES, 2017).

Segundo Martins (2018), nos grandes restaurantes tradicionais brasileiros, vem aumentando o consumo de carne caprina, mas de cortes mais nobres, com animais com até 6 meses de idade. As carnes caprinas de animais com mais de 1 ano são mais rejeitadas devido ao aroma que é liberado durante o cozimento, diferente de outras carnes vermelhas. Um dos principais fatores na escolha por esta carne é o seu teor de gordura e elevados índices de ácidos graxos insaturados. A quantidade de gordura vai depender da espécie animal, do sexo, da idade e da alimentação etc., a qual fica acumulada, principalmente, na cavidade corporal, na zona subcutânea e localizadas inter e intramuscular, além do mais depositam uma menor porção de gordura na carcaça e maior gordura visceral. A cada 100 g de carne assada ao forno, a carne caprina apresenta 2,75 g de gordura, enquanto 3,75 g corresponde ao frango, a carne bovina possui 17,14 g e a suína, 25,72 g (MARTINS, 2018).

3.2 Embutidos

Os embutidos surgiram na antiguidade, da necessidade de ampliar o tempo de vida útil de carnes, que se deterioravam rapidamente se não fossem consumidas logo. Assim, o homem observou que, depois de picar a carne, salgá-la, adicionar aromatizantes, embuti-la e dessecá-la, ela adquiria propriedades sensoriais agradáveis e seu tempo de vida útil era estendido (ORDONEZ et al., 2005).

Vários são os tipos de produtos cárneos encontrados, dentre eles os frescos, que são elaborados a partir de carnes com gordura ou não, picadas, com adicionamento ou não de temperos, especiarias e aditivos, que passam por dessecação, cozimento, salga, embutimento ou não, e, nesse grupo, encontra-se o hambúrguer. Temos, ainda, os embutidos crus curados, os quais são produzidos a partir de carne e gorduras picadas com ou sem miúdos, além disso a eles são incorporadas especiarias, aditivos e condimentos, passando por processo de maturação e defumação, que são opcionais. Nesse grupo encontram-se salsichão, salame, linguiça etc. (ORDONEZ et al., 2005). Os embutidos podem ser produzidos por diversos tipos de carnes, mas a que apresenta maior destaque é a de origem suína (ROCCO, 1996).

De acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (2017), embutidos são os produtos cárneos elaborados com carne ou com órgãos comestíveis, curados ou não, condimentados, cozidos ou não, defumados e dessecados ou não, tendo, como envoltório, a tripa, a bexiga ou outra membrana animal. Dentre os produtos, são considerados embutidos: linguiça, morcela, mortadela, salsicha, salame e pepperoni.

No Brasil os embutidos surgiram a partir da emigração de famílias alemãs e italianas, as quais, dentre os seus costumes, trouxeram receitas tradicionais desse produto, que teve a sua composição e as suas características melhoradas ao longo do tempo devido às condições climáticas do país. Mais tarde, com a vinda de frigoríficos multinacionais, a produção e o consumo desse produto foram significativamente aumentados. Hoje os embutidos representam um dos segmentos de carnes mais bem-sucedidos, sendo bastante populares. A elaboração vai variar de acordo com o tipo que será processado, mas, basicamente, compreende quatro fases: trituração, mistura da massa, emulsão e embutimento (CRUZ, 2014).

Na fabricação de produtos cárneos, a qualidade da carne é de suma importância, provinda de animais saudáveis, com baixa contagem microbiana, sem microrganismos patogênicos, e aparência, aroma e textura característicos (ROCHA, 2017).

Os embutidos são amplamente aceitos pela maioria dos consumidores em diversos países. Reformulações dos produtos cárneos têm sido uma das maiores reivindicações do mercado consumidor, que busca, cada vez mais, alimentos saudáveis, o que pode representar, para a indústria, uma renovação. A gordura é essencial nesses produtos, porque interfere diretamente sobre características, como textura, sabor, e não pode ser removida sem ter um substituto adequado (ŠOJIC et al., 2018).

3.2.1 Processamento da linguiça

O homem, desde a antiguidade, vem fabricando vários tipos de linguiça como um modo de conservação de carnes. Estes produtos são obtidos por processos de moagem da carne, condimentado e embutido, tanto em envoltórios naturais como artificiais. Segundo Milani (2003), o processamento da linguiça não exige tecnologias sofisticadas, utiliza poucos equipamentos e é de baixo custo, sendo um dos embutidos cárneos mais fabricados no Brasil.

Na Instrução Normativa Nº 4, de 31 de março de 2000, está aprovado o regulamento técnico de identidade e qualidade de linguiça. Dessa forma, segundo a legislação, a linguiça é um produto cárneo obtido a partir de carnes de animais de açougue, com ou sem adição de tecidos adiposos, ingredientes, embutidos em envoltórios artificiais ou naturais, submetida a processos tecnológicos adequados (BRASIL, 2000).

Para se obter a linguiça, são necessárias várias etapas de manipulação, o que pode elevar a possibilidade de haver contaminação, pois, no seu processamento, a carne é moída e, devido ao aumento da superfície de exposição, torna-se propícia a ação de microrganismo. Além disso, a linguiça frescal não passa por tratamento térmico, e a coloração típica vermelha deve-se à adição de sais de cura e da acidez (MILANI, 2003).

Além do mais, a linguiça tipo frescal tem bastante destaque dentre os produtos cárneos, apresentando boa aceitação e comercialização. Não é um produto maturado, nem dessecado, sendo lançado, no mercado, na mesma forma que é produzida, acondicionada em embalagens plásticas, sob vácuo. A refrigeração proporciona um prolongamento do prazo de vida desse produto sob o ponto de vista comercial. Há, também, variadas constituições em relação à carne e à gordura (OLIVEIRA; ARAÚJO; BORG, 2005).

As matérias-primas obrigatórias na produção de linguiças são carnes de diferentes espécies de animais de açougue e o sal. O que é adicionado, além disso, é denominado ingredientes opcionais, como gorduras, água, fontes de proteínas vegetal e/ou animal, açúcares, plasma, aditivos intencionais, aromas, especiarias e condimentos (BRASIL, 2017).

As propriedades sensoriais são definidas a partir do processo de produção empregado na obtenção do produto, como cor, sabor, textura e odor, típicos da matéria-prima e dos ingredientes que são utilizados bem como do processo tecnológico empregado. Dessa forma, a linguiça apresenta, como características físico-químicas, umidade de 70 %, gordura máxima de 30% e gordura mínima de 12%, requerendo, também, a adição de sais de cura, para que, assim, ela atinja os parâmetros de qualidade sensoriais que o produto exige (OLIVEIRA, ARAÚJO; BORG, 2005).

Estima-se que o consumo médio de linguiça, em todo o mercado global, foi de 19,58 milhões em 2019, com perspectivas de crescimento de cerca de 3,3 anualmente, até 2023. Em geral, esse alimento contém níveis altos de gorduras, contendo grandes quantidades de ácidos graxos saturados e colesterol, e sua ingestão pode estar associada a doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer e síndrome metabólica. As gorduras promovem essas características essenciais em linguiças, como como suculência, sensação na boca, textura e sabor, portanto reduzir essas características pode interferir nos parâmetros estruturais, tornando o produto menos aceitável (QI et al., 2020).

Por possuir uma atividade de água alta, teor de gordura relativamente alto, uma estrutura da matéria-prima fragmentada e falta de processamento térmico, a linguiça apresenta vida de prateleira curta. A deterioração pode ser causada por bactérias e oxidação lipídica, o que pode

levar o produto a desenvolver características sensoriais inaceitáveis e, até mesmo, provocar doenças (ŠOJÍČ et al., 2018).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de carne, perdendo apenas para os Estados Unidos, desempenhando um papel importante no mercado global. Dentre os produtos à base de carne, a linguiça frescal é uma das mais consumidas, porém sua alta atividade de água e ausência de tratamento térmico a torna mais suscetível a microrganismo, fazendo seu tempo de vida útil pequeno. Bactérias patógenas, como *E. coli*, muitas vezes, são encontradas em matérias-primas de carnes (ARAÚJO, 2018).

A linguiça é, no Brasil, um dos produtos mais produzido e comercializado, já que não precisa de uma tecnologia mais sofisticada em sua produção. É um produto cárneo com textura, cor, sabor e aroma bem característicos. Vários são tipos de linguiças que podem ser encontrados, como linguiça curada, fresca ou defumada (NASCIMENTO et al., 2015). Esse grande consumo em todo o mundo é devido à praticidade de preparo e ao sabor. O conteúdo lipídico pode ser modificado durante o armazenamento refrigerado (0 °C a 4°C), ocorrendo oxidação dos lipídios (TRAN et al., 2020).

3.3 Redução do teor de gordura em produtos cárneos

O mercado consumidor tem se tornado cada vez mais exigente, dando preferência aos alimentos cada vez mais nutritivos, com redução de gordura em seu processo. Essa tendência tem sido vista, também, na produção de embutidos, que vem desenvolvendo técnicas para o melhoramento dos seus produtos, com uma visão de buscar alimentos mais saudáveis e seguros para o consumo. O uso desses substitutos de gordura pode: ajudar na capacidade de retenção de água; melhorar a funcionalidade da gordura; manter a aceitação de atributos sensoriais, como parâmetros de aparência, odor, sabor e textura; e produzir alimentos menos calóricos (GARCIA-SANTOS et al., 2019).

Produtos cárneos com salsichas, linguiças, mortadelas têm como característica possuir grande quantidade de gordura, podendo conter até 30% (CHOI et al., 2013). A substituição de gorduras é um grande desafio, podendo interferir em vários fatores, como força de cisalhamento e textura, assim sendo seu comportamento e interações com a matriz de carne deve ser avaliada (ŠOJÍČ et al., 2018).

No Brasil assim como em outros países, observa-se a prevalência da obesidade, e isso ocorre a partir do estilo de vida e hábitos alimentares. No geral, a população tem a tendência de

buscar alimentos com preparos rápidos, dentre eles os embutidos, que vêm tendo aumento em venda nos últimos anos (BORRAJO; LIMA; TRINDADE, 2016).

O foco atual dos estudos é diminuir a quantidade de gorduras, nitritos e nitrato dos produtos cárneos, suplementá-los com ingredientes funcionais. Muitas podem ser as fontes utilizadas, como: cereais, frutas, legumes, algas etc. Em produtos cárneos, algumas das mais utilizadas são: beterraba, trigo, aveia, ervilha, cenouras, bambu, pêssegos, maçãs, peras, limões e laranjas (SLIMA et al., 2020).

Nessa perspectiva, Yadav et al. (2018) desenvolveram linguças de frangos, enriquecendo-as com farelo de trigo e balaço de cenoura, buscando entender o efeito da incorporação de fibras nos atributos de qualidade de embutidos frescos e refrigerados. Obtiveram resultado positivos, que, ao incorporarem o farelo de trigo e o bagaço da cenoura em cada um dos níveis de 3%, 6% e 9%, obtiveram bons rendimentos de cozimento, resultando em uma boa aceitação.

As gorduras possuem funções de grande importância para o organismo, como fonte de energia e ácidos graxos essenciais, bem como portadores de vitaminas lipossolúveis. Nos produtos à base de carne, desempenham papéis importantes, como estabilizantes de emulsões, reduzindo a perda de cozimento, melhorando capacidade de retenção de água e proporcionando suculência e dureza. Porém, numa dieta rica em gorduras, em especial as gorduras animais, elas favorecem um aumento na quantidade de ácidos graxos saturados e colesterol (CHOI et al., 2009).

3.4 Soro de leite

A Instrução Normativa N° 80, de 13 de agosto de 2020, aprova o Regulamento Técnico e fixa os padrões de identidade e qualidade para soro de leite. Segundo esta legislação, o soro de leite é o produto lácteo líquido extraído da coagulação do leite utilizado no processo de fabricação de queijos, caseína alimentar e produtos similares (BRASIL, 2020).

A produção de soro de leite tem crescido, estimando-se 1,8 a 1,9 10⁸ toneladas por ano. Assim, o soro de leite em pó tem suas vantagens consideráveis, principalmente pela estabilidade a longo prazo (ZHOU et al., 2019).

O soro de leite é um subproduto da indústria de laticínios, representando a porção aquosa liberada do coágulo durante a fabricação convencional de queijos. É um líquido opaco de cor amarelo-esverdeado de aspecto turvo e sabor fresco, ligeiramente doce ou ácido. Este subproduto representa 85 a 90 % do volume de todo o leite que é utilizado na produção de

queijos, chegando a reter, aproximadamente, 55 % dos nutrientes dos queijos. Possui propriedades nutritivas, contendo proteínas solúveis, lactose, minerais e vitaminas, ácido láctico e nitrogênio não solúvel (ALVES et al., 2014).

Durante a produção do queijo, cerca de 90% da matéria-prima não é aproveitada, ou seja, a cada 10 litros de leite, é produzido 1 kg de queijo e 9 litros de soro de leite, gerando um grande problema ambiental se o mesmo for descartado de maneira incorreta. Aproveita-se um pouco deste soro para a alimentação humana assim como de animais e, muitas vezes, é jogado em mananciais de água, o que provoca alta demanda bioquímica de oxigênio. Esse soro contém alto valor nutricional, alto teor de cálcio, peptídeos bioativos, é rico em aminoácidos essenciais, como lisina, triptofano, cisteína e isoleucina. As proteínas apresentam propriedades funcionais, como: emulsificação, solubilidade, ligação ou retenção de água (MENESES et al., 2019).

Segundo Pacheco et al. (2017), a composição do soro de leite pode variar dependendo da composição química do leite, da alimentação e da reprodução de cada animal bem como do clima, mas, basicamente, é constituído de 93% de água, 5% de lactose, 0,9 a 0,7% de proteínas, 0,5 a 0,3% de gordura, 0,2% de ácido láctico e pequenas quantidades de vitaminas. A fração proteica contém, aproximadamente, 50% de β -lactoglobulina, 25% de α -lactoalbumina e 25% de outras frações proteicas, incluindo imunoglobulinas. Comparado com a caseína, o soro possui alguns aspectos levemente superiores, principalmente aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), além de ter alto conteúdo dos aminoácidos essenciais, especialmente lisina, treonina, triptofano, fenilalanina, tirosina e a presença da proteína superior lactalbumina. O sabor depende do tipo de coagulação e da operação de produção do queijo. A obtenção do soro acontece através coagulação enzimática do leite pela adição renina, que tem a propriedade de coagular a caseína, ou por coagulação ácida (OLIVEIRA et al., 2013).

As proteínas ganham uma maior evidência por serem ricas em aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina). Dentre os aspectos tecnológicos do soro, destacam-se propriedades, como solubilidade, gelatinização, formação de espuma, tamponamento e emulsificação. As proteínas liberam peptídeos bioativos para o organismo, através do processo digestivo ou tratamento enzimático, com diversos efeitos benéficos para a saúde (BEDENDO et al., 2019).

Ademais, da proteína total presente no leite 20% está no soro de leite, um subproduto do processo de fabricação de leite, que possui um alto valor biológico pela quantidade abundante de aminoácidos. As principais proteínas presentes no soro são α -lactalbumina e β -lactoglobulina, que possuem feitos positivos na saúde (KIM et al., 2016).

Segundo Silva Junior et al. (2020), a quantidade de α -lactalbumina contida no soro de leite é mais elevada que a presente na clara do ovo. A α -lactalbumina possui mais aminoácidos de cadeia ramificada do que qualquer outra fonte proteica, estes que são importantes para atletas por serem os primeiros utilizados durante o processo de catabolismo muscular.

Devido ao crescimento populacional no mundo todo, a procura por produtos lácteos tem aumentado consideravelmente, o que levou a produção de soro de leite pelos laticínios, resíduo industrial considerado altamente poluente ao meio ambiente. Por outro lado, por ser um subproduto rico em lactose, pode ser utilizado para produção de outros produtos comercialmente valiosos (ZHANG et al., 2020).

Poucas empresas processavam o soro de leite líquido para o soro de leite em pó, isso devido ao alto custo da implantação de uma planta de processamento e o grande volume de soro para justificar seu processamento industrial (SILVA; BUENO; RODRIGUES SÁ, 2017).

Dessa forma, o soro tem grande importância, tanto pelo volume que é produzido quanto pelo seu valor nutricional e suas propriedades funcionais significativas. Apesar de todos esses benefícios, ele é um agente altamente poluidor do ambiente quando manejado inadequadamente, destinado, sem tratamentos, a rios e esgotos públicos. Este desperdício pode ser um aliado na produção de alimentos, pois, levando em consideração o valor nutritivo contido no soro de leite, cria-se a possibilidade de haver um reaproveitamento desse subproduto das queijarias, utilizando suas características nutritivas, para agregar valor a produtos novos ou já existentes (TERRA et al., 2009). Dessa forma, vários estudos são realizados para utilização do soro como fonte em produtos cárneos e, por meio dele, diversos produtos podem ser obtidos, como concentrados proteicos de soro (CPS), isolados de proteínas do soro (IPS) e soro em pó (NUNES; SANTOS, 2015).

Nesse sentido, Martins et al. (2009) e Cruz (2014) empregaram o soro de leite fluido na elaboração de mortadelas e verificaram que o produto manteve o padrão de qualidade ao ser comparado com o comercial, apresentando boa aceitabilidade sensorial, além de elevar o percentual de proteico do embutido.

A adição de derivados do soro de leite é empregada a alimentos, como o concentrado proteico (WPC - WheyProteinConcentrate). Isso pode ser observado nos estudos de Bedendo et al. (2019), que produziram um bolo adicionado de concentrado proteico de soro de leite e açúcar mascavo, apresentando, como resultado, um aumento no teor de proteína e diminuição de lipídios em relação à formulação com leite em pó e açúcar cristal, contribuindo, assim, para o enriquecimento do produto.

Ainda, Kononiuk e Karwowska (2020), através de seus estudos, conseguiram demonstrar que a adição de soro ácido, em vez de nitrito, em linguiças fermentadas, melhora a propriedades e aumenta seu valor nutricional, agindo sobre o ferro heme, conteúdo e composição de ácidos graxos.

Utilizado na produção de alimentos pelo valor nutricional de suas proteínas, o soro de leite em pó, geralmente, é obtido através da membrana de filtração, seguido de pulverização. Durante o processo de secagem por pulverização, cada gota sofre uma transferência de energia durante o tempo que permanece na câmara de secagem. A cinética da secagem determina as características finais. A qualidade do soro de leite em pó pode ser afetada pela combinação umidade e temperatura durante o processo de secagem, através da reação de Maillard (GÓMEZ-NARVÁEZ; PÉREZ-MARTÍNEZ; CONTRERAS-CALDERÓN, 2019).

A utilização da secagem no processamento do soro tem sido de grande relevância no desenvolvimento de novos produtos utilizando o soro em pó como ingrediente de seus produtos destinados ao consumo humano e animal. Algumas observações devem ser feitas no processo de secagem do soro de leite, como o controle de ar de saída da câmara de secagem (PERRONE, 2014).

As proteínas do soro poderão exercer efeitos benéficos sobre o sistema cardiovascular devido às propriedades redutoras (cisteína, estímulo à síntese de glutathione), sequestrantes de radicais livres (glutathione, lactoferrina, lactoperoxidase), que são inibidores das lipoproteínas e artérias (GUIMARÃES, 2011).

Cerca de 50% de todo o soro de leite produzido no mundo, agora, é transformando em produtos com valor agregado com o soro de leite em pó e concentrado proteico do soro. Uma grande fração do soro passa por processo de secagem para obtenção do soro em pó, o que facilita manipulação, transporte e armazenamento. A quantidade de lactose concentrada e de outros nutrientes, no soro em pó, tem-se tornado mais atraente para agregar valor a outros produtos do que o soro de leite líquido, por exemplo, na produção de etanol, que reduz os custos com fermentação e destilação (YOU et al., 2017).

Produtos lácteos são, muitas vezes, adicionados a produtos cárneos no intuito de melhorar a textura e as propriedades sensoriais bem como minimizar as perdas de cozimento. Serdaroğlu (2006) adicionou concentrações de soro em pó (2% ou 4%) em almôndegas preparadas com diferentes níveis de gordura de carne bovina (5%, 10%, 20%), para estudar a aceitabilidade. A incorporação do soro de leite foi benéfica, melhorou as características de cozimento em cada nível de gordura, não alterando as propriedades sensoriais das amostras de almôndegas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Planta Piloto de Processamento de Carnes e Pescado e nos laboratórios de Química e Microbiologia de Alimentos, laboratório do Mestrado em Tecnologia de Alimentos e laboratório de Solos, todos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Limoeiro do Norte, além de análises realizadas no Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará (Nutec).

