



FRANCIELLY CORRÊA ALBERGARIA

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE EMBUTIDO
COZIDO E DEFUMADO À BASE DE CARNE
MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA**

**LAVRAS - MG
2021**

FRANCIELLY CORRÊA ALBERGARIA

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE EMBUTIDO COZIDO E DEFUMADO À
BASE DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA**

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

Prof. Dr. Carlos José Pimenta
Orientador

Profa. Dra. Maria Emília de Sousa Gomes
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2021**

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

Albergaria, Francielly Corrêa.

Desenvolvimento e avaliação de embutido cozido e defumado à
base de carne mecanicamente separada de tilápia / Francielly Corrêa
Albergaria. - 2021.

144 p.

Orientador(a): Carlos José Pimenta.

Coorientador(a): Maria Emília de Sousa Gomes.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Aproveitamento de resíduos. 2. Derivado de pescado. 3.
Estabilidade físico-química. I. Pimenta, Carlos José. II. Gomes,
Maria Emília de Sousa. III. Título.

FRANCIELLY CORRÊA ALBERGARIA

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE EMBUTIDO COZIDO E DEFUMADO À
BASE DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA**

**DEVELOPMENT AND EVALUATION OF COOKED AND SMOKED SAUSAGE
EMBEDDED MECHANICALLY SEPARATED FROM TILAPIA**

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

APROVADA em 19 de fevereiro de 2021.

Profa. Dra. Maria Emília de Sousa Gomes UFLA

Prof. Dr. André Luiz Medeiros de Souza UNIG

Profa. Dra. Alcinéia de Lemos Souza Ramos UFLA

Prof. Dr. Carlos José Pimenta
Orientador

**LAVRAS - MG
2021**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me iluminar e guiar o meu caminho para que eu pudesse finalizar mais um ciclo. “A Ele toda honra e glória”.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade concedida para a realização da Pós-Graduação. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos, à FAPEMIG e à Capes por sempre apoiarem os projetos de pesquisa.

Aos meus orientadores, professor Dr. Carlos José Pimenta e professora Dra. Maria Emília de Sousa Gomes, pela oportunidade, confiança, ensinamentos, amizade e incentivo. Vocês são meus exemplos de dedicação e profissionalismo.

Ao professor Dr. André Luiz Medeiros de Souza, por todo conhecimento transferido e por ter aceitado participar da banca de defesa, contribuindo para a melhoria do trabalho.

À professora Dra. Alcinéia de Lemos Souza Ramos, por toda ajuda, ensinamento, disponibilidade e por fazer parte da banca de defesa, enriquecendo o trabalho.

À família que o Laboratório de Pescados me deu, Anderson Venâncio, Roberta Hipólito, Marcelo Tanaka, Diana Oliveira, Pedro Massahiro, Flávia Teixeira e Aline Barbosa, agradeço por todo apoio e paciência na condução do projeto, pelos estímulos para vencer essa etapa, pelo companheirismo, pelos “cafezinhos”, conversas, conselhos e risadas. Sem vocês, a caminhada seria mais árdua.

Às minhas colegas, Amanda Teixeira, Maria Cecília Schiassi, Ana Cláudia Silveira e Paula Giarolla, pelo companheirismo, incentivo e por tanto conhecimento compartilhado, aprendi muito com vocês.

Aos meus pais, Fátima e Fernando, à minha irmã Fernanda e à vovó Teresa. Vocês são a minha base! Obrigada por todas as orações, renúncia, amor, companheirismo e incentivo. Vocês são a minha maior força!

Aos meus familiares. Em especial: Ofélia, José Maria, Tidal e dindinha Martinha, por estarem sempre presentes, por acreditarem e torcerem pelo meu sucesso.

A VITÓRIA É COLETIVA! OBRIGADA À CADA UM DE VOCÊS!

RESUMO GERAL

A indústria do pescado representa um amplo potencial de crescimento, pois seus resíduos podem ser aproveitados e transformados em produtos com alto poder de mercado. Uma alternativa tecnológica para um melhor aproveitamento é a carne mecanicamente separada (CMS), que pode ser utilizada como matéria-prima em uma gama de produtos. Diante deste quadro, objetivou-se com este estudo, desenvolver embutidos cozidos e defumados elaborados com substituição crescente de filé por CMS de tilápia. Além de avaliar o efeito dessa substituição nas características tecnológicas e nutricionais dos produtos resultantes e avaliar a estabilidade química, física e microbiológica dos embutidos cozidos e defumados de tilápia armazenados sob refrigeração por 42 dias. Na primeira etapa, foram desenvolvidas diferentes formulações de embutido cozido e defumado com 0, 15, 40, 45 e 60% de CMS. Avaliou-se o valor nutricional, os aspectos químicos, físicos e físico-químicos e a qualidade microbiológica de cada formulação, bem como o interesse pelo novo produto, a partir de uma pesquisa de mercado online. A última etapa do estudo constituiu na análise da estabilidade dessas características por 42 dias de armazenamento, sob refrigeração à temperatura de 7°C. Em termos tecnológicos e nutricionais, a utilização de CMS de tilápia, na produção dos embutidos cozidos e defumados, não depreciou a qualidade do produto final. Os resultados apontam que todas as amostras das matérias-primas e de embutidos atenderam aos padrões microbiológicos estabelecidos, sugerindo que o processo foi conduzido em condições higiênicas adequadas. Assim, foi considerado que a substituição de 15% e 30%, mais se aproximaram das características do embutido elaborado somente com filé (0% de CMS). Em relação à pesquisa de mercado, os entrevistados demonstraram grande interesse pelo novo produto. Na avaliação da estabilidade das características das formulações, verificou-se que a inclusão crescente de CMS e o tempo de armazenamento exerceram influência significativa nas características químicas (composição centesimal e oxidação lipídica) e físicas (variáveis da cor) do produto final. Contudo, a qualidade nutricional e microbiológica dos embutidos cozidos e defumados de tilápia foram mantidas dentro dos limites encontrados na literatura, já que não há legislação vigente para esse produto, ao longo dos quarenta e dois dias de estocagem. Portanto, diante dos resultados apresentados, pode-se indicar a estabilidade dos produtos em 42 dias. A elaboração deste produto vem a ser uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos dessa espécie de pescado.

Palavras-chave: Aproveitamento de Resíduos. Derivado de pescado. Estabilidade físico-química.

GENERAL ABSTRACT

The fish industry represents a wide growth potential, as its residues can be used and transformed into products with high market power. A technological alternative for better utilization is mechanically separated meat (MSM), which can be used as a raw material in a range of products. Because of this situation, this study's objective was to develop cooked and smoked sausages prepared with the increasing substitution of fillet by tilapia MSM. Besides of to evaluate the effect of this substitution on the technological and nutritional characteristics of the resulting products and evaluating the chemical, physical and microbiological stability of cooked and smoked tilapia sausages stored under refrigeration for 42 days. Different formulations of cooked and smoked sausages with 0, 15, 40, 45, and 60% MSM were developed in the first stage. The nutritional value, the chemical, physical and physicochemical aspects and the microbiological quality of each formulation were evaluated, as well as the interest in the new product, based on online market research. The last stage of the study consisted of analyzing the stability of these characteristics for 42 days of storage, under refrigeration at a temperature of 7°C. In technological and nutritional terms, the use of tilapia MSM, in the production of cooked and smoked sausages, did not detract from the final product's quality. The results indicate that all samples of raw materials and sausages met the established microbiological standards, suggesting that the process was conducted in an inadequate hygienic condition. Thus, it was considered that the replacement of 15% and 30%, came closest to the characteristics of the sausages made only with fillet (0% MSM). Regarding the market research, respondents showed great interest in the new product. In the evaluation of the stability of the characteristics of the formulations, it was found that the increasing inclusion of MSM and the storage time had a significant influence on the chemical characteristics (proximate composition and lipid oxidation) and physical characteristics (color variables) of the final product. However, the nutritional and microbiological quality of tilapia cooked and smoked sausages were kept within the thresholds found in the literature, as there is no legislation in force for this product, over the forty-two days of storage. Therefore, because of the results presented, it is possible to indicate the stability of the products in 42 days. The elaboration of this product turns out to be a viable alternative for the use of residues of this species of fish.

Keywords: Waste Utilization. Derived from fish. Physicochemical stability.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL	10
1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Tilápia	12
2.2	Produção e consumo de tilápia no Brasil.....	13
2.3	Carne mecanicamente separada.....	14
2.4	Embutidos de peixe.....	15
2.4.1	Ingredientes e aditivos.....	18
2.4.1.1	Cloreto de sódio.....	18
2.4.1.2	Conservantes	19
2.4.1.3	Antioxidantes	20
2.4.1.4	Ligadores e enchedores não cárneos	21
2.4.1.4.1	Enzima transglutaminase.....	22
2.4.1.5	Corante	24
2.5	Defumação	25
2.6	Determinação da vida útil	27
	REFERÊNCIAS.....	29
	CAPÍTULO 2 EFEITO DA INCLUSÃO DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA NAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE EMBUTIDOS COZIDOS E DEFUMADOS DE PESCADO	39
1	INTRODUÇÃO	40
2	MATERIAL E MÉTODOS	42
2.1	Matérias-primas, demais ingredientes e aditivos.....	42
2.2	Desenvolvimento das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia	43
2.3	Metodologias analíticas	45
2.3.1	Análises microbiológicas do filé, da CMS e das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia.....	45
2.3.2	Caracterização química das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia.....	46
2.3.2.1	Composição centesimal	46
2.3.2.2	Perfil de ácidos graxos.....	47
2.3.2.3	Teor de nitrito residual	47
2.3.3	Caracterização física das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia	47
2.3.3.1	Rendimento	48
2.3.3.2	Perfil de textura, força de cisalhamento e capacidade de retenção de água	48
2.3.3.3	Medição da cor instrumental.....	48
2.3.4	Caracterização físico-química das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia.....	49

2.3.5	Pesquisa de mercado.....	49
2.3.6	Estimativa de custo.....	49
2.3.7	Análise estatística.....	50
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
3.1	Caracterização químicas dos filés e CMS de tilápia.....	51
3.2	Análise microbiológica	54
3.3	Caracterização química das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia.....	56
3.3.1	Composição centesimal	56
3.3.2	Perfil de ácidos graxos.....	60
3.3.3	Nitrito residual	62
3.4	Caracterização física das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia	64
3.4.1	Rendimento	64
3.4.2	Perfil de textura, força de cisalhamento e capacidade de retenção de água	67
3.4.3	Cor instrumental.....	74
3.5	Caracterização físico-química das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia.....	77
3.6	Pesquisa de mercado.....	80
3.7	Estimativa de custo.....	83
4	CONCLUSÃO.....	86
	REFERÊNCIAS.....	87
	CAPÍTULO 3 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE QUÍMICA, FÍSICA E MICROBIOLÓGICA DE EMBUTIDOS COZIDOS E DEFUMADOS ELABORADOS COM FILÉ E CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA, ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO POR 42 DIAS	96
1	INTRODUÇÃO	97
2	MATERIAL E MÉTODOS	99
2.1	Matérias-primas e demais ingredientes e aditivos.....	99
2.2	Desenvolvimento das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia	100
2.3	Avaliação das características dos embutidos cozidos e defumados de tilápia armazenados sob refrigeração por 42 dias.....	102
2.3.1	Análises químicas.....	102
2.3.1.1	Composição centesimal	103
2.3.1.2	Avaliação da oxidação lipídica	103
2.3.2	Cor instrumental interna e externa.....	103
2.3.3	Análises microbiológicas	103
2.3.4	Análise estatística.....	104
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	105
3.1	Análises químicas.....	105
3.1.1	Composição centesimal	105

3.1.2	Avaliação da oxidação lipídica	112
3.2	Análise física.....	116
3.2.1	Cor instrumental.....	116
3.3	Análises microbiológica.....	125
4	CONCLUSÃO.....	128
	REFERÊNCIAS.....	129
	APÊNDICE A – Questionário da pesquisa de mercado online	135
	APÊNDICE B – Quadros das Análises de Variância (ANOVA).....	136

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

O processamento de alimentos no século passado tinha como objetivo fundamental superar a fome e aumentar a disponibilidade de produtos.

Atualmente, além da fome, que continua sendo um problema mundial, existem outras prioridades igualmente importantes, as quais se concentram na redução de doenças crônicas não transmissíveis, na maior segurança do alimento, no menor desperdício, menor impacto ambiental e na garantia de rentabilidade para a indústria.

Encontram-se disponíveis para a indústria de alimentos uma grande variedade de matérias-primas, de novos ingredientes e de novos processos, que possibilitam atingir esses objetivos.

Além disso, a competitividade do mercado e os consumidores cada vez mais exigentes em termos de qualidade, fazem com que a melhoria contínua dos produtos seja considerada uma premissa básica para a sobrevivência das empresas do setor.

De acordo com o Brasil *Food Trends* 2020 (ITAL, 2010), as exigências e tendências dos consumidores mundiais de alimentos agrupam-se em cinco categorias: sensorialidade e prazer; saudabilidade e bem-estar; conveniência e praticidade; confiabilidade e qualidade e sustentabilidade e ética.

A indústria de pescado tem a capacidade de elaborar produtos que conectem todas essas exigências e tendências mundiais, sobretudo pela matéria-prima se destacar como fonte proteica (altamente digestível e que contém todos os aminoácidos essenciais), que geralmente, possui quantidades substanciais de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa, além de minerais e vitaminas.

Dentre o pescado, a tilápia (*Oreochromis niloticus*), um peixe exótico amplamente cultivado, se sobressai como um dos peixes mais consumidos, principalmente, como filés frescos ou congelados. Na obtenção dos filés, cerca de 70% da carcaça dos peixes abatidos não é utilizada, apesar de constituir matéria orgânica aproveitável. O aproveitamento desta é fundamental, tanto para evitar o desperdício e contribuir para mitigar a fome, quanto para reduzir o impacto ambiental da atividade e agregar valor, aumentando o rendimento do produto.

Essa matéria orgânica aproveitável, desde que obtida respeitando as boas práticas de fabricação e garantindo a segurança do alimento, pode ser recuperada para a alimentação humana, por meio da obtenção da carne mecanicamente separada (CMS). Sua produção resulta

em uma matéria-prima nutritiva, versátil e de qualidade para o desenvolvimento de novos produtos, os quais são, já há muitos anos, fundamentais para aumentar o consumo de peixes (FAO, 2004).

Considerando que, dentre os alimentos processados, os embutidos são sensorialmente muito apreciados e consumidos por uma grande faixa da população, buscou-se desenvolver um embutido de tilápia, que contenha na sua formulação a CMS obtida por meio do aproveitamento de resíduos da filetagem desse peixe.

Para agregar valor ao novo produto, foi empregada, também, a defumação, uma tecnologia tradicional de processamento, que, além de diminuir a atividade de água e proporcionar o efeito dos constituintes da fumaça, resulta em uma melhoria sensorial importante.

Sabe-se, entretanto, que ao se empregar a CMS em substituição ao filé nesse produto, pode-se incorrer em vários problemas tecnológicos, principalmente, resultantes da adição de porcentagem incorreta desses ingredientes. Além disso, cabe ressaltar que o próprio peixe, por sua facilidade de deterioração devido ao pH quase neutro, a alta atividade de água e a presença de nutrientes metabolizáveis pelos microrganismos, já contribui para a maior susceptibilidade à deterioração desses embutidos.

Desta forma, caracterizar os embutidos cozidos e defumados de tilápia produzidos, empregando-se níveis crescentes de inclusão de CMS, bem como avaliar sua estabilidade ao longo dos dias, sob condições de armazenamento mais comuns, são imprescindíveis para viabilizar a futura inserção desse novo produto no mercado.

Frente ao exposto, o presente trabalho teve como objetivos desenvolver embutidos cozidos e defumados com substituição parcial do filé por CMS proveniente das aparas da filetagem de tilápia e avaliar a qualidade tecnológica e nutricional dos produtos, bem como a estabilidade química, física e microbiológica, quando armazenados sob refrigeração (7°C), por um período de 42 dias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tilápia

A tilápia pertence ao grupo dos Teleósteos, Ordem Peciforme, Família Cichlidae e Subfamília Pseudocrenilabrinae. Oriunda de diversos países africanos, é a espécie mais cultivada em todo o mundo, pois, se sobressai das demais pelo crescimento acelerado, alta prolificidade (proporcionando a produção de uma grande quantidade de alevinos), fácil capacidade de adaptação às diversas condições de criação, sendo mais resistente à oscilação de temperatura, alta concentração de amônia, salinidade elevada e à baixa concentração de oxigênio dissolvido na água. Além disso, possui uma alta qualidade da carne, a qual apresenta textura tenra, sabor suave, baixas calorias e poucos espinhos (BEMVENUTI; FISCHER, 2010). Segundo sua descrição física, a tilápia nilótica apresenta listras verticais, coloração acinzentada e corpo comprimido lateralmente. Devido ao seu crescimento acelerado, pode chegar até 60 cm de comprimento e possui um peso variando de 4 a 9,5 kg, quando adulto (MORO *et al.*, 2013).

O grande interesse por essa espécie deve-se, também, pela qualidade nutricional. O alto valor nutritivo atribuído tem sido comprovado e justificado pela riqueza dos aminoácidos essenciais, além disso, a carne de tilápia possui certa semelhança na proporção de proteína (17 – 20%) em relação à outras carnes, como a bovina (22%), suína (23%) e de aves (20%), entretanto, possui maior contribuição da fração miofibrilar, cuja disponibilidade é superior à das proteínas do tecido conjuntivo (CONTRERAS-GUZMÁN, 2002). A baixa quantidade de tecido conjuntivo, em torno de 3%, contribui para uma melhor qualidade nutricional, uma vez que esta, se trata de uma proteína de difícil digestão. Dessa forma, a digestibilidade média é de 96% para o pescado, 90% para aves e 87% para bovinos (GEROMEL; FORSTER, 1982).

Outro importante fator é o conteúdo baixo e médio de gordura, entre 1 e 4%, sendo grande parte desta gordura, composta por ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, dentre os quais se destacam os da série ômega-3, o que contribui para a redução de doenças cardiovasculares, câncer e artrite, quando comparado à outras carnes ou demais fontes alimentares (EYMARD *et al.*, 2005; MADRID; VICENTE; MADRID, 1999).

2.2 Produção e consumo de tilápia no Brasil

A primeira introdução da tilápia no Brasil ocorreu em 1971, quando um pequeno número de exemplares foi trazido de Bouaké – Costa Do Marfim, África, para o Ceará. Porém, não foi eficiente, pois houve uma drástica diminuição da variabilidade genética, acarretando aparecimento de anomalias. Em 1996, ocorreu uma nova tentativa com a importação de 20.800 alevinos, provenientes da Tailândia, Ásia, para o Paraná. Em 2009, o Brasil já atingia a sexta colocação na produção de tilápia, com 133.000 toneladas (FIGUEIREDO JÚNIOR; VALENTE JÚNIOR, 2008). Atualmente, a produção atingiu 486.155 toneladas, consolidando o Brasil como o quarto maior produtor de tilápias (PEIXE BR, 2021).

Segundo o anuário Peixe BR (2020), a tilápia está presente em todos os estados brasileiros. O Paraná é o destaque, com 166.000 toneladas, seguido de São Paulo (64.900 t), Santa Catarina (38.559 t), Minas Gerais (36.350 t) e por fim, o estado de Pernambuco com uma produção de 25.421 toneladas. Estes cinco estados líderes, representam 70,5% do total da produção brasileira de tilápia.

Com 179 milhões de toneladas, em 2018, o pescado é a proteína animal mais produzida no mundo, seguida pela avicultura com 137 milhões de toneladas, suinocultura com 101 milhões de toneladas e bovina, com 72 milhões de toneladas. Entretanto, o consumo per capita de pescado, no Brasil, não ultrapassa $10 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, enquanto a média mundial está em torno de $20 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, ao passo que, o consumo de carne de bovinos e de aves é em torno de $42 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e de suínos de $15 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (ABPA, 2020; FAO, 2020; SOFIA, 2020; USDA, 2020). Segundo Pereira, Silva e Correia (2000) o baixo consumo de pescado no Brasil é atribuído à falta de tradição (gostos e hábitos do consumidor), bem como à falhas da indústria processadora em não oferecer produtos de conveniência de fácil preparo. Ainda de acordo com Jerônimo (2018), a indústria de pescado não tem sido inovadora, quando comparada às indústrias de carnes e aves, que fazem melhor uso da matéria-prima e desenvolvem outras vias de incorporação da mesma, na forma de diferentes produtos alimentícios.

Posto isso, é imprescindível ações para fomentar o aumento do consumo de peixes, como a ampliação do portfólio da indústria de pescado, incluindo produtos de maior conveniência, praticidade, disponibilidade e que preservem as características nutricionais e sensoriais do produto *in natura*.

2.3 Carne mecanicamente separada

O processamento industrial da tilápia, no Brasil, iniciou-se na década de 90, no Oeste do Paraná, priorizando os filés como forma de beneficiamento, a qual permanece até os dias de hoje. O rendimento em filé é baixo, em torno de 30 a 35% e, conseqüentemente, gera uma grande quantidade de resíduos (BEZERRA, 2018; OETTERER, 2002). Somado a este desperdício, ocorrem perdas devido à não utilização de animais com peso reduzido, uma vez que, o crescimento na tilápia não ocorre de forma homogênea, sendo encontrados animais de diversas categorias de peso na despesca.

Dessa maneira, os resíduos sólidos de pescado são constituídos de pequenos pedaços de tecido muscular, cabeças, nadadeiras, escamas, vísceras, carcaça e pele. Como esses resíduos, em geral, possuem grande concentração de material orgânico, o seu lançamento em corpos hídricos pode proporcionar decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido nesse meio, cuja magnitude, depende da concentração da carga orgânica e da quantidade lançada, além, da vazão do curso d'água receptor (SUCASAS, 2011). Neste sentido, o setor pesqueiro deve estar engajado nas propostas de emissão zero de resíduos (ZERI, “*Zeri Emission Research Initiative*”), devendo ainda, dispor de alternativas para o gerenciamento dos resíduos que venham a ser gerados, tornando-se um fator diferencial para as empresas, garantindo a diversificação da linha de produtos, o crescimento sustentável e a responsabilidade socioambiental (PIRES *et al.*, 2014).

Os resíduos da filetagem de pescado são destinados à produção de farinha de peixe, para alimentação animal, ou simplesmente descartados em lixões, gerando um problema ambiental. Desta forma, ocorrem perdas econômicas e ambientais. Econômicas, porque os resíduos são considerados no cálculo do filé, gerando produtos muito caros e inacessíveis à maior parte da população; e ambientais pelos danos causados ao meio ambiente. Uma alternativa simples para o aproveitamento destes resíduos, no Brasil, tem sido a elaboração de farinha de peixe e sua posterior utilização na nutrição animal. No entanto, após a filetagem, restam ainda, na carcaça, músculos de boa qualidade que poderiam ser utilizados para a alimentação humana. A aplicação do processo de extração de carne mecanicamente separada (CMS), por meio do uso de máquinas separadoras de carne dos ossos e espinhos, destaca-se como um processo atraente pela possibilidade de recuperação da carne que iria ser descartada (OETTERER, 2002).

Para se obter uma CMS de boa qualidade, deve-se dispor de matéria-prima em ótimas condições de frescor, aplicando, em seguida, um processo que garanta as normas higiênico-sanitárias para um produto tão perecível como o pescado (MORAIS; MARTINS, 1981). O

frescor em pescado diminui com o tempo e com as condições de armazenamento inapropriado. Segundo Lee (1986), produtos de melhor qualidade são obtidos quando os peixes são processados com 1 a 2 dias de armazenamento, entretanto, se o pescado for adequadamente armazenado com gelo e mantido a 0°C, este período pode ser de até 5 dias. Borderías e Tejada (1987) relataram que o pescado antes de ser processado deve ser descabeçado e eviscerado, limpo e livre de restos de intestinos, coágulos de sangue e outras impurezas. Para assegurar a limpeza do pescado, os autores recomendam lavá-los duas vezes, lavar imediatamente depois do descabeçamento e evisceração e novamente, antes de introduzir o pescado na máquina separadora de músculos.

A CMS de pescado pode ser definida como sendo um produto obtido a partir de uma única espécie, ou mistura de espécies de peixes com características sensoriais similares, através do processo de separação mecânica da parte comestível, gerando partículas de músculo isenta de ossos, vísceras, escamas e pele (FAO, 1994). No entanto, a legislação brasileira não referênciam em seus regulamentos de identidade e qualidade, relacionados ao tema, a CMS de pescado. O anexo I da Instrução Normativa nº 04, de 31 de março de 2000, aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de Carne Mecanicamente Separada para aves, bovinos e suínos (BRASIL, 2000).

As principais vantagens de utilizar a CMS de pescado em relação ao filetado são: a redução dos custos pelo maior aproveitamento da carne, a possibilidade do uso de diversas espécies e aplicação como matéria-prima para diversos produtos, como o “fishburger”, salsichas, empanados, enlatados e embutidos (MARCHI, 1997). A produção de CMS em larga escala permite a elaboração de produtos de alto valor agregado, que possam atingir determinados segmentos de mercado, ou mesmo, quando transformados em produtos mais simples, que atendam à necessidade social de demanda por proteína de origem animal de primeira qualidade (KUHN; SOARES, 2002). Os produtos derivados de pescado, quando elaborados de forma correta, conservam a maioria das características nutricionais do pescado (MADRID, VICENTE; MADRID, 1999).

2.4 Embutidos de peixe

Os embutidos estão entre as formas mais antigas de processamento de carnes, preservados por um conjunto de métodos, dentre eles, a secagem, salga, defumação, condimentação e o cozimento (PARDI; SANTOS; PARDI 2001).

Os embutidos são classificados em produtos curados e produtos cozidos, em função do processo produtivo na qual são submetidos. Os produtos curados são aqueles conservados por tempo mais longo, adicionados de sal, nitratos e/ou nitritos. Os produtos cozidos são obtidos através do tratamento térmico, a seco ou a vapor, dos cortes de carne fresca (CORETTI, 1997).

Além disso, pode ser atribuído o termo “produto reestruturado” para o embutido preparado com pedaços de carne que é posteriormente ligado, conferindo um formato simétrico. O termo é indicado para produtos que foram parcialmente ou completamente cominuídos (subdivididos por meios mecânicos) e novamente reconstituídos (ROCHA *et al.*, 2010), e na indústria de carnes, classifica aqueles produtos industrializados que são moldados em formatos diversos, a partir de músculos inteiros, partes ou previamente moídos. A matéria-prima é misturada com ingredientes e depois moldada em formato tridimensional em equipamentos específicos para este fim (OLIVO, 2006).

Os embutidos são produtos que apresentam um excesso de sódio e gorduras. O consumo excessivo desses alimentos é prejudicial à saúde, podendo favorecer o surgimento de doenças crônicas como hipertensão arterial, doenças cardiovasculares, infarto, acidente vascular cerebral, doença renal, dislipidemias, entre outras (BRASIL, 2016). Dessa forma, com base nas tendências atuais de alimentação, o mercado de produtos cárneos busca a reformulação de seus produtos, com o intuito de torná-los mais saudáveis.

Uma alternativa é a elaboração de embutido a partir do pescado, o que apresenta como vantagens, realizar o aproveitamento e agregar valor às espécies subutilizadas e resíduos de filetagem. Assim, torna-se possível que pessoas de diferentes regiões tenham acesso a um produto prático, de menor custo e com proteína de elevado valor nutricional.

Segundo o artigo 344, do Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), embutido de pescado é aquele produto elaborado com pescado, com adição de ingredientes, curado ou não, cozido ou não, defumado e dessecado ou não, tendo como envoltório, tripa, bexiga ou outra membrana animal, sendo permitido o emprego de películas artificiais no preparo de embutidos, desde que aprovado pelo órgão regulador da saúde (BRASIL, 2017).

Em estudos recentes, foram elaboradas diferentes formulações de embutidos cárneos cozidos com inclusão crescente de CMS de tilápia.

Lago *et al.* (2018) elaboraram embutido cárneo cozido tipo salsicha, com inclusão crescente de 0 a 100% de CMS de tilápia. Em termos tecnológicos e nutricionais, a utilização de CMS de tilápia na produção de salsichas não depreciou a qualidade do produto final. Os autores verificaram ainda que, em geral, todas as salsichas desenvolvidas atenderam aos

requisitos estabelecidos pela legislação, referente aos embutidos cárneos cozidos. Além do mais, observaram que os consumidores revelaram maior índice de aceitabilidade pela formulação que apresentou equilíbrio entre a adição de CMS e o filé de tilápia (50%).

Em outro estudo, Lago *et al.* (2019) analisaram a vida útil do embutido tipo, salsicha de tilápia elaborada com 50% de filé e 50% de CMS e garantiram que, em 60 dias, a qualidade nutricional e microbiológica da salsicha de tilápia foi mantida dentro do estabelecido pela legislação brasileira vigente. A aceitação do produto não foi comprometida, uma vez que, a qualidade sensorial da salsicha continuou sendo aprovada pelos consumidores.

Nogueira (2016) e Vidal (2016) desenvolveram e caracterizaram um embutido cárneo cozido tipo mortadela, elaborado com substituição de 0 a 100% de filé por CMS proveniente de resíduos da filetagem de tilápia. Foi verificado que os produtos exibiram boa qualidade nutricional, devido à presença de um elevado teor de proteínas, e acréscimo nos teores de lipídeos e minerais fixos. Além disso, todas as formulações obtiveram alta aceitação sensorial, sendo que a mais aceita pelos consumidores foi a que apresentou equilíbrio de CMS e filé de tilápia (50%) em sua formulação. Entretanto, as autoras destacaram que a mortadela de tilápia exige melhorias no quesito textura e tal parâmetro quando indesejável pode reduzir significativamente o apelo por este produto.

Considerando a melhor formulação de mortadela de tilápia com concentrações equivalentes de filé e CMS, diversos estudos têm sido realizados com o intuito de melhorar os parâmetros de textura neste produto.

Zanutto (2016) estudou a inclusão de 0,075; 0,150; 0,225 e 0,30% de carragena, afim de avaliar os efeitos deste hidrocoloide nos parâmetros de dureza, coesividade, elasticidade, adesividade e mastigabilidade. A autora observou que a utilização de maiores concentrações de carragena influenciou na textura dos produtos, resultando em maiores valores de dureza, mastigabilidade e elasticidade. Assim, concluiu que a maior inclusão de carragena (0,30%) gera produtos, como embutidos cárneos cozidos, com textura menos pastosa, o que diminui a possibilidade de desagregarem durante o processo de fatiamento, ou seja, melhorando as características de textura do produto final.

Abud (2019) desenvolveu a mortadela de tilápia, incluindo 4% de proteína isolada de soja, 0,5% de carragena, os quais são os limites máximos permitidos pela legislação vigente para produtos cárneos, e variou a concentração de goma guar em 0,15; 0,30; 0,45 e 0,60%. Entretanto, o autor concluiu que a utilização da goma guar não proporcionou melhorias consideráveis no perfil de textura do produto, portanto, não indicou a utilização da goma guar nos níveis testados.