4.1 Matérias-primas

A carne caprina utilizada nas formulações foi obtida de caprinos oriundos da fazenda Sete Irmãos, localizada no município de Jaguaribe, Ceará, com sistema de produção extensivo, e a alimentação baseada em pastagem. O animal era fêmea da raça Anglo-Nubiano e foi abatida com idade superior a 24 meses. Toda carne proveniente da desossa (todos os cortes), foi utilizada no processamento da linguiça. A carne foi congelada e transportada sob refrigeração à Planta Piloto de Tecnologia de Processamento de Carnes e Pescado do IFCE Campus Limoeiro do Norte, onde permaneceu armazenada a -20 °C até o momento das análises.

Além disso, o toucinho foi adquirido no comércio local de Jaguaribe e, assim como a carne caprina, foi transportado sob refrigeração até o IFCE e armazenado a -20 °C. Já o soro de leite em pó e os demais ingredientes necessários para a produção da linguiça frescal caprina, foram obtidos de distribuidoras em Fortaleza, e no comércio local da cidade de Jaguaribe - CE.

4.2 Caracterização microbiológica, química e físico-química das matérias-primas

As análises microbiológicas para a carne caprina, toucinho e soro de leite em pó foram realizadas seguindo metodologia descrita por Silva et al. (2011), atendendo à legislação, RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019: coliformes totais e termotolerantes, *Escherichia coli*/g, *Salmonella* spp., aeróbios mesófilos (BRASIL, 2019).

A composição química da carne caprina e do toucinho (umidade, cinzas, lipídios, proteínas) assim como a composição físico-química do soro de leite em pó (umidade, cinzas, proteínas, lactose, acidez em ácido láctico e pH) foram determinados de acordo com o padrão estabelecido pela legislação Instrução Normativa nº 94, de 18 de setembro de 2020 (BRASIL, 2020). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.2.1 Determinação de coliforme totais, termotolerantes e *Escherichia coli*

Iniciou-se com o teste presuntivo, com três alíquotas de três diluições da amostra inoculadas em série de três tubos ensaio, com o Caldo Lactosado, em estufa a temperatura 35 °C por 48 horas. Nos tubos com produção de gás, procedeu-se o teste de confirmação dos coliformes totais e termotolerantes, através de uma alçada de cada tubo com a formação de gás, para tubos de ensaio com Caldo Verde Brilhante Bile 2% (VB), em que foram incubados 35 °C por 48 horas. Os tubos com formação de gás foram incubados em Caldo E. coli (EC) por 24 horas a 45 °C. Nos tubos de ensaio com formação de gás, foi realizado o teste para confirmar a presença de *Escherichia coli*, foram coletadas amostras através de alça e realizadas as estrias em placa de Petri com ágar Levine Eosina Azul de Metileno, observando se ocorreu a formação de colônias típicas de *E.coli*.

4.2.2 Determinação de *Salmonella spp*

A análise ocorreu em três etapas: a primeira foi o pré-enriquecimento, envolvendo a transferência de 25 g da amostra para um frasco de vidro contendo caldo lactosado e incubado a 35 °C por 24 horas; a segunda foi o enriquecimento seletivo por meio da transferência de uma alíquota de 0,1 mL da etapa anterior para tubos de ensaio com Caldo Rappaport-Vassiliadis (RV), incubado a 35 °C por 24 horas; e a terceira foi o plaqueamento diferencial, em que uma alçada de cada tubo de ensaio foi estriada para placas de Petri com Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e Ágar Hektoen Entérico (EH) incubados em estufa a 35 °C, por 24 horas.

4.2.3 Determinação de aeróbios mesófilos

Inicialmente houve a preparação das placas de Petri com Ágar Padrão para Contagem (PCA), em que três diluições da amostra foram inoculadas com 0,1 mL na superfície das placas, espalhando o inóculo por meio de uma alça de Drigalski, e deixando-as incubadas por 48 horas, a 35 °C.

4.2.4 Umidade

Foram pesados 5 gramas das amostras em cápsula metal já previamente tarada. Em seguida, foram colocadas em dessecador até temperatura ambiente, pesadas, e o processo de aquecimento foi repetido até peso constante, de acordo com o AOAC (2005).

Equação 1

$$\text{Umidade \%} = \frac{(A - B)}{C} \times 100$$

A = Peso inicial (cápsula + amostra);

B = Peso final (cápsula + amostra após secagem);

C = Peso da amostra.

4.2.5 Cinzas

Foram pesados 3 g da amostra em um cadinho, previamente aquecidas em mufla a 550 °C, pesando-as ao atingir a temperatura ambiente. A incineração ocorreu em mufla a 550 °C até a completa eliminação do carvão. As operações de aquecimento e resfriamento foram repetidas até atingir peso constante, de acordo com o AOAC (2005).

Equação 2

$$\text{Cinzas \%} = \frac{(A - B)}{C} \times 100$$

A = Peso cadinho + resíduo;

B = Peso cadinho;

C = Peso da amostra.

4.2.6 Lipídios

Em um cartucho, foram pesados 3 gramas da amostra, que, em seguida, foram transferidas para o aparelho extrator tipo Soxhlet, acoplado ao extrator ao balão de fundo chato, previamente tarado a 105 °C, adicionando-se hexano, adaptando-o ao condensador, mantendo-se sob aquecimento em chapa elétrica. A extração ocorreu por 6 horas, e o cartucho foi retirado, recuperando-se o hexano e o balão com o resíduo extraído, foi para uma estufa a 105 °C, mantendo-se por cerca de uma hora. Após esse período, resfriou-se em dessecador até temperatura ambiente e pesou-se. As operações de aquecimento foram repetidas até peso constante, de acordo com o AOAC (2005).

Equação 3

$$\text{Lipídios toais \%} = \frac{(A - B)}{C} \times 100$$

A = Peso balão + resíduo;

B = Peso balão;

C = Peso da amostra.

4.2.7 Proteínas

Em tubos de digestão, pesou-se 0,3 gramas da amostra e adicionaram-se 7 mL da mistura digestora contendo ácido sulfúrico. Iniciou-se a digestão em bloco digestor com temperatura de 50 °C, aumentando, gradativamente, até atingir 350 °C. O procedimento continuou o processo por mais 60 minutos até a solução ficar verde clara. Em um Erlenmeyer, adicionaram-se 10 mL com ácido bórico + indicadores, ligou-se o digestor de nitrogênio micro Kjeldahl, onde um reservatório era cheio com NaOH. Destilou-se por arraste, mantendo o terminal do condensador mergulhado na solução receptora até que toda a amônia fosse liberada. Coletou-se até completar 50 mL da solução receptora no Erlenmeyer e foi realizada a titulação com ácido clorídrico 0,1N, de acordo com o AOAC (2005).

Equação 4

$$\text{Proteína bruta (\%)} = \frac{(V_a - V_b) \times F \times N \times 6,25 \times 0,014 \times 100}{P}$$

V_a = volume de HCl 0,1 N utilizado na titulação;

V_b = volume de HCl 0,1 N consumido pela prova em branco

F = fator de correção do HCl 0,1N;

N = normalidade;

6,25 = fator de transformação do nitrogênio em proteína, considerando 16%;

0,014 = miliequivalente grama do nitrogênio;

P = peso da amostra em g.

4.2.8 pH

Na determinação de pH, foi utilizado pHmetro digital portátil, previamente calibrado, realizando a leitura nas amostras pré-homogeneizadas, de acordo com o AOAC (2005), sendo realizadas três leituras para cada amostra.

4.2.9 Acidez em ácido láctico

Para um erlenmeyer de 125 mL, foram transferidos 5 mL da amostra, diluindo com 50 mL de água. Adicionou-se 1 mL de solução alcoólica de fenolftaleína a 1% e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até a solução adquirir a coloração rosa, de acordo com Ghecki et al. (2018).

Equação 5

$$\text{Ácido láctico} = \frac{V \times f \times 0,09 \times N \times 100}{v}$$

V = volume da solução de hidróxido de sódio 0,1 N gasto na diluição;

F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,1 N;

v = volume da amostra;

0,09 = fator de correção para ácido láctico.

4.2.10 Glicídios redutores em lactose

Para um balão volumétrico de 100 mL, foram transferidos 10 mL da amostra e adicionados 50 mL de água destilada, 2 mL da solução de sulfato de zinco a 30 % e 2 mL de solução de ferrocianeto e potássio a 15%, misturando e deixando sedimentar por 5 minutos. O balão volumétrico foi aferido com água destilada e foi filtrada a solução. Em um Erlenmeyer, foram colocados 10 mL de cada solução de Fehling e adicionados, também, 40 mL de água. Ao entrar em ebulição a solução Fehling, realizou-se a titulação com a solução filtrada, até que o conteúdo do Erlenmeyer mudasse a coloração azul e, no fundo, formasse um precipitado vermelho tijolo, de acordo com IAL (2008).

Equação 6

$$\text{Glicídios redutores em lactose} = \frac{V \times 0,068 \times 100}{L \times v}$$

0,068= nº de g de lactose que corresponde a 10mL da solução de Fehling;

v= nº de mL da solução da amostra gasto na titulação;

L= nº de mL da amostra;

V = nº de mL da diluição da amostra (100mL).

4.2.11 Lipídios pelo método do butirômetro (Gerber)

A análise dos lipídios em soro determinada segundo LANARA (1981), com adaptações. Foi pesado 1 g do soro de leite em pó em béquer, sendo adicionados 10 mL de ácido sulfúrico com densidade de 1,500 a 20 °C, sendo aquecido em chapa elétrica. Após a homogeneização, a mistura foi transferida para o butirômetro com auxílio do bastão de vidro. Lavou-se o Becker com 4 mL de ácido sulfúrico para completar os 19 mL e foi adicionado 1 mL de álcool isoamílico. Centrifugou-se 1200 rpm por 5 minutos e realizou-se a leitura da fração de gordura na escala do butirômetro.

4.3 Elaboração das linguiças caprinas frescas

Foram elaboradas 4 formulações de linguiça caprina frescal com os seguintes tratamentos: TC (controle com 20% de gordura e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite), conforme descrito na tabela 1. Para cada formulação, foram realizadas três repetições, e cada repetição foi analisada em duplicata.

Tabela 1 – Formulações da linguiça caprina frescal com diferentes concentrações de soro do leite.

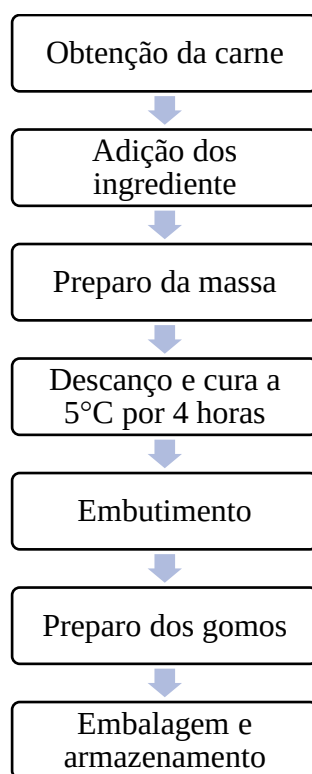
Ingredientes	Tratamentos			
	TC (%)	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
Carne caprina	75,54	75,54	75,54	75,54
Toucinho	20	10	5	-
Sal	1,93	1,93	1,93	1,93
Água	2	2	2	2
Pimenta preta em pó	0,242	0,242	0,242	0,242
Açúcar refinado	0,165	0,165	0,165	0,165
Alho em pó	0,076	0,076	0,076	0,076
Nitrito de sódio	0,017	0,017	0,017	0,017
Eritorbato de sódio	0,03	0,03	0,03	0,03
Soro de leite em pó	-	10	15	20
Total	100	100	100	100

TC (controle com 20% de gordura e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite) e T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).

Fonte: própria.

As etapas de elaboração da língua caprina frescal foram realizadas segundo Siqueira (2020) com modificações. O processo de elaboração constituiu-se de 7 fases. Inicialmente os cubos de carne e toucinho foram cominuídos em moinho elétrico. Em seguida, os demais ingredientes da formulação foram adicionados e procedeu-se a homogeneização. Realizou-se, então, o descanso da massa e cura a 5°C, por 4 horas. Posteriormente, realizou-se o embutimento da massa em tripa calibre 28/32, com amarração dos gomos com 10 cm cada. O produto acabado foi embalado em sacos de polietileno e armazenado em freezer a -20°C, sendo que uma parte armazenada sob refrigeração a 5°C para acompanhamento da evolução do pH, durante 7 dias. O processo de elaboração está descrito na figura 1.

Figura 1 - Elaboração da língua caprina frescal.



Fonte: própria.

Figura 3 - Preparo dos ingredientes.



Fonte: própria.

Figura 2 - Homogeneização da massa cárnea.



Fonte: própria.

Figura 4 - Linguiças dos tratamentos C e T1 prontas e embaladas.



Fonte: própria.

Figura 5 - Linguiças dos tratamentos T2 e T3 prontas e embaladas.



Fonte: própria.

4.4 Caracterização microbiológica das linguiças caprinas frescas

Para a avaliação da higiene e segurança microbiológica das formulações da linguiça, foram realizadas as análises seguindo os padrões microbiológicos da legislação brasileira, RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019, para produtos cárneos cozidos ou não, embutidos ou não (BRASIL, 2019): detecção de *Salmonella* spp., contagem de coliformes termotolerantes a 45 °C e aeróbios mesófilos, utilizando as metodologias descritas por Silva et al. (2011), como citado anteriormente no tópico 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.3.

4.5 Caracterização físico-química das linguiças caprinas frescas

4.5.1 Composição centesimal

Os parâmetros de umidade, proteínas, lipídios e cinzas foram avaliados conforme apresentados nos itens 4.2.4., 4.2.7., 4.2.6. e 4.2.5, respectivamente. Os carboidratos foram determinados por diferença, após somatório do percentual médio de proteínas, gorduras, cinzas, umidade completando 100% conforme metodologia descrita por AOAC (2005).

4.5.2 Valor energético total

O valor energético total foi determinado considerando-se os fatores de conversão, em que a quantidade dos nutrientes em gramas (proteínas, lipídios e carboidratos) é multiplicada, respectivamente, por 4 - 9 - 4 (ATWETER, WOODS, 1986).

4.5.3 pH

Na determinação de pH, foi utilizado pHmetro digital, marca Hanna Instruments, previamente calibrado, realizando a leitura nas amostras pré-homogeneizadas, de acordo com o AOAC (2005), sendo realizadas 2 leituras para cada amostra como mostrado no item 4.2.9. O pH foi medido nas amostras congeladas e, também, nas refrigeradas, acompanhando comportamento do pH sob esta temperatura ao longo de 7 dias. Assim, foram feitas análises 1 dia após o processamento e nos dias 3 e 7.

4.5.4 Cor

Foi determinada por colorimetria, através de colorímetro digital, com leituras dos parâmetros L*, a* e b*, expressando os valores para luminosidade L*, a* cor vermelha (+) ou verde (-) e b*, a cor amarela (+) ou azul (-). Também calculou-se o Croma (C) e Ângulo Hue (h°).

Equação 7

$$\text{Croma (C)} = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$$

Equação 8

$$\text{Ângulo Hue (h}^\circ\text{)} = \arctg b^*/a^*$$

4.5.5 Perda de peso por cocção

A avaliação do percentual de perda de cocção nas linguças foi calculada pela diferença entre o peso da amostra cozida e o peso da amostra crua, de acordo com a equação 7, como descrito por Berry (1992). As linguças foram cortadas com um comprimento de 2 cm e pesadas. Após isso, foram cobertas com papel alumínio e cozidas em forno a 180 °C por, 20 minutos. Em seguida, esperou-se as amostras esfriarem e foram novamente pesadas.

Equação 9

$$\% \text{ Perda de peso por cocção} = \frac{(M_i - M_f) \times 100}{M_i}$$

M_i = Massa inicial;

M_f = Massa final.

4.5.6 Porcentagem de encolhimento

As amostras cruas cortadas, aproximadamente, com 2 cm foram medidas usando um paquímetro, como descrito por Berry (1992). Após o cozimento, as amostras foram novamente medidas e determinadas por diferença na medição do comprimento da amostra crua e da amostra cozida, de acordo com a equação 8.

Equação 10

$$\% \text{ Encolhimento} = \frac{(C_1 - C_2) \times 100}{C_2}$$

C₁ = comprimento da amostra crua;

C₂ = comprimento da amostra cozida.

Figura 6 - Medição do comprimento utilizando o paquímetro.



Fonte: própria.

4.5.7 Força de cisalhamento e perfil de textura instrumental

As análises foram realizadas em texturômetro digital (TAXT Express Enhanced) acoplado a um computador. As amostras em forma de cilindro com, aproximadamente, 2 cm de comprimento, foram cozidas e, assim, realizado o teste utilizando uma probe Warner-Bratzler Blade, com profundidade de penetração de 20 mm e força de contato de 10 g conforme metodologia descrita por Rocha (2018). O pico da força de cisalhamento foi registrado, sendo o resultado expresso em Newton kg/força (kgf), através do programa *Exponente Lite Express*.

O perfil de textura foi determinado usando a metodologia de Rocha (2018), com adaptações. Os testes ocorreram em dupla compressão dos cilindros de linguiças cozidos com 2 cm de comprimento, utilizando probe P/36 R de 25 kg. As condições utilizadas nos testes foram: velocidade de pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade de teste: 2,0 mm/s; velocidade de pós-teste: 5,0 mm/s; distância de compressão 15 mm, com um período de repouso de 5 segundos entre os dois ciclos; força de gatilho (trigger) de 100 g. Os dados foram coletados no programa *Exponent Lite Express* (versão 6.1.4.0 XT Express Lite). Os parâmetros avaliados foram: dureza (g), adesividade, coesividade, flexibilidade, gomosidade, mastigabilidade (g) e resiliência.

Figura 7 - Algumas amostras de linguiças caprinas antes e após cozimento.



Fonte: própria.

4.5.8 Capacidade de retenção de água

A determinação foi realizada conforme metodologia descrita por Olivio e Shimokomaki (2002) com adaptações. Foram pesadas 20 g de cada amostra e adicionaram-se 200 mL de solução de NaCl 3,5%, também foi realizada a mistura com auxílio de um agitador magnético marca Mini MR Standard. O pH das amostras foi, então, ajustado para 6,2, e 20 g dessa mistura

foi transferida para tubos de centrífuga previamente tarados. Esses tubos foram para banho-maria a 85°C por 15 minutos e, em seguida, foram submetidos a choque térmico, em água corrente, por 5 minutos. Em seguida, os tubos foram conduzidos para centrifugação a 5.000 rpm e permaneceram por 15 min. O sobrenadante foi descartado por inversão do tubo por 5 minutos, e os resultados calculados por diferença de peso conforme equação 9.

Equação 11

$$\%CRA = 100 - [(M_i - M_f / M_i) \times 100]$$

M_i = Massa inicial;

M_f = Massa final.

Figura 8 - Amostra após o descarte do sobrenadante.



Fonte: própria.

4.5.9 Estabilidade

Para o estudo de vida de prateleira das linguiças frescas caprinas, foram realizadas as análises de pH, como no item 4.2.9, e cor, como descrito no item 4.5.7. Dessa forma, após a elaboração das linguiças, um lote foi armazenado sob refrigeração a 5°C e mantido sob essa

temperatura durante 7 dias, para entender o comportamento durante o armazenamento. A primeira análise foi realizada um dia após a preparação e nos dias 3 e 7.

4.5.10 Composição mineral

A determinação da composição dos minerais foi realizada segundo a metodologia descrita por Malavolta; Vitti e Oliveira, (1989), para os macrominerais (P - fósforo, K - potássio, Ca - cálcio, Mg - magnésio, S - enxofre) e os microminerais (Fe - ferro, Zn - zinco, Cu - cobre, Mn - manganês, Na - sódio). A quantificação de Ca, Cu, Fe, Mg, Na, Mn e Zn foi determinada por espectrofotometria de absorção atômica, enquanto que o “K”, por fotometria de chama, “P” foi calculado por colorimetria do molibdato de amônio e metavanado de amônio com auxílio de espectrofotômetro e “S” por turbidimetria de sulfato de bário. Os resultados para macrominerais (P, K, Ca, Mg, S) foram expressos em g/kg, e microminerais (Fe, Zn, Cu, Mn, Na), em mg/kg.

4.5.11 Perfil de ácidos graxos

No preparo das amostras, na primeira etapa da determinação do perfil dos ácidos graxos, foi realizada a extração dos lipídios, utilizando o método de Soxhlet, de acordo com IAL (2008). Pesaram-se 5 gramas da amostra em um cartucho, e este foi transferido para o aparelho extrator tipo Soxhlet, acoplado a um balão de fundo chato, previamente tarado a 105 °C, adicionando-se éter adaptado a um refrigerador de bolas, mantendo-se sob aquecimento em chapa elétrica. A extração continuou por 8 horas e, após esse processo, o cartucho foi retirado. O éter foi destilado, e o balão com o resíduo extraído foi para uma estufa a 105 °C, mantendo por cerca de uma hora. Após isso, resfriou-se o balão em dessecador até temperatura ambiente e pesou-se. As operações de aquecimento foram repetidas até peso constante.

Em seguida, realizou-se a preparação de ésteres metílicos de ácidos graxos a partir dos ésteres de ácidos graxos e glicerol de óleos e gorduras, por reação de transesterificação, em meio básico e a frio, um processo reversível, que tem, como produto principal, um éster específico, conforme a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz IAL (2008).

A análise de ácidos graxos nas amostras foi realizada através de Cromatografia Gasosa com Detector de Ionização em Chamas – CG-FID (Modelo Focus, Thermo), baseadas na metodologia validada e descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). As amostras transmetiladas, resultantes do processo de esterificação, foram inseridas no cromatógrafo a gás, modelo Focus CG-Finnigan, com detector de ionização de chama, coluna capilar SP-2560, com diluição 1:1,

volume de injeção: 1 uL, comprimento de 100 m, diâmetro de 0,25 mm e espessura de filme 0,2 µm; gás de arraste: hidrogênio, programação da temperatura da coluna: 4 °C por 4 min, primeira rampa de 13 °C/min até 175 °C (27 min), segunda rampa de 4 °C/min até 215 °C (35 min), temperatura do injetor 220 °C, temperatura do detector 220 °C, razão de divisão da amostra 1:50. Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos, utilizando o padrão Supelco 37 Component FAME Mix.

4.12 Análise estatísticas

Os resultados obtidos no estudo foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, para comparação de médias, foi utilizado o teste de Tukey $p \leq 0,05$, utilizando o programa software Statistica 7.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização microbiológica e físico-química das matérias-primas

5.1.1 Análise microbiológica

Na tabela 2, encontram-se os resultados obtidos através das análises microbiológicas realizadas nas matérias-primas, utilizadas na elaboração das linguiças.

Tabela 2 - Avaliação microbiológica das matérias-primas para parâmetros regulamentares.

Amostra	Coliformes a 35 °C (NMP/g)*	Coliformes a 45 °C (NMP/g)	<i>Escherichia coli</i>/g	<i>Salmonella ssp</i> /25g	Aeróbios mesófilos (UFC/g)**
Carne caprina	3,6	<3,0	ausente	ausente	$6,3 \times 10^2$
Toucinho	22	7,7	ausente	ausente	$31,3 \times 10^3$
Soro de leite em pó	-	-	-	ausente	$2,5 \times 10^2$

*NMP/g = Número Mais Provável por grama.

**UFC/g = Unidade Formadora de Colônia por grama.

Fonte: própria.

De acordo com a instrução normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019), para que carnes sejam consideradas de qualidade aceitável, a contagem de *Escherichia Coli* por grama deve estar dentro dos limites de até 10^2 UFC por grama para carne caprina e 10^3 UFC/g para carne suína. Os resultados mostraram que, embora as amostras de carne e toucinho estejam apresentando contagem para coliformes totais e termotolerantes, não houve confirmação de presença de *Escherichia coli*. A presença de coliformes totais e termotolerantes indicam que houve contaminação em alguma fase da obtenção da carne, porém a legislação não estabelece limites para contagens desse microrganismo, somente indica *Escherichia coli*, e os dados encontrados mostram que estão dentro do padrão estabelecido.

Segundo a Instrução Normativa nº 94, de 18 de setembro de 2020 (BRASIL, 2020), que aprova o regulamento técnico que fixa os padrões de identidade e qualidade para o soro de leite, estabelece, como limite, 100 NMP/g para coliformes a 35 °C e 10 NMP/g para coliformes a 45 °C. No presente trabalho, não houve detecção de coliformes totais no soro de leite, pois, no teste presuntivo, em todos os tubos com as diluições não houve formação de gás, mostrando, assim, que essa matéria-prima é de excelente qualidade higiênico-sanitária.

Como pode ser visto, as amostras de carne caprina, toucinho e soro de leite em pó também não apresentaram contagens para *Salmonella*, estando em concordância com a legislação (BRASIL, 2019), que determina sua ausência. Em relação à determinação de aeróbios mesófilos, todas amostras apresentaram valores dentro do estabelecido pela legislação (BRASIL, 2019). Para as carnes, o limite estipulado pela legislação é 10^6 UFC/g, e foi encontrado $6,3 \times 10^2$ para carne caprina e $31,3 \times 10^3$ para o toucinho; para o soro de leite em pó, o estabelecido na legislação é $1,0 \times 10^5$ UFC/g, e o encontrado foi de $2,5 \times 10^2$.

Os dados mostram que as matérias-primas utilizadas, no presente estudo, são de boa qualidade higiênico-sanitária, encontrando-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Resultados semelhantes a esses foram encontrados por Faiz et al. (2020), que analisando carne caprina, observaram que apresentam padrão de qualidade microbiológico com contagens variando de $2,83 \times 10^2$ a $2,66 \times 10^2$ para coliformes totais e ausência de *Salmonella ssp*. Diferente disso, foram observadas por Souza Pereira, Souza e Sá Silva (2020), que avaliaram a qualidade microbiológica de carnes caprinas, contagens elevadas de coliformes totais, variando de $2,8$ a $6,7 \times 10^4$ UFC/g, e todas as amostras estavam impróprias para o consumo. Nesse mesmo estudo, a determinação de aeróbias mesófilas mostrou uma variação entre $2,5 \times 10^4$ a 5×10^5 UFC/g.

No presente estudo, coliformes totais e termotolerantes não foram detectados, resultado satisfatório para a qualidade dessa matéria-prima. Boa qualidade, também, foi observada por Mendes e Sousa (2017), que obtiveram bons resultados para os coliformes totais e termotolerantes ao analisarem amostras de soro de leite fluido obtidas de diferentes laticínios do Vale do Taquari – RS.

Para elaboração de um produto alimentício seguro, é imprescindível que as matérias-primas apresentem boa qualidade. Vários fatores podem influenciar na qualidade higiênico-sanitária de um alimento, manipuladores, equipamentos, utensílios e condições de armazenamento. Assim, práticas inadequadas de higiene e processamento podem levar à contaminação de matérias-primas (SOUZA PEREIRA; SOUZA; SÁ SILVA, 2020).

5.1.2 Caracterização físico-química

A composição química da carne pode variar dependendo da espécie, raça, sexo, idade e alimentação do animal. Assim, em um mesmo animal, a composição de sua carne pode mudar em decorrência da área anatômica do corte, do processamento, do pós-abate e do

armazenamento (FREIRIA, 2017). Na tabela 3, encontram-se os resultados referentes à composição química da carne caprina e ao toucinho utilizados no presente estudo.

Tabela 3 - Composição química Média $\pm$ DP da carne caprina e do toucinho utilizada para elaboração das linguças.

Matéria-prima	Umidade %	Cinzas %	Proteínas %	Lipídios %
Carne caprina	73,43	0,92	22,82	2,02
Toucinho	19,05	0,06	9,82	54,59

Fonte: própria.

O valor percentual de umidade presente na carne caprina apresentou-se em média de 73,43%. Resultado muito semelhante ao encontrado por Kafle et al. (2021), ao determinarem os efeitos da adição de casca de amendoim nas dietas de cabra, obtiveram a amostra-controle (sem a suplementação) com média para umidade de 74,41. O mesmo percentual foi detectado por Cháviri et al. (2021) ao analisarem as carnes de cabras suplementadas com ácidos graxos na dieta. O toucinho, no presente estudo, obteve média de 19,05% de umidade. De acordo com Freiria (2017), um comparativo com outras carnes, a bovina tem umidade em torno de 70,62%, enquanto a suína é de 72,34%, e a de cordeiro é de 73,42%, valores próximos aos encontrados na carne caprina nesta pesquisa, em especial a carne de cordeiro.

O percentual de cinzas obtido foi de 0,96%, próximo ao encontrado por Silva et al. (2021), que examinaram as carnes de cabras com dietas incluindo bolo de palmiste, identificando um teor médio, que variou de 1,0% a 1,1%. No toucinho o valor encontrado foi inferior a 0,06%. De acordo com Ferreira et al. (2015), o teor de cinzas decresce com o aumento da quantidade gordura.

Nesse sentido, a carne é uma excelente fonte de proteína, uma vez que a composição de seus aminoácidos é muito próxima aos aminoácidos essenciais importantes para a dieta humana (FREIRIA, 2017). O teor de proteínas presente na amostra da carne caprina foi 22,82%. Segundo Gonsalves et al. (2012), a porcentagem de proteínas da carne pode variar de 18 a 22 de porcentagem, e as proteínas presentes na carne caprina são bem semelhantes à da bovina, contendo os aminoácidos essenciais além de possuir baixo valor calórico. O resultado encontrado por Cháviri et al. (2021) foi semelhante, média de 21,79%. Já o percentual médio encontrado no toucinho foi de 9,82%.

O teor de lipídios encontrado na amostra de carne caprina foi, em média, 2,02%. Os resultados encontrados por Cháviri et al. (2021) foram aproximados 2,98% assim como os de

Silva et al. (2021), uma média que varia de 2,4 a 4,5%. De acordo com Freiria (2017), o valor médio de lipídios em carne bovina é 6,16%, suína é 5,88% e cordeiro de 5,25%, entendendo-se que o teor de gorduras no músculo caprino é bem inferior ao ser comparados com outras espécies, isso porque a maior parte dessa gordura presente no caprino é acumulada nas vísceras (ROCHA, 2017).

No toucinho o percentual de gordura encontrado foi de 54,59. Abreu et al. (2014), ao avaliarem o teor de gordura em suínos suplementados com níveis de milho, obtiveram um percentual médio nas amostras-controle de gordura de 50,88%, bem próximo ao do encontrado no presente estudo.

Na tabela 4, estão expressos os valores obtidos nas análises físico-químicas no soro de leite, e o respectivo padrão estabelecido pela legislação.

Tabela 4 - Composição físico-química média $\pm$ DP do soro de leite em pó.

Parâmetros	Soro de leite em pó	Legislação
Umidade (g/100g)	3,68 $\pm$ 0,05	Máximo 5,0
Cinzas (g/100g)	5,19 $\pm$ 0,03	Máximo 9,5
Proteínas (g/100g)	11,28 $\pm$ 1,54	Mínimo 10
pH solução 10%	6,44	Mínimo 5,1
Lactose (g/100g)	76,70 $\pm$ 12,06	Mínimo 61,0
Acidez em ácido láctico (g/100g)	0,23 $\pm$ 0,002	Máximo 0,35
Lipídios (g/100g)	**	-

** Não detectado.

Fonte: própria.

Como pode ser observado na tabela 4, todos os parâmetros analisados para soro de leite em pó encontram-se dentro do que a Instrução Normativa nº 94, de 18 de setembro de 2020 estabelece, apresentando-se como uma matéria-prima de boa qualidade (BRASIL, 2020). As análises não detectaram a presença de lipídeos no soro de leite em pó, e a legislação não estabelece valores-limite para este parâmetro. Resultados bem próximos aos obtidos neste estudo foram encontrados por Zouari et al. (2020), que, ao caracterizarem soro de leite em pó de camelo e bovino, encontraram, no soro de leite em pó bovino, a umidade em torno de 4,8 g/100g, proteínas uma média de 12,1 g/100g, lactose 72, 100g, cinzas 6,3 g/100g.

5.2 Caracterização microbiológicas das linguiças caprinas frescas

Na tabela 5, encontram-se os resultados obtidos através das análises microbiológicas realizadas nas linguiças caprinas.

Tabela 5 - Caracterização microbiológica de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.

Amostra	Coliformes a 35 °C (NMP/g)*	Coliformes a 45 °C (NMP/g)	<i>Escherichia</i> <i>coli</i> /g	<i>Salmonella</i> <i>ssp</i> /25 g	Aeróbios mesófilos (UFC/g)**
TCL1	20	-	ausente	ausente	$2,5 \times 10^5$
TCL2	6,2	-	ausente	ausente	$3,7 \times 10^4$
TCL3	3,0	-	ausente	ausente	$8,0 \times 10^5$
T1L1	38	-	ausente	ausente	$6,5 \times 10^4$
T1L2	<3,0	-	ausente	ausente	$4,2 \times 10^5$
T1L3	3,0	-	ausente	ausente	$9,3 \times 10^4$
T2L1	3,6	-	ausente	ausente	$6,5 \times 10^3$
T2L2	240	-	ausente	ausente	$4,2 \times 10^3$
T2L3	16	-	ausente	ausente	$2,3 \times 10^4$
T3L1	15	3,6	ausente	ausente	$2,7 \times 10^2$
T3L2	20	-	ausente	ausente	$2,2 \times 10^3$
T3L3	75	-	ausente	ausente	$4,2 \times 10^4$

TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).

*NMP/g = Número mais provável por grama.

**UFC/g = Unidade formadora de colônia por grama.

Fonte: própria.

De acordo com a instrução normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019), para uma linguiça frescal ser considerada de qualidade aceitável para consumo, a contagem de *Escherichia coli* deve estar dentro dos limites de até 10^2 UFC. Os resultados aqui expressos mostram que, apesar de existirem contagens para coliformes totais e termotolerantes, não houve confirmação de presença de *Escherichia coli*, estando, assim, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Como um indicador de contaminação, a presença de coliformes totais e termotolerantes aponta para possíveis falhas em alguma etapa do processamento das linguiças ou mesmo na qualidade das matérias-primas, apresentadas na tabela 2, e já havia

contagens para o microrganismo, porém a legislação não especifica limites para sua determinação.

A instrução normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019), não permite a presença de *Salmonella* em alimentos considerados aptos para o consumo, o que pode ser corroborado pelos dados das análises realizadas nas linguças desta pesquisa, que apontaram ausência de *Salmonella* em todos os tratamentos. Ademais, é um indicador de qualidade, uma vez que a sua ausência mostra que as linguças estão em bom estado para consumo.

A contagem para aeróbios mesófilos deve ser de, no máximo, 10^6 UFC por grama, de acordo com a legislação (BRASIL, 2019). Os dados obtidos nesta pesquisa estão em conformidade com a legislação, considerando que os valores percebidos se encontram abaixo do que é estimado pela legislação.

Dessa forma, as linguças caprinas encontram-se em condições higiênicas sanitárias satisfatórias, estando assim, próprias para consumo.

5.3 Composição físico-química das linguças caprinas frescais

5.3.1 Composição centesimal das linguças

Na tabela 6, estão expostos os resultados referentes à composição centesimal das linguças caprinas frescais elaboradas.

Tabela 6 - Composição centesimal média e valor energético $\pm$ DP de linguça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.

Parâmetros	Tratamentos			
	TC	T1	T2	T3
Umidade %	58,45a $\pm$ 3,84	59,32a $\pm$ 3,00	58,46a $\pm$ 1,00	61,46a $\pm$ 1,00
Cinzas %	3,26a $\pm$ 1,17	3,24a $\pm$ 0,50	4,23a $\pm$ 0,07	4,39a $\pm$ 0,02
Proteínas %	22,12a $\pm$ 3,73	18,39a $\pm$ 2,56	16,90a $\pm$ 1,03	17,17a $\pm$ 1,02
Lipídios %	10,23a $\pm$ 2,38	4,54b $\pm$ 1,58	3,70b $\pm$ 0,65	1,41b $\pm$ 1,40
Carboidratos %	5,95b $\pm$ 3,71	14,51a $\pm$ 4,26	16,72a $\pm$ 1,66	15,57a $\pm$ 0,75
Valor energético	204,31a $\pm$	172,47ab $\pm$	167,72ab $\pm$	143,66b $\pm$
(Kcal/100g)	20,46	20,12	5,89	10,90

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).

Fonte: própria.

No parâmetro umidade, não houve diferença significativa entre as amostras, mostrando que, estatisticamente, são iguais e que o soro de leite em pó não influenciou nesse parâmetro. Isso, também, pode ser observado por Maia Junior et al. (2020), que, ao avaliarem o efeito da redução do teor de gordura e NaCl em linguiça defumada ovina, utilizando a farinha de maracujá (1 e 3%), não encontraram diferenças significativas para os valores de umidade (54,62 a 55,08%, respectivamente). Resultados semelhantes foram obtidos por Ferreira et al. (2009), estudando a substituição de gordura em linguiças por concentrado proteico de soro ou com concentrado proteico, contendo elevado β -lactoalbumina, observaram que o teor de umidade não apresentou diferenças entre seus tratamentos, variando de 62,8 a 66,7. De acordo com a Instrução Normativa N° 4, de março de 2000 (BRASIL, 2000), que é o regulamento técnico de identidade da qualidade de linguiças, o teor máximo de umidade para linguiças frescas deve ser 70%, dessa forma, as linguiças caprinas frescas elaboradas encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

A incorporação do soro de leite em pó, com componentes minerais, não é o suficiente para influenciar no teor de cinzas. Os dados obtidos por Amaral et al. (2019) também não variaram, uma vez que, avaliando os parâmetros físico-químicos e sensoriais de linguiça de caprina fresca, com baixo teor de gordura, adicionada de um derivado de quitosana-glicose, obtido pela reação de Maillard, os valores obtidos para cinzas não diferiram significativamente entre os tratamentos, 2,19 a 2,10%.

Não foi percebida a diferença significativa para os tratamentos na determinação de proteínas. Resultado diferente foi alcançado por Félix (2018), que desenvolveu uma mortadela de carne caprina com teor reduzido de gordura, sendo adicionado biomassa da banana verde, e 100% da substituição da água por soro de leite fluido; essa substituição promoveu um aumento no teor de proteínas e diferiu, significativamente, da amostra-controle. Ferreira et al. (2009) observaram que, na elaboração da linguiça com adição dos concentrados proteicos de soro, houve um aumento no teor de proteínas das amostras, ocorrendo, assim, diferenças significativas da amostra-controle. Nos trabalhos citados, houve essa elevação na porcentagem de proteínas, porque, no primeiro, Félix (2018), o soro de leite fluido foi inserido no intuito de enriquecer, já no estudo de Ferreira et al. (2009) foi adicionar concentrados proteicos de soro, como substituto de gordura. De acordo com a legislação, o teor mínimo de proteínas deve ser 12%, assim as amostras em estudo estão dentro da conformidade.

Para lipídios, pode-se observar diferença significativa entre o tratamento-controle e as demais formulações, indicando que é possível a redução gradual da gordura proposta pelo estudo através da adição do soro de leite em pó. Essa redução no teor lipídico obtida nos

tratamentos foi bastante expressiva ao se comparar o tratamento-controle, 10,23%, com os demais tratamentos, 4,54% a 1,41%. O soro de leite em pó, praticamente, não contém gordura, como pode ser observado nas análises anteriores, na tabela 4, assim sua incorporação ao produto cárneo promoveu um produto com baixo teor de gordura, resultando na elaboração de um produto saudável.

O consumo de alimentos ricos em gordura, principalmente as saturadas, contribui para o desenvolvimento de diversas doenças, como as cardiovasculares, dessa forma a utilização de substitutos de gordura, como, por exemplo, o soro de leite em pó, pode ajudar a indústria de alimentos a desenvolver produtos mais saudáveis, além de atenderem a demanda de um mercado consumidor à procura de alimentos que proporcionem benefícios à saúde. Maia Júnior et al. (2020), reduzindo o teor de gordura e NaCl de linguiça defumada de carne ovina e analisando as características físico-químicas, também observaram que a redução na adição de gordura promoveu diferença significativa entre a formulação-controle e os demais tratamentos, contendo a formulação-controle 18,52% de lipídios, e as demais variando de 17,89 % a 17,33%, reduzindo, desse modo, o conteúdo lipídico. Diferente desse estudo, Serdaroğlu (2006) obteve, ao adicionar soro de leite em pó em almôndegas, nas concentrações de 2 a 4%, a diferentes níveis de gordura 5, 10, 20%, amostras que não apresentaram diferenças significativas no teor de lipídios em relação ao controle. De acordo a legislação, o teor de lipídios deve ser de no máximo 30%, assim as amostras estudadas estão de acordo com o padrão estabelecido.

A incorporação do soro de leite às formulações proporcionou uma elevação no teor de carboidratos, havendo, por consequência, diferença significativa entre o tratamento-controle e os demais tratamentos. Isso ocorre, porque um dos principais constituintes do soro de leite é a lactose, compreendendo cerca de 75% na constituição (MEHRA et al., 2021). Como mostrado anteriormente na tabela 4, o teor de lactose no soro de leite em pó foi de 76,70 g/100g, o que contribuiu para o aumento desse parâmetro. Maia Junior (2020), do mesmo modo, observou essa elevação no teor de carboidratos na elaboração de linguiças defumadas de ovino com redução do teor de gordura.

O valor energético, relaciona-se com a energia liberada pelo alimento quando é queimado em laboratório, ou seja, refere-se a energia recebida pelo corpo através da digestão, mais especificamente dos carboidratos, proteínas e gorduras (CAPPELLE et al., 2001).

Como pode ser observado, o valor energético variou entre 204,31 a 143,66, ocorrendo uma significativa diferença entre o tratamento controle e o tratamento 3. Essa redução percebida está relacionada a diminuição dos teores lipídicos, assim sendo, de acordo com que se reduziu a adição de gordura, reduziu-se o valor energético.