Algumas proteínas não cárneas podem, também, ser utilizadas como substituintes da gordura, devido à sua habilidade em ligar-se à água, favorecendo a formação de emulsão estável, reduzindo as perdas ao cozimento, prevenindo a liberação de gordura e melhorando a textura e sua fatiabilidade (CASTRO *et al.*, 2007). Nessa ótica, Fabri (2019) elaborou as mortadelas com 50% de CMS e 50% de filé de tilápia e substituiu, parcialmente a totalmente, a proteína isolada de soja por *whey protein*. A autora constatou que todas as formulações foram aceitas sensorialmente e que os embutidos apresentaram características físicas semelhantes às mortadelas comerciais. Contudo, no que diz respeito à análise sensorial, foi observado que não houve diferença significativa entre a formulação padrão com as demais formulações, assim, devido ao alto custo do *whey protein* a utilização pode tornar-se inviável por aumentar o custo de produção.

De uma forma geral, os embutidos desenvolvidos com peixe apresentam uma grande aceitação pelos consumidores e, segundo Stevanato *et al.* (2007), merecem destaque em sua possível rotulagem, onde informações como fontes de ácidos graxos poliinsaturados (ômega-3 e ômega-6), podem ser ressaltados, aumentando o interesse e escolha por esses produtos, além de bons percentuais de proteína e baixos teores de gorduras saturadas.

2.4.1 Ingredientes e aditivos

Existe uma grande variação na composição dos ingredientes cárneos empregados na produção de embutidos, devido às variadas fontes de que são obtidos (GUERREIRO, 2006). Para compensar essa variação e contribuir para as características dos embutidos, são utilizados diversos ingredientes em sua fabricação, cada um exercendo uma função específica.

A RDC n° 329, de 19 de dezembro de 2019, estabelece os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em pescado e produtos de pescado.

2.4.1.1 Cloreto de sódio

A legislação brasileira não estabelece um limite para o teor de cloreto de sódio, entretanto, em embutidos cárneos, se situa em torno de 1% a 2%, faixa em que reside a maior aceitabilidade em termos de gosto salgado. Acima de 6%, o produto já é rejeitado pelo paladar. Não existe limite máximo de utilização pela legislação, sendo que o fator limitante é o sabor (ARIMA; PINTO NETO, 1995; SANTOS, 2011).

O sal atua como conservante, retardando o crescimento microbiano, e comporta melhor como agente bacteriostático do que bactericida (PRICE; SCHWEIGERT, 1994). A adição de sal e a presença de íons exercem efeitos de pressão osmótica sobre os microrganismos, aumentando a vida útil da carne processada, assim, quando o teor de sal dos produtos à base de carne é reduzido abaixo dos níveis normalmente utilizados, o produto tem uma vida útil menor, ou pode não ser mais seguro sem adição de outros conservantes (MADRIL; SOFOS, 1985).

Uma importante função do sal na indústria de produtos cárneos é a extração das proteínas miofibrilares. A concentração mínima de sal que começa a dissolver a miofibrila é de 1,4% para uma carne com 80% de umidade. A extração e a solubilização dessas proteínas musculares contribuem para a emulsificação das gorduras e para aumentar sua capacidade de retenção de água, reduzindo as perdas de peso ao cozimento, contribuindo para melhorar a qualidade e a textura do produto (GAVA, 1941; SAÑUDO; SANCHEZ; ALFONSO, 1998).

2.4.1.2 Conservantes

O nitrato e o nitrito são componentes obrigatórios nos processos de cura de carnes processadas, que conferem à coloração rosada uma característica dos produtos curados, devido à sua ação sobre a mioglobina. A etapa inicial da formação da cor em produtos curados é a oxidação pelo nitrito da mioglobina (vermelho púrpura) à metamioglobina e a redução simultânea do nitrito a óxido nítrico (NO). O óxido nítrico, logo reage com a metamioglobina para formar um intermediário, a nitrosomioglobina (ARIMA; PINTO NETO, 1995). A nitrosomioglobina, de cor vermelho-róseo é o pigmento responsável pela coloração atrativa encontrada nos produtos cárneos curados, não tratados pelo calor. Frente ao tratamento térmico, a cor é estabilizada pela desnaturação da porção proteica da mioglobina, resultando na formação de um composto altamente estável, devido à formação de ligações covalentes, denominado de nitrosohemocromo, de cor rosa (VARNAMM; SUTHERLAND, 1995). Este pigmento, apesar de termoestável, é susceptível às reações de oxidação, que resultam na formação de porfirinas verdes, amarelas ou sem cor.

Todavia, a carne de tilápia possui baixa quantidade de mioglobina, e dessa forma não ocorre a formação de cor como nos embutidos de outras matérias-primas cárneas. À vista disso, o nitrito e nitrato são classificados como conservadores, devido ao efeito inibidor mais acentuado ao crescimento das bactérias anaeróbias, com destaque para o *Clostridium botulinum* (PARDI; SANTOS; PARDI, 1996).

Sabe-se que o limite máximo permitido de nitrato de sódio é de 0,03 g/100 g e de nitrito de sódio é de 0,015 g/100 g. Além, de que, a soma de ambos, determinados como resíduo máximo, não pode exceder 150 ppm, expresso como nitrito de sódio (BRASIL, 2017). Esses aditivos têm restrições de uso, pois, de acordo com Araújo (2015), em altas concentrações, os nitritos podem interagir com as proteínas dos derivados cárneos, que se decompõem perante o cozimento, produzindo N-nitrosaminas, que são capazes de gerar um cátion nitrogênio, que quando reage com o ácido desoxirribonucleico (DNA) pode provocar mutações nas células do corpo (CARTAXO, 2015).

Mas também, quando se tem a utilização de vitaminas antioxidantes, como o ácido ascórbico, as concentrações de nitrito nos alimentos são menores, porque as vitaminas antioxidantes potencializam a sua ação antimicrobiana, fazendo a redução do nitrito a óxido nitroso, criando proteção contra reações de nitrosação, minimizando a exposição às nitrosaminas (CARTAXO, 2015).

2.4.1.3 Antioxidantes

O ascorbato de sódio e eritorbato de sódio são utilizados em produtos cárneos, com o objetivo de acelerar a transformação do nitrito a óxido nitroso, e também, fixar a cor formada por aquecimento, o nitrosohemocromo. O ascorbato é considerado mais eficiente nessa ação, porém é de custo mais elevado, portanto, o uso do eritorbato em produtos cárneos é maior (LUZ *et al.*, 2008). A legislação brasileira não determina um limite máximo para esses aditivos, podendo ser usando o quanto for necessário para atingir o efeito desejado (BRASIL, 2019).

No processamento de produtos à base de CMS de pescado, a ruptura das membranas celulares causadas no processo de separação mecânica facilita a interação dos pró-oxidantes com os ácidos graxos insaturados, presentes na própria carne de tilápia, resultando na geração de radicais livres e na propagação das reações oxidativas (GRAY; GOMAA; BUCLKEY, 1996). Dessa forma, esses antioxidantes têm uma grande importância ao promover a remoção ou inativação dos radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reação, através da doação de átomos de hidrogênio à estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia (WANASUNDARA; SHAHIDI, 1998).

2.4.1.4 Ligadores e enchedores não cárneos

Ligadores e enchedores não cárneos são produtos incluídos nas formulações com o intuito de melhorar a estabilidade, aumentar a capacidade de ligar água, melhorar o sabor e aroma, as características de corte, o rendimento a cocção e reduzir os custos da formulação. Os ligadores são substâncias que contribuem, tanto para ligar a água como a gordura (GUERREIRO, 2006).

Os principais ligadores das formulações dos embutidos se caracterizam pelo alto conteúdo proteico. São eles: leite em pó ou produtos derivados da soja, como a proteína texturizada de soja, proteína concentrada de soja e proteína isolada de soja. A proteína de soja pode ser utilizada para fins de economia, composição e funcionalidade. A cadeia de polímero de proteína de soja contém ambos os grupos lipófilos e hidrófilos, promovendo a interação proteína-água, que aumenta a viscosidade da massa, criando uma matriz de gel durante o aquecimento (LUIZ, 2015).

Dentre os enchedores mais comuns, têm-se a farinha de trigo, milho, arroz, amido ou fécula, com alto teor de amido e baixo teor de proteínas, sendo capazes de ligar grandes quantidades de água, porém, com reduzida capacidade de emulsificação. O limite para o uso desse aditivo é estabelecido pelo Ministério da Agricultura em 2% de amido em salsichas, ausência no presunto, linguiça e salame e 5% em apresuntado e mortadela (BRASIL, 2000).

A fécula de mandioca é um polissacarídeo adicionado a produtos cárneos, havendo uma série de vantagens, como baixo custo, tecnologia conhecida e aceitabilidade por parte dos consumidores. É utilizado como ingrediente em vários alimentos, por ser um agente espessante, gelificante, estabilizante e substituto de gordura (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004; PEDROSO, 2006; WEBER, 2005).

Com funções semelhantes a dos ligadores, hidrocolóides podem ser acrescentados à produtos cárneos, como a carragena, a qual é um nome genérico aplicado a uma categoria de hidrocolóides extraídos de algas vermelhas da classe das *Rhodophyceae*, sendo formada por poligalactanos (LYONS *et al.*, 1999).

Atuando como emulsificante, geleificante e estabilizante para alimentos, a carragena pode ser incorporada em uma ampla linha de aplicações, nas quais as características como viscosidade ou formação de gel são requeridas. É amplamente empregado em produtos cárneos, tendo como principais propriedades: aumento de volume, redução de perdas no cozimento e sinérese, além de, melhorias nas propriedades de fatiamento. Evita descoloração, promove alta interação de proteínas, melhoria de textura e características sensoriais dos produtos, podendo

também, ser usado para o processamento de produtos com redução de calorias, teor de sal e ausência de fosfato (PIETRASIK; DUDA, 2000).

2.4.1.4.1 Enzima transglutaminase

Dentre as inovações existentes na área tecnológica aplicada à alimentos, a enzima transglutaminase se destaca com a surpreendente perspectiva de incrementar as propriedades de textura em produtos alimentícios, possibilitando nestes, a utilização de matéria-prima de custo reduzido (ANON,1996).

A enzima transglutaminase (ϵ -glutaminil-peptídeo:aminay-glutamyltransferase), conhecida, também, como TGase ou MTGase, é uma enzima que pode ser endógena, proveniente dos tecidos animais, ou microbiana, que catalisa a polimerização e a ligação cruzada de proteínas, através da formação de ligações covalentes entre as mesmas (NIELSEN, 1995).

A enzima é composta por 331 aminoácidos e está largamente distribuída na natureza, encontrada comumente no fígado, sangue e tecidos, em geral de origem animal, relacionada à coagulação sanguínea em humanos. Também, é muito encontrada em músculos de peixes e pode estar presente em microrganismos e plantas (KANAJI *et al.*, 1993; PAYNE, 2000). As pesquisas com aplicações desta enzima em alimentos começaram com a transglutaminase extraída de peixes e mamíferos, geralmente, do plasma bovino e/ou fígado de porco, sendo extremamente caro e inviável quando se eleva à escala industrial. Entretanto, desenvolveu-se, em 1989, a transglutaminase comercial, de origem microbiana, produzida em grande escala por fermentação do microrganismo *Streptovercillium mobaraense* (PAYNE, 2000).

A transglutaminase é uma enzima tipo transferase, formando ligações cruzadas entre resíduos de lisina e glutamina, presentes nas moléculas de proteína, como demonstrado na Figura 1. Estas ligações peptídicas são covalentes e estáveis, não se rompendo com facilidade. Como resultado, são formadas grandes redes proteicas que modificam as características dos alimentos, promovendo maior firmeza e elasticidade, com isso, oferecendo benefícios tecnológicos para vários tipos de produtos (MOTOKI; KUMAZAWA, 2000).

Figura 1 – Reação catalisada pela enzima transglutaminase.



Fonte: Yokoyama *et al.* (2004).

O uso desta enzima nos alimentos proporciona alterações nas propriedades físicas dos mesmos, como: capacidade de geleificação, força do gel, viscosidade, estabilidade térmica e capacidade de retenção de água. Estas mudanças vêm de encontro às necessidades exigidas pelo mercado consumidor, que cada vez mais, tem procura por produtos de melhor qualidade, principalmente, na questão sensorial (KURAISHI *et al.*, 1997).

Outro efeito da transglutaminase é na reestruturação de alimentos, promovendo grande capacidade de melhorar as propriedades físicas destes, tendo assim, aumentado, consideravelmente, a qualidade e, conseqüentemente, o valor agregado dos produtos nos quais é empregada, com a possibilidade de inovação no mercado (ANON, 1996; KIM *et al.*, 1993).

Stryker e Lanier (1997) afirmam que a transglutaminase pode ser utilizada para promover ligações entre proteínas, afetando a geleificação e, por esta razão, possibilita ampla utilização, também, em carnes/pescado reestruturados, incrementando a força do gel proveniente de matéria-prima triturada.

A utilização da transglutaminase tem sido também largamente difundida em pesquisas com peixes. Macardi (2007), desenvolvendo embutido cozido à base de tilápia, utilizando a transglutaminase, verificou que o aumento da concentração da enzima influenciou diretamente no aumento da força de cisalhamento, sendo que, a formulação contendo 0,5% da enzima obteve a maior aceitação sensorial. Sühnel (2007), utilizando a transglutaminase na elaboração de produto reestruturado de tilápia, também verificou o aumento no valor dos parâmetros de textura com o aumento da concentração da enzima, dado que, as formulações compostas pelas maiores concentrações (0,5% e 0,8%) de transglutaminase foram as mais aceitas.

A legislação brasileira, RDC n° 53, de 07 de outubro de 2014, permite a utilização da transglutaminase de origem microbiana (*Streptoverticillium mobaraense*) na indústria de alimentos, em concentração suficiente para o efeito desejado, sem especificação para limite máximo permitido (BRASIL, 2014).

Já se encontra uma enorme aplicabilidade da enzima nos produtos alimentícios, como mostram as pesquisas. Os estudos nesta área não param de crescer, visto que os resultados até então obtidos são, de certa forma, revolucionários no setor de tecnologia de alimentos.

2.4.1.5 Corante

A cor de um alimento deve-se aos pigmentos naturais que ele contém. Na carne, sabe-se que a hemoglobina e a mioglobina são as principais proteínas heme responsáveis pela cor do músculo (CHAIJAN; UNDELAND, 2015). A sua concentração depende geralmente da espécie, sexo e idade do animal, manejo e alimentação, atividade muscular, disponibilidade de oxigênio, circulação sanguínea, tipo de músculo, ingredientes adicionados, tratamentos de conservação, embalagem, entre outros (GIDDINGS; HULTIN, 1974; KING; WHYTE, 2006; POSTNIKOVA *et al.*, 1999).

De modo, a tornar a cor dos produtos de pescado cozidos mais atraentes, tem sido considerada a adição de corantes. Corantes são aditivos alimentares definidos como toda substância que confere, intensifica ou restaura a cor de um alimento (BRASIL, 2002). Sua utilização tem a finalidade de aumentar a atratividade e a aceitabilidade do produto frente ao consumidor, tornando o alimento, visualmente, mais atraente (RIGONI, 2006).

Existem três categorias de corantes permitidas pela legislação para uso em alimentos, os corantes naturais, o corante caramelo e os corantes artificiais. Segundo o artigo 10, do Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965, considera-se corante natural, o pigmento ou corante inócuo extraído de substância vegetal ou animal. O corante caramelo é o produto obtido a partir de açúcares, pelo aquecimento à temperatura superior ao seu ponto de fusão. Já o corante artificial é a substância sintetizada.

A preocupação dos consumidores em relação à utilização de aditivos artificiais vem aumentando. Por conseguinte, os fabricantes de alimentos procuram substituí-los por substâncias de origem natural (SOUZA, 2014). Dentre esses, têm-se o carmim de cochonilha, um corante de coloração avermelhada, obtido por meio das fêmeas dessecadas do inseto *Dactylopius coccus*, conhecido popularmente como cochonilha (LEITE, 2010).

O ácido carmínico é o principal constituinte da cochonilha, sendo considerado um composto toxicologicamente seguro para ser utilizado em alimentos (FRANCIS, 1996). De acordo com a Resolução nº 329, de 19 de dezembro de 2019, é permitido para produtos elaborados com CMS, a utilização de corante carmim de no máximo 0,05 g/100 g de produto (BRASIL, 2019).

O aspeto de um alimento, em que se inclui a cor, determina a perspectiva dos consumidores sobre a qualidade de um produto e influencia, significativamente, as decisões de compra (CARPENTER; CORNFORTH; WHITTIER, 2001). Segundo Macari (2007), a cor influencia a preferência de embutido elaborado com aparas da filetagem da tilápia significativamente, sendo que concentrações de 0,02 a 0,03% de carmim obtiveram maior aceitação.

2.5 Defumação

Apesar de possuir elevada importância do ponto de vista nutricional, o pescado é o alimento de origem animal com condições mais prováveis de deterioração, principalmente, por apresentar o pH próximo à neutralidade, elevada quantidade de água disponível para os microrganismos, alto teor de nutrientes, elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, estrutura muscular com menor barreira física de proteção, quando comparada à estrutura do músculo bovino, por exemplo, devido à baixa quantidade de tecido conjuntivo e estresse acentuado no momento da captura, resultando em uma rápida instalação do *rigor mortis* e entre outros fatores intrínsecos e extrínsecos, que aumentam a susceptibilidade deste grupo alimentar ao processo de deterioração (GASPAR JÚNIOR; VIEIRA; TAPIA, 1997; JAY, 2005; LEITÃO *et al.*, 1997; MASSAGUER, 2005).

Um dos mais antigos métodos de preservação de alimentos é a combinação da fumaça, sal e secagem (defumação). Os principais efeitos buscados pela defumação são: coloração, aromatização e conservação (GIRARD, 1991). A defumação estende a vida útil do produto, devido aos efeitos combinados da salga, da cocção, da secagem e da deposição de substâncias químicas bactericidas presentes na fumaça, isto é, os fenóis, os aldeídos e os ácidos orgânicos (SOUZA, 2003).

O conhecimento da composição da fumaça é um pré-requisito para o estudo do desenvolvimento do sabor e da cor, assim como, para o entendimento das propriedades bacteriostáticas e antioxidantes dos alimentos defumados (ROCCO, 1998).

As possíveis reações que acontecem durante a combustão dos três principais componentes da madeira (celulose, hemicelulose e lignina) resultam em mais de 200 compostos. Estes podem ser divididos em quatro grupos principais: compostos ácidos, fenólicos, carbonílicos e os hidrocarbonetos (SCHINDLER, 1996).

a) Compostos ácidos: Proporcionam sabor de defumado, além de desnaturar as proteínas externas do produto, formando uma película que auxilia na sua conservação.

b) Compostos fenólicos: Além do sabor defumado, conferem brilho ao produto ao reagirem com compostos carbonílicos. A quantidade e natureza dos fenóis presentes na fumaça estão diretamente relacionadas com a temperatura de pirólise da madeira. A presença de fenóis e ácidos confere à fumaça propriedades bacteriostáticas e bactericidas (YAMADA; GALVÃO, 1991). Compostos fenólicos possuem uma ação antioxidante, o que permite atuar na conservação do produto tratado. Sérot e Lafficher (2003) identificaram os 10 compostos fenólicos mais importantes presentes no peixe defumado, como sendo, fenol, p-cresol, o-cresol, guaicol, 4-metil guaicol, 4-etil guaiacol, siringol, eugenol, 4-propil guaicol e isoeugenol.

c) Compostos carbonílicos: Os compostos carbonílicos são responsáveis pela cor característica do produto (marrom dourado). Atuam de forma mais efetiva sobre a coloração do que no sabor dos produtos defumados (ADICON, 1998).

d) Hidrocarbonetos: Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (3,4 benzopireno) não são desejáveis por serem carcinogênicos (SCHINDLER, 1996). O 3,4 benzopireno tem sido considerado um indicador contaminante nos produtos alimentares. Sua quantidade pode variar, desde várias centenas de ppb ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) a traços não quantificados. As quantidades de 3,4 benzopireno dependem, entre outros, da tecnologia da defumação (ADICON, 1998).

Dentre as técnicas de defumação, têm-se a defumação a quente, em que o produto é exposto a uma temperatura acima de 80°C , ocorrendo a desnaturação enzimática e uma breve esterilização, resultando em um grau maior de preservação, podendo ser consumido sem cozimento prévio algum (SUBASINHE, 1993). A defumação a frio, a qual ocorre em temperaturas moderadas, em torno de 40°C , a fim de se evitar o cozimento do produto. Por fim, a defumação líquida, conhecida como fumaça líquida e que pode funcionar como aditivo, uma vez que se apresenta numa forma estável, está pronta para ser diluída e ser aplicada (ADICON, 1998).

Neste país, o termo “defumado naturalmente” está reservado para produtos que foram defumados por processos tradicionais, e o termo “*flavor* de fumaça natural” para produtos que foram defumados artificialmente com a fumaça líquida, que é considerada um ingrediente. O sistema de aplicação da fumaça líquida vem sendo adotado nas indústrias, particularmente, nas de maior escala de produção (ADICON, 1998).

Bartolomeu (2011), produzindo mortadela com CMS de tilápia, pré-secou o embutido em estufa com circulação de ar a 50°C , durante 40 minutos, e defumou a quente utilizando queima da serragem de eucalipto e bracinga, durante 4 horas, com a temperatura da câmara em torno de 100°C . Com isso, observou que o processo de defumação não alterou,

significativamente, a textura e suculência do produto, no entanto, o odor e sabor de defumado sobressaiu, de forma positiva, no odor e sabor da tilápia.

Em um estudo da utilização da fumaça líquida como método alternativo de substituição à defumação tradicional, Hattula *et al.* (2001) concluíram que não houve diferença sensorial dos filés de jundiá nos métodos de defumação avaliados, e que o conteúdo de hidrocarbonetos poli-aromáticos foi menor nos peixes defumados com a fumaça líquida do que os defumados pelo método tradicional.

Na adição direta (aromatização), a fumaça líquida é acrescentada diretamente na massa de alimento (produtos moídos), ou na salmoura dos pedaços de alimentos. As doses variam de acordo com o sabor desejado (1 a 2 g.kg⁻¹) para massas, produtos moídos, ou de acordo com a taxa de injeção, no caso de produtos em salmoura. A incorporação na massa assegura uma distribuição regular dos componentes da fumaça. Porém, um pouco das características na aplicação de fumaça líquida em superfície é perdido, como a cor característica, ou o efeito bacteriostático (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

2.6 Determinação da vida útil

A vida útil de um alimento é o período temporal no qual um alimento se mantém seguro para o consumidor, com as características sensoriais, físicas, químicas e funcionais desejadas, e cumpre com as características nutricionais evidenciadas na rotulagem, sob as condições de armazenagem recomendadas. Em suma, o alimento enquanto válido terá de cumprir duas condições essenciais: a segurança e qualidade (ALMEIDA, 2005).

Os alimentos são sistemas complexos e ativos. Assim, para avaliar a vida útil, tem que se compreender o conjunto de reações que existem no seu interior, e identificar os motivos e mecanismos responsáveis pela sua degradação ou perda de características (FARIAS, 2006). De maneira geral, os produtos cárneos, ao tempo final de sua vida útil, apresentam perda dos valores nutricionais (proteínas, vitaminas e pigmentos), presença de produtos tóxicos e odor, além da cor e sabor alterados. Dessa forma, na determinação da vida útil de produtos cárneos, é comum o estudo de parâmetros microbiológicos e físico-químicos (BRIDI, 2015).

Segundo Loaiza (1996), um grupo importante na microbiologia de produtos cárneos corresponde aos psicotróficas, já que, em sua maioria, os produtos da indústria da carne utilizam a refrigeração como forma de conservação. Nesta categoria, destacam-se as espécies de *Pseudomonas* spp. e *Shewanella* spp., os quais utilizam o pescado como substrato para realização de suas atividades metabólicas, produzindo substâncias que conferem aroma e sabor

desagradáveis ao alimento (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Os parâmetros sensoriais são alterados pois, as proteínas são primeiramente degradadas a aminoácidos, que são logo desaminados e descarboxilados, formando substâncias mais simples. Beraquet e Lindo (1985) e Ogawa e Maia (1999) destacam entre os produtos finais da ação das bactérias sobre as proteínas, substâncias como hidrogênio, dióxido de carbono e amônia; compostos sulfurados, como gás sulfídrico e mercaptanas; bases orgânicas, como putrescina e cadaverina.

Alguns autores, como Borch, Kant-Muermans e Blixt (1996), Bjorkroth, Vandamme e Korkeala (1997) e Samelis, Kakouri e Rementzis (2000), afirmaram que as bactérias ácido lácticas são o maior grupo de bactérias associado com a deterioração de carnes cozidas e produtos cárneos embalados e estocados em temperaturas de refrigeração. Outros autores afirmam ainda que estas bactérias fazem parte da microflora natural de muitos produtos cárneos armazenados em temperaturas de refrigeração (BREDHOLT; NESBAKKEN; HOLCK, 2001; CAYRÉ; VIGNOLO; GARRO, 2003, CAYRÉ; GARRO; VIGNOLO, 2005; HUGAS, 1998; FRANZ; VON HOLY, 1996) e, segundo Egan (1983), causam defeitos, tais como: odores, esverdeamento e a formação de limo superficial. Bredholt, Nesbakken e Holck (2001) relataram que as bactérias ácido lácticas são consideradas microrganismos não patogênicos, seguros para o consumo e que já estão sendo utilizados em alimentos há vários anos, e que algumas espécies heterofermentativas, como os *Lactobacillus viridescens*, podem produzir peróxidos que reagem com os pigmentos da carne.

Outro importante fator na determinação da vida útil de produtos cárneos é a rancidez, ou oxidação de lipídios, em que gera produtos indesejáveis do ponto de vista sensorial e destrói vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais. Assim, testes como substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico e análise do perfil de ácidos graxos são utilizados no controle de qualidade de produtos ricos em lipídeos, por fornecerem informações valiosas e essenciais a respeito do estado oxidativo e na predição da rancidez do alimento analisado (OSAWA; FELICIO; GONCALVES, 2005).

A vida útil é normalmente estimada com base em produtos semelhantes existentes no mercado ou em registros existentes. No entanto, para um alimento que se tenha de determinar a sua vida útil raiz, a maneira mais comum e direta, é simular as condições desde a armazenagem, distribuição, exposição e uso por parte do consumidor, registrando a sua evolução e alterações ao longo do tempo. Os produtos devem ser analisados no dia em que foram processados e, pelo menos três vezes durante a vida útil projetada (BAGESTAN, 2012).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. O. **Avaliação físico-química e microbiológicas de linguiça Toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares às praticadas em supermercados.** 2005. 147 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005
- ANON. TGase: Transglutaminase and applications. *In: Ajinomoto Corporation Folder*, 1996.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos – teoria e prática.** 6. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2015. 428 p.
- ARIMA, H. K.; PINTO NETO, M. **Curso sobre qualidade e processamento de presunto cozido e apresuntado.** Campinas: Centro de Tecnologia de Carnes ITAL, 1995.
- BAGESTAN, M. M. **Perfil sensorial, físico, químico e microbiológico de embutido de peito de peru (*Maleagris gallopavo*) defumado.** 2012. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
- BARTOLOMEU, D. A. F. S. **Desenvolvimento e avaliação da aceitação de embutido defumado “tipo mortadela” elaborado com CMS de tilápia no Nilo (*Oreochromis niloticus*) e fibra de trigo.** 2011. 121 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- BEMVENUTI, M. A.; FISCHER, L. G. **Peixes: morfologia e adaptações.** Cadernos de ecologia aquática. Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Oceanografia, 2010. Disponível em:
https://demersais.furg.br/images/producao/2010_bemvenuti_peixes_morfologia_caderno_ecol_aquat.pdf. Acesso em: 01 abr. 2019.
- BERAQUET, N. J.; LINDO, M. K. Transformações bioquímicas “*post mortem*” em pescado. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 169-192, 1985.
- BEZERRA, R. M. **Beneficiamento de *Oreochromis niloticus* no Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho Von Ihering/Pnocs, Pentecoste/CE.** 2018. 23 p. Relatório de Estágio Supervisionado (Bacharel em Engenharia da Pesca) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- BJORKROTH, K. J.; VANDAMME, P.; KORKEALA, H. J. Identification and characterization of *Leuconostoc carnosum*, associated with production and spoilage of vacuum-packaged, sliced, cooked ham. **Applied and Environmental Microbiology**, [Washington], v. 64, n. 9, p. 3313–3319, Sept. 1997. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9726876/>. Acesso em: 03 abr. 2019.

BORCH, E.; KANT-MUERMANS, M. L.; BLIXT, Y. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. **International Journal of Food Microbiology**, [Amsterdam], v. 33, n. 1, p. 103-120, Nov. 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/016816059601135X>. Acesso em: 20 abr. 2019.

BORDERÍAS, A. J.; TEJADA, D. El “surimi”. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, [Spain], v. 27, n. 1, p. 1-14, enero. 1987. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=957963>. Acesso em: 25 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Decreto n.º 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 01 jun. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa, n.º 4, de 31 de março de 2000. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Desmistificando dúvidas sobre alimentação e nutrição: material de apoio para profissionais de saúde. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Decreto n.º 55.871/65 de 26 de março de 1965. Normas reguladoras do emprego de aditivos para alimento. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 1965.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n.º 1004, de 11 de dezembro de 1998. Ementa não oficial: Aprova o Regulamento Técnico Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Carneos. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC n.º 53, de 7 de outubro de 2014. Dispõe sobre a lista de enzimas, aditivos alimentares e veículos autorizados em preparações enzimáticas para uso na produção de alimentos em geral. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC n.º 329, de 19 de dezembro de 2019. Estabelece os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em pescado e produtos de pescado. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 2019.

BREDHOLT, S.; NESBAKKEN, T.; HOLCK, A. Industrial application of an antilisterial strain of *Lactobacillus sakei* as a protective culture and its effect on the sensory acceptability of cooked, sliced, vacuum packaged meats. **International Journal of Food Microbiology**, [Amsterdam], v. 66, n. 3, p. 191-196, Jun. 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11428578/>. Acesso em: 01 maio 2019.

BRIDI, A. M. **Importância dos aspectos físicos e químicos na qualidade da carne**. 2015. 14 p. Disponível em: <http://goo.gl/3C0MoF>. Acesso em: 13 out. 2019.

CARPENTER, C. E.; CORNFORTH, D. P.; WHITTIER, D. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. **Meat Science**, [Oxford], v. 57, n. 4, p. 359–363, Apr. 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030917400000111X>. Acesso em: 28 jun. 2019.

CARTAXO, J. L. S. **Riscos associados aos níveis de nitritos em alimentos**: Uma revisão. 2015. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia) –Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

CAYRÉ, M. E.; GARRO, O.; VIGNOLO, G. Effect of storage temperature and gas permeability of packaging film on the growth of lactic acid bacteria and *Brochothrix thermosphacta* in cooked meat emulsions. **Food Microbiology**, [London], v. 22, n. 6, p. 505-512, Dec. 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740002005000110>. Acesso em: 23 jun. 2019.

CAYRÉ, M. E.; VIGNOLO, G.; GARRO, O. Modeling lactic acid bacteria growth in vacuum-packaged cooked meat emulsion stored at three temperatures. **Food Microbiology**, [London], v. 20, n. 5, p. 561-566, Oct. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/257244225_Modeling_lactic_acid_bacteria_growth_in_vacuum-packaged_cooked_meat_emulsion_stored_at_three_temperatures. Acesso em: 30 jun. 2019.

CHAIJAN, M.; UNDELAND, I. Development of a new method for determination of total haem protein in fish muscle. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 173, p. 1133-1141, Apr. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881461401735X>. Acesso em: 26 jun. 2019.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e invertebrados**. Santiago: Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2002. 309 p.

CORETTI, K. O desenvolvimento da indústria de tripas. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 245, p. 49, 1997.