Diferentemente desses resultados, Martins (2021) obteve, adicionando farinha de beldroega em linguiça suína, bem como Herrmann e Souza (2021), utilizando o bagaço do malte de cerveja na produção de linguiça frescal suína. Ambos estudos obtiveram um aumento no valor energético, onde Herrmann e Souza (2021) alcançaram valores que variaram entre 183,53 a 208,62 (kcal/100g). Esse aumento no valor energético dessas pesquisas, está relacionado ao aumento no teor de carboidratos. No presente estudo também ocorreu um aumento na concentração de carboidratos, devido a adição do soro de leite, porém a diminuição na adição de gordura foi mais efetiva na redução significativa do valor energético no tratamento 3.

5.3.2 Composição física das linguiças caprinas frescais

Na tabela 7, encontram-se os valores referentes ao perfil físico das linguiças caprinas frescais.

Tabela 7 - Valor médio $\pm$ DP para pH, cor instrumental, perda por cocção e perda por encolhimento de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.

Parâmetros	Tratamentos			
	TC	T1	T2	T3
pH	6,28b $\pm$ 0,10	6,47a $\pm$ 0,07	6,30ab $\pm$ 0,01	6,37ab $\pm$ 0,07
L*	47,07a $\pm$ 2,28	43,49a $\pm$ 3,23	47,16a $\pm$ 0,95	42,09a $\pm$ 3,90
a*	8,79a $\pm$ 1,51	9,81a $\pm$ 0,65	9,44a $\pm$ 0,42	11,05a $\pm$ 2,16
b*	12,68b $\pm$ 0,65	13,22b $\pm$ 1,38	15,56a $\pm$ 0,55	15,59a $\pm$ 0,69
C*	15,50c $\pm$ 1,20	16,52bc $\pm$ 0,76	18,23ab $\pm$ 0,29	19,20a $\pm$ 0,86
h°	0,97a $\pm$ 0,07	0,93a $\pm$ 0,08	1,02a $\pm$ 0,03	0,96a $\pm$ 0,11
Perda por cocção %	36,39a $\pm$ 2,95	23,93a $\pm$ 7,20	29,24a $\pm$ 3,84	28,58a $\pm$ 6,14
Perda por encolhimento %	8,27a $\pm$ 2,81	1,18b $\pm$ 0,23	8,84a $\pm$ 2,28	7,93a $\pm$ 3,11
CRA%	4,30a $\pm$ 1,15	4,76a $\pm$ 0,93	4,16a $\pm$ 0,55	4,78a $\pm$ 0,86

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).

Fonte: própria.

Como pode ser observado na tabela 7, houve diferença significativa nos valores de pH entre o tratamento-controle e o tratamento 1. Os outros tratamentos não diferiram significativamente. O pH é um dos fatores mais importantes quando se fala de qualidade dos alimentos e pode influenciar diretamente em outros aspectos qualitativos relacionados ao produto (ALMEIDA et al., 2019). De acordo com Santos (2014), a faixa ideal de pH para produtos cárneos é em torno de 5,2 a 6,8, e a cor é um dos parâmetros mais afetados. Como verificado no presente estudo, apesar de ter ocorrido essa variação entre o tratamento controle e o tratamento 1, todos os valores de pH estão dentro dessa faixa que é considerada ideal para um produto cárneo, assim sendo, a adição do soro de leite em pó, não promoveu grandes alterações para este parâmetro.

Santos (2014), buscando avaliar o efeito da adição da inulina como substituto de gordura na produção de linguiça Toscana, percebeu que a adição de inulina não influenciou o pH, não ocorrendo diferenças significativas dos valores entre os tratamentos. Serdaroğlu (2006), também, observou, nas almondegas do seu estudo, que o soro do leite em pó não influenciou na alteração do pH das amostras. Diferentemente desses resultados, Herrmann e Sousa (2021), utilizando o bagaço de malte de cerveja na fabricação de linguiça frescal, avaliando as características físico-químicas, observaram que, no primeiro dia de análises, o pH variou de maneira significativa entre os tratamentos e a formulação-controle, de forma que, de acordo com que se adicionava o bagaço de malte, o pH aumentava.

Para cor, os valores de L^* em todas as amostras, foram mais baixos, quando comparadas a linguiças de outras espécies, como a suína, que no estudo de Cardoso (2018), esses valores apresentaram um média de 55,85 a 59,91, o que mostra que as linguiças caprinas frescas produzidas, apresentavam menos luminosidade, eram mais escuras. De acordo Silva Araújo et al. (2021), o valor de L^* mais baixo do que em amostras de linguiças de outras espécies, como bovinos e suínos, provavelmente está relacionado ao teor de gordura da carne caprina, que é menor, o que torna a carne mais escura, com menos brilho.

Não houve diferença significativa nos valores de L^* e a^* , entre as amostras, mostrando que o soro de leite em pó não promoveu alterações nesses parâmetros. Diferentes resultados foram encontrados por Maia Junior et al. (2020), ao elaborarem uma linguiça defumada ovina, com redução de gordura e adição da farinha de maracujá. As médias de L^* , iam diminuindo de acordo com a redução do teor de gordura das amostras, variando de 52,69 a 49,53. Os valores de a^* também foram reduzindo de 9,52 para 6,80. Em contrapartida, os valores de b^* aumentaram de acordo a redução no teor de gordura, passando de 9,06 para 10,21, fator esse que também pode ser observado no presente estudo, para este parâmetro houve diferença

significativa entre o tratamento-controle e as formulações T2 e T3, que, conforme diminuiu teor de gordura, elevou o parâmetro b^* , atingindo os valores de 15,56 e 15,59, indicando uma maior intensidade de cor amarela. Esses resultados podem estar associados à adição do soro de leite em pó, já que o mesmo pode apresentar a coloração amarela, como afirmado por Alves (2014), o que fez elevar a média dos valores. Essas alterações também podem estar ligadas aos produtos da oxidação lipídica, os quais, muitas vezes, promovem a desestabilidade da oximioglobina, o que pode comprometer a cor da carne (WANG et al., 2022).

Ainda, Silva Araújo et al. (2021), elaborando e analisando uma linguiça caprina frescal com teores de sódio reduzidos, encontraram, nas amostras armazenadas sob congelamento no dia 1, média dos valores de L^* igual 42,6, b^* , 13,6, bem próximos aos encontrados no presente estudo, o valor de a^* ficou distante do percebido nesta pesquisa, uma média de 20,7.

O Croma (C^*) representa a saturação, correspondendo ao vetor no plano (a^* , b^*), descreve a intensidade da cor. O ângulo Hue (h°) é o ângulo de tonalidade, e expressa a posição da amostra no diagrama de cromaticidade. Ele é apresentado em graus, assim, 0° é vermelho e 90° é amarelo (BELLUCCI, 2014).

Os valores para C^* indicam que houve um aumento neste parâmetro, com uma média que variou de 15,50 a 19,20. Dessa forma a redução da gordura e adição de soro de leite, promoveram alterações, havendo um aumento na saturação. Não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos em relação ao h° , apontando para a tonalidade vermelha.

A perda de água por cocção (tabela 7), apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Este parâmetro é uma medida essencial na qualidade de produtos cárneos, uma vez que, durante o processo de cozimento, o calor vai promovendo alterações na aparência e propriedades físicas, como a maciez. Valores altos de perdas não são apropriados, sinalizando que está ocorrendo uma elevada eliminação da água durante o processo de cocção, logo gerando um produto com maior dureza e menor suculência (BRUNHARA, 2021).

Yetim et al. (2001), no seu estudo analisando a adição de soro de leite na formulação de salsichas, também não observaram alteração na perda por cozimento de seu produto. Já Santos (2014), elaborando uma linguiça toscana com redução do teor de gordura, observou que a adição de inulina diminuía as perdas na cocção, conseguindo reter a maior quantidade de água, verificou, ainda, que a perda por encolhimento também foi menor nas amostras com adição de inulina, diferindo, de modo considerável, da amostra-controle sem inulina e sem redução de gordura. Isso pode ser visto neste trabalho, em que, no T1, a perda no encolhimento foi menor que na amostra-controle, mostrando que, neste tratamento, o soro de leite em pó foi eficiente em reter a umidade no produto, o que não aconteceu nos demais, uma vez que não houve

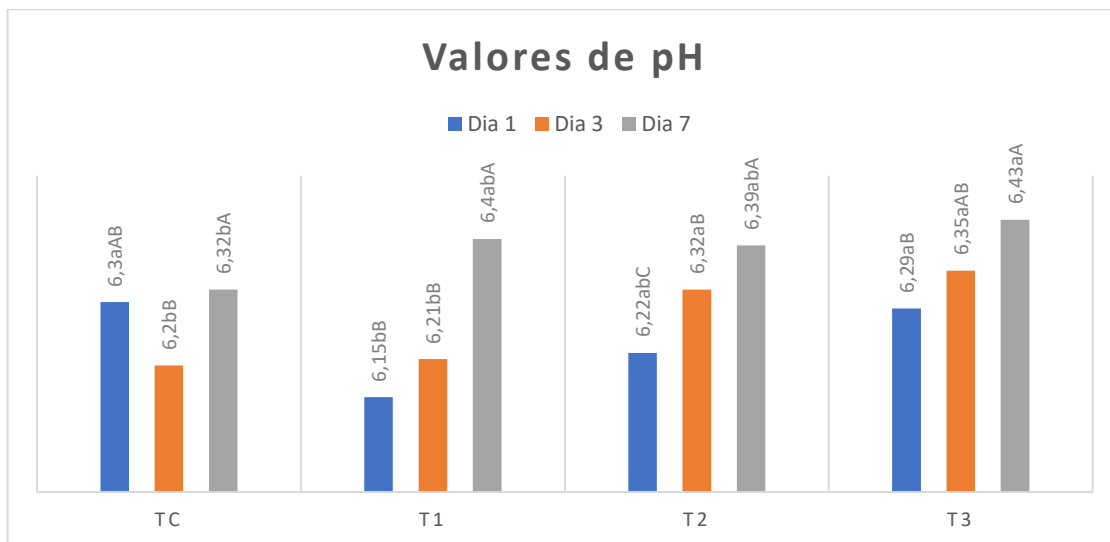
diferença significativa entre a formulação-controle. Segundo Oliveira Filho et al. (2018), o encolhimento se dá através da perda da água no processo de cozimento e da junção da matéria-prima cárnea com os ingredientes, isso mostra que a adesão dos ingredientes à matriz cárnea nos tratamentos T3 e T4 não foi tão efetiva como no T1, onde havia uma maior quantidade de gordura, que junto ao soro de leite em pó, pode ter favorecido ocorrer uma menor redução nesse parâmetro.

A capacidade de retenção de água (CRA) mensura a habilidade que um alimento tem em reter a água, ao ser submetido a agente, como pressão e centrifugação (OLIVEIRA FILHO., 2018). É um parâmetro fundamental, contribuindo para a integridade do produto durante o processamento, reduzindo perdas e melhorias na vida útil (CHATTOPADHYAY et al., 2019). O presente estudo não detectou diferença significativa nesse parâmetro nos tratamentos, assim sendo o soro de leite em pó não promoveu alterações significativas para a CRA. Isso foi observado por Cruz (2014), em que, elaborando uma mortadela de frango, utilizando o soro de leite em sua constituição, não gerou uma mudança significativa nos valores obtidos. Marti-Quijal et al. (2019) investigaram as modificações que poderiam ocorrer sobre as propriedades físico-químicas de uma linguiça de porco a partir da adição de diferentes fontes de proteínas, como leguminosas (ervilhas, lentilhas e feijão), algas (espirulina e chlorela) e soro de leite. Diferenças significativas foram observadas, e os maiores valores obtidos para o parâmetro foram nas linguiças elaboradas com lentilha, soro de leite, espirulina e chlorella, e os valores obtidos na CRA com o soro de leite foram bem próximos aos alcançados no presente estudo, 4,57 %. Resultados diferentes foram obtidos por Chattopadhyai et al. (2019), que, adicionando um hidrogel com concentrações de quitosana em salsichas, obtiveram dados significativos e, quanto mais se adicionava o hidrogel, maior era a CRA.

5.3.3 Estabilidade (pH e cor das amostras refrigeradas)

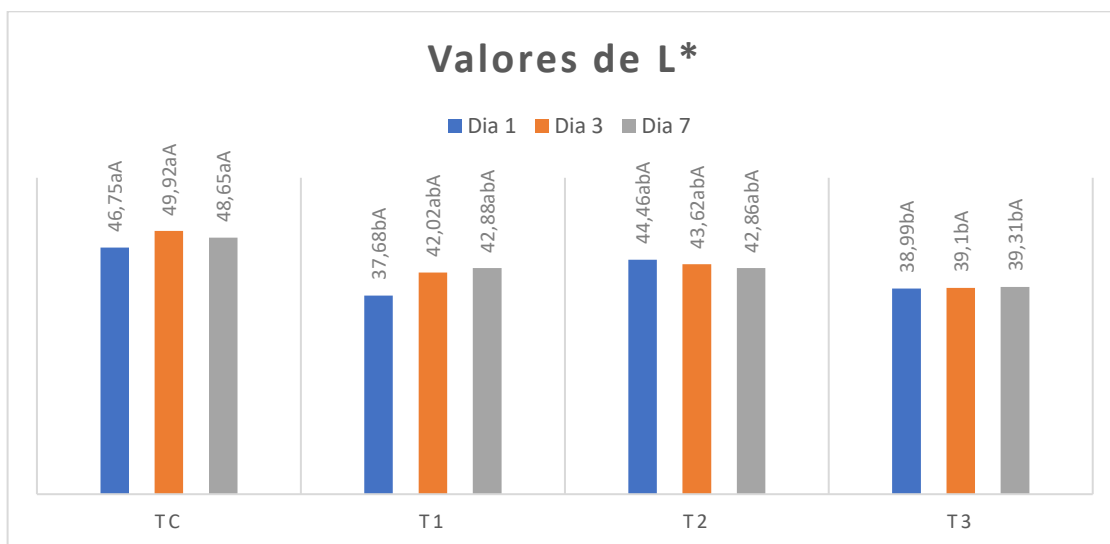
Alguns dos fatores que afetam a vida de prateleira do alimento são o pH, o tempo e a temperatura de armazenamento. Por ser um produto fresco, quando submetido à refrigeração, o tempo de vida útil da linguiça frescal é curto, cerca de 5 dias (CARDOSO, 2018). Nas figuras 9, 10, 11, 12, 13 e 14 encontram-se respectivamente os valores de pH, e os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , C^* , h°) das linguiças caprinas frescas sob refrigeração a 5 °C durante 7 dias, em que pode ser observado o comportamento desses parâmetros ao longo dos dias sob o armazenamento refrigerado.

Figura 9 - Valores médios de pH das amostras de língua caprina fresca com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias.



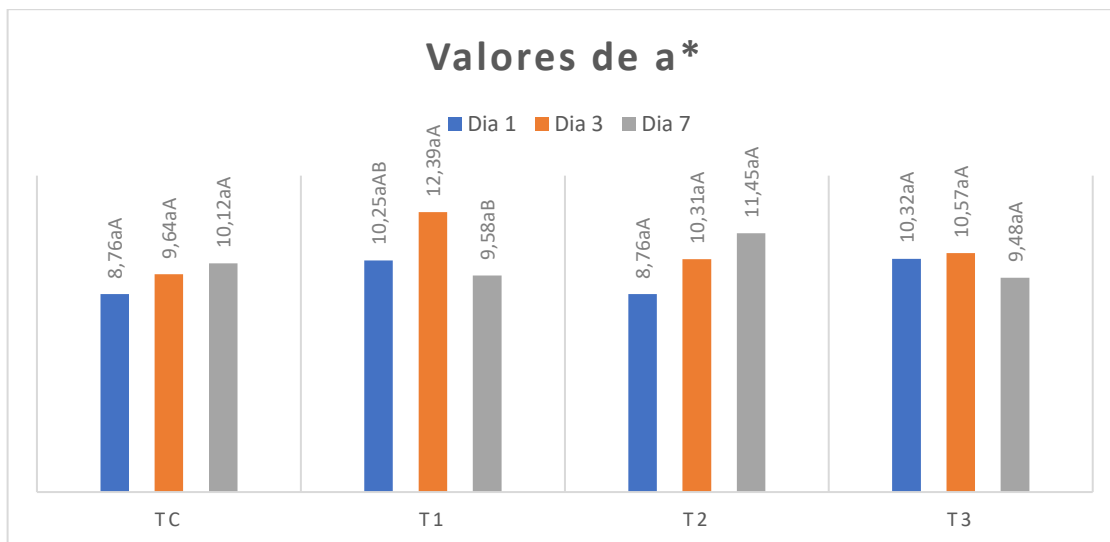
Letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos no mesmo dia pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). Letras maiúsculas que não houve diferença significativa no tratamento durante os dias de armazenamento, pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).
Fonte: própria.

Figura 10 - Valores médios de L* das amostras de língua caprina fresca com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias.



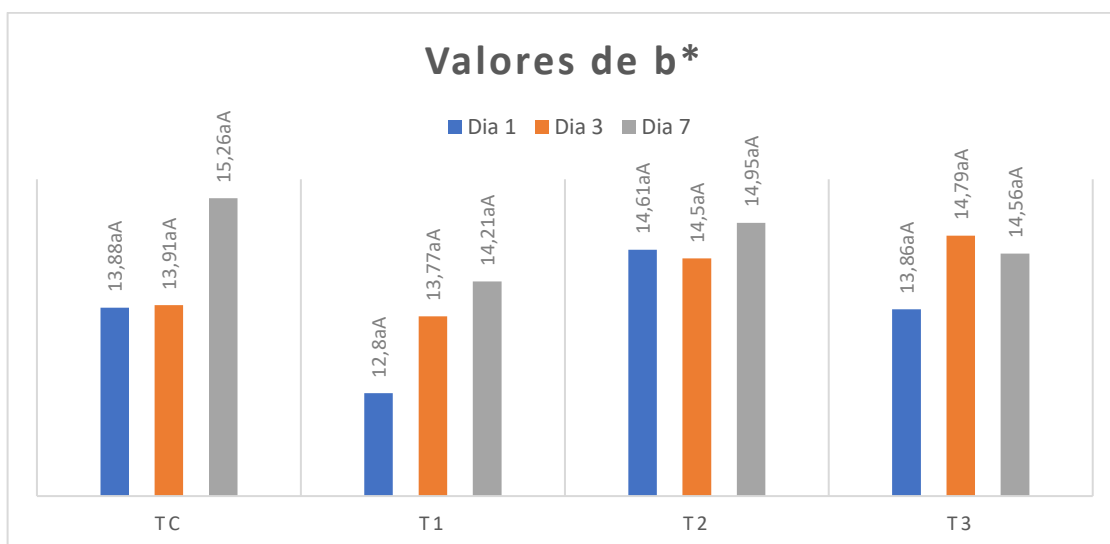
Letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos no mesmo dia pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). Letras maiúsculas que não houve diferença significativa no tratamento durante os dias de armazenamento, pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).
Fonte: própria.

Figura 11 - Valores médios de a^* das amostras de linguiça caprina fresca com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias.



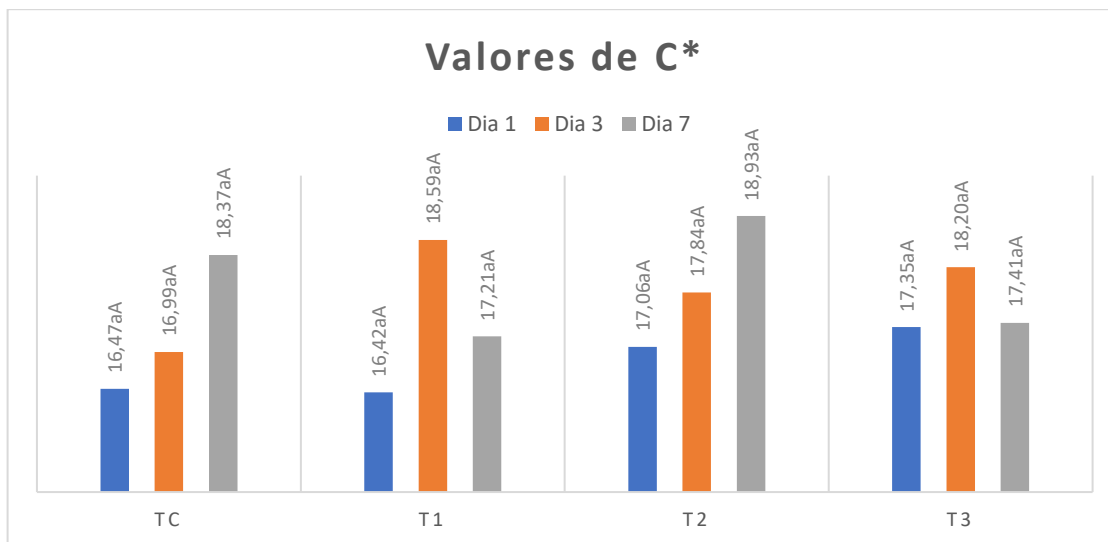
Letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos no mesmo dia pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). Letras maiúsculas que não houve diferença significativa no tratamento durante os dias de armazenamento, pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).
Fonte: própria.

Figura 12 - Valores médios de b^* das amostras de linguiça caprina fresca com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias.



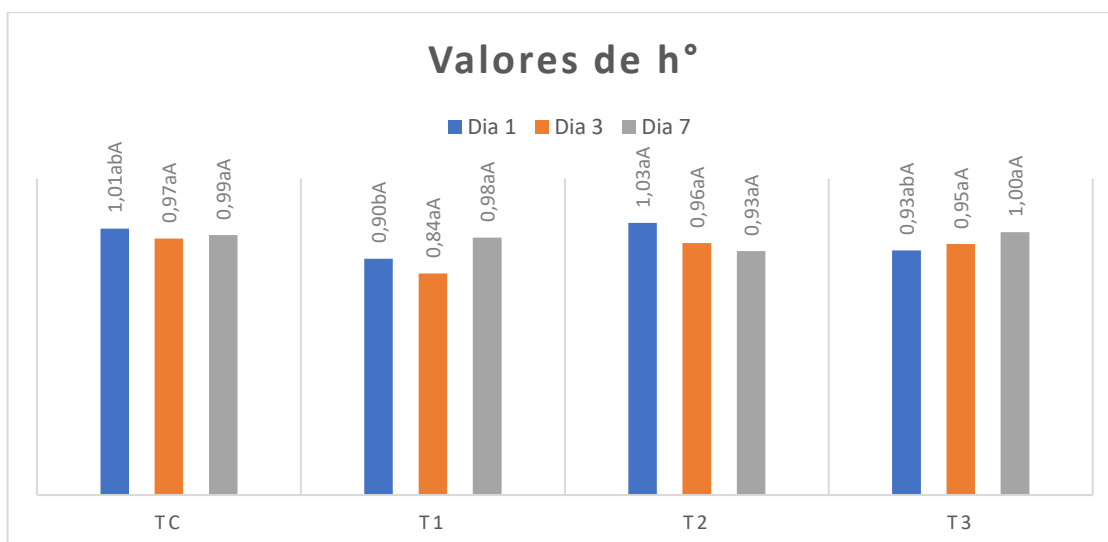
Letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos no mesmo dia pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). Letras maiúsculas que não houve diferença significativa no tratamento durante os dias de armazenamento, pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).
Fonte: própria.

Figura 13 - Valores médios de C* das amostras de linguiça caprina fresca com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias.



Letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos no mesmo dia pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). Letras maiúsculas que não houve diferença significativa no tratamento durante os dias de armazenamento, pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).
Fonte: própria.

Figura 14 - Valores médios de h° das amostras de linguiça caprina fresca com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite armazenada em refrigeração a 5 °C, durante 7 dias.



Letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos no mesmo dia pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). Letras maiúsculas que não houve diferença significativa no tratamento durante os dias de armazenamento, pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).
Fonte: própria.

Houve diferença significativa entre os tratamentos no primeiro dia de armazenamento, em que a formulação T1 apresentou uma média menor de pH, diferindo de forma significativa da amostra-controle e do tratamento 3. No terceiro dia, novamente foi observada diferença significativa, agora entre os tratamentos T2 e T3, apresentando as maiores médias, e os tratamentos TC e T1, que tinham o pH menor. No sétimo dia, foram verificadas diferenças entre as amostras dos tratamentos T3 com maior pH e a formulação TC. Esses resultados mostram que a adição do soro de leite em pó promoveu alterações diretamente proporcionais no pH de acordo com que se aumentava a concentração do soro de leite em pó.

Ao olhar individualmente para cada amostra ao longo dos dias, pode-se observar diferenças significativas. Na formulação controle houve diferença significativa entre o dia 3 e 7, em que ocorre uma queda no pH, e esse valor voltou a subir no sétimo dia. Em contrapartida, no T1 o pH vai aumentando no decorrer no tempo, atingindo o aumento significativo no dia 7. Esse aumento ao longo dos dias também foi observado nos tratamentos T2 e T3, entre os dias 1 e 7 as amostras apresentaram diferença significativa, mas, como já foi citado anteriormente, esses valores estão dentro do que se considera ideal para produtos cárneos. Diferente dos resultados obtidos, Zago (2018), ao utilizar com extrato de romã, como antioxidante natural em linguiça toscana, percebeu que os valores de pH foram decrescendo gradativamente ao longo de 30 dias sob refrigeração a 5 °C. Amaral et al. (2019) também observaram redução no pH ao longo de 21 dias de linguiças caprinas com redução gordura e adição de um derivado de quitosana-glicose obtido pela reação de Maillard.

Como pode ser observado no quadro 1, em relação à cor, os valores de L* diferem, significativamente, entre as amostras do tratamento-controle e o tratamento 1 e 3, nos 3 tempos de observação, de acordo com adição do soro de leite em pó, os valores de L* decrescem, porque, com a redução no teor de lipídios, ocorre também a diminuição nos valores de luminosidade, devido ao escurecimento e perda no brilho do produto. Individualmente, ao longo dos dias, as amostras não sofreram alterações para o parâmetro, não diferindo consideravelmente os valores obtidos para cada tratamento entre dias de observações. Nos valores de b*, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos nem no mesmo tratamento ao longo dos dias. No valor de a*, não houve diferenças significativas entre as amostras dos tratamentos ao longo dos dias, porém, na própria amostra, foi observada uma variação entre os dias 3 e 7 no tratamento 1, reduzindo o valor.

Nesse sentido, segundo Zago (2018), as alterações nos parâmetros de cor se devem à oxidação lipídica e a alterações do pigmento nitrosohemocromo, que, resulta em moléculas

orgânicas de cor verde, amarelas ou incolores, promovendo descoloração. Essa pequena variação, nos valores pH e na cor, pode ser devido ao tempo de armazenamento utilizado na pesquisa, não obtendo resultados robustos quando comparado a outros estudos em que avaliaram a linguiça em torno de 30 dias, tempo suficiente para que ocorram reações internas do produto, que possam promover alterações que interfiram nos parâmetros de qualidade.

Em relação aos valores de C*, pode-se observar, que não há diferença significativa entre os tratamentos em todos os tempos de observação, nem em cada tratamento ao longo dos dias, o que indica que a saturação não foi afetada em função do armazenamento, nos diferentes períodos de acompanhamento. Os resultados também mostram, que o ângulo hue não sofreu tantas alterações, apenas no dia 1, onde houve diferença significativa entre os tratamentos 1 e 2. Esses valores apontam para uma tonalidade vermelha.

5.3.4 Força de cisalhamento e análise de perfil de textura instrumental (TPA) das amostras de linguiças caprinas

Os valores obtidos para força de cisalhamento e análise do perfil de textura instrumental encontram-se na tabela 8. Todas as análises foram realizadas nas amostras congeladas, 7 dias após a sua produção.

Tabela 8 - Valor médio $\pm$ DP força de cisalhamento e textura de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.

Parâmetros	Tratamentos			
	TC	T1	T2	T3
FC (kgf)	5,53a $\pm$ 0,39	4,94ab $\pm$ 1,14	3,72b $\pm$ 0,07	4,76ab $\pm$ 0,37
Dureza (g)	1815,13b $\pm$ 247,82	5870,29a $\pm$ 1873,98	3856,00ab $\pm$ 726,88	4651,05a $\pm$ 463,75
Adesividade	-0,19a $\pm$ 0,08	-0,27a $\pm$ 0,04	-0,25a $\pm$ 0,09	-0,33a $\pm$ 0,26
Elasticidade	0,88a $\pm$ 0,04	0,97a $\pm$ 0,16	0,85a $\pm$ 0,02	0,84a $\pm$ 0,03
Coesividade	0,62a $\pm$ 0,01	0,63a $\pm$ 0,02	0,60a $\pm$ 0,02	0,60a $\pm$ 0,02
Gomosidade	1310,02b $\pm$ 193,18	3507,34a $\pm$ 1379,81	2208,18ab $\pm$ 353,72	2852,78ab $\pm$ 310,61

Mastigabilidade	1204,86b ± 173,33	3481,26a ± 1653,63	1864,25ab ± 345,58	2573,19ab ± 137,29
Resiliência	0,30a ± 0,03	0,28a ± 0,02	0,27a ± 0,02	0,28a ± 0,02

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).
Fonte: própria.

Através da força de cisalhamento, é possível avaliar a maciez de uma carne ou produto cárneo, assim, quanto maior a força exercida, menor será maciez, indicando, assim, um produto mais duro (BRUNHARA, 2021). Os resultados mostram que a amostra-controle e os tratamentos T1 e T3 não apresentaram diferença significativa, porém, entre o controle e o T2, houve diferença significativa. Isso indica que, a adição de 15% de soro de leite em pó apresentou melhoria da maciez na linguiça.

Segundo Santos (2014), diversas fontes proteicas, como proteínas lácteas e proteínas do soro, são bons ingredientes para incorporação em embutidos, contribuindo para melhoria, a maciez e outros atributos. Francisco et al. (2013) avaliaram as características físico-químicas de linguiças de frango submetidas à inclusão de fibra de trigo e fibra de colágeno bovino. Em seus resultados, com a força de cisalhamento, a adição do trigo e do colágeno, não se verificou diferença significativa entre a formulação-controle (1,66 kgf) e os tratamentos com trigo a 1 % (1,30 kgf), colágeno bovino a 0,5 % e 1% (1,39 kgf e 1,33 kgf respectivamente), porém a amostra com trigo 0,5 %, assim como no presente estudo, reduziu significativamente no parâmetro (1,14 kgf), contribuindo para maciez da linguiça produzida.

Araújo et al. (2021), elaborando salsichas, adicionando inulina como substituto de gordura, verificaram que, de acordo com que se adicionava à fibra, havia uma diminuição na força de cisalhamento, indo de 1,88 kgf na amostra-controle para 0,67 kgf na amostra com maior concentração de inulina. Ademais, os valores obtidos, na força de cisalhamentos, no presente trabalho, se devem ao conteúdo de gordura da carne utilizada para elaboração das linguiças, porque a carne caprina apresenta um menor teor comparado a outros animais, pois, de acordo com Miranda et al. (2016), quanto maior o teor de gordura, maior a maciez, incidindo diretamente sobre os valores na força de cisalhamento, e, como a carne caprina tem um teor lipídico bem menor que outras carnes, vai obter valores mais altos neste parâmetro.

A textura é um dos principais fatores que contribuem para a aceitação de um produto cárneo. Ela é resultado da deformação que ocorre quando o alimento é mordido, prensado,

cortado e mastigado. Por intermédio das alterações promovidas, é possível se medir a dureza, a adesividade, a elasticidade, a coesividade, a gomosidade, a mastigabilidade e a resiliência. Assim, a fim de simular a mastigação, o perfil de textura é realizado em dois ciclos de compressão e descompressão (YAMAGUCHI, 2018).

Oliveira et al. (2018) definem dureza como a força necessária para produzir a deformação. Observou-se que houve diferença significativa entre as amostras, com tendência de aumento no valor desse parâmetro em decorrência da elevação da adição do soro de leite em pó. Isso pode ser percebido através do T1 e do T3, em que obtiveram diferença significativa do TC, como mostrado na tabela 8. O T2 não diferiu, significativamente, com nenhum tratamento e obteve um valor alto, 3856,00. Maia Júnior et al. (2020), também, observaram esse aumento na dureza de linguças defumadas de carne de ovino com teor reduzido de gordura e NaCl, em que sua amostra-controle atingiu valor de 3122,61, enquanto a formulação com menor teor de gordura e NaCl apresentou o número de 4563,30, valores bem próximos aos atingidos no presente estudo. Rigdon et al. (2021) também atingiram valores altos na dureza em linguças de frango, obtendo números que variavam de 6013 a 7389.

A adesividade é uma força negativa que é gerada através esforço ocorrido para superar a tração entre o alimento e a sonda (YAMAGUCHI, 2018). No presente estudo, não houve diferença significativa, obtendo valor que variou de -0,19 no tratamento-controle a -0,33 no T3. Marti-Quijal et al. (2019) analisaram a adição de diferentes fontes proteicas na elaboração de uma linguça frescal de porco, inclusive soro de leite, e não observaram variação nos resultados.

A elasticidade mede a habilidade que a amostra demonstra em recuperar sua altura original após a compressão (YAMAGUCHI, 2018). Os tratamentos em estudos não demonstraram diferença significativa diante dessa determinação, atingindo valor de 0,88 para o tratamento-controle e 0,84 para o T3, não sendo o parâmetro afetado pela redução da gordura e pela adição do soro de leite em pó. Isso ocorreu com Selani et al. (2016), que, analisando o efeito da adição de subprodutos do abacaxi e óleo de canola em hambúrguer de carne bovina com baixo teor de gordura, obtiveram os resultados para elasticidade os quais não diferiram estatisticamente, atingindo valores que variavam de 0,67 a 0,74, bem parecidos aos obtidos no estudo.

A coesividade é a razão entre o exercício realizado no segundo ciclo em relação ao realizado no primeiro ciclo (OLIVEIRA et al., 2018). Neste parâmetro, novamente, não houve diferença significativa entre as amostras, atingindo valores entre 0,62 para o TC e 0,60 para o T1. Diferente disso, ocorreu com Maia Júnior et al. (2020), os quais, mediante a diminuição da

gordura e NaCl, perceberam que o valor da determinação ia diminuindo, e a formulação, com maior redução, apresentou o valor de 0,69.

No parâmetro de gomosidade, ocorreu diferença significativa entre a amostra-controle e o T1, porém não diferiu estatisticamente dos tratamentos 2 e 3. Maia Júnior et al. (2020) tiveram suas amostras diferindo, significativamente, nas formulações que apresentavam maior redução no teor de gordura e NaCl. Esse parâmetro é determinado pelo produto da dureza pela coesividade (MONTEZUMA, 2010).

A mastigabilidade é determinada pelo produto da firmeza pela coesividade e elasticidade. Entre o tratamento-controle e as formulações T2 e T3, não foi detectada diferença significativa, obtendo valores de (1204,86 g) TC, (1864,25 g) T2 e (2573,19 g) T3. Como observado, há um aumento em cada tratamento, mas não o suficiente para que houvesse diferença estatística, exceto o T1, que diferiu do tratamento-controle. Maia Júnior et al. (2020), também, detectaram esse aumento no parâmetro, e ocorreu diferença significativa entre os tratamentos e a formulação-controle das linguças, sendo o mesmo comportamento observado por Selani et al. (2016) em suas formulações de hambúrgueres.

A resiliência é medida através da área sob a curva da primeira compressão, menos a área da segunda compressão. As amostras não apresentaram diferença significativa, variando de 0,30 no TC e 0,28 no T3. Diferente disso, foi observado, por MARTI-QUIJAL et al. (2019), que a adição de soro de leite fluido em linguça frescal promoveu uma diminuição no parâmetro.

5.3.5 Composição mineral das linguças caprinas

Os resultados para a composição mineral (macro e micronutrientes) das linguças encontram-se na tabela 10.

Tabela 9 - Valor médio $\pm$ DP para composição mineral de linguça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.

Parâmetros	Tratamentos			
	T0	T1	T2	T3
P (g/kg)	2,55c $\pm$ 0,23	3,10bc $\pm$ 0,17	3,92ab $\pm$ 0,61	4,68a $\pm$ 0,69
K (g/kg)	3,62c $\pm$ 0,53	5,17bc $\pm$ 0,99	7,66ab $\pm$ 1,18	10,10a $\pm$ 1,40
Ca (g/kg)	ND	ND	0,34a $\pm$ 0,06	0,26a $\pm$ 0,23
Mg (g/kg)	0,18c $\pm$ 0,03	0,28bc $\pm$ 0,03	0,36ab $\pm$ 0,04	0,48a $\pm$ 0,08

S (g/kg)	2,72a ± 0,26	2,36a ± 0,48	2,51a ± 0,25	3,46a ± 0,75
Fe (mg/kg)	11,17a ± 2,52	18,33a ± 9,87	10,12a ± 3,80	12,33a ± 7,15
Zn (mg/kg)	70,33a ± 13,19	52,83a ± 4,80	50,50a ± 8,35	59,65a ± 12,84
Cu (mg/kg)	1,33a ± 1,15	1,33a ± 0,58	2,03a ± 0,98	1,35a ± 0,57
Na (mg/kg)	38169,00a ± 39629,49	16469,67a ± 90,57	15768,17a ± 1811,36	17111,33a ± 7,15
Mn (mg/kg)	ND	ND	ND	ND

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não houve diferença significativa pelo teste t-Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite). P (Fósforo), K (Potássio), Ca (Cálcio), Mg (Magnésio), S (Enxofre), Fe (ferro), Zn (Zinco), Cu (cobre), Na (Sódio), Mn (Manganês).

Fonte: própria.

Segundo Tsermoula et al. (2021), o soro de leite é uma fonte rica em minerais, que, dependendo da concentração, serão designados como principais e secundários. Alguns dos principais são: cálcio, fósforo, potássio, sódio e magnésio, sendo o cálcio o mais importante por estar envolvido no crescimento, metabolismo e saúde dos ossos; os secundários são: ferro, zinco, cobre e manganês. Pode-se observar que houve um enriquecimento de minerais nas formulações das linguças, à medida que aumentava a concentração do soro do leite em pó. Isso pode ser visto nas determinações de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, macrominerais, apresentaram diferença significativa entre o controle e os tratamentos T2 e T3, aumentando gradativamente a concentração dos minerais de acordo com o acréscimo de soro de leite em pó. Os demais microminerais (ferro, zinco, cobre, sódio e manganês), apesar de estarem na composição do soro de leite, não promoveram diferença significativas nas determinações realizadas, e o manganês não foi detectado, provavelmente por suas concentrações serem ainda menores no soro em pó. Cruz (2014), ao elaborar mortadela adicionada de soro de leite fluido, percebeu, igualmente, um aumento na concentração de alguns minerais, como cálcio, sódio e potássio.

5.3.6 Análise do perfil dos ácidos graxos das linguças caprinas

Os ácidos graxos identificados nas linguças caprinas frescas encontram-se na tabela 10.

Tabela 10 - Valor médio $\pm$ DP para composição de ácidos graxos de linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.

Parâmetros (%)	Tratamentos			
	TC	T1	T2	T3
C4:0 (Butírico) /				
C6:0 (Caproico)	0,000a	0,008a $\pm$ 0,014	0,021a $\pm$ 0,010	0,008a $\pm$ 0,003
(%)				
C8:0 (Caprílico)	0,005bc $\pm$ 0,004	0,023a $\pm$ 0,008	0,017ab $\pm$ 0,004	0,004c $\pm$ 0,001
C10:0 (Cáprico)	0,017ab $\pm$ 0,001	0,001a $\pm$ 0,008	0,027a $\pm$ 0,002	0,007b $\pm$ 0,003
C11:0				
(Undecanóico)	0,001b $\pm$ 0,001	0,009a $\pm$ 0,003	0,005ab $\pm$ 0,001	0,002b $\pm$ 0,002
C12:0 (Láurico)	0,014ab $\pm$ 0,001	0,017b $\pm$ 0,006	0,022b $\pm$ 0,003	0,006b $\pm$ 0,003
C13:0				
(Tridecanóico)	0,000a $\pm$ 0,001	0,000a $\pm$ 0,001	0,003a $\pm$ 0,002	0,002a $\pm$ 0,002
C14:0 (Mirístico)	0,314a $\pm$ 0,042	0,264a $\pm$ 0,114	0,348 ^a $\pm$ 0,072	0,057b $\pm$ 0,043
C14:1				
(Miristoléico)	0,005a $\pm$ 0,001	0,001b $\pm$ 0,001	0,005a $\pm$ 0,001	0,002ab $\pm$ 0,002
C15:0				
(Pentadecanóico)	0,043ab $\pm$ 0,017	0,031ab $\pm$ 0,022	0,060a $\pm$ 0,021	0,008b $\pm$ 0,009
C16:0 (Palmítico)	3,761a $\pm$ 3,761	2,994a $\pm$ 1,210	3,260a $\pm$ 0,535	0,381b $\pm$ 0,297
C16:1				
(Palmitoléico)	0,227a $\pm$ 0,018	0,136a $\pm$ 0,063	0,174a $\pm$ 0,031	0,030b $\pm$ 0,031
C17:0				
(Heptadecanóico)	0,150a $\pm$ 0,033	0,110ab $\pm$ 0,066	0,168a $\pm$ 0,058	0,023b $\pm$ 0,020
C17:1 (Cis-10- Heptadecanóico)	0,066a $\pm$ 0,013	0,004b $\pm$ 0,008	0,046a $\pm$ 0,016	0,008b $\pm$ 0,008
C18:0 (Estearico)	3,052a $\pm$ 0,522	2,270ab $\pm$ 1,052	2,965a $\pm$ 0,884	0,356b $\pm$ 0,289
C18:1n9t				
(Elaídico)	0,000a	0,020a $\pm$ 0,018	0,000a	0,050a $\pm$ 0,086
C18:1n9c (Oleico)	6,051a $\pm$ 1,094	2,377b $\pm$ 0,579	1,894b $\pm$ 1,696	0,435b $\pm$ 0,486
C18:2n6t				
(Linolelaídico)	0,000a	0,000a	0,003a $\pm$ 0,005	0,002a $\pm$ 0,003

C18:2n6c (Linoléico)	0,317a±0,343	0,004a±0,007	0,012a±0,010	0,006a±0,010
C18:3n3 (Alfa- Linolênico)	0,231a±0,378	0,000a	0,000a	0,000a
C18:3n6 (Gama- Linolênico)	0,004a±0,007	0,000a	0,000a	0,000a
C20:0 (Araquídico)	0,007ab±0,012	0,006ab±0,011	0,023a±0,004	0,000b
C20:2 (Cis-11,14- Eicosadienóico)	0,023a±0,020	0,000a	0,000a	0,000a
C20:1n9 (cis-11- Eicosenóico)	0,038a±0,042	0,012a±0,020	0,018a±0,017	0,000a
C20:3n3 (Cis- 11,14,17- Eicosatrienóico)	0,044a±0,076	0,000a	0,000a	0,000a
C22:2 (Cis-13,16- Docosadienóico)	0,000a	0,000a	0,007a±0,012	0,000a

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).