EGAN, A. F. Lactic acid bacteria of meat and meat products. **Antonie Van Leeuwenhoek**, [New York], v. 49, n. 3, p. 327-336, Sept. 1983. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6354082/>. Acesso em: 08 jul. 2019.

EYMARD, S. *et al.* Development of lipid oxidation during manufacturing of horse mackerel surimi. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [Chichester], v. 85, n. 10, p. 1750-1756, Mar. 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.2145>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Global aquaculture production**. 2004.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Draft revised standard for quick frozen blocks of fish fillets, minced fish flesh and mixture of fillet and minced fish flesh**. Rome: Codex Alimentarius Commission on fish and fishery products, 1994. p. 47-57.

FARIAS, M. do C. A. **Avaliação das condições higiênico-sanitária do pescado beneficiado em indústrias paraenses e aspectos relativos à exportação para consumo em Belém.** 2006. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Pará, Pará, 2006.

FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. Cultivo de tilápias no Brasil: origens e cenário atual. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco. **Anais [...]**. Rio Branco: SOBER, 2008.

FRANCIS, F. J. Less common natural colorants. *In*: HENDRY, G. A. F.; HOUGHTON, J. D. (eds.). **Natural food colorants**. 2nd ed. Glasgow: Blackie Academic and Professional, 1996. p. 310-335.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. 182 p.

FRANZ, C. M. A. P.; VON HOLY, A. Bacterial populations associated with pasteurized vacuum-packed Vienn sausages. **Food Microbiology**, [Amsterdam], v. 13, n. 2, p. 165-174, Apr. 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740002096900210>. Acesso em: 28 jun. 2019.

GASPAR JÚNIOR, J. C; VIEIRA, R. H. S. dos F.; TAPIA, M. S. R. Aspectos sanitários do pescado de origem de água doce e marinha, comercializado na feira de Gentilândia, Fortaleza, Ceará. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 11, n. 51, p. 20-23, set./out. 1997. Disponível em: <https://higienealimentar.com.br/51-2/>. Acesso em: 06 abr. 2021.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1941. 284 p.

GEROMEL, E. J.; FORSTER, R. J. **Princípios fundamentais em tecnologia de pescados**. São Paulo: Ciência e Tecnologia e Coordenadoria da Indústria e Comércio, 1982.

GIDDINGS, G. G.; HULTIN, H. O. Reduction of ferrimyoglobin in meat. **CRC Critical Reviews in Food Technology**, [London], v. 5, n. 2, p. 143-173, Sept. 1974. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408397409527173>. Acesso em: 28 jun. 2019.

GIRARD, J. P. **Tecnologia de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991. p. 299.

GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCLKEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, [Oxford], v. 43, n. 1, p. 111-123, Jan. 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0309174096000599>. Acesso em: 29 jun. 2019.

GUERREIRO, L. **Dossiê técnico: Produção de salsicha**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006.

HATTULA, T. *et al.* Use of liquid smoke flavouring as an alternative to traditional flue gas smoking of rainbow trout fillets (*Onchorhynchus mykiss*). **LWT – Food Science and Technology**, [Amsterdam], v. 34, n. 8, p. 521-525, Dec. 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643801907947>. Acesso em: 24 jul. 2019.

HUGAS, M. Bacteriocinogenic lactic acid bacteria for the biopreservation of meat and meat products. **Meat Science**, [Oxford], v. 49, n. 1, p. 139-150, Jan. 1998. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174098900444>. Acesso em: 20 jun. 2019.

ITAL - INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Brasil Food Trends 2020**. As tendências da alimentação, 2010. cap. 3.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 711.

KANAJI, T. *et al.* Primary structure of microbial transglutaminase from *Streptovercillium sp.* **The Journal of Biological Chemistry**, [Bethesda], v. 268, n. 16, p. 11565-11572, Jun. 1993. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8099353/>. Acesso em: 15 jun. 2019.

KIM, S.-H. *et al.* Polymerization of beef actomyosin induced by transglutaminase reaction. **Journal of Food Science**, [Malden], v. 58, n. 3, p. 473-474, May 1993. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1993.tb04302.x>. Acesso em: 01 ago. 2019.

KING, F. J. Acceptability of main dishes based on mixtures of ground beef with ground fish obtained from under-used sources. **Journal of Milk Food Technology**, [New York], v. 36, n. 10, p. 504-508, May 1973. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/jfp/article/36/10/504/425400/ACCEPTABILITY-OF-MAIN-DISHES-ENTREES-BASED-ON>. Acesso em: 01 ago. 2019.

KING, N. J.; WHYTE, R. Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. **Journal of Food Science**, [Malden], v. 71, n. 4, p. 31–40, June 2006. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1750-3841.2006.00029.x>. Acesso em: 03 ago. 2019.

KUHN, C. R.; SOARES, G. J. D. Proteases e inibidores no processo de surimi. **Revista Brasileira de Agrociência**, [Pelotas], v. 8, n. 1, p. 5-11, jan. 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/426>. Acesso em: 15 ago. 2019.

KURAIISHI, C. *et al.* Production on restructured meat using microbial transglutaminase without salt or cooking. **Journal of Food Science**, [Malden], v. 62, n. 3, p. 488-490, July 1997. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04412.x>. Acesso em: 20 jun. 2019.

LEE, C. M. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. **Food Technology**, [Chicago], p. 115-124, 1986.

- LEITÃO, M. F. F. *et al.* Alterações químicas e microbiológicas em PACU (*Piaractus mesopotamicus*) armazenado sob refrigeração a 5°C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 160-166, ago. 1997. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010120611997000200018&script=sci_arttext&tlng=es. Acesso em: 01 jun. 2019.
- LEITE, L. O. R. **Termodinâmica de partição do corante natural carmim de cochonilha em diferentes sistemas aquosos bifásicos**. 2010. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- LOAIZA, J. F. U. **Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de carne de rã (*Rana catesbeiana*) estocada sob refrigeração e congelamento**. 1996. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- LUIZ, A. H. M. **Efeito da composição química básica e ingredientes nas características físico-químicas de mortadela de frango**. 2015. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- LUZ, G. L. da *et al.* A questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2388-2394, Nov. 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782008000800049&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 25 jun. 2019.
- LYONS, P. H. *et al.* The influence of added whey protein/ carrageen an gel tapioca starch on the textural propietes of low fat pork sausages. **Meat Science**, [Oxford], v. 51, n. 1, p. 43-52, Jan. 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174098000953>. Acesso em: 30 jul. 2019.
- MACARDI, S. M. **Desenvolvimento de formulação de embutido cozido à base de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- MADRID, A.; VICENTE, J. M.; MADRID, R. **El pescado y sus productos derivados**. 2. ed. Madrid: AMV Ediciones, 1999. 411 p.
- MADRIL, M. T.; SOFOS, J. N. Antimicrobial and functional effects of six polyphosphates in reduced sodium chloride comminuted meat products. **Lebensmittel Wissenschaft and Technologie**, [New York], v. 18, n. 5, p. 316-322, Jan. 1985. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301467048>. Acesso em: 17 jul. 2019.
- MARCHI, J. F. **Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de Tilápia Nilótica, *Oreochromis niloticus* L.** 1997. 85 p. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- MASSAGUER, P. R. **Microbiologia dos processos alimentares**. São Paulo: Varela, 2005. 25 p.

- MORAIS, C.; MARTINS, J. F. P. Considerações sobre o aproveitamento de sobras da industrialização de pescado na elaboração de produtos alimentícios. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, [Campinas], v. 18, p. 253-281, 1981.
- MORO, G. V. *et al.* Anatomia e fisiologia de peixes de água doce. *In*: RODRIGUES, A. P. O. *et al.* (eds.). **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. 1. ed. Brasília: Ed. Embrapa, 2013. p. 301-336.
- MOTOKI, M.; KUMAZAWA, Y. Review: recent research trends in transglutaminase technology for food processing. **Food Science and Technology Research**, [New York], v. 6, n. 3, p. 151-160, Jan. 2000. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/fstr/6/3/6_3_151/_article. Acesso em: 08 ago. 2019.
- MUNHOZ, M. P.; WEBER, F. H.; CHANG, Y. K. Influência de hidrocoloides na textura de gel de amido. **Ciência e Tecnologia de Alimento**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 403-406, jul./set. 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612004000300018. Acesso em: 10 jul. 2019.
- NIELSEN, P. M. Reactions and potential industrial applications of transglutaminase – review of literature and patents. **Food Biotechnology**, [United States], v. 9, p. 119-156, Dec. 1995. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08905439509549889>. Acesso em: 18 jul. 2019.
- OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002. 200 p.
- OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca – Ciência e tecnologia do pescado**. 1. ed. São Paulo: Ed. Varela, 1999. p. 430.
- OLIVO, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Criciúma: Ed. Varela, 2006. p. 688.
- ORDÓÑEZ, J. A. *et al.* Produtos Cárneos. *In*: MURAD, F. (trad.). **Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 2 v. 294 p.
- OSAWA, C. C.; FELICIO, P. E. de; GONCALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 655-663, ago. 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422005000400019&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 15 ago. 2019.
- PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: CEGRAF, 1996. 1 v.
- PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: Editora UFG, 2001. 2 v.
- PAYNE, T. Propriedades básicas da transglutaminase. *In*: **Ajinomoto corporation Folder**. 2000.

PEDROSO, R. A. **Avaliação da Influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru**. 2006. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimento) - Universidade Federal de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **ANUÁRIO Peixe BR da Piscicultura**. 2018. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario2018/>. Acesso em: 22 jul. 2019.

PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **ANUÁRIO Peixe BR da Piscicultura**. 2019. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/Anuario2019/AnuarioPeixeBR2019.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2019.

PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **ANUÁRIO Peixe BR da Piscicultura**. 2020. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: 22 jul. 2019.

PEREIRA, J. A.; SILVA, A. L. N.; CORREIA, E. S. Situação atual da aquicultura na região Nordeste. In: VALENTI, W. C. (ed.). **Aquicultura no Brasil**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000, p. 267-288.

PIETRASIK, K.; DUDA, Z. Effect of fat content and soy protein/ carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalde sausages. **Meat Science**, [Oxford], v. 56, n. 2, p. 181-188, Oct. 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22061907/>. Acesso em: 10 ago. 2019.

PIRES, D. R. *et al.* Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: Aplicação e viabilidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [Mossoró], v. 9, n. 5, p. 34-46, dez. 2014. Disponível em: https://redib.org/Record/oai_articulo491682-aproveitamento-do-res%C3%ADduo-comest%C3%ADvel-do-pescado-aplica%C3%A7%C3%A3o-e-viabilidade. Acesso em: 16 ago. 2019.

POSTNIKOVA, G. B. *et al.* Myoglobin content in skeletal muscles of hibernating ground squirrels rises in autumn and winter. **Comparative Biochemistry and Physiology A Molecular and Integrative Physiology**, [New York], v. 124, n. 1, p. 35-37, Sept. 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10605065/>. Acesso em: 09 ago. 2019.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2. ed. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. 581 p.

RIGONI, R. E. **Degradação de corante alimentício amarelo crepúsculo utilizando fotocatalise**. 2006. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2006.

ROCCO, S. C. Tripas e envoltórios na pequena indústria de embutidos. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 257, p. 44-45, 1998.

ROCHA, A. *et al.* **Análise sensorial de produto reestruturado (hambúrguer)**. Cadernos Temáticos MEC, n. 25, p. 21-24, 2010.

SAMELIS, J.; KAKOURI, A.; REMENTZIS, J. Selective effect of the product type and the packaging conditions on the species of lactic acid bacteria dominating the spoilage microbial association of cooked meats at 41 °C. **Food Microbiology**, [New York], v. 17, n. 3, p. 329-340, June 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/223630700_Selective_effect_of_the_product_type_and_packaging_conditions_on_the_species_of_lactic_acid_bacteria_dominating_the_spoilage_microbial_association_of_cooked_meats_at_4C. Acesso em: 11 ago. 2019.

SANTOS, B. P. **Caracterização físico-química e sensorial dos apresetados elaborados com carne suína proveniente da raça JSR, e acrescidos dos hidrocoloides: carragena, fécula de mandioca e maltodextrina**. 2005. 112 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SAÑUDO, C.; SANCHEZ, A.; ALFONSO, M. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. **Meat Science**, [Oxford], v. 49, n. 1, p. 29-64, Jan. 1998. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174098900377>. Acesso em: 08 jul. 2019.

SCHINDLER, J. Processo de defumação com um toque diferente. **Revista Nacional da Carne**, [Rio de Janeiro], v. 241, p. 60-70, 1997.

SÉROT, T.; LAFFICHER, C. Optimization of solid phase micro-extraction coupled to gas chromatography for the determination of phenolic compounds in smoked herring. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 82, n. 4, p. 513-519, Sept. 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814602005125>. Acesso em: 18 jul. 2019.

SILVA, F. B. **Efeitos da inulina nas propriedades físico químicas, sensoriais e de textura de embutido de peito de peru defumado**. 2010. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

SOUZA, M. L. R. **Processamento do filé e da pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): aspectos tecnológicos, composição centesimal, rendimento, vida útil do filé defumado e teste de resistência da pele curtida**. 2003. 169 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

SOUZA, M. O. **Desenvolvimento de embutido emulsionado tipo mortadela com carne de jacaré do pantanal (*Caiman yacare*) e diferentes corantes naturais**. 2014. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Cuiabá, 2014.

STRYKER, J. C.; LANIER, T. C. Performance of a calcium sensitive fungal transglutaminase in comminuted meat products. *In: IFT Annual Meeting*, 1997.

SUCASAS, L. F. A. **Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade da cadeia produtiva**. 2011. 166 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SÜHNEL, J. A. G. **Uso e avaliação de transglutaminase em reestruturado de peixe obtido com aparas de tilápia (*Oreochromis sp*)**. 2007. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

VARNAMM, A. H.; SUTHERLAND, J. L. Meat and meat products. *In: Technology, chemistry and microbiology*. Ldon: Cahpman & Hall, 1995. 430 p.

WANASUNDARA, U. N.; SHAHIDI, F. Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 63, n. 3, p. 335-342, Nov. 1998. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814698000259>. Acesso em: 11 ago. 2019.

WEBER, F. H. **Interações físico-químicas entre amidos de milho e hidrocoloides (goma guar e xantana) e seus efeitos nas propriedades funcionais**. 2005. 145 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimento) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

YAMADA, E. A.; GALVÃO, M. T. Defumação e cozimento. **Boletim de Conexão Industrial do Centro de Tecnologia da Carne do ITAL – CTC Tecnocarnes**, v. 1, n. 4, 1991.

CAPÍTULO 2 EFEITO DA INCLUSÃO DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA NAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E NUTRICIONAIS DE EMBUTIDOS COZIDOS E DEFUMADOS DE PESCADO

RESUMO

O objetivo do estudo foi desenvolver um embutido cozido e defumado de peixe e identificar os efeitos tecnológicos e nutricionais nesse produto, com a crescente inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia, em substituição ao filé. O delineamento experimental utilizado foi o DIC (delineamento inteiramente casualizado), com 5 tratamentos (diferentes formulações) e 6 repetições. O filé, CMS e os embutidos apresentaram qualidade microbiológica satisfatória. Com o aumento da inclusão da CMS, houve uma diminuição ($P < 0,01$) no rendimento, nos índices de dureza, na força de cisalhamento e na capacidade de retenção de água. Em contrapartida, observou-se um aumento nos índices de mastigabilidade, elasticidade, gomosidade e na intensidade de cor vermelha. Os embutidos apresentaram, ainda, diminuição significativa ($P < 0,01$) no teor de umidade e proteína, com consequente aumento do teor de gordura, à medida que a inclusão de CMS aumentou de zero para 60%. No perfil lipídico dos produtos destaca-se a concentração dos ácidos palmítico, oleico e γ – Linolênico. O teor de nitrito residual apresentou-se abaixo do limite máximo da legislação brasileira. Em relação à pesquisa de mercado, os entrevistados demonstraram grande interesse pelo novo produto. A inclusão de CMS no embutido cozido defumado desenvolvido pode ser considerada uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos provenientes do beneficiamento da tilápia, sendo que, a substituição de 15% e 30% mais se aproximaram das características do embutido elaborado somente com filé.

Palavras-chave: Resíduos de tilápia. Transglutaminase. Derivado de peixe.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos tem passado por profundas transformações nos últimos anos, buscando a liderança do mercado. Para isso, algumas estratégias vêm sendo utilizadas como formas de captar consumidores e, dentre elas, está a busca pela segmentação do mercado e pela diferenciação dos produtos (VIANA, 2019).

Nesse cenário, a indústria alimentícia deixou de fabricar apenas produtos básicos, para lançar no mercado, produtos com maior valor agregado, que atendam as expectativas do consumidor mais exigente e globalizado. O lançamento de novos produtos, sejam estes completamente novos ou evoluções de produtos já existentes, passou a ser muito importante para um bom desempenho no mercado (DONADON; SANTOS, 2020). Esse processo constitui um ponto chave dentro de qualquer empresa que busca a liderança em seu setor de atuação.

Antigamente, produzir um produto a baixo custo e vender em larga escala era receita certa de sucesso. Tal premissa não se aplica às empresas de hoje. Neste ponto, o processo de desenvolvimento de produtos tomou outra proporção, tendo suas atividades iniciadas na compreensão das necessidades do mercado e terminando com o fim do ciclo de vida do produto (REZENDE, 2008).

De acordo com o Brasil *Food Trends 2020* (ITAL, 2010), as exigências e tendências dos consumidores mundiais de alimentos agrupam-se em cinco categorias: sensorialidade e prazer; saudabilidade e bem-estar; conveniência e praticidade; confiabilidade e qualidade e sustentabilidade e ética.

O pescado surge, portanto, como uma grande oportunidade, sobretudo, devido ao seu alto valor biológico e às suas propriedades funcionais que possibilitam a elaboração de produtos diversos.

Entretanto, observa-se que a indústria de pescado não tem sido inovadora, pois o processamento dos peixes se dá, principalmente, pela obtenção dos filés, os quais são comercializados das mais diferentes maneiras (fresco, congelado, enlatados, semiconserva, pratos “*ready to eat*”). Dessa forma, a elaboração de novos produtos, por meio da diversificação e inovação nas formas de processamento, dando ao pescado maior praticidade e maior aceitação pelos mais diversos nichos de mercado, são condições fundamentais para aumentar o consumo deste alimento e, como consequência, promover o crescimento das indústrias do setor (PINTO *et al.*, 2017).

No processo de filetagem e padronização, 70% ou mais do total do pescado não é aproveitado, apesar de constituir matéria orgânica aproveitável, sobretudo, para o consumo

humano. Desta forma, são indevidamente eliminados no meio ambiente ou usados como farinha, para produção de ração animal (BOSCOLO; FEIDEN, 2007).

Cabe ressaltar que, após a filetagem, restam ainda na carcaça músculos de boa qualidade, que poderiam ser utilizados para a alimentação humana, contribuindo para minimizar a fome proteica mundial. Assim, a aplicação do processo de extração de carne mecanicamente separada (CMS), por meio do uso de máquinas separadoras de carne dos ossos e espinhos, destaca-se como um processo atraente, pela possibilidade de recuperação de carne e a utilização como base no desenvolvimento de uma gama de produtos (HAGUIWARA *et al.*, 2020).

A indústria de pescado tem, portanto, a capacidade de elaborar produtos que conectam todas as tendências mundiais de alimentação, ou seja, produtos saborosos, práticos, saudáveis, de qualidade e, com o aproveitamento de resíduos sustentáveis e éticos. Dentre esses produtos, destacam-se os embutidos cozidos e defumados, que possuem grande importância no setor de frios (RAIGORODSKY, 2019).

Assim, os objetivos desse trabalho foram avaliar a qualidade microbiológica e nutricional das matérias-primas (filé e CMS) utilizadas e dos embutidos elaborados; avaliar o efeito da substituição parcial do filé por CMS proveniente das aparas da filetagem de tilápia, na qualidade tecnológica e nutricional de embutidos cozidos e defumados, por meio da caracterização química, física e físico-química; estimar o custo de cada formulação e o interesse pelo produto, através de pesquisa de mercado, além de indicar a melhor formulação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia, na Planta Piloto de Processamento de Pescado, no Laboratório de Análises Avançadas e no Laboratório de Microbiologia dos Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais (MG).

2.1 Matérias-primas, demais ingredientes e aditivos

Nenhum membro da equipe manipulou algum animal vivo. As aparas da filetagem, compostas por espinhaço da coluna vertebral, sem cabeça, pele e vísceras, foram adquiridas em um abatedouro situado no município de Lavras – MG, recepcionados no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da UFLA e armazenadas em freezer (modelo GTPC – 575, Gelopar, Chapada Araucária, PR, Brasil) à -18°C, até o momento do processamento.

A produção da carne mecanicamente separada de tilápia está representada na Figura 1. Inicialmente, as carcaças que apresentaram cor, odor e textura característicos, foram lavadas em água corrente e submetidas à mesa serra fita (modelo 1,69, CAF Máquinas, Rio Claro, SP, Brasil) para retirada das nadadeiras.

Em seguida, para a obtenção da carne mecanicamente separada (CMS), as carcaças foram processadas em despoldadora elétrica (modelo HT 100C, Hightech, Chapecó, SC, Brasil). Após, a CMS foi embalada em sacos plásticos de polietileno e acondicionada no freezer à -18°C, até a preparação dos embutidos cozidos e defumados de tilápia. Os filés de tilápia congelados (Planalto Fish®, Carapicuíba, SP, Brasil) foram obtidos no mercado local.

Figura 1 – Produção da carne mecanicamente separada de tilápia.



Fonte: Da autora (2021).

Para a elaboração dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, além, da utilização de filé e CMS, foram utilizados como ingredientes e aditivos: proteína isolada de soja (New Max Industrial, Americana, SP, Brasil) (3,50% de carboidratos e 91,00% de proteínas); condimento presunto califórnia (New Max Industrial, Americana, SP, Brasil); carragena (New Max Industrial, Americana, SP, Brasil); antioxidante eritorbato de sódio (New Max Industrial, Americana, SP, Brasil); sal de cura R Padrão (nitrito e nitrato) (Kerry Group, Três Corações, MG, Brasil); sal refinado iodado (Cisne®, Cabo Frio, RJ, Brasil); fécula de mandioca (Pachá Alimentos®, Contagem, MG, Brasil) (85,00% de carboidratos; 0,50% de proteínas e 0,30% de lipídeos), aroma de fumaça líquida (Adicel, Belo Horizonte, MG, Brasil), corante carmim de cochonilha (Proteisul, Santo Ângelo, RS, Brasil), enzima transglutaminase (Gatromomy Lab®, Distrito Federal, DF, Brasil) e água.

2.2 Desenvolvimento das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia

Foram elaboradas cinco formulações (TABELA 1) de embutidos cozidos e defumados com substituição de 0, 15, 30, 45 e 60% de filé por CMS proveniente das aparas da filetagem de tilápia. Essas concentrações foram definidas a partir de pré-testes, considerando o efeito da inclusão da CMS na fatiabilidade do produto.

Os demais ingredientes utilizados foram adicionados nas mesmas proporções nas cinco formulações.

As formulações foram estruturadas com base em pesquisas sobre embutidos cárneos cozidos elaborados com carne mecanicamente separada de tilápia, desenvolvidos por Zanutto (2017) e Nogueira (2016).

Tabela 1 – Formulações dos embutidos cozidos e defumados de tilápia.

Ingredientes	Formulações (%)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Filé de tilápia	100,00	85,00	60,00	55,00	30,00
CMS de tilápia	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
Água	25,79	25,79	25,79	25,79	25,79
Proteína isolada de soja	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Condimento	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Carragena	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Eritorbato de sódio	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Sal de cura	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Sal refinado	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
Fécula de mandioca	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Fumaça líquida	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Corante	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Transglutaminase	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18

CMS - Carne mecanicamente separada.

*Valores dos ingredientes e aditivos com base na massa cárnea.

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS;

F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

Fonte: Da autora (2021).

Para o processamento de cada formulação dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, previamente, as matérias-primas (CMS e filé) foram triturados, separadamente, em um multiprocessador (modelo All In One PR, Philco, Manaus, AM, Brasil). A proteína isolada de soja e a enzima transglutaminase foram hidratadas em uma proporção de 1:4. A salmoura foi preparada utilizando água à temperatura entre 0 e 2°C, sal, condimento, sal de cura, fumaça líquida, corante carmim de cochonilha e eritorbato de sódio.

A incorporação dos ingredientes às matérias-primas foi realizada em misturadeira (modelo Stang-364, Anodilar, SC, Brasil), por 15 min., a fim de promover a extração das proteínas miofibrilares (actina e miosina), as quais têm a função de dar a liga aos pedaços de carne após o cozimento (ARIMA; PINTO NETO, 1995).

Em seguida, a massa cárnea foi acondicionada em saco de polipropileno e permaneceu por 8 h em refrigeração (7°C), para o processo de cura. Encerrado esse tempo, foi incorporada a fécula de mandioca.

Os embutidos curados, foram acondicionados em sacos de Nylon Poli 180, com espessura de 18 micras (Cetro®, Bauru, SP, Brasil), dispostos em formas de inox, seladas em embaladora a vácuo (modelo TM-250, TecMaq, Pari, SP, Brasil), e prensadas para que o formato característico do produto e a coesão da massa, após o tratamento térmico, fossem atingidos.

O processamento térmico se deu por imersão em banho-maria, com a seguinte escala de temperatura: 1 h a 60°C; 1 h a 70°C e 30 min. a 80°C, quando a temperatura de 71-72°C foi atingida no ponto frio do produto. De acordo com Ordeñez *et al.* (2005), nesta temperatura, ocorre coagulação total das proteínas cárneas, inativação das formas vegetativas dos microrganismos, inativação de enzimas cárneas e desenvolvimento das características sensoriais.

Imediatamente após o cozimento, os produtos foram resfriados por banho de água com gelo e mantidos sob refrigeração (7°C) até o dia seguinte, para início da defumação.

Para a defumação a quente, os embutidos foram retirados da embalagem e dispostos em defumador (modelo 120 Lts, Defumax, Jaboticabal, SP, Brasil), por 3 h, com uma variação de temperatura de 60 a 90°C, segundo metodologia descrita por Souza *et al.* (2004).

Finalizada a defumação, os embutidos foram novamente embalados em saco Nylon Poli 180, selados a vácuo e mantidos sob refrigeração por 24 h, para então, iniciar as análises.

As etapas do processamento dos embutidos cozidos e defumados de tilápia estão demonstrados na Figura 2.

Figura 2 – Etapas do processamento do embutido cozido e defumado de tilápia.



A – Incorporação dos ingredientes e aditivos ao filé e CMS; B – Embalagem da massa cárnea a vácuo; C – Prensagem da massa cárnea; D – Cozimento dos produtos em banho-maria; E – Produtos resfriados; F – Produto após a defumação embalado à vácuo.

Fonte: Da autora (2021).

2.3 Metodologias analíticas

2.3.1 Análises microbiológicas do filé, da CMS e das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia

Nos embutidos cozidos e defumados de tilápia, foram realizadas as análises de fungos filamentosos e leveduriformes, psicotróficas, contagem total de aeróbios mesófilos e bactérias lácticas.

Para o filé e CMS, também se realizou a contagem de fungos filamentosos e leveduriformes, psicrotróficas e contagem total de aeróbios mesófilos. Além desses, foi feita a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva, coliformes a 35°C e a 45°C e enterobactérias.

Foram selecionadas placas contendo entre 25 e 250 unidades formadoras de colônias (UFC), seguindo as metodologias propostas por Silva *et al.* (2017).

Para as análises microbiológicas do filé, da CMS e das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia, 25 g de amostras foram adicionadas a 225 mL de solução de peptona bacteriológica 0,1%, em sacos plásticos estéreis, os quais foram homogeneizados em aparelho Stomacher (modelo 400 Lab, Seward Stomacher, NY, EUA) por 5 min., resultando na primeira diluição (10^{-1}). Para as amostras dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, foram plaqueadas as diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} . Para as amostras de filé, foram de 10^{-1} a 10^{-5} . Já para a CMS foram as diluições seriadas de 10^{-1} a 10^{-9} . Houve a variação das diluições de acordo com o produto trabalhado, considerando a tendência de maior contaminação na CMS e no filé, devido à maior manipulação.

2.3.2 Caracterização química das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia

A caracterização química foi realizada por meio da composição centesimal, perfil de ácidos graxos e teor de nitrito residual.

2.3.2.1 Composição centesimal

Para a composição centesimal das matérias-primas (CMS e filé) e das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia, foram realizadas as análises de umidade (método nº 967.08), lipídios (método nº 2003.06), cinzas (método nº 942.05) e proteína (método nº 988.05), de acordo com as metodologias descritas pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2012).

Os conteúdos de umidade e cinzas foram determinados pelos métodos gravimétricos de secagem em estufa a 105°C, e por incineração da amostra, previamente carbonizada em mufla a 550°C, respectivamente. O teor de lipídios foi determinado por extração com éter etílico em aparelho Soxhlet. O conteúdo de proteína foi estimado por meio do método Kjeldahl, usando um fator de conversão de nitrogênio de 6,25.

2.3.2.2 Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos, a partir dos ésteres resultantes da esterificação das amostras dos embutidos cozidos e defumados de tilápia e das matérias-primas (CMS e filé de tilápia), foi determinado no Centro de Análise e Prospecção Química (CAPQ) do Departamento de Química da UFLA.

Os ácidos graxos foram extraídos seguindo a metodologia descrita por Folch, Lees e Sloane (1957) e metilados segundo Metcalfe, Schmitz e Pelka (1966). Os ésteres metílicos resultantes do processo de esterificação foram submetidos à análise de cromatografia gasosa (CG) (CG – 2010 modelo, Shimadzu, Barueri, SP, Brasil), com detector de ionização em chama (FID – *Flame Ionization Detector*), utilizando-se coluna capilar Carbowax (30 m x 0,25 mm), com fase estacionária: nitrotereftálico, modificado por polietilenoglicol

A identificação dos compostos foi realizada através do tempo de retenção do padrão correspondente e da porcentagem em função da área dos compostos.

2.3.2.3 Teor de nitrito residual

O teor de nitrito residual (NO_2R) foi determinado em duas etapas. A extração foi realizada conforme o protocolo AOAC n°973.31 (AOAC, 2012) e a quantificação segundo procedimentos descritos por Merino (2009), com adaptações, utilizando leitura em espectrofotômetro (modelo SP-220, Biospectro, Curitiba, PR, Brasil) a 540 nm. Os teores de nitrito residual foram obtidos por curva analítica de nitrito de sódio (NO_2Na), e os valores expressos em $\text{mg NO}_2.\text{kg}^{-1}$.

2.3.3 Caracterização física das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia

Para as avaliações físicas das diferentes formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, foram realizadas as análises de rendimento, a determinação do perfil de textura (*Texture Perfil Analysis* - TPA), da força de cisalhamento, da capacidade de retenção de água e da cor instrumental.

2.3.3.1 Rendimento

As amostras dos embutidos cozidos e defumados de tilápia foram pesadas antes do cozimento, após o resfriamento, e após a defumação, por diferença, foi determinado a porcentagem do rendimento do processo de cozimento e da defumação (BAGESTAN, 2012).

2.3.3.2 Perfil de textura, força de cisalhamento e capacidade de retenção de água

A análise do perfil de textura (TPA), força de cisalhamento e capacidade de retenção de água (CRA) foram conduzidas em um texturômetro TA.XT2i (*Stable Micro System Inc*, Reino Unido), segundo procedimentos descritos por Motzer *et al.* (1998) e Prestes (2008). As amostras foram cortadas em cilindros de 25 mm de arestas e 25 mm de altura, com ajuda de um cortador cilíndrico.