Fonte: própria.

Os principais ácidos graxos identificados nas linguças caprinas com redução de gordura por adição de soro de leite, foram o C18:1n9c (Oleico), C16:0 (Palmítico) e o C18:0 (Esteárico). Esses resultados vêm ao encontro ao afirmado por Maia (2021), que, em seu estudo, mostrou que os ácidos graxos com maior predominância na carne caprina são o ácido oleico, ácido palmítico e o ácido esteárico, e que a relação $(C18:0 + C18:1) / C16:0$ retrata melhor os benefícios dos lipídios, contribuindo para a manutenção do organismo, promovendo reservas de energia e facilitando a absorção de vitaminas.

Beck et al. (2021), elaborando linguças frescas, reduzindo o teor de sal e utilizando cloreto de sódio em cera de carnaúba, através das análises físico-químicas, verificaram que, assim como no presente estudo, os principais ácidos graxos presentes nas amostras foram o oleico, palmítico e esteárico, sendo o primeiro o ácido graxo monoinsaturado mais abundante e o segundo o ácido graxo saturado com maior teor, seguido do terceiro. Yunes et al. (2013), analisando o perfil de ácidos graxos e teor de colesterol de mortadela elaborada com óleos vegetais, observaram, do mesmo modo, a predominância dos ácidos graxos insaturados, ácido oleico e linoléico devido à adição de óleos vegetais, como o de canola e o de linhaça, além do

ácido palmítico em todos os tratamentos. Em sua formulação-controle, com elevado teor de Ácido Mirístico C14:0, e, nos tratamentos, à medida que se adicionava os óleos vegetais, ocorreu uma redução significativa desse ácido assim como o esteárico.

Em relação à quantificação do ácido oleico, é possível observar que, em decorrência da redução da gordura, houve também uma queda no teor, ocorrendo diferença significativa entre o tratamento-controle, apresentando 6,051%, e as demais formulações T1 (2,377%), T2 (1,894%), T3 (0,435%). O ácido oleico é um ácido graxo monoinsaturado e seu consumo equilibrado reflete diretamente na saúde, prevenindo câncer e doenças cardiovasculares (FERREIRA et al., 2020).

A redução de gordura e a adição do soro de leite em pó não afetaram a quantificação do ácido palmítico (C16:0) nas amostras de linguças caprinas, não havendo diferença entre o tratamento-controle (3,761%), e os tratamentos T1 (2,994%) e T2 (3,260%). Porém, o tratamento 3 diferiu de todas as outras formulações, apresentando uma redução expressiva (0,381%). O ácido palmítico é um ácido graxo saturado e um dos principais responsáveis pelo aumento no colesterol sérico, além de ser fundamental para o desenvolvimento do corpo humano, desde a formação do feto até a infância, e um componente essencial de lipídios teciduais (MAIA, 2021; FERREIRA et al., 2020).

Assim como o ácido palmítico, o ácido esteárico (C18:0), em sua quantificação nas linguças caprinas, também não apresentaram diferença significativa entre o tratamento-controle (3,052%) e os tratamentos T1 (2,270%), e T2 (2,965%). O tratamento 3 diferiu, de maneira significativa, entre a amostra-controle e o tratamento 2 em decorrência da redução da gordura, apresentando (0,356%). O ácido esteárico é um ácido graxo saturado e precursor do ácido oleico, sendo principal substrato da enzima D9 dessaturase, que atua na síntese de ácidos graxos monoinsaturados (MARTIN et al., 2006).

A quantificação dos ácidos graxos saturados não variou estatisticamente entre o TC (7,377%) e os tratamentos T1 (5,761%) e T2 (6,920%), porém diferiram, consideravelmente, do tratamento 3 (0,850%), assim a redução da gordura nessa formulação promoveu diminuição dos ácidos graxos saturados. Além do ácido palmítico e do esteárico, pertence a esse grupo os ácidos graxos (C4:0 (Butírico), C6:0 (Caproico), C8:0 (Caprílico), C10:0 (Cáprico), C11:0 (Undecanóico), C12:0 (Láurico), C13:0 (Tridecanóico), C14:0 (Mirístico), C15:0 (Pentadecanóico), C17:0 (Heptadecanóico), C20:0 (Araquídico), só que em uma quantificação bem mais baixa nas linguças caprinas (Tabela 10).

Tabela 11 - Valor médio $\pm$ DP das categorias de ácidos graxos presentes na linguiça caprina frescal com redução do teor de gordura, por adição de soro de leite.

Parâmetros (%)	Tratamentos			
	TC	T1	T2	T3
Saturados	7,377a $\pm$ 1,249	5,761a $\pm$ 2,473	6,920a $\pm$ 1,546	0,850b $\pm$ 0,671
Insaturados	6,994a $\pm$ 1,380	2,555b $\pm$ 0,640	2,159b $\pm$ 1,766	0,532b $\pm$ 0,477
Monoinsaturados	6,421a $\pm$ 1,183	2,551b $\pm$ 0,641	2,137b $\pm$ 1,759	0,525b $\pm$ 0,464
Poli-insaturados	0,573a $\pm$ 0,264	0,004b $\pm$ 0,007	0,022b $\pm$ 0,022	0,008b $\pm$ 0,013
Ômega3	0,013a $\pm$ 0,013	0,000a	0,000a	0,000a
Ômega6	0,539a $\pm$ 0,235	0,004b $\pm$ 0,007	0,014b $\pm$ 0,013	0,013b $\pm$ 0,013
Ômega9	6,123a $\pm$ 1,156	2,409b $\pm$ 0,580	1,912b $\pm$ 1,713	0,484b $\pm$ 0,423
Trans	0,000a	0,020a $\pm$ 0,018	0,003 $\pm$ 0,005	0,052a $\pm$ 0,084

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). TC (controle com 20% e 0% de soro do leite), T1 (10% de gordura e 10% de soro do leite), T2 (5% de gordura e 15% de soro do leite), T3 (0% de gordura e 20% de soro do leite).

Fonte: própria.

Observa-se, inclusive, uma redução na quantificação de ácidos graxos insaturados entre o tratamento-controle e os demais tratamentos, já que houve uma redução no teor lipídico total. Além do ácido oleico, outros graxos monoinsaturados presentes nas amostras de linguiças caprinas em quantidade bem pequena são: C14:1 (Miristolêico), C16:1 (Palmitolêico), C17:1 (Cis-10-Heptadecanóico), C18:1n9t (Elaídico), C20:1n9 (cis-11-Eicosenóico), C20:1n9 (cis-11-Eicosenóico). Já os poli-insaturados são C18:2n6t (Linolelaídico), C18:2n6c (Linolêico), C18:3n3 (Alfa-Linolênico), C18:3n6 (Gama-Linolênico), C20:2 (Cis-11,14-Eicosadienóico), C20:3n3 (Cis-11,14,17-Eicosatrienóico), C22:2 (Cis-13,16-Docosadienóico).

Os teores de ômega 3 e o ômega 6 foram baixos, não ocorrendo diferença estatística entre as formulações. A importância de seu consumo se deve ao fato de que não os produzimos, sendo assim necessário adquiri-los através da alimentação. Os ácidos graxos poli-insaturados das séries ômega 3 e ômega 6 atuam no crescimento de um indivíduo, no desenvolvimento do sistema reprodutor, síntese de hormônio, e agem na prevenção de doenças cardiovasculares e trombozes. Os ácidos da série n-6, como os derivados do ácido linolêico (C18:2n6c), possuem atividade anti-inflamatória e antitrombótica (NEVES,2017). Já o teor de o ômega 9 foi bem representativo, e houve diferença significativa entre o tratamento-controle (6,123) e os demais tratamentos, apresentando uma redução na quantificação, T1 (2,409%), T2 (1,912%) e T3

(0,484%). Além do mais, possui ação anti-inflamatória e reduz riscos de doenças cardíacas (NASCIUTTI et al., 2015).

Os ácidos graxos trans, são obtidos a partir do processo de hidrogenação dos ácidos graxos insaturados e estão associados ao aumento de riscos de doenças cardiovasculares (NASCIUTTI et al., 2015). Não houve diferença significativa entre os tratamentos, apresentando teores baixos.

6. CONCLUSÃO

Observou-se que a adição do soro do leite nas linguças caprinas frescas promoveu uma diminuição significativa no teor de gordura, reduzindo-se cerca de 54 a 90% do conteúdo lipídico, nos tratamentos. Esta redução não promoveu grandes alterações nos aspectos físico-químicos das linguças, exceto parâmetro de textura, onde na dureza e mastigabilidade, houve uma pequena elevação no Tratamento 1. Ainda, as linguças com adição do soro do leite em pó apresentaram um aumento no teor dos minerais (fósforo, potássio, cálcio e magnésio).

O perfil de ácido graxo mostrou que os ácidos oleico, palmítico e esteárico permaneceram nas amostras, independente da concentração de soro do leite aplicada.

Dentre os tratamentos, o que apresentou melhores resultados foi o T2, pois além de promover uma redução de cerca de 66% do teor lipídico, ainda trouxe melhoria no parâmetro de força de cisalhamento e conteúdo mineral, não alterando também significativamente, o perfil de ácidos graxos. Dessa forma, pode-se concluir que o soro de leite em pó pode ser utilizado no processamento de linguça caprina tipo frescal como alternativa para reduzir gordura, tornando o alimento mais saudável, agregando mais valor ao produto estudado. Sugere-se para estudos futuros, utilizar outras formas de aplicação do soro do leite, como soro líquido, ácido, incorporando também mais análises, como de oxidação lipídica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R. C. et al. Perfil lipídico da carne e gordura de suínos alimentados com milho. **Ciência Rural**, v. 44, n.1, p. 135-140, 2014.
- ANDRADE, J. C. et al. Understanding consumers' perception of lamb meat using free word association. **Meat science**, v. 117, p. 68-74, 2016.
- ALMEIDA, F. A. et al. Qualidade de hambúrgueres e linguças feitos com carne de cordeiros alimentados com grãos de girassol e vitamina E. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, p. 1-8, 2019.
- ALVES, M. P. et al. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 3, p. 212-226, 2014.
- AMARAL, D. S. et al. Low fat goat meat sausage with chitosan-glucose Maillard reaction product: impact on quality and shelf life. **Food Science and Technology**, v. 40, p. 132-139, 2019.
- ARAUJO, C. D. L. et al. Elaboração de salsichas de frango com redução de gordura e adição de inulina. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. 1-10, 2021.
- ARAÚJO, M. K. et al. Combination of garlic essential oil, allyl isothiocyanate, and nisin Z as bio-preservatives in fresh sausage. **Meat science**, v. 143, p. 177-183, 2018.
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC. (2005). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (15th ed.). Gaithersburg: Author.
- ATWATER, W. O.; WOODS, C. D.; **The Chemical Composition of American Food Materials**, U. S. Department of Agriculture; Office of Experiment Stations; Bulletin n.º 28, 1896.

BARBOSA, P. T. et al. Physicochemical properties of low sodium goat kafta. **LWT-Food Science and Technology**, v. 76, p. 314-319, 2017.

BASINGER, K. L. et al. Application of tension to prerigor goat carcasses to improve cooked meat tenderness. **Meat science**, v. 147, p. 1-5, 2019.

BATISTA, P. B. et al. Caracterização do consumo e comercialização de carnes caprina e ovina na região de São Raimundo Nonato–Piauí/Characterization of consumption and marketing of goat and sheep meat in the region of São Raimundo Nonato-Piauí. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 4, p. 1237-1241, 2019.

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

BEDENDO, A. et al. Substituição de leite em pó por concentrado proteico de soro de leite (WPC–WheyProteinConcentrate) na elaboração de bolo sem glúten/Replacement of powdered milk for whey protein concentrate (WPC–WheyProteinConcentrate) in the preparation of gluten-free cake. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 8062-8073, 2019.

BELLUCCI, E. R. B. **Influência da adição de betalaína em linguiça Toscana com diferentes níveis de nitrato de sódio sobre as propriedades tecnológicas e sensoriais**. 2018. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto-SP, 2018.

BORRAJO, K. H. T.; LIMA, C. G.; TRINDADE, M. A. Saciedade subjetiva, aceitação sensorial e aspectos tecnológicos de salsicha com adição de fibra de trigo. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa Agropecuária. **Instrução Normativa Nº 4, DE 31 DE MARÇO DE 2000**. Regulamento Técnico de identidade e Qualidade de Linguiça. Brasília, 2000.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa Agropecuária. **Decreto nº 9.013** de 29 de março de 2017. Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Brasília, 2017

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. Resolução RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019, dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 23 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa Agropecuária. **Instrução Normativa Nº 80**, de 13 de agosto de 2020. Regulamento Técnico de identidade e qualidade para soro de leite e soro de leite ácido. Brasília, 2020.

BRUNHARA, L. F. **Qualidade física do músculo Longissimus dorsi de suínos em duas diferentes classes sexuais**. 2021. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal-SP, 2021.

CÂMARA, T. S. et al. Comparação da qualidade seminal de caprinos das raças Canindé e Alpina Britânica no Nordeste brasileiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 4, p. 1260-1268, 2019.

CARDOSO, M. V. et al. Caracterização da caprinocultura e ovinocultura no estado de São Paulo. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 82, p. 1-15, 2015.

CARDOSO, M. F. M. **Adequação da rotulagem e das condições de armazenamento de linguças de diferentes marcas comercializadas em estabelecimentos varejistas de Uberlândia-MG**. 2018. 36f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2018.

CASTRO JUNIOR, A. C. **Perfil do consumidor de carne caprina e ovina na Região Metropolitana do Recife**. 2017. 74f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. 2017.

CHÁVARI, A. C. T. et al. Performance, carcass traits, and meat fatty acid profile and quality of Anglo-Nubian kids fed diets supplemented with vegetable oils. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, 2021.

CHATTOPADHYAY, K et al. Chitosan hydrogel inclusion in fish mince based emulsion sausages: Effect of gel interaction on functional and physicochemical qualities. **International journal of biological macromolecules**, v. 134, p. 1063-1069, 2019.

CHOI, Y.S. et al. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat science**, v. 82, n. 2, p. 266-271, 2009.

CHOI, Y. S. et al. Quality characteristics of reduced-fat frankfurters with pork fat replaced by sunflower seed oils and dietary fiber extracted from makgeolli lees. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 652-658, 2013.

COELHO, T. L. S. et al. Optimization of the protein extraction method of goat meat using factorial design and response surface methodology. **Food chemistry**, v. 281, p. 63-70, 2019.

COSTA, R. G. et al. Salted goat and lamb meat: Typical regional product of the city of Petrolina, state of Pernambuco. **Small Ruminant Research**, v. 98, n. 1-3, p. 51-54, 2011.

CUNHA, L. C. M. et al. Natural antioxidants in processing and storage stability of sheep and goat meat products. **Food Research International**, v. 111, p. 379-390, 2018.

CRUZ, A. T. F. **Mortadela de frango com adição de soro de leite fluido**. 2014. 92f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte-CE, 2014.

FAIZ, Furukh et al. Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of goats reared on organic rationing in Karakoram region. **Food Science and Technology**, v. 41, p. 381-387, 2020.

FÉLIX, L. D. **Caracterização físico-química e de cor objetiva de embutido emulsionado caprino adicionado de soro de queijo e enriquecido com biomassa da banana verde**.

2018. 41f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação de Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Salgueiro-PE, 2018.

FERNANDES, A. **Qualidade físico-química e sensorial de pernas curadas de ovinos e caprinos**. 2017. 79f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Ciência Animal) – Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança – SP, 2017.

FERREIRA, A. C. B.; FONSECA, L. M.; SANTOS, W. L. M. Composição centesimal e aceitação de lingüiça elaborada com reduzido teor de gordura e adicionada de concentrados protéicos de soro de leite. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 209-214, 2009.

FERREIRA, C. S. R. et al. Comparação entre Métodos de Metilação na Determinação de Ácidos Graxos em Amostras de Carne por CG-DIC. **Revista Virtual de Química**, v. 12, n. 6, 2020.

FERREIRA, J. M. S et al. **Características de carcaça e qualidade da carne de caprinos de diferentes genótipos**. 2015. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2015.

FONTELES, N. L.O. et al. Fatty acid composition of polar and neutral meat lipids of goats browsing in native pasture of Brazilian Semiarid. **Meat science**, v. 139, p. 149-156, 2018.

FREIRIA, E.F.C. **Tecnologia de alimentos**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2017.

FRANCISCO, N. et al. Características físico-químicas de lingüiça de frango elaborada com fibra de trigo e colágeno bovino. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, 2013.

GARCIA-SANTOS, M. S. L. et al. Effect of the addition of resistant starch in sausage with fat reduction on the physicochemical and sensory properties. **Food Science and Technology**, n. AHEAD, 2019.

GHECKI, A.T. et al. **Técnicas analíticas para controle de qualidade de leites e derivados**. Belém: EDUEPA, 2018.

GÓMEZ-NARVÁEZ, F.; PÉREZ-MARTÍNEZ, L.; CONTRERAS-CALDERÓN, J. Usefulness of some Maillard reaction indicators for monitoring the heat damage of whey powder under conditions applicable to spray drying. **International Dairy Journal**, v. 99, p. 104553, 2019.

GONSALVES, H. R. O. et al. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. **Agropecuária científica no Semiárido**, v. 8, n. 3, p. 11-17, 2012.

GUERRA, I. C. D. et al. Evaluation of goat mortadella prepared with different levels of fat and goat meat from discarded animals. **Small Ruminant Research**, v. 98, n. 1-3, p. 59-63, 2011.

GUIMARÃES, D. H. Utilização de soro de queijo na elaboração de biscoitos doces. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 13, n. 2, p. 271-285, 2011.

HERRMANN, G; SOUZA, C. F. V. Use of barley malt pomace in the production of fresh sausage. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos-químicos para análises de alimentos**. São Paulo: IAL, 2008.

KAFLE, D. et al. Carcass and meat quality of goats supplemented with tannin-rich peanut skin. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 5, p. 100159, 2021.

KIM, J. H. et al. Effects of whey powder supplementation on dry-aged meat quality. **Korean journal for food science of animal resources**, v. 36, n. 3, p. 397, 2016.

KONONIUK, A. D.; KARWOWSKA, M. Comparison of selected parameters related to food safety of fallow deer and beef uncured fermented sausages with freeze-dried acid whey addition. **Meat Science**, v. 161, p. 108015, 2020.

LANARA, Laboratório de Referência Animal. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. **Ii-Métodos físico e químicos. Mel. Ministério da Agricultura. Brasília**, v. 2, n. 25, p. 1-15, 1981.

LIMA, M. L. **Aceitabilidade da carne caprina no hábito alimentar e percepção sobre o impacto ambiental na produção de caprinos no Nordeste entre estudantes universitários**. 2009. 112f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2009.

MACHADO, B. A. S. et al. Lipid content and fatty acids compositions in commercial cuts of young goat meat. **Ciência Rural**, v. 49, n. 2, p. 1-8, 2019.

MADRUGA, M. S.; BRESSAN, M. C. Goat meats: Description, rational use, certification, processing and technological developments. **Small Ruminant Research**, v. 98, n. 1-3, p. 39-45, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 201p.

MARTI-QUIJAL, F.J. et al. Influence of different sources of vegetable, whey and microalgae proteins on the physicochemical properties and amino acid profile of fresh pork sausages. **LWT**, v. 110, p. 316-323, 2019.

MARTIN, C. A et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, p. 761-770, 2006.

MARTINS, N. N. T. L. L et al. Emprego de soro de leite líquido na elaboração de mortadela. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, 2009.