Para o TPA, cada amostra foi comprimida duas vezes, com um probe cilíndrica 36 mm de diâmetro, até 50% de seu tamanho original. Não houve tempo de descanso entre os dois ciclos de compressão. A curva de deformação com o tempo foi obtida a uma velocidade de compressão de 2 mm/s, a partir da qual, obteve-se cinco características de textura (RAMOS; GOMIDE, 2017): dureza (g), elasticidade (mm), gomosidade, mastigabilidade (g.mm) e coesividade.

Para a força de cisalhamento (N), foi utilizado a probe Warner-Bratzler Brade, com uma distância de 25 mm, em que foi efetuado o corte transversal. Já para o CRA, as amostras foram pesadas e, durante o teste, as amostras foram colocadas entre dois papéis-filtro, pressionadas pela probe cilíndrica de 36 mm de diâmetro, a uma velocidade de 100 mm/minuto, até 60% de deformação, sendo mantida pressionada por 15 s quando a deformação foi atingida. Depois da prensagem, as amostras foram retiradas do papel-filtro, novamente pesadas. O resultado foi expresso em porcentagem de água retida, em relação ao peso da amostra inicial.

2.3.3.3 Medição da cor instrumental

As amostras foram avaliadas internamente e externamente, com colorímetro Nix Color Sensor Pro (NPRO; Nix Sensor, Ltd, Burlington, Ontário, Canadá), por meio do sistema de cores CIELab, definindo o espaço cromático em coordenadas retangulares (L^* , a^* e b^*), em que: I) L^* mede a luminosidade e varia de 100 para superfícies perfeitamente brancas até 0 para

o preto; II) a^* mede a intensidade de vermelho (+) e verde (-); e III) b^* mede a intensidade de amarelo (+) e azul (-) (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

2.3.4 Caracterização físico-química das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia

Para a caracterização físico-química das diferentes formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, foram realizadas as análises de atividade de água e pH.

A determinação da atividade de água foi realizada, utilizando 10 g de amostra com temperatura padronizada de $25^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e submetidas ao aparelho Aqualab® (modelo 4 TE, Barueri, SP, Brasil). Já os valores de pH dos produtos foram determinados pela inserção de um eletrodo de penetração, acoplado a um pH metrodigital (modelo HI 99163, Hanna Instruments, Barueri, SP, Brasil).

2.3.5 Pesquisa de mercado

Com o intuito de estimar o interesse pelo produto proposto neste estudo, bem como avaliar o perfil dos potenciais consumidores, foi realizada uma pesquisa exploratória online. As coletas de dados foram realizadas pela aplicação de um questionário semiestruturado, com a ferramenta digital do “Google Forms”, tendo como estratégia, o envio por meio das redes sociais (WhatsApp, Facebook e Instagram), utilizando a técnica de amostragem “*Snowball*”, descrita por Vergara (2013). Nessa técnica, a escolha dos participantes se deve a pessoas indicando outras pessoas, até totalizar 300 participantes.

O questionário foi elaborado por seções, contendo questionamentos relativos ao perfil e comportamento do consumidor, além das apresentações das formulações, através de fotos e a demonstração de interesse pelo produto (APÊNDICE A). Não houve consumo dos produtos por nenhum participante.

2.3.6 Estimativa de custo

O levantamento do custo de cada formulação foi determinado a partir dos preços das matérias-primas e demais ingredientes utilizados no desenvolvimento dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, conforme descrito por Silva (2013).

2.3.7 Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos (formulações) e 6 repetições. Todas as análises foram realizadas em duplicata.

Os efeitos dos diferentes tratamentos foram avaliados por análise de variância (ANOVA), seguido de regressão em casos significativos ($P < 0,05$), utilizando o *software* Sisvar versão 5.4 *Build* 80 (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização químicas dos filés e CMS de tilápia

Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentados, respectivamente, os resultados médios da composição centesimal e o perfil de ácidos graxos realizadas nas matérias-primas utilizadas para elaboração dos embutidos cozidos e defumados de tilápia.

Tabela 2 – Porcentagem média e desvio padrão da composição centesimal (% em base úmida) do filé e CMS de tilápia.

Composição centesimal (%)	CMS de tilápia	Filé de tilápia
Umidade	62,70 ± 0,10	77,27 ± 0,01
Proteína	14,42 ± 0,10	24,64 ± 0,09
Extrato Etéreo	23,10 ± 0,09	7,13 ± 2,27
Cinzas	0,83 ± 0,18	1,91 ± 0,79

CMS – Carne mecanicamente separada.

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 3 – Perfil de ácidos graxos do filé e da carne mecanicamente separada de tilápia utilizados na elaboração dos embutidos cozidos e defumados de tilápia.

Ácidos graxos (% da área do pico)	Filé de tilápia	CMS de tilápia
Saturados (AGS)		
Butírico (C4:0)	11,67	8,14
Capróico (C6:0)	0,69	2,11
Cáprico (C10:0)	0,21	0,66
Láurico (C12:0)	0,66	0,84
Mirístico (C14:0)	1,49	2,03
Heptadecanoico (C17:0)	1,93	3,89
Esteárico (C18:0)	0,17	0,45
Araquídico (C20:0)	0,28	0,66
Beénico (C22:0)	0,68	1,2
ΣAGS	17,78	19,98
Monoinsaturados (AGM)		
Miristoleico (C14:1)	0,26	0,12
Palmitoleico (C16:1)	10,18	17,88
Oleico (C18:1 n9c)	2,29	5,2
Elaídico (C18:1 n9t)	3,65	0,65
Eicosenoico (C20:1n9)	0,45	1,12
Erúcico (C22:1n9)	0,63	2,69
Nervônico (C24:1n9)	0,28	1,03
ΣAGM	17,74	28,69
Poli-insaturado (AGP)		
γ - Linolênico (C18:3n6)	5,89	11,82
α - Linolênico (C18:3n3)	0,23	0,11
Eicosatrienoico (C20:3n3)	0,18	0,52
Araquidônico (C20:4n6)	0,24	0,5
Eicosapentaenoico (C20:5n3)	0,25	1,09
ΣAGP	6,79	14,04
Σ ácidos graxos totais	42,31	62,71

CMS – Carne mecanicamente separada.

Fonte: Da autora (2021).

A partir dos dados da Tabela 2, ressalta-se a diferença no teor proteico e de lipídios entre o filé e a CMS. Entretanto, mesmo com uma menor concentração de proteínas, Costa *et al.* (2016) verificaram uma quantidade de 96,00 g de aminoácidos por 100 g de CMS. Além disso, Fogaca *et al.* (2015) afirmaram que, para crianças de 3-8 anos, a CMS atende em 100% às necessidades diárias de lisina e triptofano, em 31,54% de isoleucina, 52,63% de leucina, 14,12% de metionina, 91% de treonina, 64,61% de valina e 22,5% de histidina (FAO/WHO/UNU, 1985, 1991), sendo considerado um produto de alto valor biológico.

A CMS também apresentou maior concentração de gordura (23,10%). Luzia *et al.* (2003) encontraram valores ainda mais baixos de gordura total no filé de tilápia do Nilo, em torno de 1,33%, e indicou que o filé não é um local de depósito de gordura, característica dessa espécie. Ao passo que, as porções ventrais musculares da carcaça apresentam mais gordura e parte dessa gordura pode ser retirada junto com a CMS. Além do mais, pode-se observar na

Tabela 3, que a CMS apresentou maior somatória de ácidos graxos saturados (19,98% de área de pico), monoinsaturados (28,69% de área de pico) e poli-insaturados (14,04% de área de pico), quando comparado ao filé. Enfatiza-se ainda, a presença de ácidos graxos de grande importância para saúde, como o oleico, linolênico, araquidônico e o da série ômega-3, eicosapentaenoico (EPA).

Resultados semelhantes foram encontrados por Resende (2010), o qual observou que, devido à maior fração lipídica da CMS, esta apresentou maiores concentrações dos ácidos graxos essenciais EPA (eicosapentaenoico) e DHA (docosaexaenoico). Dessa forma, estes resultados demonstram que o resíduo da filetagem da tilápia possui matéria orgânica com boa qualidade nutricional, sendo necessário, agregar valor ao mesmo para o consumo humano.

O teor de matéria mineral varia com o processamento da CMS, pois, pequenos fragmentos de ossos moídos das espinhas podem ser incorporados. Entretanto, neste estudo, o resíduo foi passado poucas vezes pela despoldadeira, o que explicaria a baixa concentração de cinzas na CMS. Já para o filé de tilápia, o valor encontrado (1,91%) é compatível com a descrição do Contreras-Guzmán (1994), o qual relata que, a fração de cinzas em peixes de água doce apresenta variações em quantidades que vão de 0,90 a 3,39%. Quanto à composição mineral em filés de tilápia, Duarte (2017) encontrou quantidades significativas de cálcio (25,43 mg.100 g⁻¹), magnésio (32,30 mg.100 g⁻¹), sódio (41,00 mg.100 g⁻¹) e potássio (413,60 mg.100 g⁻¹).

No Brasil, não existe uma legislação que defina e regulamente a CMS de pescado. No entanto, a Instrução Normativa (IN) n° 22, de 28 de abril de 2020, que aprova os “Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha” determina o teor máximo de 30% de lipídeos e o mínimo de 12% de proteína em carnes mecanicamente separadas (BRASIL, 2020). Portanto, a CMS de tilápia está em concordância com essa legislação.

Sanshes, Pamplin e Hayashi (2020), Sosa *et al.* (2020), Coradini *et al.* (2019) e Nogueira, Faria Filho e Camargo (2017) relataram valores variados de umidade (75,9 a 85,5%), proteína (14,5 a 20,5%), lipídeos (0,8 a 3,2%) e cinzas (0,8 a 2,6%) para o filé de tilápia. Já para a CMS, Magalhães *et al.* (2019), Signor *et al.* (2019) e Cabral *et al.* (2012) observaram variação de 67,4 a 86,1% para umidade, 4,8 a 20,7% de proteína, 2,3 a 17,8 de lipídeos e 0,4 a 1,6% de cinzas. Ressaltando que, a composição centesimal do peixe varia entre as espécies, e dentro de mesma espécie, de acordo com o ambiente, a idade, o tamanho, o sistema de criação e estações do ano que se encontram no momento da captura (HUSS, 1998). Por isso, é

imprescindível o conhecimento das características das matérias-primas, pois essas, irão refletir na qualidade do produto final.

3.2 Análise microbiológica

Nas Tabelas 4 e 5 estão apresentados os resultados médios das análises microbiológicas realizadas nas amostras congeladas do filé e da CMS de tilápia e nos diferentes embutidos cozidos e defumados de tilápia, respectivamente.

Tabela 4 – Padrão microbiológico do filé e da CMS de tilápia.

Microrganismos	Filé de tilápia	CMS de tilápia
Fungos filamentosos e leveduriformes (UFC.g ⁻¹)	1,28 x 10 ²	<1,00 x 10 ^{2*}
Bactérias psicrotróficas (UFC.g ⁻¹)	3,70 x 10 ⁵	<1,00 x 10 ^{2*}
Bactérias aeróbias mesófilas (UFC.g ⁻¹)	8,40 x 10 ⁴	<1,00 x 10 ^{1*}
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC.g ⁻¹)	Negativo	Negativo
Coliformes a 35°C.g ⁻¹ (NMP.g ⁻¹)	9,40 x 10 ¹	<1,00 x 10 ^{1*}
Coliformes a 45°C.g ⁻¹ (NMP.g ⁻¹)	0,00	<1,00 x 10 ^{1*}
Enterobactérias (UFC.g ⁻¹)	<1,00 x 10 ^{1*}	<1,00 x 10 ^{1*}

CMS – Carne mecanicamente separada.

NMP.g⁻¹ - número mais provável por grama; UFC.g⁻¹ - unidades formadoras de colônias por grama.

*Valor estimado, pois não foram encontradas colônias nas diluições (10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵).

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 5 – Padrão microbiológico dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

Formulações	Microrganismos (UFC.g ⁻¹)			
	Fungos filamentosos e leveduriformes*	Bactérias psicrotróficas*	Aeróbios mesófilos*	Bactérias ácido láctica*
F1	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ¹	< 1 x 10 ¹
F2	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ¹	< 1 x 10 ¹
F3	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ¹	< 1 x 10 ¹
F4	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ¹	< 1 x 10 ¹
F5	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ¹	< 1 x 10 ¹

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

UFC.g⁻¹ - unidades formadoras de colônias por grama.

*Valor estimado, pois não foram encontradas colônias nas diluições (10⁻¹, 10⁻², 10⁻³).

Fonte: Da autora (2021).

Apesar da legislação brasileira vigente (RDC n° 331, de 23 de dezembro de 2019 e Instrução Normativa n° 60, de 23 de dezembro de 2019) estipular um limite máximo de

Staphylococcus coagulase positiva de 10^3 UFC.g⁻¹, não possui padrões de contagem de fungos filamentosos e leveduriformes, aeróbios mesófilos, psicrotróficas, bactérias ácidos lácticas (BAL) e coliformes a 35°C.g⁻¹ e a 45°C.g⁻¹ para pescado congelado e para os produtos derivados. Essas análises foram realizadas, pois, a presença desses microrganismos indica as condições higiênico-sanitárias dos produtos.

Porém, segundo a literatura consultada, notou-se que Forsythe (2005) sugere como limite máximo, a contagem de 5×10^2 UFC.g⁻¹ para fungos e leveduriformes.

A *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (ICMSF, 1986) sugere valores máximos de 10^7 UFC.g⁻¹ de aeróbios mesófilos em amostras de peixes destinadas ao consumo humano.

Para Soares *et al.* (2011), o limite de 10^5 UFC.g⁻¹ para psicrotróficos é indicativo de boa qualidade e o de 10^6 UFC.g⁻¹ é de qualidade aceitável.

Segundo Nascimento *et al.* (2020), contagens superiores a 5×10^1 NMP.g⁻¹ para coliformes em peixes, indica condições inadequadas para o consumo.

O limite crítico para BAL, estabelecido para a deterioração, é de 10^6 a 10^7 (DIEZ *et al.*, 2008, 2009; IRKIN *et al.*, 2011; SLONGO *et al.*, 2009).

De acordo com os valores levantados na literatura, as amostras de filé de tilápia congeladas, adquiridas no mercado de Lavras, MG, encontravam-se aptas para o consumo e processamento, já que, o padrão microbiológico para esta matéria-prima se apresentou abaixo dos limites estabelecidos. Essa constatação foi um ponto muito positivo, pois, na cadeia de processamento de filés de tilápia, encontra-se presente uma grande variedade de microrganismos associados à doenças veiculadas por alimentos e a sua deterioração (BOARI *et al.*, 2008).

Machado *et al.* (2010), em seus estudos, verificaram que, falhas na adoção de medidas higiênicas, desde a captura até a comercialização do pescado, comprometem sua qualidade final. Esses mesmos autores afirmaram ainda que a manipulação cuidadosa durante a filetagem é fundamental para garantir a segurança microbiológica e no prolongamento da vida útil dos filés.

Os resultados microbiológicos obtidos para a CMS de tilápia indicaram que, no processamento para sua obtenção, houve uma manipulação adequada, uma vez que, se acredita que o manipulador é o principal veiculador de *Staphylococcus* spp. e coliformes, os quais se alojam, preferencialmente, nas suas fossas nasais, boca e pele (MARENGONI *et al.*, 2009). Além disso, observou-se uma boa qualidade microbiológica das carcaças utilizada para extração da CMS, pois de acordo com Pacheco *et al.* (2004), quando as contagens de fungos e

leveduriformes e de bactérias aeróbias mesófilas e psicrotróficas estão elevadas, o que não foi observado no presente estudo, significa que a amostra pode ter sido contaminada durante a captura ou beneficiamento do pescado.

Segundo Chambo (2018), a qualidade higiênico-sanitária é uma das principais preocupações em relação ao reaproveitamento de resíduos para a fabricação de subprodutos para alimentação humana. De acordo com esse autor, o excesso de manipulação e a falta de cuidados na conservação podem favorecer o alto nível de contaminação, podendo inviabilizar seu consumo. Afirmou ainda que, a baixa higiene das operações e da matéria-prima são fatores que podem levar à ocorrência de perigos de natureza física e biológica, em pontos críticos que depreciam a qualidade de produto final.

Considerando os limiares encontrados na literatura supracitada para os microrganismos avaliados, constatou-se que todas as formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia atenderam aos padrões estabelecidos, indicando que todo o processo, inclusive o acondicionamento, foi conduzido em condições higiênicas. Além disso, verificou-se a eficiência do tratamento térmico aplicado, pois, segundo Ordeñez *et al.* (2005), quando a temperatura de 71-72°C é atingida no ponto frio do produto, ocorre a inativação das formas vegetativas dos microrganismos. Provavelmente, ocorreu também, a preservação do produto pela deposição de substâncias químicas bactericidas (fenóis, aldeídos e ácidos orgânicos) presentes na fumaça da defumação (SOUZA, 2003).

Em suma, na elaboração dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, foram seguidas estritamente as normas de higiene e sanitização recomendadas pelos órgãos de Vigilância Sanitária, resultando em um produto de melhor qualidade e com riscos reduzidos ao consumidor.

3.3 Caracterização química das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia

3.3.1 Composição centesimal

A composição centesimal média e desvios padrões de cada formulação do embutido cozido e defumado de tilápia estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6 – Composição centesimal (% em base úmida) média e desvios padrões dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

Composição centesimal (%)	Formulações					CV (%)
	F1	F2	F3	F4	F5	
Umidade*	75,82 ± 0,02	75,98 ± 0,20	73,90 ± 0,13	67,91 ± 0,16	61,64 ± 0,19	0,22
Proteína*	22,34 ± 0,45	22,23 ± 0,56	21,70 ± 0,49	20,66 ± 0,25	19,92 ± 0,16	3,28
Extrato Etéreo*	1,74 ± 0,07	3,86 ± 0,41	6,44 ± 0,75	10,44 ± 0,42	14,19 ± 0,78	4,74
Cinzas	5,90 ± 0,11	4,36 ± 0,21	4,31 ± 0,04	3,85 ± 0,14	3,83 ± 0,15	3,30

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

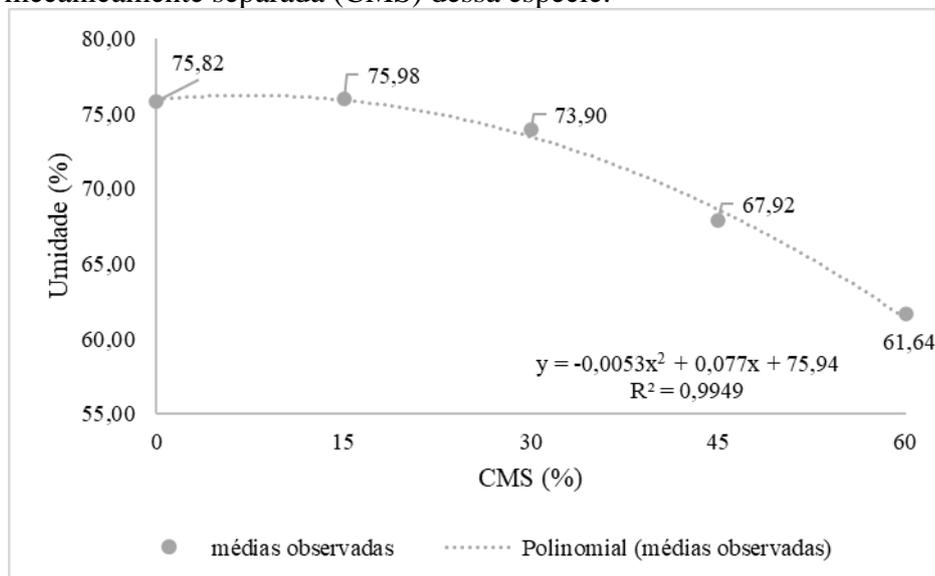
*Efeito quadrático ($P < 0,05$).

Fonte: Da autora (2021).

A composição centesimal foi afetada significativamente ($P < 0,05$) com a incorporação da CMS nas formulações dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, exceto para as cinzas.

O modelo de regressão, ajustado com o respectivo coeficiente de determinação (R^2) para os resultados de umidade, encontra-se na Figura 3.

Figura 3 - Gráfico e coeficiente de regressão do grau de umidade das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



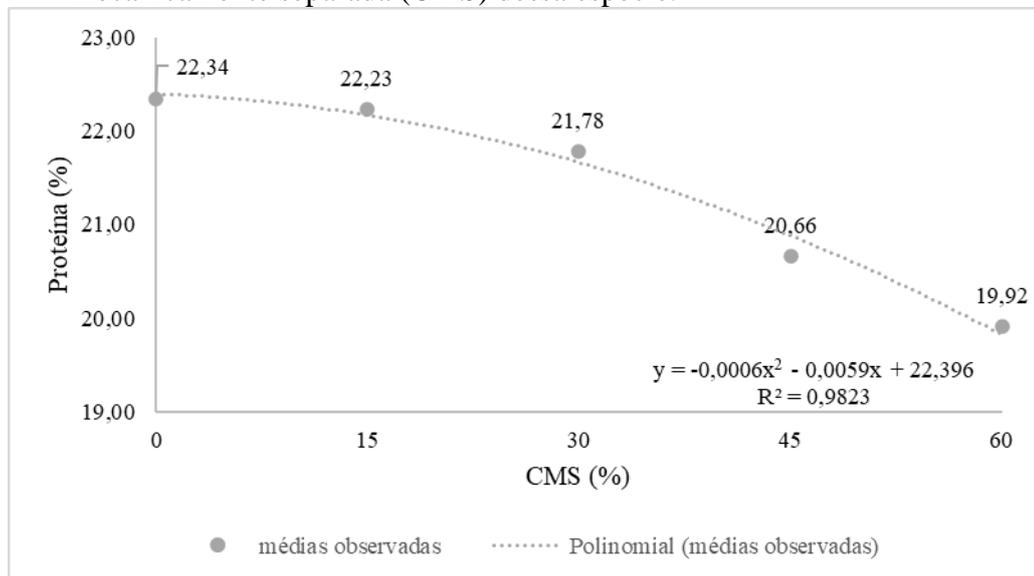
Fonte: Da autora (2021).

Houve uma redução significativa ($P < 0,05$) no grau de umidade com a incorporação da CMS (FIGURA 3), sendo que, as formulações com 0% (F1) e 15% (F2) evidenciaram as maiores médias (75,82 e 75,98%, respectivamente). Já a formulação com 60% (F5) de CMS apresentou o menor grau de umidade (61,64%). Esse comportamento pode ter ocorrido devido ao fato de que a CMS apresenta menor teor de umidade (62,70%), quando comparada com o

filé (77,70%) (TABELA 4). Entretanto, os teores de umidade das formulações pode ser determinante para a formação de um gel de boa qualidade, já que, segundo Ogawa e Maia (1999) e Guimarães (2017), produtos com até 75% de umidade, como observado no presente estudo, favorecem a reestruturação adequada das fibras, uma condição fundamental para obter melhor textura no produto final.

Na Figura 4, está representado o modelo de regressão, ajustado com o respectivo coeficiente de determinação (R^2) para os resultados de proteína.

Figura 4 – Gráfico e coeficiente de regressão do teor de proteína das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

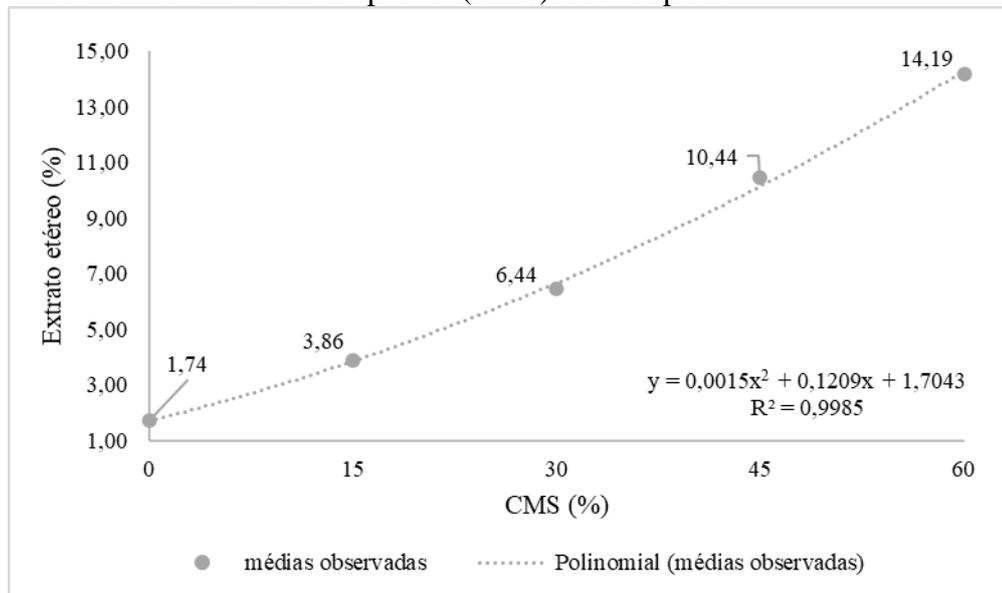
Quanto aos teores de proteína bruta, observou-se, também, um efeito quadrático ($P < 0,01$) da inclusão de níveis crescentes de CMS na formulação, sendo que, o teor proteico diminuiu de 22,34% para 19%, aumentando a inclusão da CMS de 0 para 60%. Esse efeito foi um reflexo das matérias-primas utilizadas (FIGURA 4). Como a CMS exprimiu menor valor de proteína (14,21%), quando comparada com o filé (TABELA 1), as formulações com 45% (F4) e 60% (F5), com maiores porcentagens de CMS apresentaram também os menores valores. Outro importante fator, foi a alta taxa de perda de água ocorrida nessas formulações, que pode ter contribuído para a lixiviação de proteínas sarcoplasmáticas, reduzindo o teor proteico desses produtos.

Mesmo com menor teor proteico, esses valores são ainda superiores aos encontrados por Guimarães (2014) (11,94%) e Ferreira (2013) (7,08%) no desenvolvimento de embutidos tipo apresuntado e fiambre de tilápia, respectivamente.

Outra constatação de extrema importância, foi a derivada da comparação dos embutidos cozidos e defumados de tilápia com embutidos originários de outras espécies, a não ser pescado, encontrados no mercado. As formulações contendo até 30% de CMS (F1, F2 e F3) se destacaram em relação ao presunto e ao apresuntado de suíno que, de acordo com a Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TBCA, 2020), possuem médias de 14,4 e 13,5% de proteína, respectivamente, e ao embutido de peito de peru (14,65%), desenvolvido por Pedroso (2006).

O teor de extrato etéreo dos embutidos cozidos e defumados de tilápia foi influenciado pela inclusão crescente de CMS ($P < 0,05$), conforme elucidado na Figura 5. A composição das matérias-primas causou, também, efeito significativo na composição lipídica do produto final, apresentando valor crescente ($P < 0,05$) no teor de lipídeos, à medida que se aumentou a concentração de CMS, com variação de 1,74% (F1) a 14,19% (F5).

Figura 5 - Gráfico e coeficiente de regressão do teor de extrato etéreo das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

A formulação sem adição de CMS (F1) apresentou baixo conteúdo de gordura (1,74%), o que, segundo a RDC n° 54, de 12 de novembro de 2012, permite conferir a alegação de “low”, “baixo” ou “pobre” em gorduras totais, pois, a legislação menciona que produtos sólidos que apresentem no máximo 3,0 g de gordura.100 g⁻¹ de alimentos podem receber essas denominações (BRASIL, 2012). Para a indústria de alimentos, o desenvolvimento de produtos reduzidos em gorduras é algo promissor (YANG *et al.*, 2001).

Já as formulações com 45% (F4) e 60% (F5) de CMS apresentaram os maiores teores de gordura (10,44% e 14,19%, respectivamente). Dallabona *et al.* (2013) afirma que a maior quantidade de gordura na CMS deve-se, também, à diferentes formas de fazer a limpeza da carcaça antes da extração, possibilitando em alguns casos, que uma maior quantidade de gordura fique aderida à carcaça e que essa, posteriormente, seja extraída juntamente com a CMS. Apesar disso, segundo Vidotti e Martins (2010), dependendo da dieta consumida pelo peixe, a gordura presente na cavidade abdominal e ventral pode ser composta por ácidos graxos monoinsaturados, poli-insaturados totais, saturados e ômega-3, o que traz benefícios nutricionais ao produto.

A partir da composição centesimal das formulações, nota-se que os embutidos cozidos e defumados de tilápia podem ser considerados produtos alternativos na dieta dos consumidores que procuram por produtos saudáveis, apresentando alto teor proteico e conteúdo médio de lipídeos.

3.3.2 Perfil de ácidos graxos

Os teores de ácidos graxos saturados e insaturados, expressos em % de área de pico, determinados nas diferentes formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Perfil de ácidos graxos dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

Ácidos graxos (% de área de pico)	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
Saturados (AGS)					
Butírico (C4:0)	8,10	2,78	0,72	0,51	0,25
Capríco (C6:0)	0,01	0,02	0,02	0,48	0,60
Cáprico (C10:0)	0,02	0,02	0,03	0,04	0,14
Láurico (C12:0)	0,04	0,04	0,05	0,08	0,10
Mirístico (C14:0)	1,00	1,37	2,74	2,78	4,38
Heptadecanoico (C17:0)	2,49	4,63	4,84	5,22	6,38
Esteárico (C18:0)	0,08	0,11	0,13	0,19	0,20
Araquídico (C20:0)	0,43	0,54	0,65	0,75	1,05
Beénico (C22:0)	0,10	0,12	0,12	0,12	0,30
ΣAGS	12,27	9,63	9,30	10,17	13,40
Monoinsaturados (AGM)					
Miristoleico (C14:1)	0,22	0,17	0,17	0,16	1,15
Palmitoleico (C16:1)	19,74	23,44	23,59	24,73	43,48
Oleico (C18:1 n9c)	6,42	6,50	6,70	7,62	11,75
Elaídico (C18:1 n9t)	1,25	0,81	0,43	0,34	0,21
Eicosenoico (C20:1n9)	0,88	1,56	1,64	1,65	2,09
Erúcido (C22:1n9)	0,68	0,78	1,02	2,25	2,45
Nervônico (C24:1n9)	0,25	0,27	0,28	0,36	0,91
ΣAGM	29,44	33,53	33,83	37,11	62,04
Poli-insaturado (AGPI)					
γ - Linolênico (C18:3n6)	11,96	12,32	13,33	16,94	19,14
α - Linolênico (C18:3n3)	0,37	0,17	0,16	0,15	0,13
Eicosatrienoico (C20:3n3)	0,42	0,48	0,48	0,58	1,07
Araquidônico (C20:4n6)	0,19	0,23	0,27	0,28	0,49
Eicosapentaenoico (C20:5n3)	0,44	0,49	0,52	0,59	0,98
ΣAGPI	13,38	13,69	14,76	18,54	21,81
Σ ácidos graxos totais	55,09	56,85	57,89	65,82	97,25

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

Fonte: Da autora (2021).

Conforme apresentado na Tabela 2, a CMS possui maiores teores de lipídeos (23,10%), quando comparado com o filé (7,13%). Além disso, de acordo com a Figura 5, a inclusão da CMS provocou um aumento quadrático (1,74% para 14,19%) nos teores de extrato etéreo das formulações. Assim, o somatório da porcentagem de área de pico total dos ácidos graxos demonstrou uma tendência a aumentar, à medida que ocorreu a incorporação de CMS (13,30

para 21,81% de área de pico), sendo que, as formulações com maiores concentrações de CMS apresentaram os maiores teores de ácidos graxos.

No perfil de ácidos graxos dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, é notório que nestes evidenciaram os ácidos graxos insaturados, com ênfase nos ácidos palmitoléico, oleico e γ – Linolênico, conforme encontrado em destaque, também, para o filé e CMS de tilápia (TABELA 3).

Ressalta-se a presença, mesmo que em menor quantidade, do ácido graxo essencial eicosapentaenoico (F1: 0,44; F2: 0,49; F3: 0,52; F4: 0,59; F5: 0,98), conhecido como EPA, o qual é uma forma longa e insaturada ativa da série ômega 3, e que pode ser absorvida diretamente pelos ciclos metabólicos dos seres humanos (TSUJII, 2018).

Salienta-se que, pode haver variações no perfil de ácidos graxos dos produtos em decorrência da matéria-prima, pois, os ácidos graxos dos peixes de água doce são, comumente, provenientes da dieta à que estão sujeitos e de modificações fisiológicas (AIURA, 2003). Segundo Araújo *et al.* (2013), mudanças na composição lipídica da dieta, causam alterações na biossíntese de ácidos graxos, assim, causando alterações na composição de ácidos graxos nos tecidos, afetando diretamente o perfil lipídico do produto final.

De uma forma geral, nota-se que os embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de CMS dessa espécie, apresentaram um perfil lipídico satisfatório do ponto de vista nutricional, sem gorduras trans e presença de gorduras boas e essenciais.

Enser *et al.* (2000) reafirma esse resultado a partir da relação de ácidos graxos poli-insaturados/saturados, a qual deve ser a maior possível, preferencialmente, superior a 0,4. Na Tabela 7, observa-se que todos os tratamentos obtiveram valores superiores a esse, sendo que a formulação com 0% de CMS (F1) apresentou uma relação de AGPI/AGS igual a 1,09; para F2 foi de 1,42; 1,58 para F3; 1,82 para F4 e para a F5 a relação foi de 1,63.

3.3.3 Nitrito residual

Os valores médios e desvios padrões do teor de nitrito residual, presente nas amostras dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, estão apresentados na Tabela 8. Constatou-se uma redução ($P < 0,05$) (FIGURA 6) no teor de nitrito, com a inclusão da CMS no produto, com variação de 8,24 mg.kg⁻¹ (F1) a 4,4 mg.kg⁻¹ (F5).

Tabela 8 – Teor de nitrito residual médio e desvios padrões dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

	Formulações					CV (%)
	F1	F2	F3	F4	F5	
NO ₂ R (mg.kg ⁻¹) *	8,24 ± 0,73	7,70 ± 0,63	7,20 ± 0,73	6,20 ± 0,73	4,40 ± 0,21	9,47

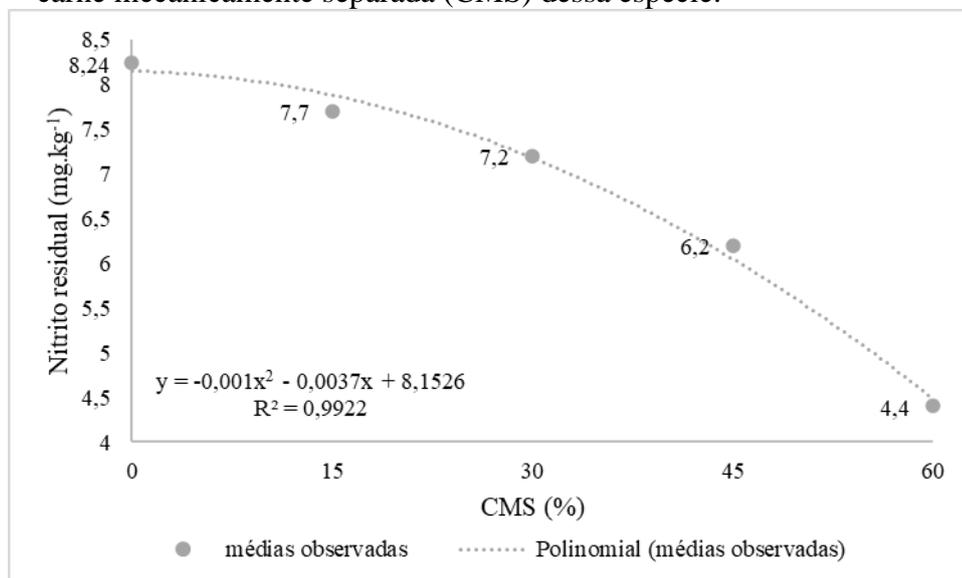
NO₂R – Nitrito residual.

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

*Efeito quadrático (P<0,05)

Fonte: Da autora (2021).

Figura 6 - Gráfico e coeficiente de regressão do teor de nitrito residual das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

O nível residual do nitrito corresponde à quantidade de nitrito que não reagiu com proteínas heme e não-heme, peptídeos, aminoácidos e metais (MAC DONALD; GRAY; GIBBINS, 1980; MASSINGUE, 2012), ficando disponível para atuar ao longo da estocagem do produto. Considerando que a CMS apresenta maior teor de pigmentos heme, quando comparado ao filé, níveis significativos de ferro e outros elementos (KOLSARICI; CANDOGAN; AKOGLU, 2010; PEREIRA, 2009) disponíveis para reagir com o nitrito, pode-se justificar os menores teores residuais nas formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia com maiores concentrações de CMS. Além disso, devido à maior perda de água nessas formulações durante o processamento, os sais de nitrito podem ter sido solubilizados e exsudados.

Visando controlar os níveis desses aditivos em produtos cárneos, a legislação brasileira, através da RDC n° 272, de 14 de março de 2019, estabeleceu que os níveis residuais máximos de nitrito expressos em nitrito de sódio não devem ultrapassar 150 mg.kg^{-1} do produto final (BRASIL, 2019).

Dessa forma, como pode ser observado na Tabela 8, os embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de CMS dessa espécie, se destacam por apresentarem um teor de nitrito residual médio reduzido, em torno de 95%, quando comparado com a legislação vigente.

Furlan *et al.* (2020) e Oliveira *et al.* (2017), analisando amostras de embutidos comercializados em diferentes cidades, observaram concentrações médias, variando de $29,25 \text{ mg.kg}^{-1}$ a $249,80 \text{ mg.kg}^{-1}$, sendo que, 25,0% das marcas estavam com o conteúdo de nitrito de sódio superior ao valor estabelecido pela legislação brasileira. Os autores ressaltam, ainda, que é possível reduzir, significativamente, a concentração de nitrato e nitrito adicionado na preparação de embutidos por algumas empresas, sem que o mesmo perca suas qualidades e boa aceitação pelos consumidores.

Rojo (2019) observou uma tendência na redução do consumo de embutidos no Brasil, apontando como principal motivo, a maior preocupação com a alimentação saudável. Di Vita *et al.* (2019) afirmam que altos teores de sal e nitritos desencorajam a intenção de compra.

Dessa forma, há uma disparidade nas médias dos conteúdos de nitrito de sódio quantificados nas formulações dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, em relação ao limite da legislação e aos embutidos já comercializados e avaliados nas literaturas, demonstrando que o produto desenvolvido se destaca, também, nesse aspecto, e que, devido à busca por alimentos mais saudáveis, pode se tornar uma alternativa promissora no mercado de embutidos.

3.4 Caracterização física das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia

3.4.1 Rendimento

As porcentagens médias e desvios padrões de rendimento de cada formulação de embutido cozido e defumado de tilápia, em relação aos processos de cozimento e defumação, estão descritas na Tabela 9. Observa-se nas Figuras 7 e 8, que os rendimentos desses processos foram afetados significativamente, apresentando um decréscimo ($P < 0,05$) com a inclusão da CMS.

Tabela 9 – Porcentagem média e desvios padrões de rendimento ao cozimento e à defumação de diferentes formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

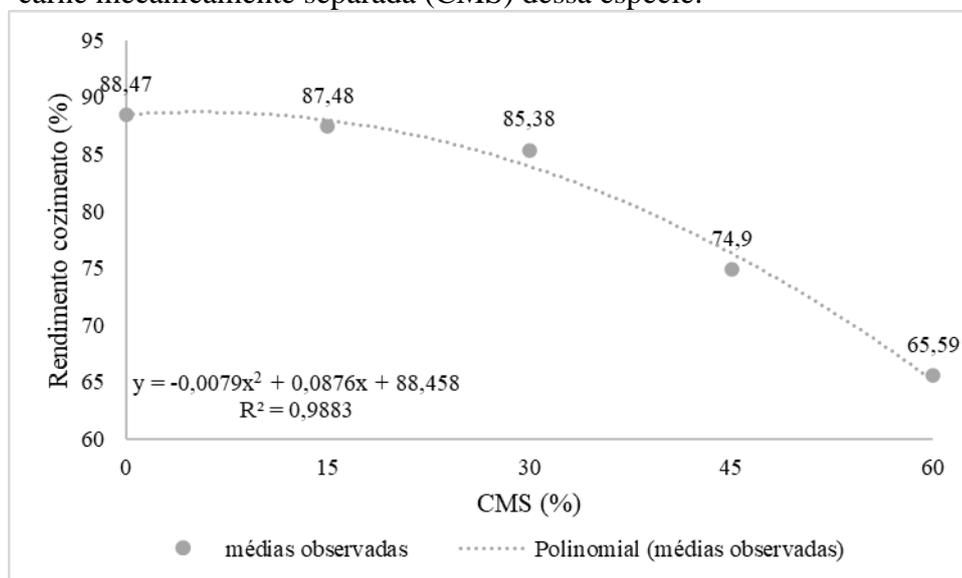
Rendimento (%)	Formulações					CV (%)
	F1	F2	F3	F4	F5	
Cozimento*	88,47 ± 0,66	87,48 ± 0,68	85,38 ± 0,53	74,90 ± 0,14	65,59 ± 0,55	0,68
Defumação*	75,14 ± 0,33	73,14 ± 0,37	69,92 ± 0,45	62,40 ± 0,85	54,19 ± 0,54	0,81

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

*Efeito quadrático ($P < 0,05$).

Fonte: Da autora (2021).

Figura 7 - Gráfico e coeficiente de regressão de rendimento ao cozimento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Para os produtos com 0% (F1), 15% (F2) e 30% (F3), constataram-se os mais elevados valores de rendimento, entre as formulações, os quais variaram de 88,47% (F1) a 85,38% (F3). Vale ressaltar, entretanto, que houve uma diminuição gradativa ($P < 0,05$) no rendimento ao cozimento, com a inclusão de maior porcentagem de CMS nas formulações (efeito quadrático). Considerando a F1, a formulação de referência, a diferença de perda entre essa e as formulações no processo de cozimento foi de 0,99% (F2); 3,09% (F3); 13,57% (F4) e 22,88% (F5).

No processo de cozimento, ocorre a coagulação de proteínas e desidratação parcial delas, gerando consistência firme ao produto (ALDA, 2018). As interações proteína-água e proteína-proteína, e o teor de gordura, são fundamentais para a maior eficiência desse processo. A água serve para solubilizar as proteínas hidrossolúveis e atuar como constituinte de uma salmoura necessária para a extração das proteínas miofibrilares, pelos sais dissolvidos. Se não

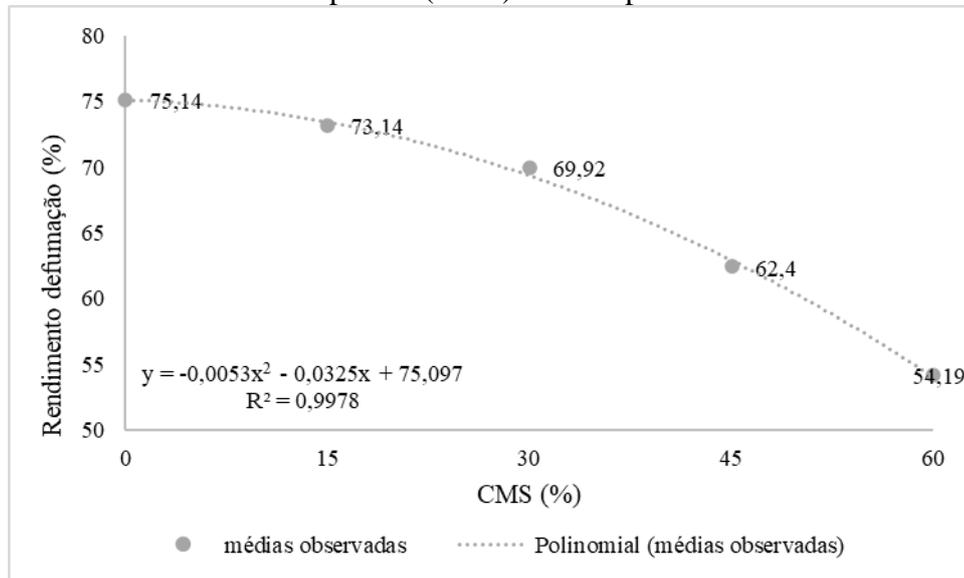
houver água suficiente, a capacidade gelificante das proteínas fica comprometida. Além disso, para uma maior solubilidade das proteínas, deve haver um baixo número de segmentos hidrofóbicos, para que a superfície da proteína entre em contato com a água. Assim, quanto menor o teor de gordura presente, maior é a força do gel (BAGESTAN, 2012; PARDI *et al.*, 1996). O rompimento das fibras musculares expõe as proteínas à água. As proteínas naturalmente insolúveis (principalmente, miosina e actina, ou complexo actomiosina) formam um gel capaz de reter água, característica bastante importante, e influenciam nas propriedades de textura, sensoriais e de rendimento (BAGESTAN, 2012; KATZ, 1997).

Diante disso, pode-se explicar a ocorrência dos menores rendimentos e da maior diferença, em relação à formulação referência, para as formulações com maiores inclusões de CMS (F4 e F5, respectivamente). De acordo com a composição dessa matéria-prima, apresentada na Tabela 2, a CMS possui menores valores de água (62,70%) e de proteína (14,42%), e maiores teores de gordura (23,10%), quando comparada ao filé (77,27%, 24,64% e 7,13%, respectivamente). Além disso, a quebra das proteínas no processo de obtenção da CMS pode acarretar o comprometimento das suas propriedades tecnológicas, resultando em um produto com rendimento de produção menor, devido à sua redução na capacidade de reter água, e assim, aumentando a perda de peso durante o processo de cozimento (KONDO, 2014).

Para as formulações F4 e F5, pode ser viável a utilização de fosfatos, pois, esses aditivos atuam na coagulação e gelatinização das proteínas, favorecendo a ligação da água com as proteínas musculares e, assim, aumentando o nível de rendimento do produto (GIRARDI, 1991; NAKAMURA; NETO, 2003).

A aplicação da defumação como uma ação conservante, se dá pela combinação da salga e da parcial desidratação. Dessa forma, esse processo influencia no teor de umidade, atividade de água e rendimento do produto (BAGESTAN, 2012; FLORES, 1997). Na Figura 8, está elucidado o comportamento do rendimento à defumação dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, com a inclusão crescente de CMS.

Figura 8 - Gráfico e coeficiente de regressão de rendimento à defumação das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Através da Figura 8, observa-se que, com a inclusão crescente de CMS, houve uma diminuição ($P < 0,05$) no rendimento à defumação (efeito quadrático).

Para os produtos com 0% (F1), 15% (F2) e 30% (F3), constataram-se os mais elevados valores de rendimento, os quais variaram de 75,14% (F1) a 54,19% (F3). Considerando F1 como formulação de referência, a diferença de perda entre essa e as formulações no processo de defumação foi de 2,00% (F2); 5,22% (F3); 12,74% (F4) e 20,95% (F5), proporções similares às encontradas no processo de cozimento, devido às características de umidade, proteína e gordura inerentes às matérias-primas.

A perda de peso ocorrida no processo de defumação das formulações F1, F2 e F3, estão de acordo com Sigurgisladottir *et al.* (2000), os quais afirmaram em seus estudos que essas perdas podem variar de 10 a 30%, dependendo do tipo de material *in natura*, das características do produto final e dos parâmetros usados no processo, tais como o tempo e a temperatura.

3.4.2 Perfil de textura, força de cisalhamento e capacidade de retenção de água

Na Tabela 10, estão representados as médias e os desvios padrões do perfil de textura, força de cisalhamento e capacidade de retenção de água das diferentes formulações de embutido cozido e defumado de tilápia.

Tabela 10 - Valores médios e desvios padrões do perfil de textura, força de cisalhamento e capacidade de retenção de água das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

Parâmetros	Formulações					CV (%)
	F1	F2	F3	F4	F5	
Dureza (g)*	8452,53 ± 119,25	6595,57 ± 69,04	6385,80 ± 111,32	6709,52 ± 69,48	5360,53 ± 85,50	5,08
Elasticidade (mm)**	0,89 ± 0,004	0,90 ± 0,006	0,91 ± 0,006	0,85 ± 0,002	0,81 ± 0,006	0,89
Gomosidade**	6386,19 ± 76,83	4796,43 ± 49,89	4838,22 ± 69,21	3389,84 ± 78,31	3887,74 ± 50,28	5,55
Mastigabilidade (g.mm)**	5701,95 ± 83,87	4366,64 ± 20,14	4388,53 ± 65,90	3592,43 ± 49,17	3234,18 ± 45,45	4,78
Coabilidade**	0,75 ± 0,003	0,74 ± 0,0009	0,73 ± 0,005	0,74 ± 0,005	0,74 ± 0,002	1,02
Cisalhamento (N)*	23,48 ± 0,91	32,58 ± 0,73	12,72 ± 0,54	13,98 ± 0,85	8,39 ± 0,32	5,4
CRA (%)**	97,97 ± 0,25	97,89 ± 0,23	97,81 ± 0,28	97,49 ± 0,39	96,12 ± 0,72	6,7

CRA – Capacidade de retenção de água.

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

* Efeito cúbico (P<0,05).

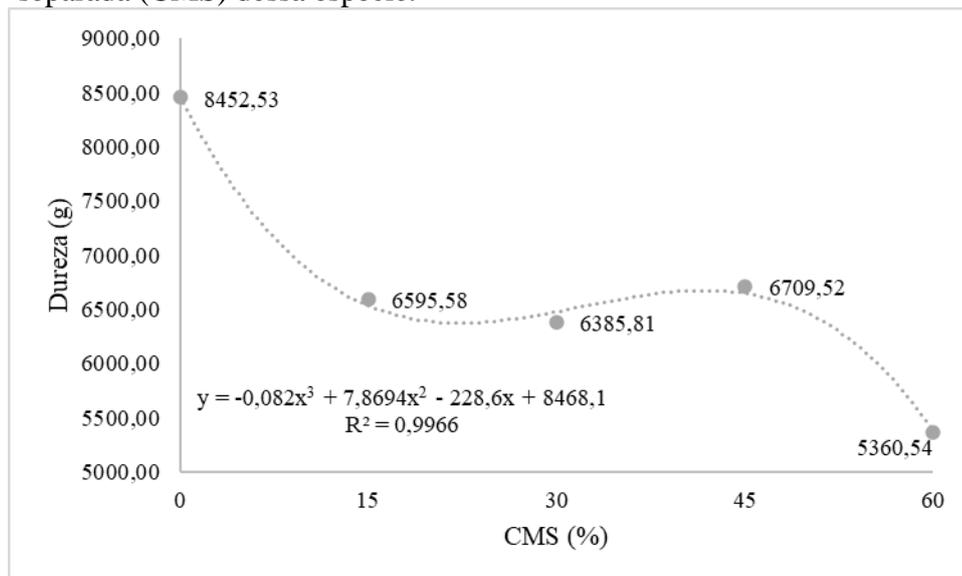
**Efeito quadrático (P<0,05).

Fonte: Da autora (2021).

Observou-se que a inclusão da CMS de tilápia afetou, significativamente ($P < 0,05$), todos os parâmetros de textura avaliados, exceto a coesividade.

O parâmetro, dureza, reduziu conforme o aumento da concentração de CMS ($P < 0,05$). O modelo de regressão ajustado para a dureza está demonstrado na Figura 9.

Figura 9 - Gráfico e coeficiente de regressão da dureza das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.

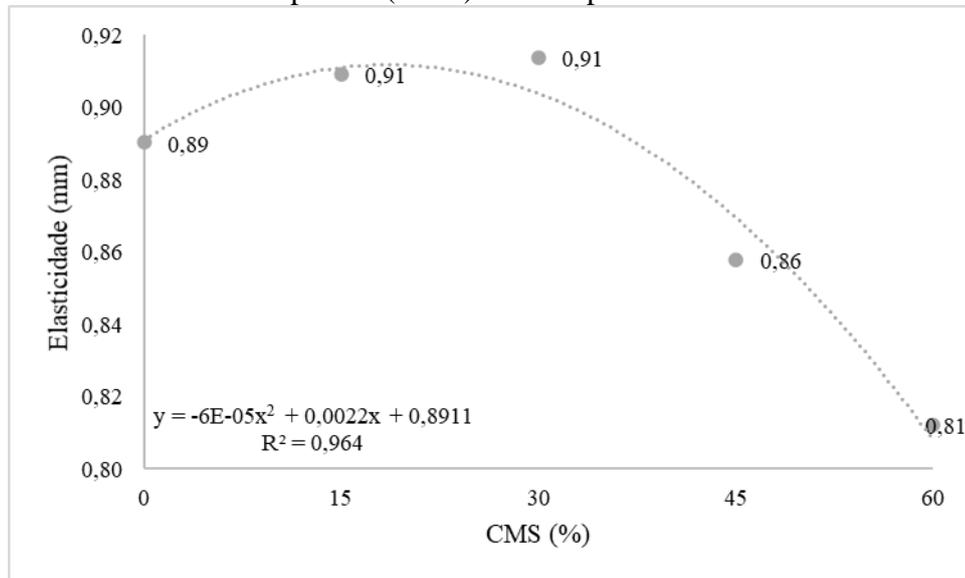


Fonte: Da autora (2021).

A dureza, como parâmetro físico, refere-se à força necessária para atingir uma dada deformação. Já como parâmetro sensorial, é a força necessária para comprimir uma substância entre molares (SZCZESNIAK, 2002). Para produtos cárneos, essa medida é influenciada diretamente pela disponibilidade de proteínas miofibrilares, especialmente, a miosina, por atuar no processo de formação de géis (RAMOS; GOMIDE, 2017). Desta maneira, como o filé de tilápia possui um maior teor de proteínas (24,64%), quando comparada à CMS (14,42%) (TABELA 2), a formulação com maior concentração de filé (F1) se sobressaiu em apresentar uma textura mais firme.

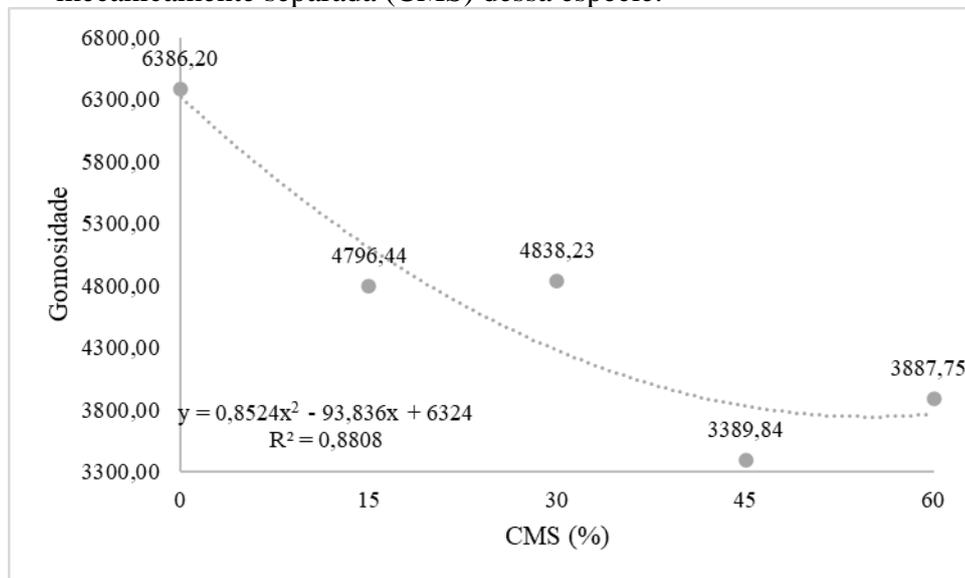
A partir da inclusão de 45% de CMS (F4), houve uma redução ($P < 0,05$) na elasticidade dos embutidos cozidos e defumados de tilápia. Para gomosidade, também houve um decréscimo nos valores ($P < 0,05$), à medida que se aumentou a concentração de CMS. Os modelos de regressão ajustados para esses parâmetros estão apresentados nas Figuras 10 e 11, respectivamente.

Figura 10 - Gráfico e coeficiente de regressão da elasticidade das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Figura 11 - Gráfico e coeficiente de regressão da gomosidade das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

A elasticidade ou flexibilidade é a taxa na qual o material deformado volta à sua condição indeformada (SZCZESNIAK, 2002). No decorrer do processo, foi observado a tendência de ruptura das amostras, à medida que se aumentou a concentração de CMS, não voltando à sua forma original. Esse efeito foi verificado, devido à diminuição nos valores de

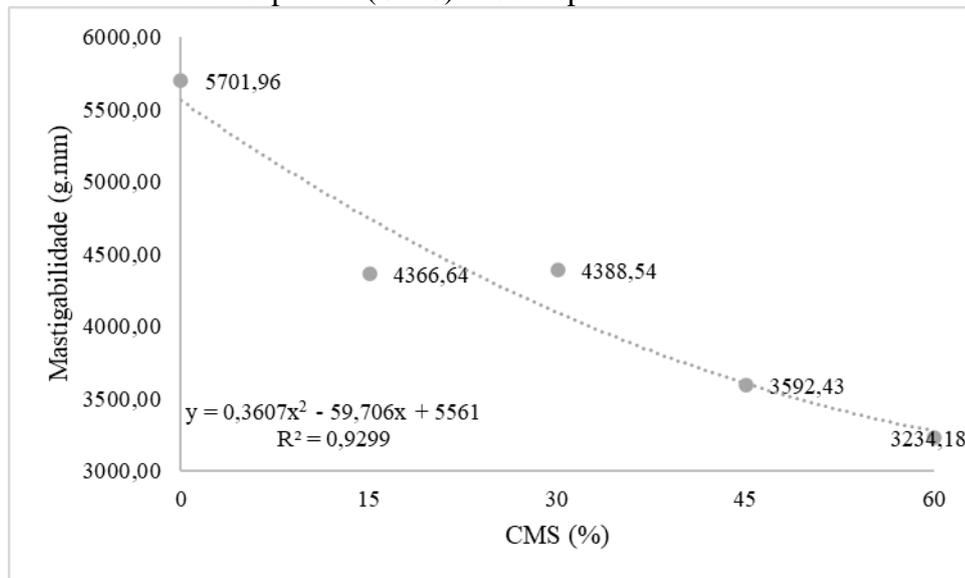
gomosidade (6386,19 – 0% para 3887,74 – 60%) (FIGURA 11), a qual é a energia necessária para desintegrar um alimento, ou seja, rompê-lo.

Para Pons e Fiszman (1996), valores próximos a 1 mm, referem-se a produtos elásticos, assim, todas as formulações podem ser consideradas elásticas, com destaque para as formulações com 15% (F2) e 30% (F3) de CMS.

Pereira (2010) e Lago *et al.* (2019) evidenciaram que o embutido ainda mantém sua estrutura com a inclusão de CMS até valores próximos de 50%. A partir desta concentração, a estrutura desta matéria-prima passa a ser predominante sobre o produto, gerando redes mais fracas, fundamentando os achados neste estudo.

O efeito quadrático ($P < 0,05$), a partir da inclusão da CMS observada para a mastigabilidade, está representada na Figura 12. Observou-se uma redução nessa variável, à medida que se aumentou a inclusão de CMS.

Figura 12 - Gráfico e coeficiente de regressão da mastigabilidade das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Mastigabilidade é a energia para mastigar um alimento sólido para um estado pronto para engolir, sendo ligado à dureza, coesão e elasticidade (SZCZESNIAK, 2002). Dessa forma, a formulação com 0% (F1) de CMS apresentou a maior média de mastigabilidade (5701,96 g.mm) e, as formulações com 45% (F4) e 60% (F5) obtiveram os menores valores (3592,43 e 3234,18 g.mm, respectivamente).

O alto teor de gordura da CMS (23,10%) (TABELA 2) promove uma redução das forças de mastigabilidade, supostamente, por proporcionar uma maior maciez e suculência ao produto.

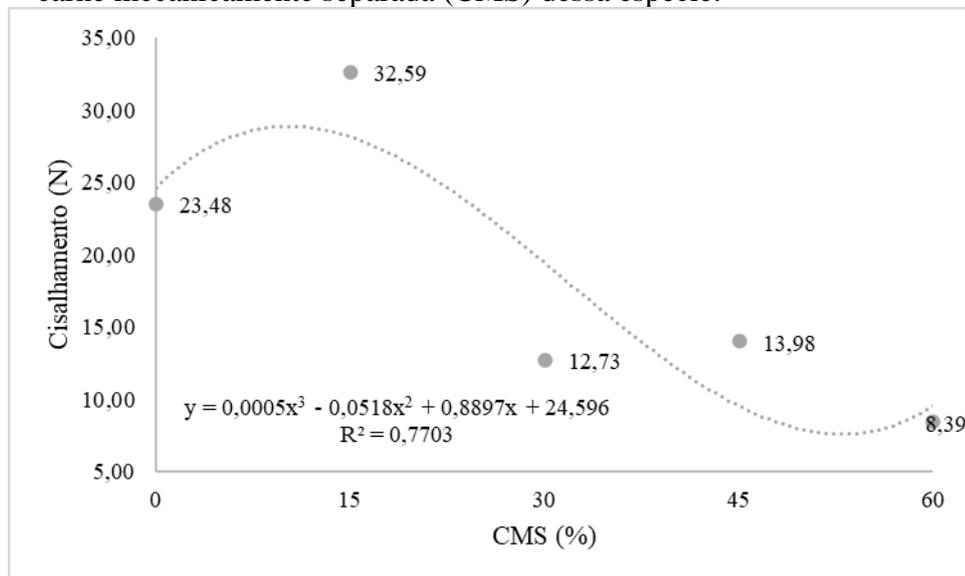
Froning (1981) ressalta que o processamento da CMS ocasiona rupturas e desnaturação proteica, e consequente, aumento da maciez, assim como foi encontrado neste estudo. O mesmo autor cita que a adição de CMS em embutidos, também causa fragilidade nas ligações proteicas, resultando na variação significativa dos parâmetros de textura.

Resultados inferiores, em relação ao presente estudo, em todos os parâmetros de TPA foram observados por Lago *et al.* (2018) e Alda (2018), ao avaliarem embutidos emulsionados elaborados com filé e CMS de tilápia. Essa diferença pode estar relacionada com a incorporação de outras fontes de gordura para ocorrer a formação de emulsão, sendo característica desses produtos, a maior maciez, ou textura “esfarelando” (ALDA, 2018).

Apesar das diferenças encontradas entre esse estudo e os citados acima, as autoras observaram as mesmas tendências de redução em todos os parâmetros do perfil de textura apresentadas no presente estudo, à medida que se realizou a substituição do filé pela CMS.

A força de cisalhamento sofreu um efeito cúbico ($P < 0,05$), reduzindo com o aumento de inclusão da CMS. O modelo de regressão ajustado está representado na Figura 13.