MARTINS, R. V. M. **Processamento de hambúrguer de carne caprina**. 2018. 53f. Trabalho de conclusão (Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

MARTINS, V.G.L. Avaliação do potencial da farinha de beldroega (*Portulaca oleracea*) como antioxidante em linguiça suína. 2021. 62f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza – CE, 2021.

MAIA, S. S. **Aspectos qualitativos da carne de ruminantes associados aos benefícios proporcionados à saúde humana**. 2021. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MAIA JÚNIOR, J. A. et al. Efeito da redução do teor de gordura e NaCl nas características físico-químicas, cor e textura instrumental de linguiça defumada ovina. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1697-1712, 2020.

MENDES, F. S.; SOUZA, C. F. V. Qualidade microbiológica de soro de queijo e soro de ricota de laticínios do vale do Taquari, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 11, n. 2, p. 2437-2450, 2017.

MENESES, V. P. et al. Qualidade físico-química, microbiológica e sensorial de doce pastoso a base de soro fresco de leite e em pó. **Global Science and Technology**, v. 12, n. 2, 2019.

MEHRA, R. et al. Whey proteins processing and emergent derivatives: An insight perspective from constituents, bioactivities, functionalities to therapeutic applications. **Journal of Functional Foods**, v. 87, p. 104760, 2021.

MILANI, L. I. G. et al. Bioproteção de linguiça de frango. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v. 23, n. 2, p. 161-166, 2003.

MIRANDA, G. S.; RIBEIRO, C. M.T. Substituição de Gordura Animal por Queijo Prato na Produção de Linguiça Suína Tipo Toscana. **Revista Processos Químicos**, v. 10, n. 20, p. 345-350, 2016.

MONTEZUMA, R. **Perfil de textura em conserva de carne bovina (Corned Beef) submetida a diferentes tratamentos térmicos e sua relação com a concentração das**

proteínas dos tecidos muscular e conjuntivo colagenoso. 2010. 148f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto-SP, 2010.

NASCIMENTO, R. S. et al. Bacteriological Characteristics of Fresh Ostrich Sausage (Linguiça). **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 17, n. 2, p. 151-157, 2015.

NASCIUTTI, P. R et al. Ácidos graxos e o sistema cardiovascular. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 11, n. 22, 2015.

NETO, J. G. P.; OLIVEIRA, H. S.; SILVEIRA, K. C. Desenvolvimento local-regional no nordeste brasileiro: um estudo situacional do arranjo produtivo local de caprinovinocultura de pernambuco. **Revista Contexto Geográfico**, v. 3, n. 6, p. 36-46, 2019.

NEVES, C. D. et al. **Alterações físico-químicas e perfil de ácidos graxos em linguiça calabresa frescal e defumada submetida à diferentes processos de cocção.** 2017. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.

NUNES, L.; SANTOS, M. G. Caracterização físico-química de soros obtidos de diferentes tipos de queijos. **Horizonte Científico**, v.9, n. 2, p 1-17, 2015.

OLIVEIRA, D.F de et al. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology, Campinas**, v. 16, n. 3, p. 163-174, 2013.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. et al. Avaliação de linguiças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidas a diferentes métodos de defumação. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 35, n. 2, 2018.

OLIVEIRA, M. J.; ARAÚJO, W. M. C; BORGIO, L. A. Quantificação de nitrato e nitrito em linguiças do tipo frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 736-742, 2005.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: no caminho da pesquisa.** Cocal do Sul: IMPRINT, 2002.

ORDONEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal. II**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PACHECO, M. M. et al. Efecto de la relación leche-lactosuero sobre las propiedades fisicoquímicas y reológicas en una bebida láctea fermentada. **Ingeniería y Competitividad**, v. 19, n. 2, 2017.

PERRONE, Í. T. et al. Processing and physico-chemical characterization of whole whey powder. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 5, p. 323-333, 2014.

QI, W. et al. Microstructure and physiochemical properties of meat sausages based on nanocellulose-stabilized emulsions. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2020.

RIGDON, M. et al. Texture and quality of chicken sausage formulated with woody breast meat. **Poultry Science**, v. 100, n. 3, p. 100915, 2021.

ROCCO, S. C. Embutidos, frios e defumados. **Coleção Saber**, 1996.

ROCHA, B. R. P. **Desenvolvimento de hambúrguer com carne caprina de matrizes de descarte**. 2017. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

ROCHA, T. C. **Qualidade de linguiça frescal de frango produzida com peito amadeirado (wooden breast)**. 2018. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

ROCHA, L. C. **Avaliação das boas práticas de fabricação em uma unidade de beneficiamento de carne e produtos cárneos do distrito de Mosqueiro, Belém-PA**. 2022. 54f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA, 2022.

RODRIGUES, S. et al. How does the added fat source affect sensory quality of sheep and goat pâtés? **Ciência Rural**, v. 49, n. 5, 2019.

SANTOS, F.F. **Produção de Linguiça Toscana com Teor Reduzido de Gordura e Adição de Inulina**. 2014. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural, Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, F. M. et al. Impact of water restriction periods on carcass traits and meat quality of feedlot lambs in the Brazilian semi-arid region. **Meat science**, v. 156, p. 196-204, 2019.

SANTOS PESSOA, R. M. et al. A percepção do consumidor de carne ovina e caprina no município de Olho d'Água–PB. **Pubvet**, v. 12, n.5, p. 1-6, 2018.

SANTOS SOUZA, M. F. et al. Characterization of goat product consumers and goat farming systems in the Brazilian Northeast region. **Small Ruminant Research**, v. 179, p. 7-13, 2019.

SELANI, M. M. et al. Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. **Meat Science**, v. 112, p. 69-76, 2016.

SERDAROĞLU, M. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. **Meat Science**, v. 72, n. 1, p. 155-163, 2006.

SILVA ARAUJO, David Hans et al. Reduction of sodium content in frozen goat sausage using different types of salt. **LWT**, v. 135, p. 110272, 2021.

SILVA JUNIOR, A. F. et al. Development of a thermogenic drink from whey/Desenvolvimento de uma bebida termogênica a partir de soro de leite. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 5676-5696, 2020.

SILVA, L. O. et al. Effects of palm kernel cake in high-concentrate diets on carcass traits and meat quality of feedlot goats. **Livestock Science**, v. 246, p. 104456, 2021.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2011.

SILVA, R. O. P.; BUENO, C. R. F.; RODRIGUES SÁ, P. B. Z. Aspectos relativos à produção de soro de leite no Brasil, 2007-2016. **Informações Econômicas**, SP, v. 47, n. 2, abr./jun. 2017. 2017.

SILVA, T. G. F. et al. Black globe temperature from meteorological data and a bioclimatic analysis of the Brazilian Northeast for Saanen goats. **Journal of thermal biology**, v. 85, p. 102408, 2019.

SIQUEIRA, F. S. **Produção de linguiça frescal utilizando o pó de aipo em substituição ao nitrito e extrato de alecrim como antioxidante**. 2020. 87f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo-RS, 2020.

SLIMA, S. B. et al. Modeling the influence of functional additives in beef sausages using a Box-Benken design: Effects on quality characteristics. **Food Bioscience**, p. 100572, 2020.

SOUZA PEREIRA, H. G.; SOUZA, E. N.; SÁ SILVA, C. Qualidade sanitária da carne caprina comercializada em feiras de uma cidade do sertão nordestino. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e8109119714-e8109119714, 2020.

ŠOJIC, B. et al. The effect of essential oil and extract from sage (*Salvia officinalis* L.) herbal dust (food industry by-product) on the oxidative and microbiological stability of fresh pork sausages. **LWT**, v. 89, p. 749-755, 2018.

STATSOFT. Statistica for Windows-computer programme manual, versão 7.0. Tulsa: Statsoft Inc. 2004.

TEIXEIRA, M.C. **Utilização de três modelos de produção de carne ovina na região semiárida do Brasil**. 2010. 90 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza-CE. 2010.

TERRA, N. N. et al. Emprego de soro de leite líquido na elaboração de mortadela. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 885-890, 2009.

TRAN, T. T. T. et al. Application of natural antioxidant extract from guava leaves (*Psidium guajava* L.) in fresh pork sausage. **Meat Science**, p. 108106, 2020.

TSERMOULA, P. et al. Whey-the waste-stream that became more valuable than the food product. **Trends in Food Science & Technology**, 2021.

WANG, X. et al. The role of endogenous enzyme from straw mushroom (*Volvariella volvacea*) in improving taste and volatile flavor characteristics of Cantonese sausage. **LWT**, v. 154, p. 112627, 2022.

YAMAGUCHI, M. M. et al. **Análise do perfil instrumental de textura e caracterização microbiológica de mortadela suína com teor reduzido de sódio**. 2018. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina-PR, 2018.

YETIM, H.; MÜLLER, W. D.; EBER, M. Using fluid whey in comminuted meat products: effects on technological, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. **Food Research International**, v. 34, n. 2-3, p. 97-101, 2001.

YADAV, S. et al. Effect of wheat bran and dried carrot pomace addition on quality characteristics of chicken sausage. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 31, n. 5, p. 729, 2018.

YOU, S. et al. Utilization of whey powder as substrate for low-cost preparation of β -galactosidase as main product, and ethanol as by-product, by a litre-scale integrated process. **Bioresource technology**, v. 245, p. 1271-1276, 2017.

YUNES, J. F. F et al. Perfil de ácidos graxos e teor de colesterol de mortadela elaborada com óleos vegetais. **Ciência Rural**, v. 43, p. 924-929, 2013.

Zago, G. R. Estabilidade oxidativa de linguiça tipo Toscana com extrato liofilizado de casca de romã (*Punica granatum* L.). 2018. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo – RS, 2018.

ZHANG, G. et al. Two-stage biosynthesis of D-tagatose from milk whey powder by an engineered *Escherichia coli* strain expressing L-arabinose isomerase from *Lactobacillus plantarum*. **Bioresource Technology**, v. 305, p. 123010, 2020.

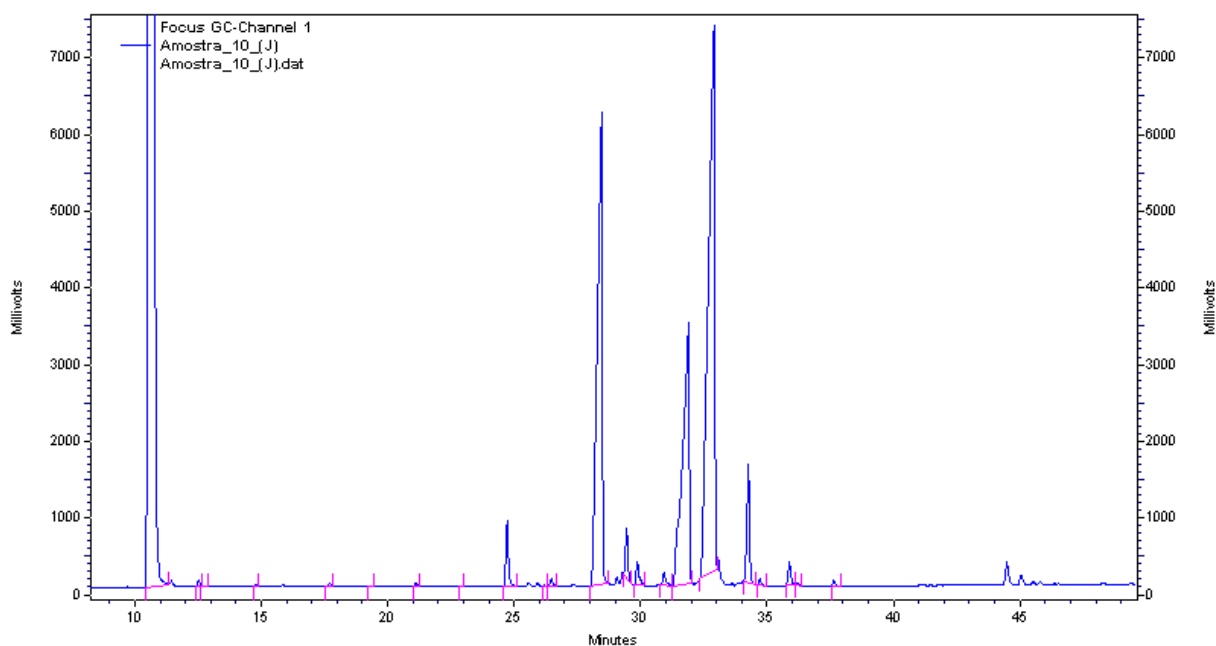
ZHOU, X. et al. Bio-utilization of cheese manufacturing wastes (cheese whey powder) for bioethanol and specific product (galactonic acid) production via a two-step bioprocess. **Bioresource technology**, v. 272, p. 70-76, 2019.

APÊNDICES

CROMATOGRAMAS DAS ANÁLISES DE PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS

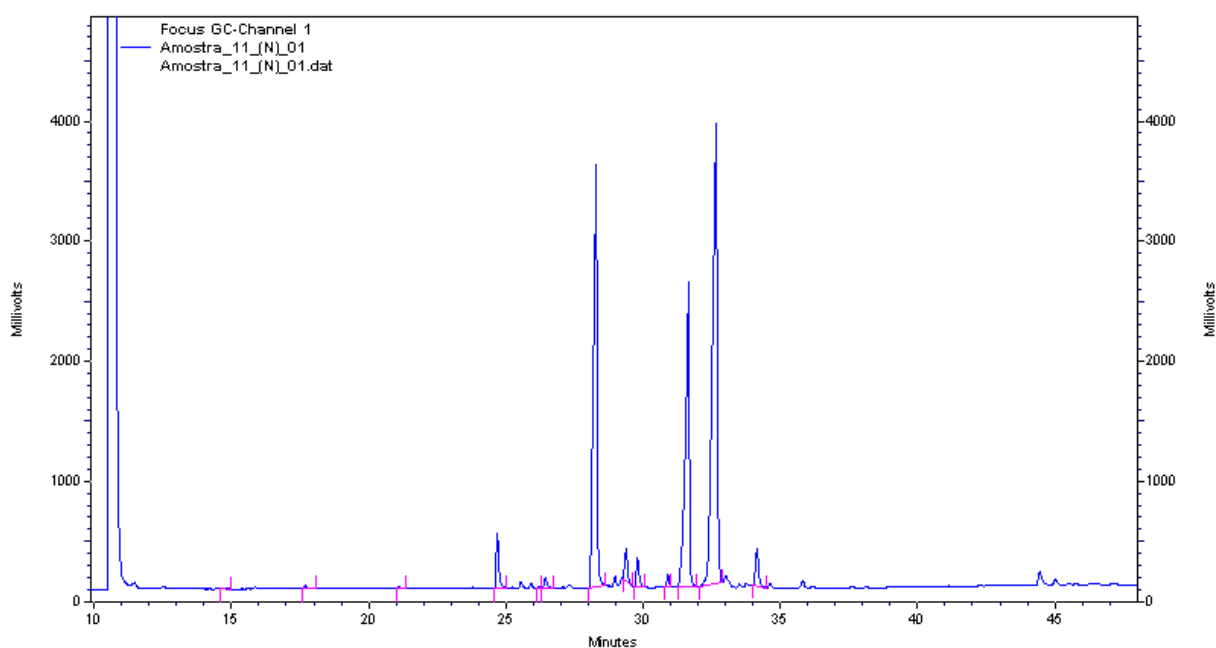
Os picos mais altos indicam os ácidos graxos que tiveram a maior prevalência nas amostras, ácido palmítico, esteárico e oleico.

Figura 15 – Tratamento-controle repetição 1.

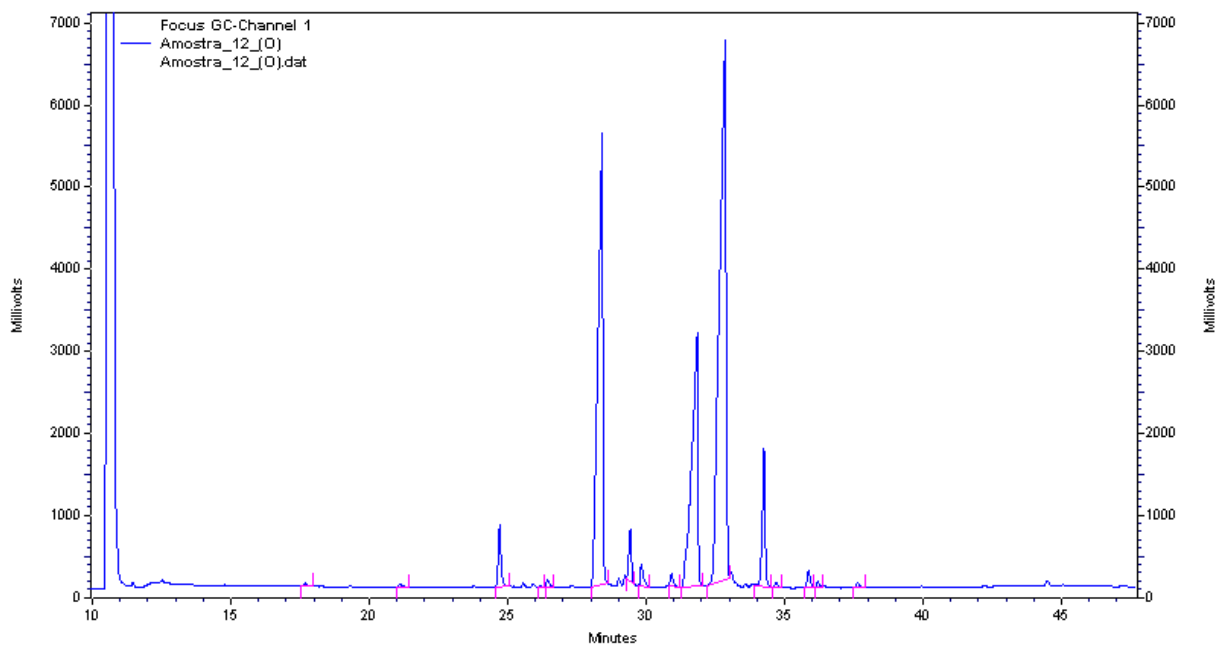


Fonte: própria.

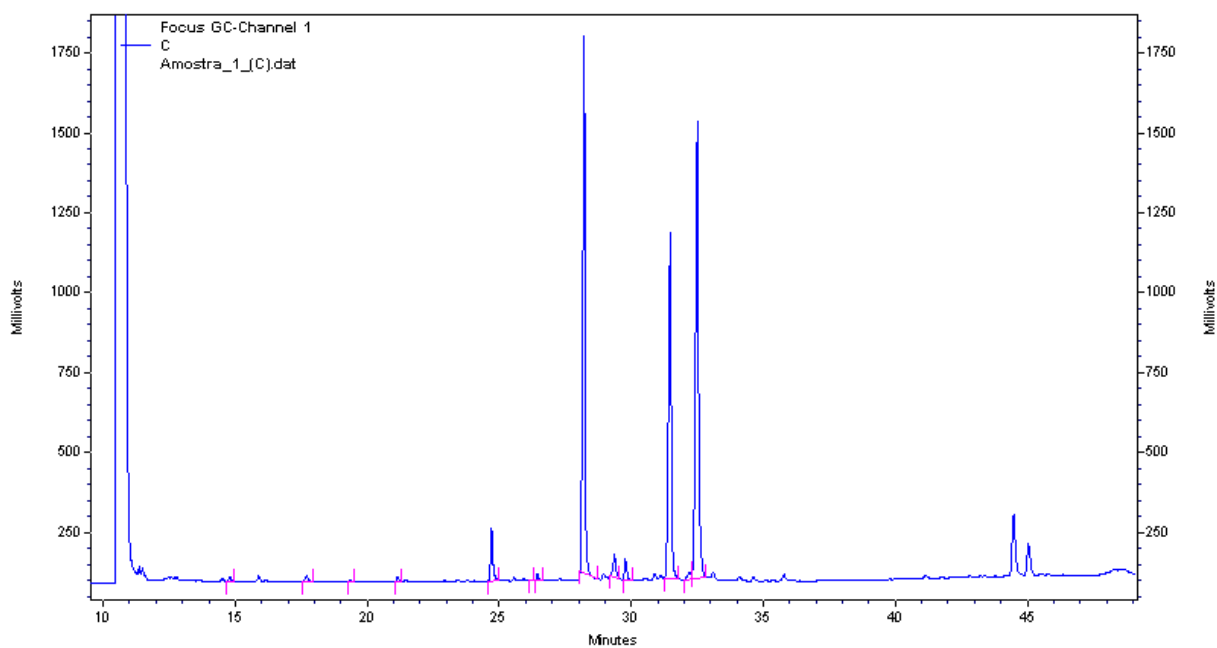
Figura 16 – Tratamento-controle repetição 2.



Fonte: própria.