Figura 13 - Gráfico e coeficiente de regressão da força de cisalhamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

A força de cisalhamento é um método objetivo, que mede a força necessária para o cisalhamento (corte) de uma seção transversal de carne e produtos cárneos, expressando a maciez (ou dureza) (ALVES; GOES; MANCIO, 2005). Sendo assim, observou-se um comportamento semelhante aos da TPA, sendo que, os embutidos com maior concentração de

CMS, por serem menos firmes, mais gomosos e mais fáceis de mastigar, necessitaram de menores forças para realizar os seus cortes. As formulações com maiores concentrações de filé de tilápia (F1 e F2) se caracterizaram por serem mais firmes e com maior resistência ao corte.

Lorenzo *et al.* (2011), avaliando os efeitos das gorduras com níveis de 20, 30 e 40% sobre as propriedades de embutidos secos curados, concluíram que a força de cisalhamento reduz, quando o teor de gordura se eleva. Segundo os autores, o aumento da força de cisalhamento indica maior dureza e resistência ao corte, maior firmeza e, conseqüentemente, menor maciez, reforçando o comportamento descrito no presente estudo.

Além do efeito da gordura nesse parâmetro, Prestes (2008) verificou uma correlação entre a umidade, força de cisalhamento e fatiabilidade, sendo que, quando ocorre uma redução na umidade do produto, há uma redução na força de cisalhamento e piora a fatiabilidade. Esse autor reafirmou, portanto, os resultados do presente estudo, onde as formulações com maiores concentrações de CMS, apresentaram maiores teores de gordura, menores teores de umidade e, assim, a textura foi afetada.

Na prática, foi observado a tendência de “esfarelamento” da amostra ao serem fatiadas quando se incluiu mais que 60% de CMS, limitando, assim, o teor de inclusão desta matéria-prima no presente estudo.

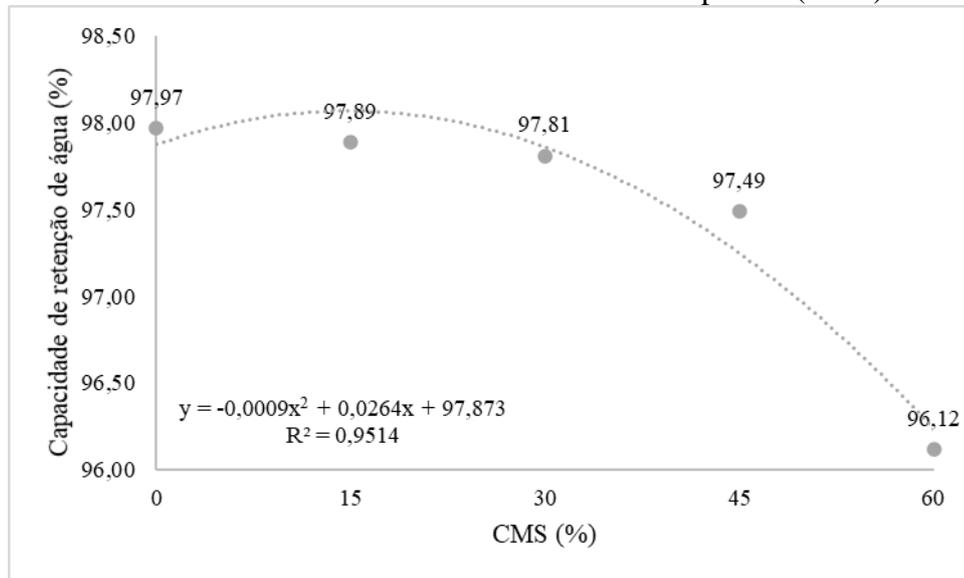
Moura (2012) e Lago *et al.* (2018) observaram o mesmo efeito em embutidos de jundiá e de tilápia, respectivamente, principalmente, na formulação elaborada com 100% de CMS.

A capacidade de retenção de água (CRA) é uma das características mais importantes da carne e produtos cárneos, devido à água ser o componente mais abundante. A CRA é definida como a capacidade do produto de reter, total ou parcialmente, a própria água e, eventualmente, a água adicionada durante a aplicação das forças externas, como: corte, aquecimento, trituração e prensagem do tecido muscular (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Dessa forma, o rendimento e todos os parâmetros de textura são influenciados pela CRA.

Foi observado nesse estudo, uma redução ($P < 0,05$) da capacidade dos embutidos cozidos e defumados de tilápia em reter água, à medida que se incluiu a CMS (FIGURA 14).

Figura 14 - Gráfico e coeficiente de regressão da capacidade de retenção de água das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Segundo Kondo (2014), quando o produto possui menor CRA, as perdas de umidade e, conseqüentemente, de peso, durante seu armazenamento e processamento, podem ser significativas. Esse mesmo autor sugere que, a fim de reduzir os efeitos na textura dos embutidos de tilápia, em decorrência de inclusões mais altas de CMS, pode ser realizado um estudo com o intuito de otimizar as concentrações dos ingredientes tecnológicos, como as proteínas de soja, carragena, fécula de mandioca, fosfatos e transglutaminase, os quais têm a função de evitar a perda de líquido em excesso durante o processo.

Em suma, um perfil de textura que apresente maiores valores de dureza e elasticidade, além de uma maior força no cisalhamento e capacidade de retenção de água, como observados para as formulações com 0% (F1) e 15% (F2) de CMS, são desejáveis para manter uma melhor fatiabilidade e rendimento de processo.

3.4.3 Cor instrumental

Sabe-se, que a aparência de qualquer produto é uma das primeiras impressões sensoriais que o consumidor tem, sendo a cor, um atributo de qualidade que influencia, diretamente, na aceitação (PAULA, 2018). Sendo assim, a cor instrumental foi avaliada e as médias e desvios padrões para os parâmetros de cor externa e interna dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, estão apresentados na Tabela 11.

Ao se avaliar a cor instrumental externa dos produtos, observou-se uma diminuição nos valores de L^* e um aumento nos valores de a^* , com a inclusão de níveis crescentes de CMS ($P < 0,05$). Entretanto, para a cor interna desses mesmos produtos, observou-se apenas o aumento dos valores de a^* ($P < 0,05$). Esses resultados podem ser mais bem visualizados nas Figuras 15, 16 e 17.

Tabela 11 - Valores médios e desvios padrões dos parâmetros de cor externa e interna das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

Parâmetros externos	Formulações					CV (%)
	F1	F2	F3	F4	F5	
L^{**}	45,00 ± 0,20	43,18 ± 0,41	43,10 ± 0,37	38,43 ± 0,77	38,38 ± 0,76	1,42
a^{**}	6,60 ± 0,08	6,93 ± 0,41	8,03 ± 0,57	8,43 ± 0,37	8,57 ± 0,59	4,78
b^*	16,24 ± 0,41	17,46 ± 0,57	17,57 ± 0,32	17,15 ± 0,24	17,67 ± 0,37	1,97
Parâmetros internos						
L^*	57,06 ± 0,68	58,60 ± 0,04	58,33 ± 0,49	56,51 ± 0,57	55,87 ± 0,73	3,47
a^{**}	6,20 ± 0,21	6,10 ± 0,14	7,00 ± 0,22	7,47 ± 0,28	7,90 ± 0,33	4,72
b^*	6,90 ± 0,17	7,20 ± 0,25	6,75 ± 0,34	7,27 ± 0,34	7,20 ± 0,09	5,18

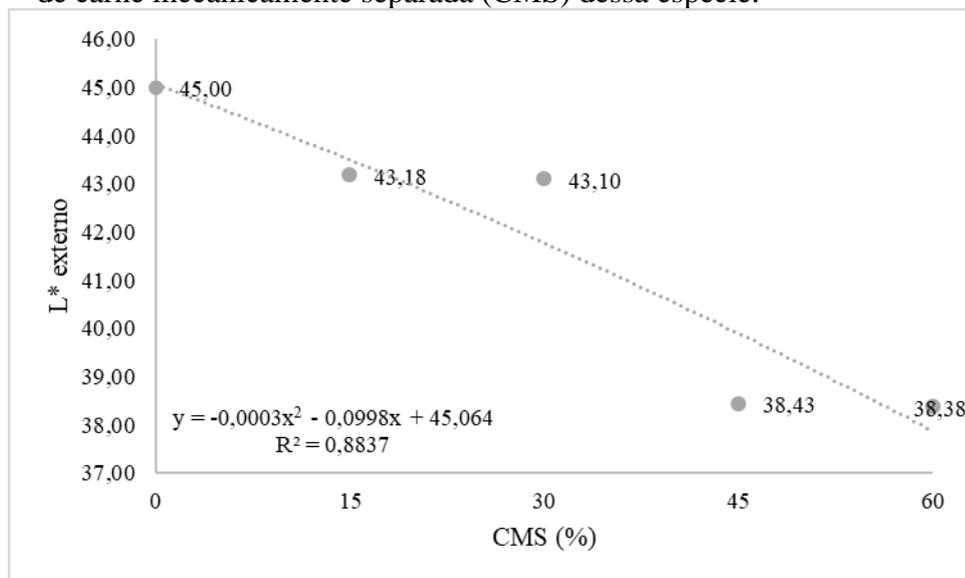
L^* - luminosidade; a^* - tendência para cor vermelha; b^* - tendência para cor amarela.

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

*Efeito quadrático ($P < 0,05$).

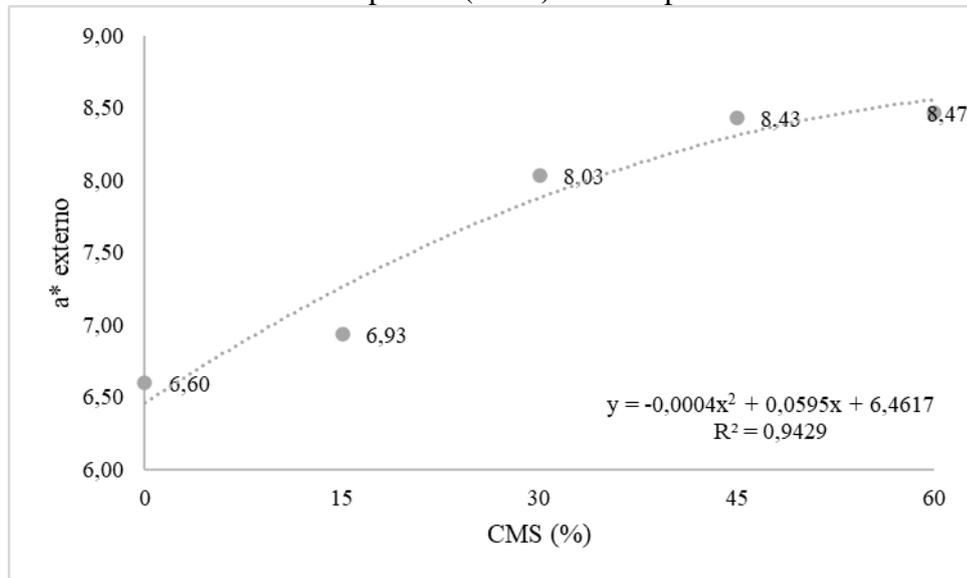
Fonte: Da autora (2021).

Figura 15 - Gráfico e coeficiente de regressão da luminosidade (L^*) externa das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



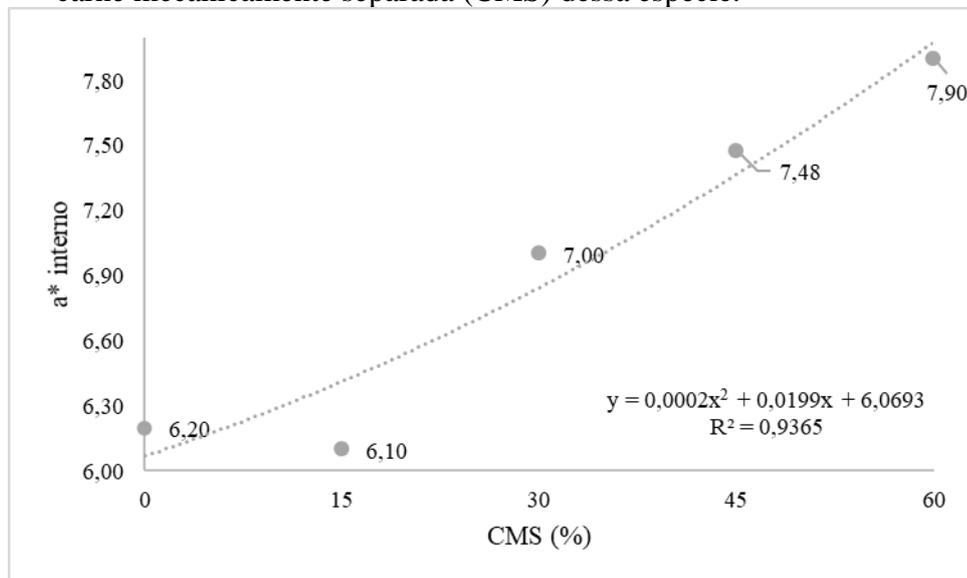
Fonte: Da autora (2021).

Figura 16 - Gráfico e coeficiente de regressão do parâmetro a* externo das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Figura 17 - Gráfico e coeficiente de regressão do parâmetro a* interno das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Foi verificado que as cascas formadas na defumação dos embutidos ficaram mais escuras e vermelhas, à medida que se incluiu a CMS na formulação. Foram observados, então, menores valores de luminosidade (L^*), com redução ($P < 0,05$) de 45,00 (F1) para 38,38 (F5), além, de um aumento quadrático ($P < 0,05$) do parâmetro a^* , de 6,60 (F1) para 8,47 (F5).

Em relação à cor interna dos produtos, o mesmo comportamento da coloração vermelha externa foi observado, com o aumento ($P < 0,05$) de a^* interno de 6,20 (F1) para 7,90 (F5).

As tilápias são constituídas, majoritariamente, por fibras brancas, assim o teor de mioglobina é muito baixo (SUEMITSU, 2018). Sánchez-Alonso e Borderias (2008), justificam a coloração mais escura encontrada na CMS pela presença de hemopigmentos que são incorporados durante o seu processamento. Dessa forma, essas características das matérias-primas refletiram no produto, sendo que, nas formulações com maiores concentrações de filé de tilápia, predominou uma coloração menos avermelhada que nos produtos com maiores concentrações de CMS.

Macari (2007) observou menores valores para os parâmetros de cor em embutidos, tipo apresuntado de tilápia, com variação na luminosidade média de 71,38 a 76,69 e para a^* de 2,52 a 4,18. Essa diferença ocorreu, não somente pelos maiores níveis de CMS empregados no presente estudo, mas também, pelo fato da cor ser intensificada com a desidratação e com o aumento do tempo de exposição, temperatura e oxigênio, durante o processo de defumação (BERAQUET; MORI, 1984).

Em contrapartida, quando Macari (2007) adicionou concentrações de 0,01 a 0,03% de corante carmim de cochonilha, os valores médios internos de a^* se equipararam ao do embutido cozido e defumado de tilápia, variando de 6,19 a 8,28. Cabe ressaltar que, no estudo dessa autora, essas foram as formulações que obtiveram maiores notas de aceitação sensorial.

Válková *et al.* (2007) observaram que os consumidores de uma região europeia preferiram produtos derivados de pescado com maior valor de luminosidade e menor participação da tonalidade vermelha, mas não necessariamente, esses resultados se confirmariam no presente estudo. Ressalta-se, portanto, a necessidade da realização do teste de aceitação das formulações, para verificar a influência dessa variação de cor no grau de gostar e desgostar dos produtos.

Cabe, entretanto, ressaltar que, de uma forma geral, os produtos cárneos defumados possuem características sensoriais, como sabor e odor, bem peculiares e com grande aceitação pelos consumidores (FRANCO *et al.*, 2013).

3.5 Caracterização físico-química das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia

Na Tabela 12, estão apresentados os valores médios e desvios padrões da atividade de água (a_w) e pH dos produtos elaborados.

Tabela 12 - Valores médios e desvios padrões da atividade de água e pH das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

Formulações	Atividade de água*	pH**
F1	0,9775 ± 0,0017	6,04 ± 0,040
F2	0,9723 ± 0,0015	6,19 ± 0,020
F3	0,9749 ± 0,0017	6,13 ± 0,030
F4	0,9714 ± 0,0020	6,18 ± 0,004
F5	0,9572 ± 0,0014	6,16 ± 0,004
CV (%)	0,17	0,41

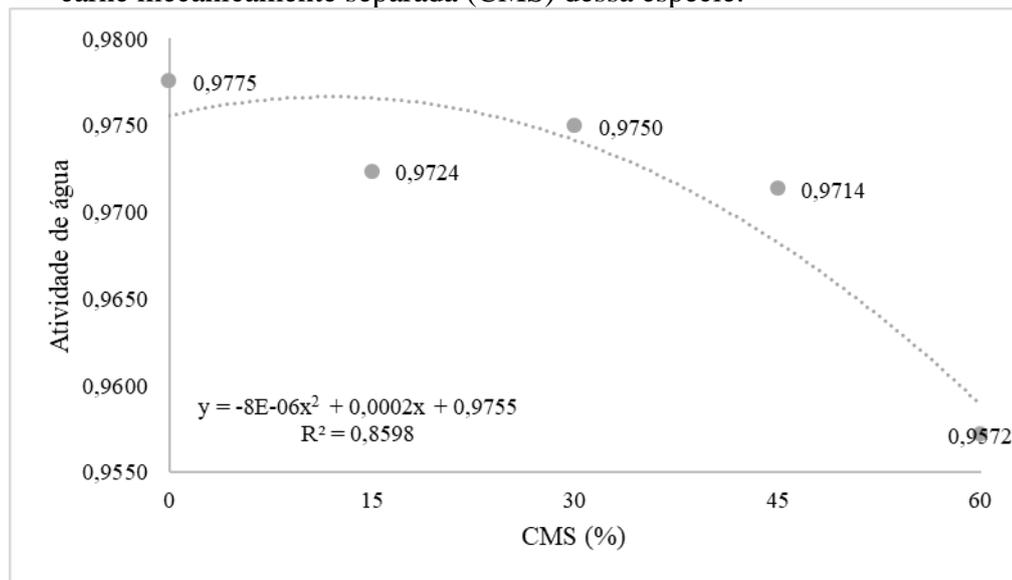
F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

*Efeito quadrático (P<0,05).

**Efeito cúbico (P<0,05).

Fonte: Da autora (2021).

Figura 18 - Gráfico e coeficiente de regressão da atividade de água das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Foi observado uma diminuição (P<0,05) nos valores de a_w dos produtos, conforme houve a inclusão crescente de CMS.

Como a a_w é uma medida qualitativa dos alimentos, que permite avaliar a disponibilidade de água livre que é suscetível à diversas reações (FEITOSA *et al.*, 2018), justifica-se esse comportamento, com base nas características inerentes às matérias-primas, em que a CMS possui menor teor de umidade, quando comparado ao filé (TABELA 1). Os teores de umidade e CRA dos embutidos avaliados, também ajudam a explicar os valores médios encontrados para essa variável (TABELAS 6 e 10 respectivamente). As formulações com

maiores concentrações de CMS, se caracterizaram por maiores perdas de água, durante o processamento e, assim, menor a_w .

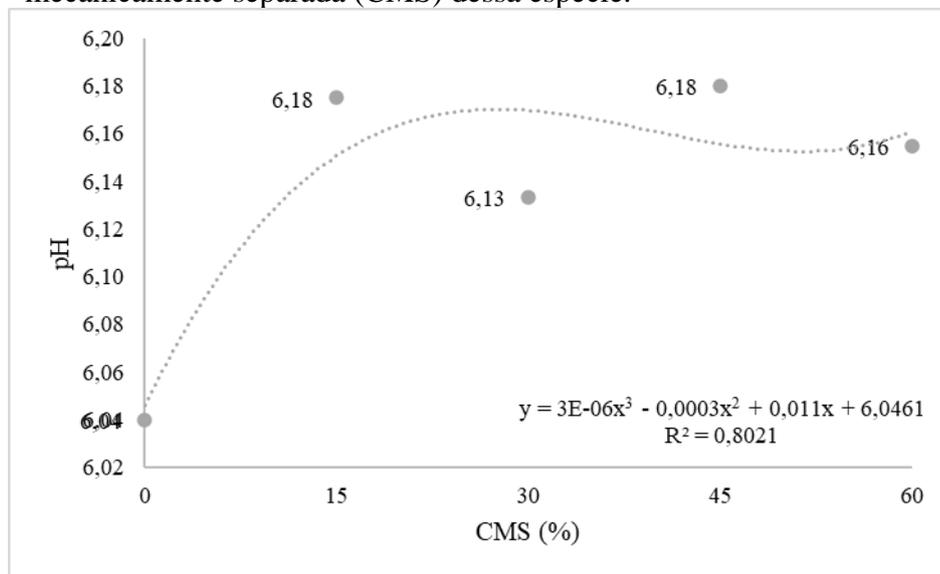
Ressalta-se também, a influência da a_w na textura do produto, pois, o aumento do valor dessa variável, para a formulação com 30% de CMS (F3), resultou no aumento da gomosidade (FIGURA 11) e da mastigabilidade (FIGURA 12).

Apesar desta redução que ocorre na a_w , em função dos níveis crescentes de inclusão de CMS, a a_w média do produto de 0,9706 permite classificar os embutidos cozidos defumados de tilápia, como alimentos de alta atividade de água (LAGO *et al.*, 2018).

Macari (2007) encontrou valores médios de a_w superiores aos encontrados no presente trabalho, para os embutidos, tipo apresuntado, de tilápia. Os valores situaram-se em torno de 0,985 a 0,992. Essa diferença pode ter ocorrido, devido ao processo de defumação, pois, o uso da secagem, causam ao longo do processo, a diminuição da atividade de água.

Em relação ao pH dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, foi observado um efeito cúbico ($P < 0,05$), com um aumento de 6,04 para 6,16, à medida que houve a substituição de 0 a 60% de filé por CMS de tilápia, que pode ser visualizado na Figura 19.

Figura 19 - Gráfico e coeficiente de regressão do pH das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de carne mecanicamente separada (CMS) dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Esse comportamento pode ter sido influenciado pela diferença de pH das matérias-primas, ou por alguma outra fonte de variação não controlada e, portanto, não pode ser explicado nesse estudo.

Porém, de acordo com a Instrução Normativa nº 21, de 31 de maio de 2017, o pH da porção muscular de pescado congelado deve ser no máximo de 7,00 e todos os valores médios para essa variável ficaram abaixo desse valor.

Lago *et al.* (2018) encontraram valores de pH para a CMS e filé de tilápia de 6,62 e 6,15, respectivamente. Esses autores avaliaram também, salsichas elaboradas com filé e CMS de tilápia, e encontraram média de pH igual a 6,23.

Segundo Xavier e Beraquet (1994), o rompimento celular, durante o processo de extração da CMS, libera as catepsinas (enzimas lisossômicas presentes na carne) responsáveis por promover a hidrólise de proteínas com formação de metabólitos como bases nitrogenadas, as quais, tornam mais alto o pH da CMS.

Lage (2012), avaliando o pH de apresuntados elaborados com carne suína, observaram que os valores ficaram ligeiramente abaixo, com média de 5,79. Já nos estudos realizados por Guimarães (2017), em apresuntados de tilápia, o pH variou de 6,53 a 6,63. Essa diferença deve-se à matéria-prima, já que, a carne de pescado apresenta menor conteúdo de glicogênio e pH próximo da neutralidade. Logo, ocorre baixa produção do ácido lático na etapa de pré-rigor (GONÇALVES, 2011).

Diante desses resultados, o embutido cozido e defumado de tilápia pode ser considerado como muito perecível por apresentar $\text{pH} > 5,2$ e $a_w > 0,95$. As técnicas de manipulação posteriores ao cozimento do produto defumado, tais como armazenamento, depelagem, embalagem, exposição ao ar e porcionamento, reduzem grandemente a estabilidade do produto defumado. Estes produtos requerem a utilização de outras tecnologias de conservação como: a refrigeração, embalagem a vácuo, embalagem em atmosfera modificada, proteção à luz, ou outro meio (MOELLER; LINDER, 1996; TERRA; FREITAS; CICHOSKI, 2007).

3.6 Pesquisa de mercado

A pesquisa de mercado online foi realizada com 167 mulheres, 132 homens e 1 preferiu não responder, totalizando 300 participantes. As faixas etárias majoritárias foram entre 26 e 45 anos (50,7%) e entre 18 e 25 anos (45,3%). Sobre a escolaridade, 33,0% estão cursando ou já possuem pós-graduação, 29,3% possuem superior completo e 25,4% superior incompleto. As regiões de residência dos participantes e a preferência de carne para o consumo estão demonstradas na Tabela 13.

Tabela 13 – Frequência relativa (%) da preferência de carne em relação à região de residência dos participantes da pesquisa de mercado online do embutido cozido e defumado de tilápia.

Região de residência	Preferência de carne (%)				
	Bovina	Suína	Peixe	Aves	Outra
Sudeste	44,7	25,0	10,7	17,7	1,0
Centro-Oeste	3,7	2,0	0,7	0,7	0,0
Nordeste	2,0	3,0	0,0	1,3	0,7
Norte	1,0	0,0	1,3	0,0	0,0
Sul	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Distrito Federal	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bolívia	2,0	0,7	0,0	0,7	0,0

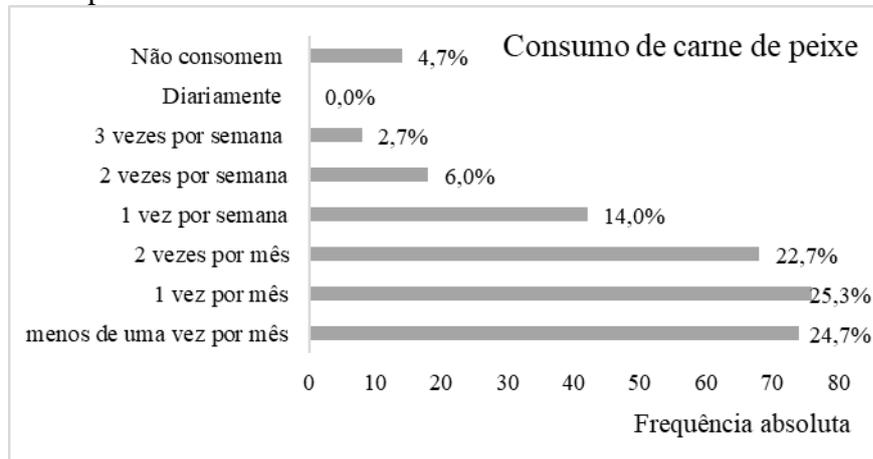
Fonte: Da autora (2021).

Considerando todos os dados obtidos, a carne bovina é a primeira escolha como fonte de proteínas pela população, seguida por suínos, aves e peixes. Porém, o consumo diferencial entre populações que habitam diferentes regiões deve ser considerado, pois, as características singulares de cada região, assim como sua cultura, influenciam nas escolhas alimentares, por vezes, gerando tendências de consumo na população (COSTA *et al.*, 2013).

A única região observada nesta pesquisa, em que a população possui preferência por peixes em suas refeições é a região Norte. A pesca extrativa é uma das principais atividades desta região, sendo responsável pelo abastecimento de comunidades urbanas, mas, principalmente, ribeirinhas, haja visto, o crescimento da aquicultura na região (OLIVEIRA; FRÉDOU; LUCENA, 2007; RÊGO, 1999). Devido à oferta constante e preços atrativos dos peixes nessa região, especialmente, em comunidades ribeirinhas, é possível que parte da população tende a consumir mais destes produtos, quando comparado com outros tipos de carne (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016).

Em relação ao consumo de carne de peixes, apenas 4,7% relataram não consumir. Para os que consomem (95,3%), a frequência verificada está descrita na Figura 20.

Figura 20 – Histograma de frequência absoluta e relativa (%) do consumo de carne de peixe pelos participantes da pesquisa de mercado online do embutido cozido e defumado de tilápia.

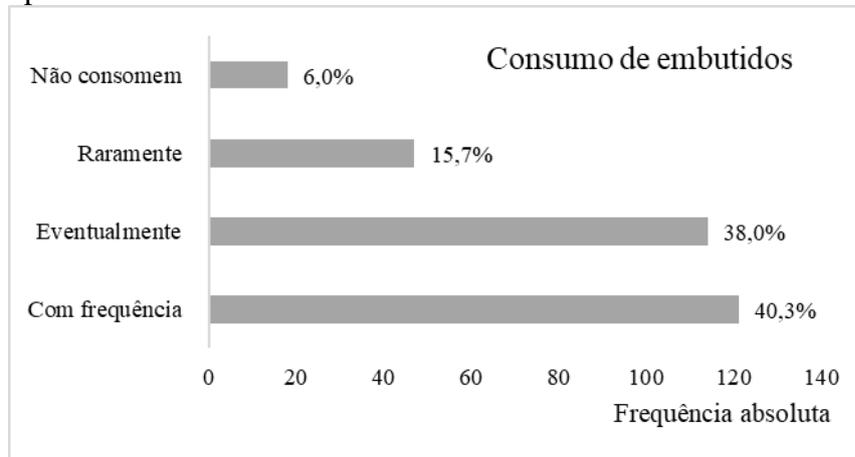


Fonte: Da autora (2021).

A maioria dos participantes consomem peixe com pouca frequência, apenas uma vez por mês ou menos. Esses dados corroboram a informação de que, no Brasil o consumo de pescado ainda é baixo, cerca de $10 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (SEAFOOD BRASIL, 2020). Embora a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization* - FAO, 2018) recomenda um consumo de $12 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. Os principais motivos levantados para justificar esse baixo consumo, foram o hábito (32,9%), seguido do preço (26,02%) e disponibilidade (18,64%). Esses resultados vão de encontro com Maciel et al. (2015), de acordo com os autores, o baixo consumo de pescado no Brasil é atribuído à falta de tradição, preço elevado e falhas na cadeia produtiva de pescados.

No presente estudo, quando questionados sobre o consumo de embutidos (presunto, apresuntado, mortadela e peito de peru), a frequência relativa e absoluta das respostas está apresentada na Figura 21.

Figura 21 – Histograma de frequência absoluta e relativa (%) do consumo de embutidos pelos participantes da pesquisa de mercado online do embutido cozido e defumado de tilápia.



Fonte: Da autora (2021).

Segundo Oliveira *et al.* (2017), devido ao aumento do consumo, o mercado de embutidos tem expandido na última década, uma vez que o consumo de produtos cárneos como salsichas, linguiças e mortadelas, tem se tornado cada vez mais presente no hábito alimentar da população brasileira. Reafirmando os achados no presente estudo, em que 78,3% dos participantes possuem hábito de consumir embutidos com frequência, ou eventualmente.

Quando apresentadas as imagens dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, 90,9% afirmaram que comprariam o novo produto, sendo que os principais motivos que levariam a adquirir são: expectativa de um sabor agradável (28,66%); aparência (20,46%); qualidade nutricional (18,19%); praticidade (15,54%) e preço (12,74%). Além disso, os entrevistados que mostraram interesse no produto, relataram que teriam preferência no embutido cozido e defumado de tilápia, em relação aos embutidos comerciais, se o novo produto for mais saboroso (43,8%), mais saudável (32,6%) e se tiver melhor preço (14,5%), e a maioria (49,5%) estariam dispostos a pagar de R\$ 3,50 a 5,50 por 100 g do produto.

Com base nesta pesquisa, foi possível perceber um nicho de mercado com alto potencial a ser explorado pela indústria de pescados e de produtos cárneos, visto que existe um público com grande interesse em consumir novos produtos provenientes da carne de peixe. Tal fato deve ser aproveitado como uma nova oportunidade.

3.7 Estimativa de custo

A estimativa de custo das diferentes formulações dos embutidos cozidos e defumados de tilápia (TABELA 14), refere-se a 1kg de massa cárnea e não ao produto final. Os preços das

matérias-primas e demais ingredientes foram adquiridos, mediante consulta nos mercados locais e online, para a elaboração de um produto em escala piloto, dessa forma, os valores não se referem ao preço de custo da empresa fornecedora.

Tabela 14 – Estimativa de custo para a produção de 1kg de massa cárnea de cada formulação do embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

Ingredientes	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
Filé de tilápia	26,600	22,610	18,620	14,630	10,640
CMS de tilápia	0,000	0,513	1,026	1,539	2,052
Água	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136
PIS	0,107	0,107	0,107	0,107	0,107
Sal	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
Sal de cura	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Condimento	0,371	0,371	0,371	0,371	0,371
Antioxidante	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
Fumaça líquida	0,114	0,114	0,114	0,114	0,114
Fécula de mandioca	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
Carragena	1,660	1,660	1,660	1,660	1,660
Corante	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091
Transglutaminase	9,890	9,890	9,890	9,890	9,890
TOTAL (R\$)	39,058	35,581	32,104	28,627	25,150

CMS – Carne mecanicamente separada; PIS – Proteína isolada de soja.

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

Fonte: Da autora (2021).

A adição do filé de tilápia contribuiu para elevar o custo de produção dos embutidos. Considerando um rendimento à filetagem de 33%, um quilo de filé de tilápia carrega, praticamente sozinho, o custo de produção, transporte e processamento de três quilos do peixe inteiro, acarretando um alto valor de varejo. Dessa maneira, formulações com substituição do filé pela CMS apresentam menores estimativas de custo, fornecendo às indústrias de pescado uma oportunidade de utilização rentável dos resíduos da filetagem da tilápia.

Kubitza (2016) estimou uma redução de R\$ 8,27 no quilo do filé, devido ao aumento na recuperação da matéria-prima, na forma de CMS. Além, de fortalecer o aproveitamento de resíduos agroindustriais, contribui, conseqüentemente, para a diminuição do impacto ambiental e enriquece a alimentação humana.

Ressalta-se, que o custo das formulações com maiores concentrações de CMS, para produzir 1 kg de produto final, pode ser maior, devido ao baixo rendimento. Assim, sugere-se,

para essas formulações, adicionar uma maior quantidade de ingredientes tecnológicos, como: as proteínas de soja, carragena, fécula de mandioca e fosfatos, os quais têm a função de evitar a perda de líquido em excesso, durante o processo.

Considerando o valor comercial dos principais embutidos, presunto (R\$ 25,90), apresuntado (R\$ 14,98), mortadela defumada (R\$ 19,98) e peito de peru (R\$ 39,98), o embutido cozido e defumado de tilápia pode ser competitivo no mercado.

4 CONCLUSÃO

O processo de obtenção da carne mecanicamente separada de tilápia a ser utilizada na elaboração dos embutidos cozidos defumados demonstrou ser eficiente e ser realizado nas condições higiênico-sanitária adequadas. A boa qualidade microbiológica das matérias-primas, aliado ao processamento dentro das boas práticas de fabricação, propiciaram a elaboração de produtos dentro dos padrões microbiológicos.

As diferentes concentrações de CMS de tilápia incluídas na elaboração de embutidos cozidos e defumados analisadas afetaram tecnologicamente e nutricionalmente os produtos, entretanto, não houve depreciação. A CMS apresentou um efeito maior nas características de textura, rendimento, perdas de peso, na coloração avermelhada externa e interna dos produtos, além, de reduzir os teores de umidade e proteína, e aumentar o de lipídeos. Os produtos apresentaram teores reduzidos de nitrito de sódio e exibiram boa qualidade nutricional, destacando-se a presença dos ácidos graxos insaturados palmitoleico, oleico e γ – Linolênico.

A formulação com a incorporação de 15% e 30% de CMS, mais se aproximaram das características do embutido elaborado somente com filé (0% de CMS).

A estimativa de custo das formulações, demonstrou que o produto derivado de tilápia pode ser competitivo com os embutidos já comercializados.

A pesquisa de mercado permitiu concluir que existe um nicho de mercado para esse produto e demonstrou, que se o produto fosse disponibilizado no mercado, possivelmente, seria adquirido pelos consumidores. Sendo necessário, entretanto, a realização de um estudo direto com os potenciais consumidores, como o de teste de aceitação.

Desta forma, as formulações desenvolvidas são uma alternativa para agregar valor aos resíduos da filetagem da tilápia, podendo ser empregados na elaboração de um produto popularmente conhecido, como o embutido, com características mais saudáveis e nutritivas, podendo ser uma opção para incentivar o consumo de peixe pela população e reduzir a contaminação do meio ambiente ao evitar o descarte desses resíduos de forma inadequada.

REFERÊNCIAS

- ALDA, P. C. **Elaboração de embutido, tipo mortadela, com resíduos do processo de filetagem da tilápia do Nilo**. 2018. 91 p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.
- ALVES, D. D.; GOES, R. H. de T. B. de; MANCIO, A. B. Maciez de carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, [Goiás], v. 6, n. 3, p. 135-149, out. 2005. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/370>. Acesso em: 01 dez. 2020.
- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 19 ed. 2012.
- ARAÚJO, J. C. *et al.* Influência dos ácidos graxos na expressão gênica de peixes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, [Málaga], v. 13, n. 3, p. 1–29, mar. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/982203/influencia-dos-acidos-graxos-na-expressao-genica-de-peixes>. Acesso em: 18 nov. 2020.
- ARIMA, H. K.; PINTO NETO, M. **Curso sobre qualidade e processamento de presunto cozido e apresuntado**. Campinas: Centro de Tecnologia de Carnes ITAL, 1995.
- BAGESTAN, M. M. **Perfil sensorial, físico, químico e microbiológico de embutido de peito de peru (*Maleadris gallopavo*) defumado**. 2012. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
- BERAQUET, N. J.; MORI, E. E. M. Influência de diferentes métodos de defumação na aceitabilidade de cavalinha *Scomber japonicus* *Houtt* defumada. **Coletânea do ITAL**, v. 14, p. 1-25, 1984.
- BOARI, C. A. *et al.* Bacterial ecology of tilapia fresh fillets and some factors that can influence their microbial quality. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 863-867, Oct./Dec. 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000400015. Acesso em: 18 nov. 2020.
- BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. **Industrialização de tilápias**. 1. ed. Paraná: Unioeste, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa n.º 51, de 29 de dezembro de 2006 - Regulamento técnico de atribuição de aditivos e seus limites das seguintes categorias de alimentos: categoria 8: carne e produtos cárneos. **Diário [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa n.º 31, de 31 de maio de 2017 - Regulamento técnico fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado. **Diário [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2017.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC n.º 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC n.º 54, de 12 de novembro de 2012. Aprova o Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 2012.

CHAMBO, A. P. S. **Aproveitamento do resíduo de filetagem da tilápia do Nilo para produção de farinhas com potencial aplicação na alimentação humana**. 2018. 97 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

COSTA, T. V. *et al.* Aspectos do consumo e comércio de pescado em Parintins. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 63-75, jan. 2013. Disponível em: https://www.pesca.sp.gov.br/39_1_63-75.pdf. Acesso em: 18 nov. 2020.

DALLABONA, B. R. *et al.* Effect of heat treatment and packaging systems on the stability of fish sausage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [Viçosa], v. 42, n. 12, p. 835-843, Dec. 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982013001200001&lng=en&tlng=en. Acesso em: 15 dez. 2020.

DIEZ, A. M. *et al.* Application of organic acid salts and high-pressure treatments to improve the preservation of blood sausage. **Food Microbiology**, [London], v. 25, n. 1, p. 154–161, Feb. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740002007000809>. Acesso em: 28 nov. 2020.

DIEZ, A. M. *et al.* Effectiveness of combined preservation methods to extend the shelf life of Morcilla de Burgos. **Meat Science**, [Oxford], v. 81, n. 1, p. 171–177, Jan. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174008002386>. Acesso em: 23 nov. 2020.

DI VITA, G. *et al.* Quality attributes and harmful components of cured meats: Exploring the attitudes of Italian consumers towards healthier cooked ham. **Meat Science**, [Oxford], v. 155, p. 8-15, Sept. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31048239/>. Acesso em: 01 out. 2020.

DONADON, F. A. B.; SANTOS, D. F. L. Modelo de negocio y estrategia de innovación de una empresa brasileña de alimentos. **Estudios Gerenciales**, [Santiago de Cali], v. 36, n. 156, p. 337-350, July/Sept. 2020. Disponível em: https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/3634. Acesso em: 18 out. 2020.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. 2018.

FEITOSA, B. E. de S. *et al.* Umidade, Cinzas e atividade de água em Avium comercializados em Santarém, Pará. **Agroecossistemas**, [Pará], v. 10, n. 1, p. 115-130, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/5177>. Acesso em: 07 nov. 2020.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: Ed. UFLA, 2000. 66 p.

FERREIRA, T. S. A. **Desenvolvimento de um novo produto alimentar: Fisham – fiambre de pescada e salmão enriquecido com óleo de peixe**. 2013. 131 p. Dissertação (Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar) – Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar, Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, 2013.

FLORES, J. Mediterranean vs northern European meat products. Processing technologies and main differences. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 59, n. 4, p. 505–510, Aug. 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814697000113>. Acesso em: 18 dez. 2020.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal Biological Chemistry**, [New York], v. 226, n. 1, p. 497-509, May 1957. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13428781/>. Acesso em: 05 nov. 2020.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 424 p.

FRANCO, M. L. R. S. *et al.* Qualidade microbiológica e vida útil de filés defumados de tilápia-do-Nilo sob refrigeração ou congelamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [Brasília], v. 48, n. 8, p. 1071-1079, ago. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v48n8/v48n8a40.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2020.

FRONING, G. W. Mechanical deboning of poultry and fish. **Advances in Food Research**, [New York], v. 27, p. 109-147, 1981. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065262808602980>. Acesso em: 09 out. 2020.

FURLAN, M. *et al.* Determinação de nitrato e nitrito em produtos cárneos: adequação à legislação. **Magistra**, [Cruz das Almas], v. 31, p. 559-567, 2020. Disponível em: <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/936>. Acesso em: 18 dez. 2020.

GIRARD, J. P. **Tecnologia de la carne y de los productos cárnicos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991. p. 299.

GONÇALVES, A. A. Aspectos gerais do pescado. *In*: GONÇALVES, A. A. (ed.). **Tecnologia do pescado: Ciência, tecnologia, inovação e legislação**. 1. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. 624 p.

GUIMARÃES, C. P. **Polissacarídeos sulfatados de rodofíceia *Hypnea musciformis* como aditivos em apresetados de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e análise de estocagem sob refrigeração**. 2017. 78 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

HAGUIWARA, M. M. H. *et al.* Comportamento funcional da CMS reestruturada de tilápia híbrida vermelha. **Brazilian Journal of Development**, [São José dos Pinhais], v. 6, n. 7, p. 42759-42766, jul. 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/12562>. Acesso em: 04 nov. 2020.

ICMSF - INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications**. 2. ed. 1986.

IRKIN, R. *et al.* Influence of packaging conditions on some microbial properties of minced beef meat at 4 °C storage. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 17, n. 5, p. 655-663, Oct. 2011. Disponível em: <http://dspace.balikesir.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12462/7109#sthash.YXpjCh82.dpbs>. Acesso em: 16 jan. 2021.

ITAL - INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Brasil Food Trends 2020. **As tendências da alimentação**, 2010. cap. 3.

KATZ, F. The changing role of water binding. **Food Technology**, [Chicago], v. 51, p. 64-66, 1997.

KOLSARICI, N.; CANDOGAN, K.; AKOGLU, I. T. Effect of frozen storage on alterations in lipids of mechanically deboned chicken meats. **Gida**, [Portugal], v. 35, n. 6, p. 403-410, May 2010. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/78491>. Acesso em: 08 jan. 2021.

KONDO, H. **Uso de carne ácida de peito de peru em embutido: Impacto da formulação nas características tecnológicas do produto**. 2014. 55 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

KUBITZA, F. Aquicultura no Brasil conquistas e desafios. **Revista Panorama da Aquicultura**, [Rio de Janeiro], v. 25, p. 10-25, 2015. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/?s=Aquicultura+no+Brasil+conquistas+e+desafios>. Acesso em: 09 nov. 2020.

LAGE, F. C. S. **Caracterização de apresentado com baixo teor de gordura formulado com soro de leite e lactulose**. 2012. 181 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

LAGO, A. M. T. *et al.* Fish sausages prepared with inclusion of Nile tilapia minced: Correlation between nutritional, chemical, and physical properties. **Journal of Food Processing and Preservation**, [Malden], v. 42, n. 10, p. 1-11, Oct. 2018. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.13716>. Acesso em: 18 jan. 2021.

LOPES, I. G.; OLIVEIRA, R. G.; RAMOS, F. M. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. **Biota Amazônia**, [Amapá], v. 6, n. 2, p. 62-65, abr. 2016. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/1929>. Acesso em: 04 jan. 2021.

LORENZO, J. M. *et al.* Effect of fat level on physicochemical and sensory properties of dry-cured duck sausages. **Poultry Science**, [United States], v. 90, n. 6, p. 1334-1339, June 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119420191>. Acesso em: 27 nov. 2020.

MACARI, S. M. **Desenvolvimento de formulação de embutido cozido à base de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 122 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MAC DONALD, B.; GRAY, J. I.; GIBBINS, L. N. Role of nitrite in cured meat flavor: antioxidant role of nitrite. **Journal of Food Science**, [Malden], v. 45, n. 4, p. 893-897, July 1980. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1980.tb07473.x>. Acesso em: 08 dez. 2020.

MACIEL, E. S. *et al.* Atributos de qualidade do pescado relacionados ao consumo na cidade de Corumbá, MS. **Boletim Instituto da Pesca**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 199-206, fev. 2015. Disponível em: https://www.pesca.sp.gov.br/41_1_199-206.pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.

MACHADO, T. M. *et al.* Fatores que afetam a qualidade do pescado na pesca artesanal de municípios da costa sul de São Paulo, Brasil. **Boletim Instituto da Pesca**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 213–223, dez. 2010. Disponível em: https://www.pesca.sp.gov.br/36_3_213-223rev.pdf. Acesso em: 14 out. 2020.

MARENGONI, N. G. *et al.* Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [Salvador], v. 10, n. 1, p. 168-176, jan./mar. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284040728_Caracterizacao_microbiologica_sensorial_e_centesimal_de_fishburgers_de_carne_de_tilapia_mecanicamente_separada. Acesso em: 10 nov. 2020.

MASSINGUE, A. A. **Uso de carne mecanicamente separada de aves na elaboração de mortadelas à base de carne de cordeiros e de ovelhas**. 2012. 105 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

MERINO, L. *et al.* Time-dependent depletion of nitrite in pork/beef and chicken meat products and its effect on nitrite intake estimation. **Food Additives & Contaminants: Part A**, [Abingdon], v. 33, n. 2, p. 186–192, Feb. 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4784486/>. Acesso em: 02 jan. 2021.

METCALFE, L. D.; SCHMITZ, A. A.; PELKA, J. R. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. **Analytical Chemistry**, [Washington], v. 38, n. 3, p. 514-515, Mar. 1966. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac60235a044>. Acesso em: 05 jan. 2021.

MOELLER, P.; LINDER, D. How smoking has been made simple. **Meat processing**. 1996.

MOTZER, E. A. *et al.* Quality of restructured hams manufactured with PSE pork as affected by water binders. **Journal of Food Science**, [Malden], v. 63, n. 6, p. 1007-1011, July 1998. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15843.x>. Acesso em: 08 out. 2020.

MOURA, L. F. **Uso de resíduos da filetagem de jundiá (*Rhamdia quelen*) e ácido fítico para elaboração e conservação de embutido cárneo**. 2012. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

NAKAMURA, V. Y.; NETO, M. P. Uso de fosfatos em frutos do mar. **Revista Nacional da Carne**, v. 320, p. 110-111, out. 2003.

NOGUEIRA, E. I. **Desenvolvimento e caracterização de embutido cárneo tipo mortadela elaborado com resíduos provenientes da filetagem de tilápia do Nilo**. 2016. 45 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

OGAWA, M., MAIA, E. L. **Manual de Pesca: Ciência e tecnologia do pescado**. 1. ed. São Paulo: Livraria Varela, 1999. p. 430.

OLIVEIRA, D. M.; FRÉDOU, T.; LUCENA, F. A pesca no Estuário Amazônico: uma análise uni e multivariada. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, [Belém], v. 2, n. 2, p. 11-21, ago. 2007. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1981-81142007000200002&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 03 dez. 2020.

OLIVEIRA, J. F. de. *et al.* Determinação espectrofotométrica de nitrito em produtos cárneos embutidos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, [Fortaleza], v. 11, n. 1, p. 19-31, jan./mar. 2017. Disponível em: <http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/377>. Acesso em: 02 jan. 2021.

ORDÓÑEZ, J. A. *et al.* **Tecnologia de alimentos: Componentes dos alimentos e processos**. 1. ed. Porto Alegre: Atmed. 2005. 294 p.

PACHECO, T. A. *et al.* E. Análise de coliformes e bactérias mesofílicas em pescado de água doce. **Higiene Alimentar**, [São Paulo], v. 18, p. 68-72, jan./fev. 2004. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-387700>. Acesso em: 05 jan. 2021.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 1. ed. Goiânia: CEGRAF – UFG, 1996. 1112 p.

PAULA, M. M. de O. **Qualidade tecnológica e sensorial de apressentados elaborados com carnes PSE e RFN e diferentes concentrações de sal**. 2018. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

PEDROSO, R. A. **Avaliação da Influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru**. 2006. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimento) - Universidade Federal de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

PEIXEBR. **Anuário PeixeBR da piscicultura de 2018**. 2018. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario2018/>. Acesso em: 02 out. 2020.

PEREIRA, A. G. T. **Uso de carne mecanicamente separada de aves e fibra de colágeno na elaboração de salsichas**. 2010. 135 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PEREIRA, M. G. **Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave**. 2009. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

PINTO, B. V. V. *et al.* O resíduo de pescado e o uso sustentável na elaboração de coprodutos. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 15-26, jul./dez. 2017.
Disponível em:
<http://periodicos.ifpr.edu.br/index.php?journal=MundiMAA&page=article&op=view&path%5B%5D=223>. Acesso em: 07 dez. 2020.

PONS, M.; FISZMAN, S. M. Instrumental texture profile analysis with particular reference to gelled systems. **Journal of Texture Studies**, [Malden], v. 27, n. 6, p. 597-624, Dec. 1996.
Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4603.1996.tb00996.x>.
Acesso em: 08 dez. 2020.

PRESTES, R. C. **Avaliação da adição de colágeno hidrolisado, amido modificado e goma guar em presunto cozido de peru**. 2008. 268 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. de M. **Avaliação da qualidade de carnes. Fundamentos e metodologias**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2017. 473 p.

REZENDE, L. B. **Gestão de desenvolvimento de produtos**. Material técnico, Campo Grande, 2008, 19 p.

SÁNCHEZ-ALONSO, I.; BORDERÍAS, A. J. Technological effect of red grape antioxidant dietary fibre added to minced fish muscle. **International Journal of Food Science and Technology**, [Malden], v. 43, n. 6, p. 1009-1018, Mar. 2008. Disponível em:
<https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.2007.01554.x>. Acesso em: 10 nov. 2020.

SIGURGISLADOTTIR, S. *et al.* Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. **Food Research International**, [Amsterdam], v. 33, n. 10, p. 847-855, Dec. 2000. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996900001046>. Acesso em: 15 out. 2020.

SILVA, A. L. **Custos industriais: o que os livros não mostram. A importância do cálculo dos rendimentos de produção (production YIELD)**. 2013. Disponível em:
<http://www.apremiumconsultoria.com.br/artigos/custos-industriais-o-que-os-livros-n%C3%A3o-mostram-a-import%C3%A2ncia-do-c%C3%A1lculo-dos-rendimentos-de-produ%C3%A7%C3%A3o-production-yield->. Acesso em: 13 dez. 2020.

SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5. ed. São Paulo: Ed. Blucher, 2017. 535 p.

SLONGO, A. P. *et al.* Modeling the growth of lactic acid bacteria in sliced ham processed by high hydrostatic pressure. **LWT - Food Science and Technology**, [Amsterdam], v. 42, n. 1, p. 303-306, Dec. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643808001515>. Acesso em: 19 dez. 2020.

SOARES, V. M. *et al.* Qualidade microbiológica de filés de peixe congelados distribuídos na cidade de Botucatu - SP. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, [Londrina], v. 13, n. 2, p. 85-88, mar. 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/140924/ISSN1517-2570-2011-13-02-85-88.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 dez. 2020.

SOUZA, M. L. R. **Processamento do filé e da pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*):** Aspectos tecnológicos, composição centesimal, rendimento, vida útil do filé defumado e teste de resistência da pele curtida. 2003. 169 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

SUEMITSU, L. Y. **Efeitos do processamento à alta pressão isostática em filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*).** 2018. 83 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, [Oxford], v. 13, n. 4, p. 215-225, June 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329301000398>. Acesso em: 13 jan. 2021.

TBCA - TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. **Food Research Center (FoRC)**. Versão 7.1. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em: 10 fev. 2021.

TERRA, N. N.; FREITAS, R. J. S.; CICHOSKI, A. J. Atividade de água, pH, umidade e desenvolvimento de *Staphylococcus xylosus* durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 756-760, out./dez. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v27n4/14.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2020.

TSUJII, K. M. **Desempenho produtivo, perfil de ácidos graxos e qualidade da carne da tilápia do Nilo alimentada com dieta suplementada com óleo de soja ou de linhaça.** 2018. 81 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2018.

VÁLKOVÁ, V. *et al.* Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. **Meat Science**, [Oxford], v. 77, n. 4, p. 608-615, Dec. 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174007001714>. Acesso em: 16 dez. 2020.

VERGARA, S. H. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 14. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2013, 104 p.

VIDOTTI, R. M.; MARTINS, M. I. E. Aproveitamento da carne de tilápia mecanicamente separada (CMS). **Feed & Food**, Sorocaba, v. 39, n. 4, p. 50-51, 2010.

XAVIER, C. V. A.; BERAQUET, N. J. Vida de prateleira de carne mecanicamente separada de frango estocada sob refrigeração. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, [Campinas], v. 24, n. 1, p. 91-104, jan./jun. 1994. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-147956>. Acesso em: 12 jan. 2021.

YANG, A. *et al.* Evaluation of some binders and fat substitutes in low-fat frank furters. **Journal of Food Science**, [Malden], v. 66, n. 7, p. 1039-1046, Sept. 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227607942_Evaluation_of_Some_Binders_and_Fat_Substitutes_in_Low-fat_Frankfurters. Acesso em: 17 dez. 2020.

ZANUTTO, L. D. **Avaliação da textura de embutidos cárneos cozidos tipo mortadela elaborados com filé, carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e carragena**. 2017. 31 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

CAPÍTULO 3 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE QUÍMICA, FÍSICA E MICROBIOLÓGICA DE EMBUTIDOS COZIDOS E DEFUMADOS ELABORADOS COM FILÉ E CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA, ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO POR 42 DIAS

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a estabilidade química, física e microbiológica de embutidos cozidos e defumados, elaborados com filé e inclusão crescente de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia, em substituição ao filé, armazenados sob refrigeração (7°C), por um período de 42 dias. O delineamento estatístico empregado foi o DIC (delineamento inteiramente casualizado), num fatorial 5 x 7 (formulação x tempo), com 5 tratamentos (F1 = 100% filé + 0% CMS; F2 = 85% filé + 15% CMS; F3 = 60% filé + 30% CMS; F4 = 55% filé + 45% CMS; F5 = 40% filé + 60% CMS) e 4 repetições. Ao longo da estocagem, produtos com maiores teores de inclusão de CMS apresentaram menores teores de umidade, proteína e cinzas ($P < 0,01$), em contrapartida, observou-se maiores teores de extrato etéreo e oxidação lipídica. Além disso, o produto tendeu à uma redução de luminosidade e um aumento da intensidade de vermelho. Até no último dia de estocagem avaliado, não houve crescimento de fungos filamentosos e leveduriformes e de psicrotóxicas. A contagem total de aeróbios mesófilos e de bactérias ácidos lácticas se mantiveram dentro dos limites propostos encontrados em literatura. Portanto, a inclusão de CMS no embutido cozido defumado desenvolvido pode ser considerada uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos provenientes do beneficiamento da tilápia, sendo que, se manteve apto para consumo sob refrigeração nos 42 dias avaliados.

Palavras-chave: Resíduos de tilápia. Vida útil. Embutido.

1 INTRODUÇÃO

O setor de produtos cárneos cresceu muito, nos últimos anos, com o desenvolvimento de novos produtos. Mas, os produtos clássicos continuaram sempre no mercado, como: mortadela, linguiça, salsicha, presunto, apresuntado, salame, entre outros.

O que mudou, na verdade, foi a variedade de matérias-primas envolvidas, além de novos ingredientes e novos processos, com o objetivo de melhorar a qualidade dos produtos neste setor.

Em um mercado, cada vez mais competitivo e com o aumento das exigências dos consumidores por qualidade, o melhoramento contínuo dos produtos torna-se imperativo para a sobrevivência das empresas no setor (SARMENTO, 2006).

De acordo com o Brasil *Food Trends* 2020 (ITAL, 2010), as exigências e tendências dos consumidores mundiais de alimentos agrupam-se em cinco categorias: sensorialidade e prazer; saudabilidade e bem-estar; conveniência e praticidade; confiabilidade e qualidade e sustentabilidade e ética.

A indústria de pescado tem a capacidade de elaborar produtos que conectam todas essas exigências e tendências mundiais de alimentação, ou seja, produtos saborosos, práticos, saudáveis, de qualidade e com o aproveitamento de resíduos, sustentáveis e éticos. Uma das opções de produtos que possuem estudos promissores são os embutidos de peixes (ABUD, 2019; BERNARDINO FILHO *et al.*, 2020; DEFEVERI; NICOLETTI; BRIGIDO, 2016; FABBRI, 2019; LAGO *et al.*, 2018, MACARI, 2007; NOGUEIRA, 2016; SILVA *et al.*, 2020; VIEIRA, 2019; ZANUTTO, 2017).

Agregando valor aos embutidos cárneos, é muito comum o emprego da defumação, uma tecnologia tradicional de processamento, que, além de diminuir a atividade de água e proporcionar o efeito dos constituintes da fumaça, resulta em uma melhoria sensorial importante (BAGESTAN, 2012).

No Brasil, dentre os pescados, a tilápia, é um peixe exótico amplamente cultivado e destaca-se como o mais consumido, sobretudo, na forma de filés frescos ou congelados (PEIXE BR, 2020; SILVA *et al.*, 2020).

No processo de filetagem e padronização, cerca de 70% do peixe não é utilizado, apesar de constituir matéria orgânica aproveitável. Desta forma, são indevidamente eliminados no meio ambiente, ou usados como farinha para produção de ração animal (BOSCOLO; FEIDEN, 2007).

É possível, entretanto, aproveitar esse resíduo gerado pela filetagem na alimentação humana, por meio da obtenção da carne mecanicamente separada (CMS). Sua produção, que permite maior recuperação de carne, gerando matéria-prima versátil e de qualidade para o desenvolvimento de novos produtos, inclusive, os embutidos.

A utilização dessa tecnologia pode aproveitar uma parcela do pescado, normalmente, destinada à produção de farinha para ração animal, agregando valor a uma parte depreciada das capturas (MORAIS; MARTINS, 1981).

A carne mecanicamente separada (CMS) de pescado é a polpa de peixe separada de pele, ossos e espinhos, em máquina desossadora. Sua deterioração é mais rápida do que a do filé obtido da mesma matéria-prima, pois, no processo, ocorre a destruição de estrutura do músculo durante separação mecânica. Além disso, ocorre o contato da CMS com fragmentos de ossos e a dispersão da microbiota presente na superfície do peixe (TEUTA-FILHO, 2003).

Dentre os principais pontos para a elaboração de novos embutidos de peixe, deve-se, primeiramente, compreender o conjunto de reações que existem no seu interior, e identificar os motivos e mecanismos responsáveis pela sua degradação ou perda de características (FARIAS, 2006). Pois, empregando a CMS, em substituição ao filé nesses produtos, pode-se inviabilizar sua produção nas indústrias, caso seja empregada a porcentagem errada desses ingredientes. Além disso, cabe ressaltar que o próprio peixe, por sua facilidade de deterioração devido ao pH quase neutro, a alta atividade de água e a presença de nutrientes metabolizáveis pelos microrganismos, já contribui para a maior susceptibilidade à deterioração desses embutidos.

Assim, para o desenvolvimento de um novo produto derivado de pescado, a determinação da vida útil é imprescindível, pois, ela geralmente é curta e influenciada por diversos fatores como: qualidade microbiológica inicial, manipulação, alimentação e época do ano (KOUTSOUMANIS, 2001).

Diante desse cenário, foi desenvolvido um embutido cozido e defumado de tilápia, contendo como ingrediente cárneo o filé de tilápia. Porém, entendendo-se que a produção desse produto, em escala industrial, utilizando apenas o filé de tilápia, seria economicamente inviável e visando contribuir para um melhor aproveitamento da matéria-prima, delineou-se uma pesquisa para verificar a viabilidade de inclusão de níveis crescentes de CMS de tilápia na formulação previamente desenvolvida.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a estabilidade química, física e microbiológica de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS na formulação, quando armazenados sob refrigeração (7°C), por um período de 42 dias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia, na Planta Piloto de Processamento de Pescado, no Laboratório de Análises Avançadas e no Laboratório de Microbiologia dos Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais (MG).

2.1 Matérias-primas e demais ingredientes e aditivos

Nenhum membro da equipe manipulou algum animal vivo. As aparas da filetagem, compostas por espinhaço da coluna vertebral, sem cabeça, pele e vísceras, foram adquiridas em um abatedouro, situado no município de Lavras – MG, recepcionados no Setor de Piscicultura do Departamento de Zootecnia da UFLA e armazenadas em freezer (modelo GTPC – 575, Gelopar, Chapada Araucária, PR, Brasil) à -18°C, até o momento do processamento.

Inicialmente, as carcaças que apresentaram cor, odor e textura característicos, foram lavadas em água corrente e submetidas à mesa serra fita (modelo 1,69, CAF Máquinas, Rio Claro, SP, Brasil) para retirada das nadadeiras.

Em seguida, para obtenção da carne mecanicamente separada (CMS), as carcaças foram processadas em despoldadora elétrica (modelo HT 100C, Hightech, Chapecó, SC, Brasil). Após, a CMS foi embalada em sacos plásticos de polietileno e acondicionada no freezer a -18°C, até a preparação dos embutidos cozidos e defumados de tilápia. Os filés de tilápia congelados (Planalto Fish®, Carapicuíba, SP, Brasil) foram obtidos no mercado local.