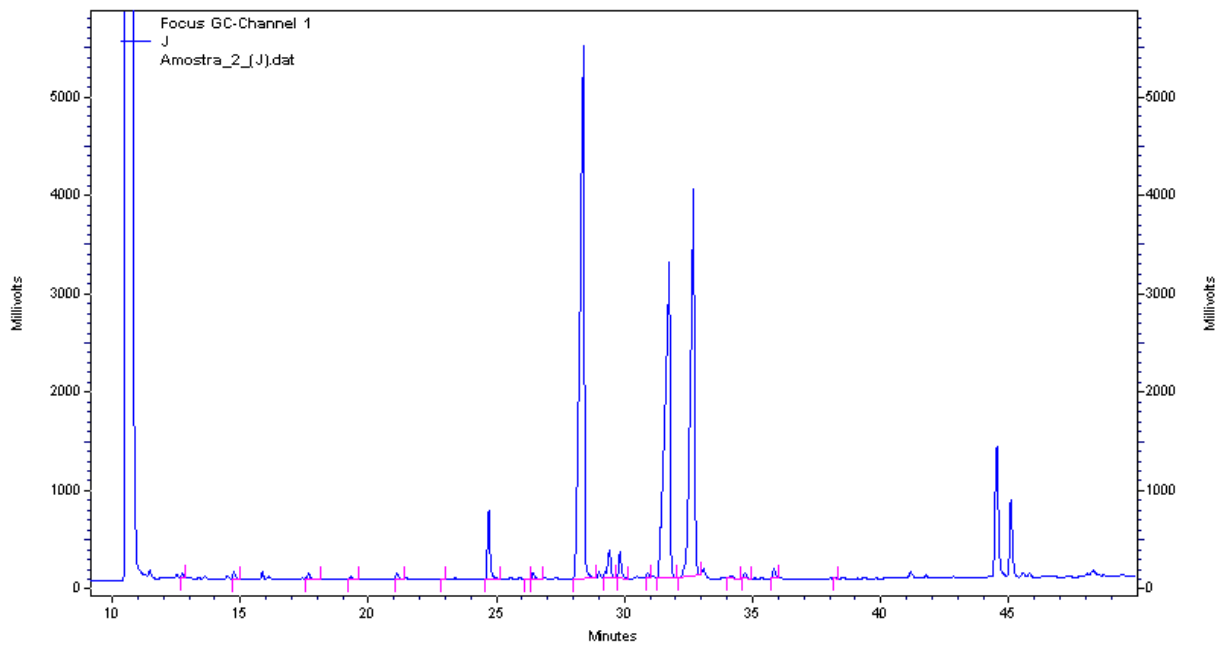
Figura 17 – Tratamento-controle repetição 3.

Fonte: própria.

Figura 18 – Tratamento 1 repetição 1.

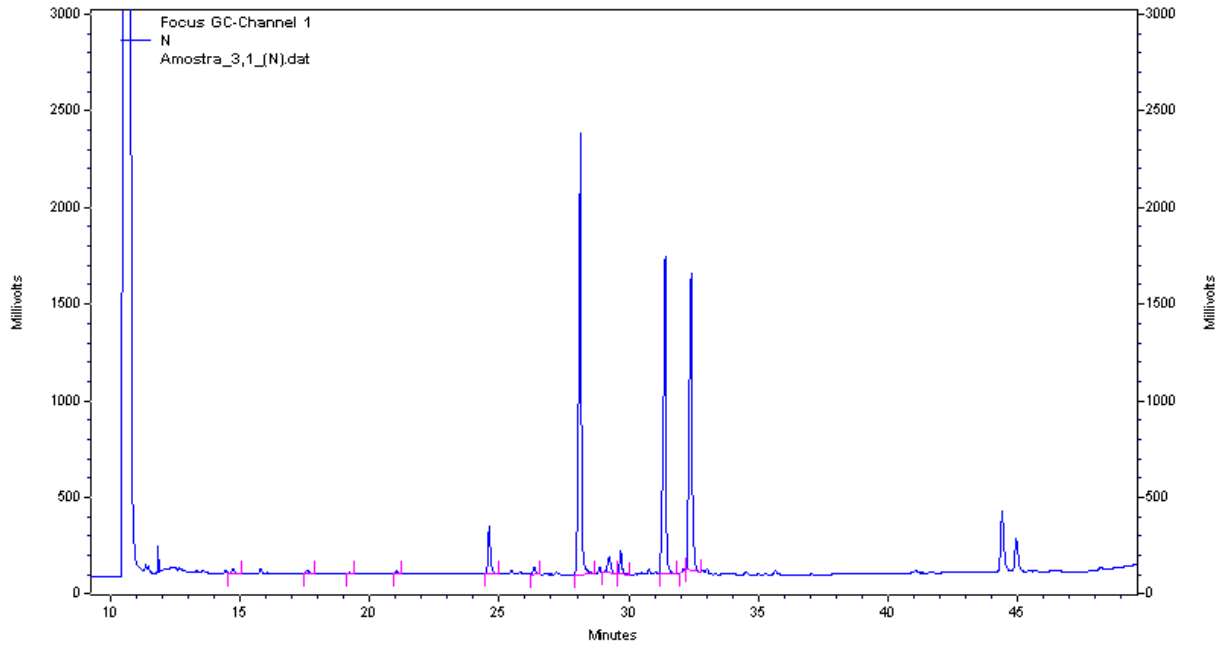
Fonte: própria.

Figura 19 – Tratamento 1 repetição 2.



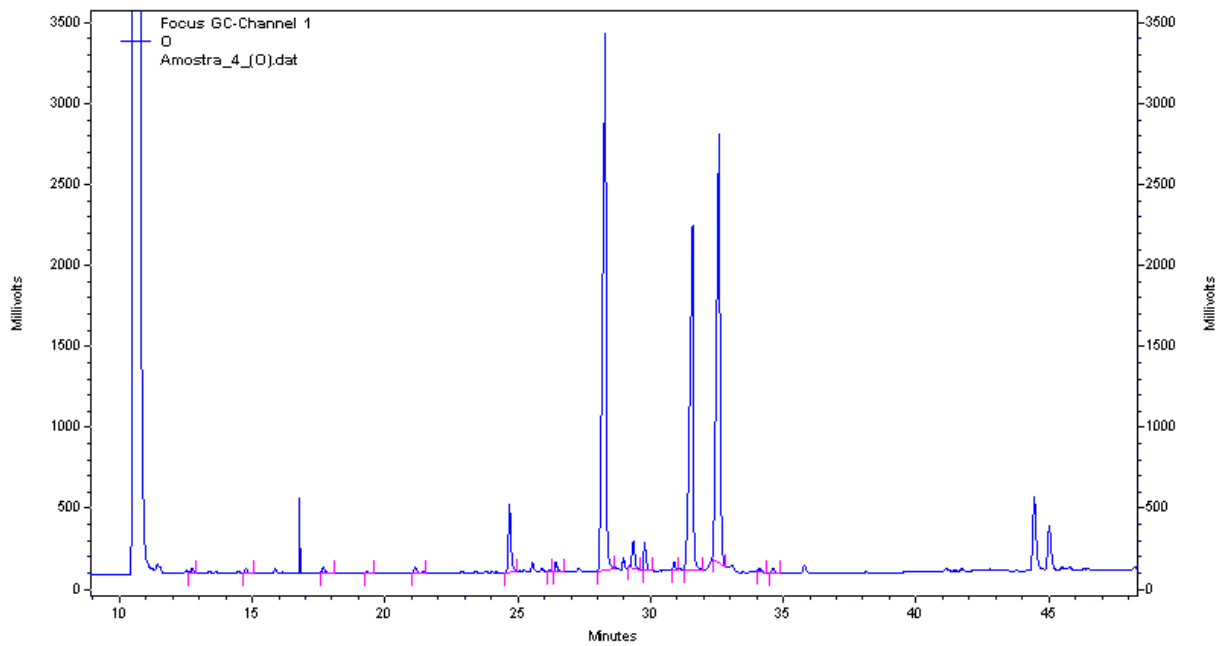
Fonte: própria.

Figura 20 – Tratamento 1 repetição 3.



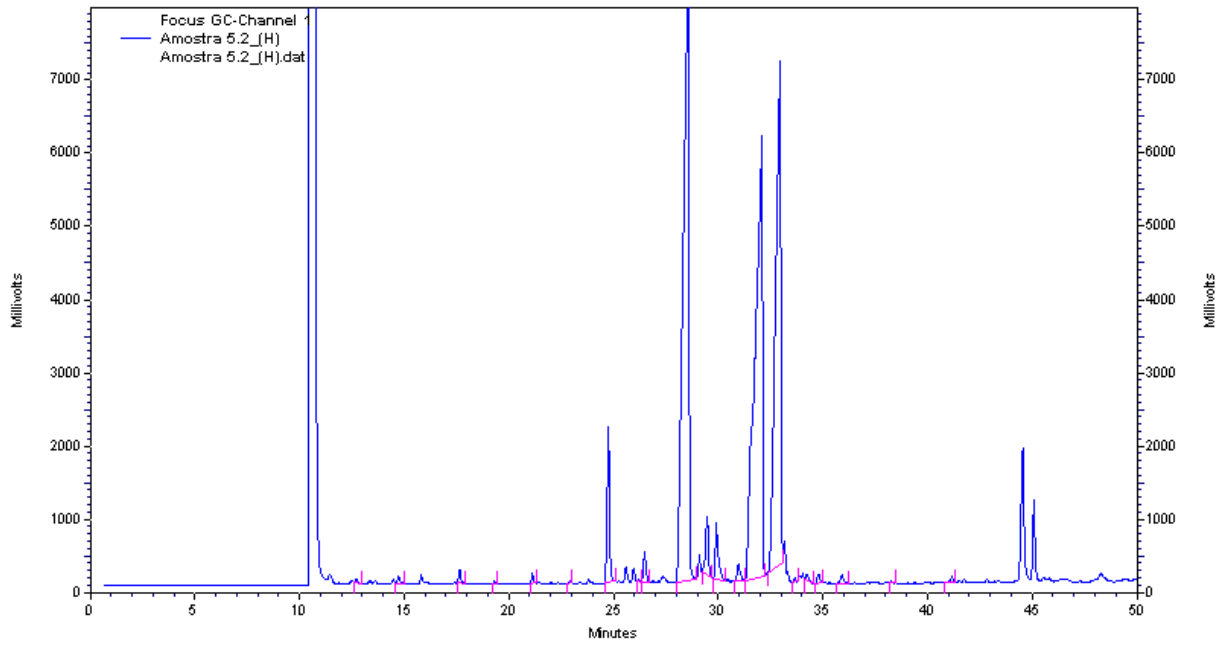
Fonte: própria.

Figura 21 – Tratamento 2 repetição 1.

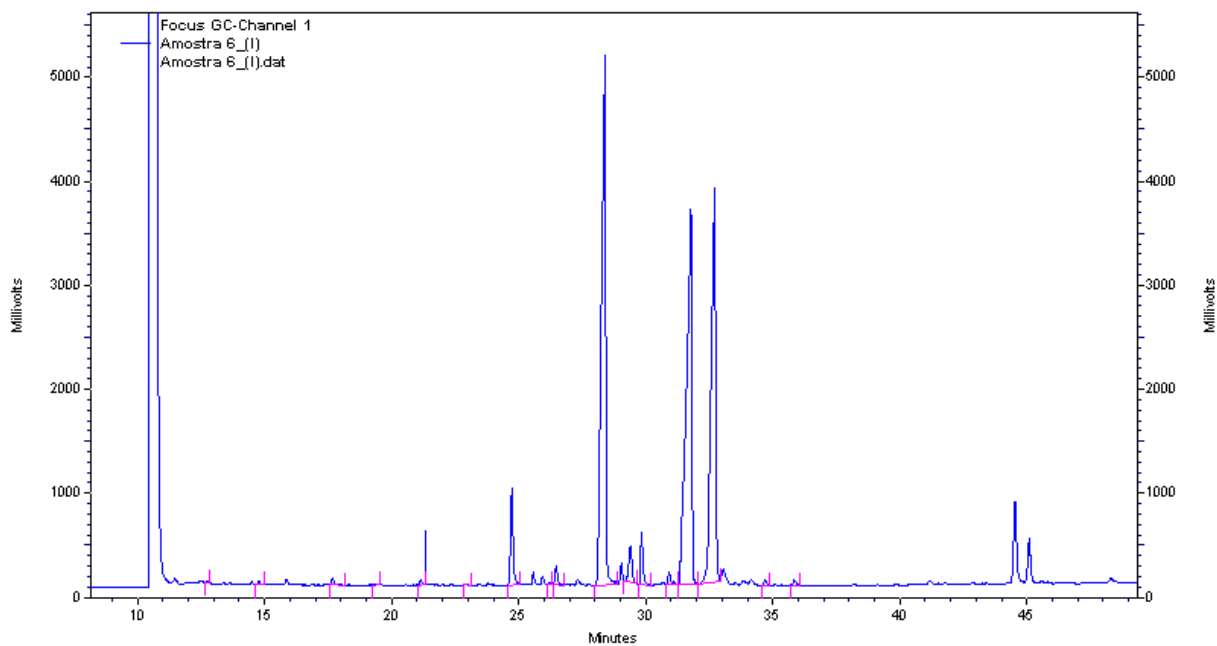


Fonte: própria.

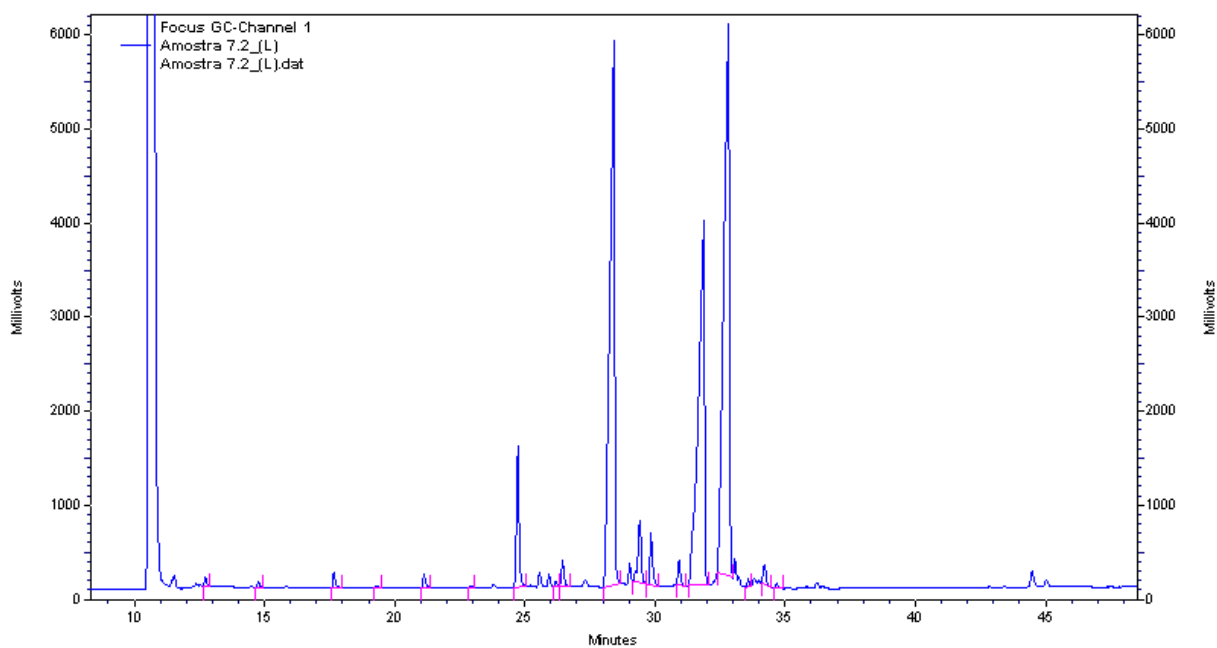
Figura 22 – Tratamento 2 repetição 2.



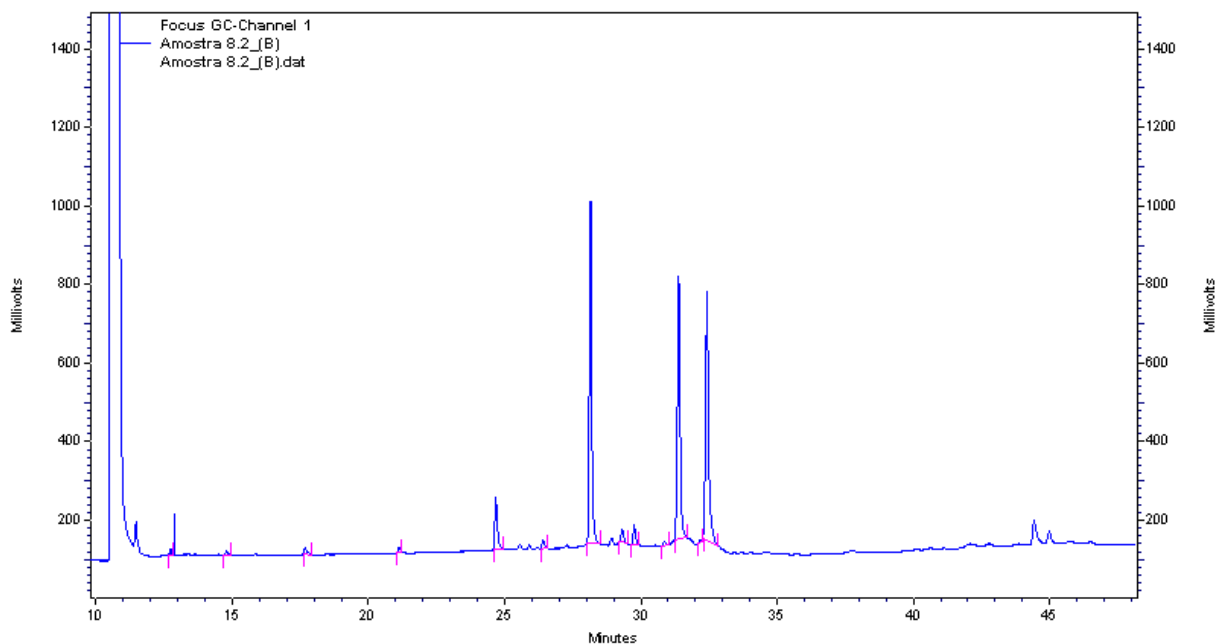
Fonte: própria.

Figura 23 – Tratamento 2 repetição 3.

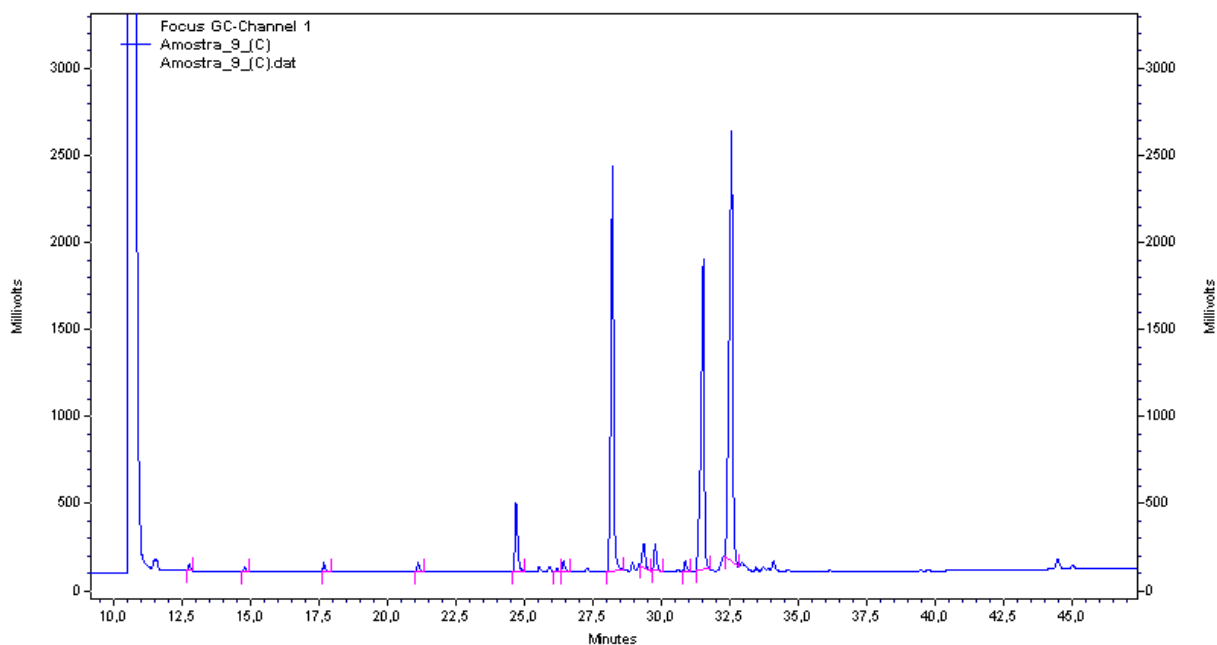
Fonte: própria.

Figura 24 – Tratamento 3 repetição 1.

Fonte: própria.

Figura 25 – Tratamento 3 repetição 2.

Fonte: própria.

Figura 26 – Tratamento 3 repetição 3.

Fonte: própria.