Para a elaboração dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, além da utilização de filé e CMS, foram utilizados como ingredientes e aditivos: proteína isolada de soja (New Max Industrial, Americana, SP, Brasil); condimento presunto califórnia (New Max Industrial, Americana, SP, Brasil); carragena (New Max Industrial, Americana, SP, Brasil); antioxidante eritorbato de sódio (New Max Industrial, Americana, SP, Brasil); sal de cura R Padrão (nitrito e nitrato) (Kerry Group, Três Corações, MG, Brasil); sal refinado iodado (Cisne®, Cabo Frio, RJ, Brasil); fécula de mandioca (Pachá Alimentos®, Contagem, MG, Brasil), aroma de fumaça líquida (Adicel, Belo Horizonte, MG, Brasil), corante carmim de cochonilha (Proteisul, Santo Ângelo, RS, Brasil), enzima transglutaminase (Gatrommy Lab®, Distrito Federal, DF, Brasil) e água.

A composição dos ingredientes, com base na tabela nutricional dos fabricantes e das matérias-primas, conforme a metodologia proposta pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2012) estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição centesimal dos ingredientes utilizados na elaboração dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

Ingredientes	Composição centesimal (%)				
	Carboidrato	Proteína	Lipídeos	Cinzas	Umidade
Filé de tilápia	0,00	24,64	7,13	1,91	77,27
CMS de tilápia	0,00	14,42	23,10	0,83	62,7
Proteína isolada de soja	3,50	91,00	0,00	0,57	-
Fécula de mandioca	85,00	0,50	0,30	0,30	-

CMS – Carne mecanicamente separada.

Fonte: Da autora (2021).

2.2 Desenvolvimento das formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia

Foram desenvolvidas cinco formulações (TABELA 2) de embutidos cozidos e defumados com substituição de 0, 15, 30, 45 e 60% de filé por CMS proveniente das aparas da filetagem de tilápia. Essas concentrações foram definidas a partir de pré-testes, considerando o efeito da inclusão da CMS na fatiabilidade do produto.

Os demais ingredientes utilizados foram adicionados nas mesmas proporções, nas cinco formulações.

As formulações foram estruturadas com base em pesquisas sobre embutidos cárneos cozidos, elaborados com carne mecanicamente separada de tilápia, desenvolvidos por Zanutto (2017) e Nogueira (2016).

Tabela 2 – Formulações dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

Ingredientes	Formulações (%)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Filé de tilápia	100,00	85,00	60,00	55,00	30,00
CMS de tilápia	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
Água	25,79	25,79	25,79	25,79	25,79
Proteína isolada de soja	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Condimento	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Carragena	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Eritorbato de sódio	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Sal de cura	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Sal refinado	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
Fécula de mandioca	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Fumaça líquida	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Corante	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Transglutaminase	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18

CMS - Carne mecanicamente separada.

*Valores dos ingredientes e aditivos com base na massa cárnea.

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

Fonte: Da autora (2021).

Foram elaborados 70 embutidos cozidos e defumados de tilápia, de aproximadamente 150 g cada, sendo dois embutidos de cada formulação para cada tempo avaliado.

Para o processamento de cada formulação dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, previamente, as matérias-primas (CMS e filé) foram trituradas, separadamente, em um multiprocessador (modelo All In One PR, Philco, Manaus, AM, Brasil). A proteína isolada de soja e a enzima transglutaminase foram hidratadas em uma proporção de 1:4. A salmoura foi preparada utilizando água à temperatura entre 0 e 2°C, sal, condimento, sal de cura, fumaça líquida, corante carmim de cochonilha e eritorbato de sódio.

A incorporação dos ingredientes às matérias-primas foi realizada em misturadeira (modelo Stang-364, Anodilar, SC, Brasil), por 15 min., a fim de promover a extração das proteínas miofibrilares (actina e miosina), as quais, têm a função de dar a liga aos pedaços de carne após o cozimento (ARIMA; PINTO NETO, 1995).

Em seguida, a massa cárnea foi acondicionada em saco de polipropileno e permaneceu por 8 h em refrigeração (7°C), para o processo de cura. Encerrado esse tempo, foi incorporada a fécula de mandioca.

Os embutidos curados foram acondicionados em sacos de Nylon Poli 180, com espessura de 18 micras (Cetro®, Bauru, SP, Brasil), dispostos em formas de inox, seladas em

embaladora a vácuo (modelo TM-250, TecMaq, Pari, SP, Brasil) e prensadas, para que o formato característico do produto e a coesão da massa, após o tratamento térmico, fossem atingidos.

O processamento térmico se deu por imersão em banho-maria, com a seguinte escala de temperatura: 1 h a 60°C; 1 h a 70°C e 30 min. a 80°C, quando a temperatura de 71-72°C foi atingida no ponto frio do produto. De acordo com Ordeñez *et al.* (2005), nesta temperatura, ocorre coagulação total das proteínas cárneas, inativação das formas vegetativas dos microrganismos, inativação de enzimas cárneas e desenvolvimento das características sensoriais.

Imediatamente após o cozimento, os produtos foram resfriados por banho de água com gelo e mantidos sob refrigeração (7°C) até o dia seguinte, para início da defumação.

Antes da defumação, os embutidos foram retirados da embalagem, proporcionalizados e dispostos em defumador (modelo 120 Lts, Defumax, Jaboticabal, SP, Brasil) por 3 h, com uma variação de temperatura de 60 a 90°C, segundo metodologia descrita por Souza *et al.* (2004).

Finalizada a defumação, os embutidos foram novamente embalados em saco Nylon Poli 180, selados a vácuo e mantidos sob refrigeração por 24 h, para então, iniciar as análises.

2.3 Avaliação das características dos embutidos cozidos e defumados de tilápia armazenados sob refrigeração por 42 dias

As amostras dos embutidos cozidos e defumados foram armazenadas por 42 dias em refrigerador (modelo RDV48, Continental, Curitiba, PR, Brasil) com temperatura controlada a 7°C (\pm 2°C). Durante este período, foram realizadas análises químicas, físicas e microbiológicas.

2.3.1 Análises químicas

As análises químicas (composição centesimal e oxidação lipídica) foram realizadas nos tempos 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de armazenamento sob refrigeração.

2.3.1.1 Composição centesimal

As análises de umidade (método n° 967.08), lipídios (método n° 2003.06), cinzas (método n° 942.05) e proteína (método n° 988.05) foram realizadas de acordo com as metodologias descritas pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2012).

Os conteúdos de umidade e cinzas foram determinados pelos métodos gravimétricos de secagem em estufa a 105°C e por incineração da amostra, previamente carbonizada em mufla a 550°C, respectivamente.

O teor de lipídios foi determinado por extração com éter etílico em aparelho Soxhlet. O conteúdo de proteína foi estimado por meio do método Kjeldahl, usando um fator de conversão de nitrogênio de 6,25.

2.3.1.2 Avaliação da oxidação lipídica

A avaliação da oxidação lipídica foi realizada por meio da determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pelo método espectrofotométrico, descrito por Vyncke (1970), em comprimento de onda fixado em 532 nm e os resultados foram expressos em mg MDA/kg de amostra (MDA = malonaldeído).

2.3.2 Cor instrumental interna e externa

A cor instrumental das diferentes formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia foi determinada nos tempos 0, 14, 28 e 42 dias.

As amostras foram avaliadas internamente e externamente, com colorímetro Nix Color Sensor Pro (NPRO; Nix Sensor, Ltd, Burlington, Ontário, Canadá), por meio do sistema de cores CIELab, definindo o espaço cromático em coordenadas retangulares (L*, a* e b*), em que: I) L* mede a luminosidade e varia de 100 para superfícies perfeitamente brancas até 0 para o preto; II) a* mede a intensidade de vermelho (+) e verde (-); e III) b* mede a intensidade de amarelo (+) e azul (-).

2.3.3 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas nos tempos 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias.

Para tanto, 25 g de amostras foram adicionadas a 225 mL de solução de peptona bacteriológica 0,1%, em sacos plásticos estéreis, os quais foram homogeneizados em aparelho Stomacher (modelo 400 Lab, Seward Stomacher, NY, EUA) por 2 min., resultando na primeira diluição (10^{-1}). Em seguida, foram feitas mais duas diluições (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) e realizadas as análises de fungos filamentosos e leveduriformes, psicrotróficas, contagem total de aeróbios mesófilos e bactérias lácticas. As análises foram realizadas em duplicatas. Foram selecionadas placas, contendo entre 25 e 250 unidades formadoras de colônias (UFC), e todos os resultados foram expressos em UFC.g⁻¹, seguindo as metodologias propostas por Silva *et al.* (2017).

2.3.4 Análise estatística

Para a avaliação do efeito do tempo de armazenamento nas características dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), que variou de acordo com as variáveis analisadas.

Para as análises químicas (composição centesimal e oxidação lipídica), a análise de variância (ANOVA) foi estruturada em um fatorial 5 x 7 (formulação x tempo de armazenamento), sendo as formulações F1 = 100% filé + 0% CMS; F2 = 85% filé + 15% CMS; F3 = 60% filé + 30% CMS; F4 = 55% filé + 45% CMS; F5 = 40% filé + 60% CMS os tempos de armazenamento 0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 e 4 repetições.

Para a avaliação da cor instrumental (interna e externa), a análise de variância (ANOVA) foi estruturada em um fatorial 5 x 4 (formulação x tempo de armazenamento), sendo as formulações F1 = 100% filé + 0% CMS; F2 = 85% filé + 15% CMS; F3 = 60% filé + 30% CMS; F4 = 55% filé + 45% CMS; F5 = 40% filé + 60% CMS e 4 repetições.

No intuito de determinar os efeitos das formulações e do tempo de armazenamento nas características dos produtos, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido de regressão, em caso significativo ($P < 0,05$) com o auxílio do *software* Sisvar versão 5.4 *Build* 80 (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises químicas

3.1.1 Composição centesimal

O grau de umidade, primeira variável apresentada na Tabela 3 e nas Figuras 1 e 2, foi significativamente ($P < 0,01$) afetado, tanto pela porcentagem de inclusão de CMS nas formulações do embutido cozido e defumado de tilápia, quanto pelo tempo de armazenamento sob refrigeração.

Tabela 3 - Valores médios e desvios padrões da composição centesimal (% em base úmida) dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de CMS dessa espécie, ao longo do armazenamento sob refrigeração.

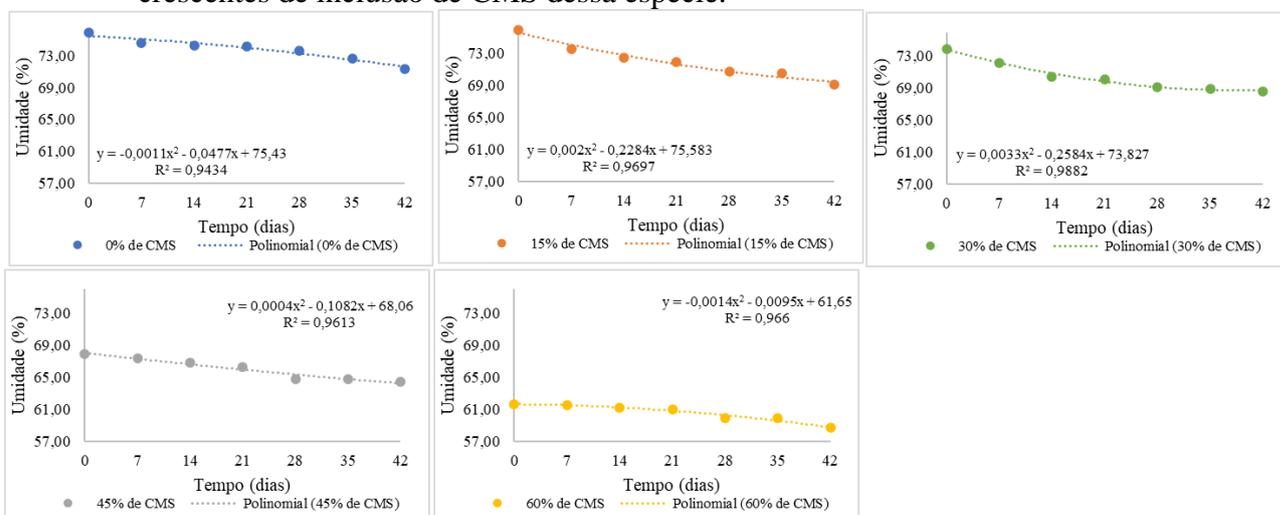
Formulações	Umidade (%)						
	0*	7*	14*	21*	28*	35*	42*
F1*	75,82 ± 0,08	74,57 ± 0,09	74,25 ± 0,59	74,09 ± 0,02	73,64 ± 0,38	72,62 ± 0,28	71,32 ± 0,03
F2*	75,98 ± 0,17	73,57 ± 0,75	72,51 ± 0,06	71,91 ± 0,29	70,73 ± 0,49	70,51 ± 0,34	69,12 ± 0,35
F3*	73,90 ± 0,10	72,21 ± 0,30	70,47 ± 0,45	70,14 ± 0,78	69,08 ± 1,35	68,89 ± 0,16	68,62 ± 0,37
F4*	67,92 ± 0,66	67,39 ± 0,13	66,81 ± 0,14	66,26 ± 0,20	64,82 ± 0,52	64,77 ± 0,51	64,41 ± 0,07
F5*	61,63 ± 0,17	61,56 ± 0,36	61,20 ± 0,19	60,96 ± 0,16	59,94 ± 0,26	59,90 ± 0,18	58,66 ± 0,18
Formulações	Proteína (%)						
	0*	7*	14*	21*	28*	35*	42*
F1*	22,34 ± 0,26	21,16 ± 0,50	20,54 ± 0,37	20,28 ± 0,57	19,89 ± 0,53	17,25 ± 0,65	16,65 ± 0,28
F2*	22,23 ± 0,04	21,38 ± 0,24	19,85 ± 0,44	18,24 ± 0,65	17,87 ± 0,64	17,16 ± 0,46	15,69 ± 0,60
F3*	21,78 ± 0,33	20,18 ± 0,75	19,26 ± 0,36	18,16 ± 0,51	17,68 ± 0,02	15,38 ± 0,40	13,86 ± 0,68
F4*	20,66 ± 0,26	19,07 ± 0,61	18,46 ± 0,76	18,09 ± 0,07	16,05 ± 0,72	13,82 ± 0,13	12,44 ± 0,26
F5*	19,92 ± 0,19	17,40 ± 0,43	17,28 ± 0,68	17,2 ± 0,91	13,94 ± 0,46	13,66 ± 0,20	13,36 ± 0,07
Formulações	Cinzas (%)						
	0*	7	14	21	28	35	42
F1**	5,90 ± 0,16	3,79 ± 0,08	3,66 ± 0,08	3,64 ± 0,13	3,53 ± 0,14	3,50 ± 0,04	3,49 ± 0,03
F2**	4,36 ± 0,09	3,75 ± 0,07	3,63 ± 0,13	3,61 ± 0,03	3,51 ± 0,09	3,49 ± 0,06	3,39 ± 0,05
F3**	4,30 ± 0,60	3,69 ± 0,03	3,6 ± 0,10	3,53 ± 0,01	3,51 ± 0,03	3,46 ± 0,02	3,34 ± 0,07
F4*	3,85 ± 0,41	3,65 ± 0,10	3,59 ± 0,12	3,48 ± 0,09	3,42 ± 0,08	3,38 ± 0,03	3,34 ± 0,03
F5*	3,81 ± 0,17	3,59 ± 0,16	3,48 ± 0,12	3,42 ± 0,05	3,40 ± 0,05	3,35 ± 0,04	3,34 ± 0,05
Formulações	Extrato Etéreo (%)						
	0*	7*	14*	21*	28*	35*	42*
F1**	1,74 ± 0,16	2,28 ± 0,009	2,29 ± 0,05	2,61 ± 0,28	2,70 ± 0,23	3,23 ± 0,40	3,78 ± 0,33
F2**	3,86 ± 0,34	4,41 ± 0,28	4,57 ± 0,26	5,81 ± 0,26	5,97 ± 0,15	6,04 ± 0,58	8,69 ± 0,22
F3**	6,44 ± 0,62	6,72 ± 0,60	7,57 ± 0,15	7,65 ± 0,07	7,83 ± 0,31	7,97 ± 0,09	9,31 ± 0,008
F4**	10,44 ± 0,47	10,55 ± 0,34	10,61 ± 0,34	10,62 ± 0,06	10,95 ± 0,29	11,57 ± 0,04	11,90 ± 0,08
F5**	14,19 ± 0,16	14,78 ± 0,71	14,82 ± 0,03	14,99 ± 0,44	14,99 ± 0,63	15,12 ± 0,10	15,28 ± 0,05

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

*Efeito quadrático (P<0,01). **Efeito cúbico (P<0,01).

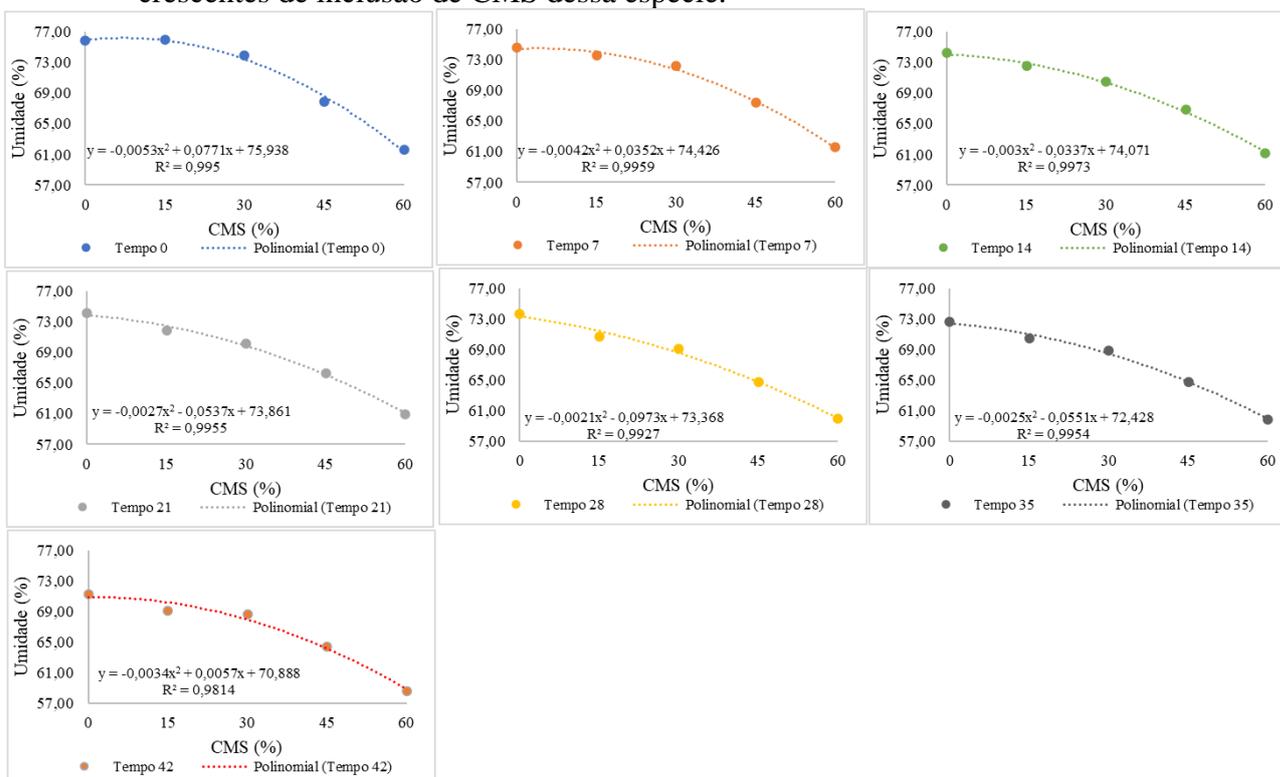
Fonte: Da autora (2021).

Figura 1 - Gráficos e coeficientes de regressão do grau de umidade ao longo do armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Figura 2 - Gráficos e coeficientes de regressão do grau de umidade ao longo do armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Observando-se o comportamento do grau de umidade de cada formulação (FIGURA 1), ao longo dos 42 dias de armazenamento refrigerado, foi constatado para todas as formulações,

um efeito quadrático ($P < 0,01$), que resultou em uma diminuição gradual da umidade do dia 0 (71,05%) para o dia 42 (66,43%).

Esse comportamento pode ocorrer devido à diminuição da força iônica e desnaturação dos sistemas proteicos, que, ao longo do tempo de armazenamento, perdem a capacidade de retenção de água, liberando-a (LAGO *et al.*, 2019; LANIER, 1986; WIRTH, 1991).

Resultado similar foi relatado por Santos (2011) em um produto cárneo cozido, que constatou uma perda de umidade de 62,05% para 59,03%, ao final dos 60 dias de conservação do alimento, em temperaturas baixas.

Lago *et al.* (2019) verificaram que o grau de umidade de salsichas de tilápia diminuiu, linearmente, com o aumento do tempo de estocagem.

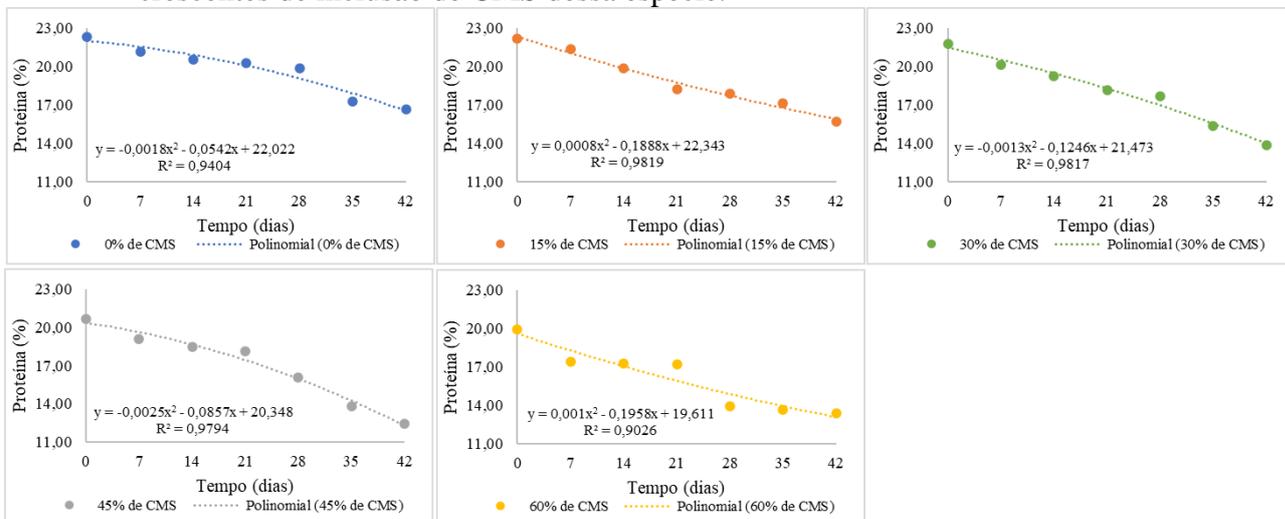
A Figura 2 deixou explícito que o efeito quadrático ($P < 0,01$) da inclusão da CMS nas formulações, sobre a umidade, permaneceu durante os 42 dias de armazenamento, pois, ao se avaliar em cada dia, o efeito da inclusão crescente de CMS nas formulações, foi possível perceber que em todos os dias foi observado uma diminuição do grau de umidade, à medida que o nível de inclusão de CMS aumentou de 0 (73,76%) para 60% (60,55%). Esse comportamento pode ter ocorrido devido à CMS apresentar menor teor de umidade (62,70%), quando comparada com o filé (77,27%) (TABELA 1).

O mesmo comportamento foi observado no teor de proteínas de cada formulação (FIGURA 3), ao longo dos dias de armazenamento refrigerado avaliado, em que houve um efeito quadrático ($P < 0,01$), resultando em uma diminuição da proteína do dia 0 (21,38%) para o dia 42 (14,40%)

Através da Figura 4, nota-se que a inclusão crescente de CMS nas formulações proporcionou um efeito quadrático ($P < 0,01$) no teor proteico em cada dia de armazenamento, com uma redução de 19,73% para 16,11%, à medida que aumentou a concentração de CMS nos produtos de 0% para 60%, respectivamente.

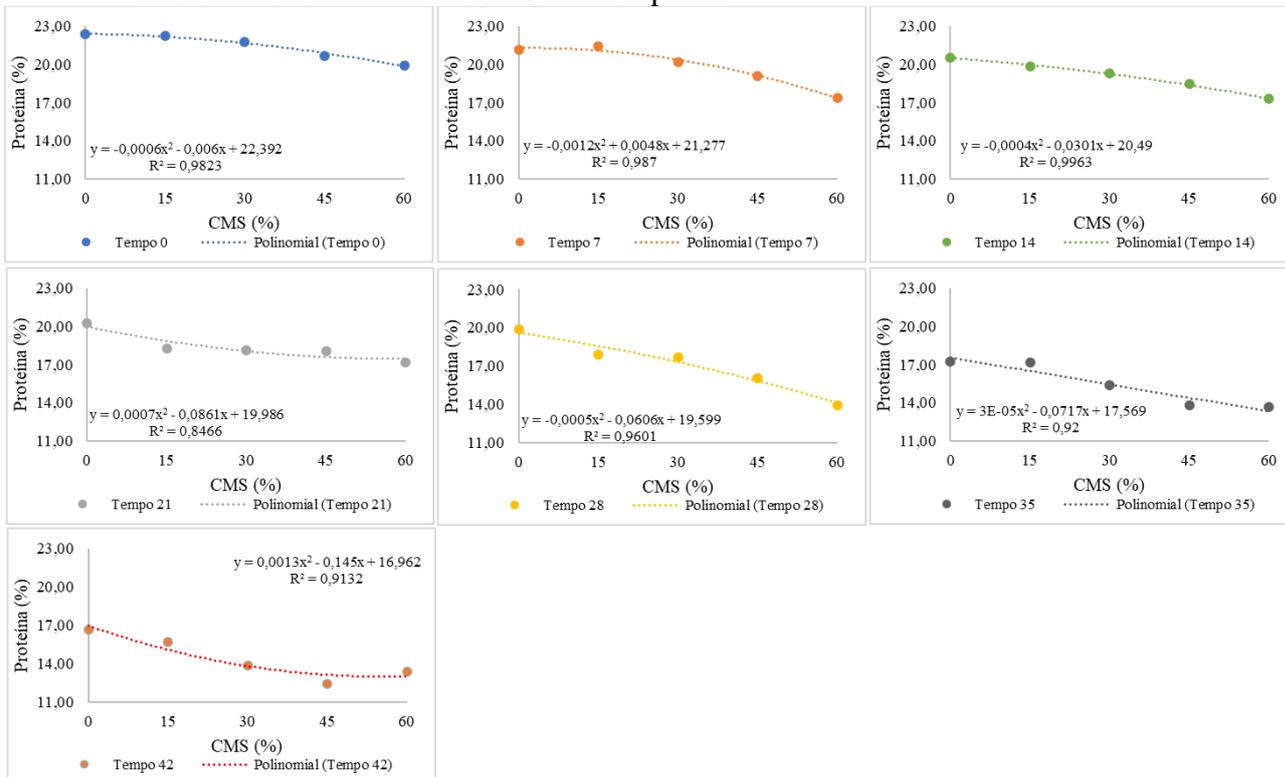
Para o teor de cinzas, as formulações sofreram um decréscimo de 4,44% para 3,38%, ao longo dos 42 dias de armazenamento. Entretanto, o efeito da inclusão da CMS no produto só foi significativo no tempo 0, o que pode ser relacionando com as características das matérias-primas, em que o filé apresentou maiores teores de cinzas, quando comparado com a CMS (TABELA 1). Essas reações podem ser observadas pelas Figuras 5 e 6.

Figura 3 – Gráficos e coeficientes de regressão do teor de proteínas ao longo do armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



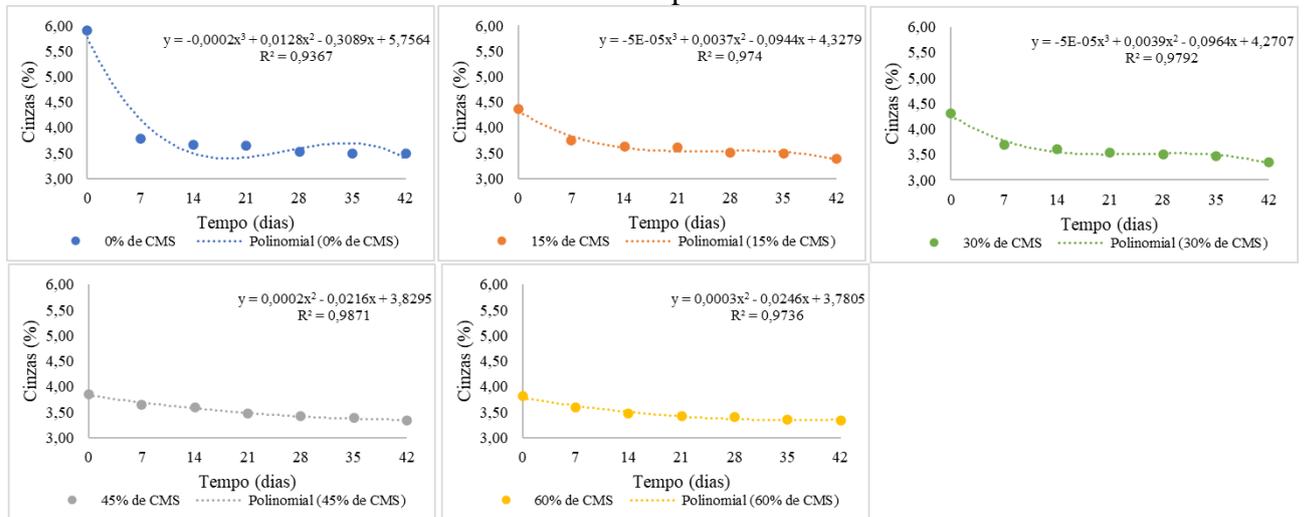
Fonte: Da autora (2021).

Figura 4 – Gráficos e coeficientes de regressão do teor de proteínas ao longo do armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



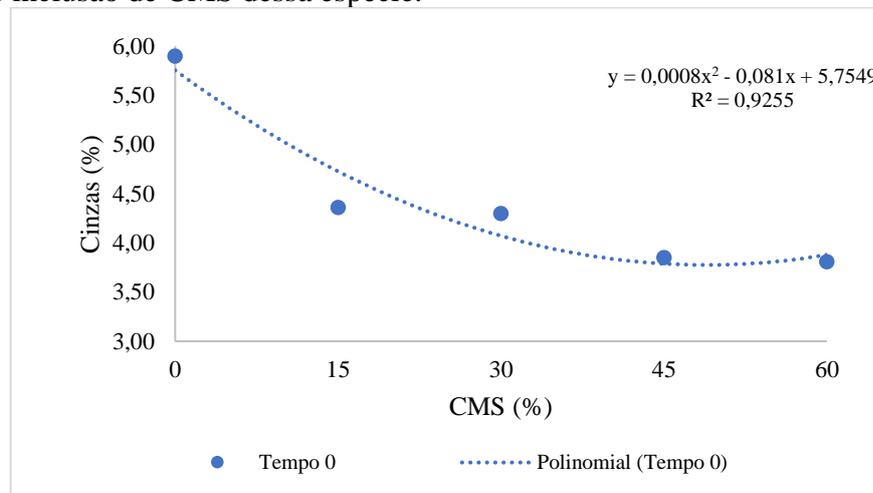
Fonte: Da autora (2021).

Figura 5 – Gráficos e coeficientes de regressão do teor de cinzas ao longo do armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Figura 6 – Gráfico e coeficiente de regressão do teor de cinzas ao longo do armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



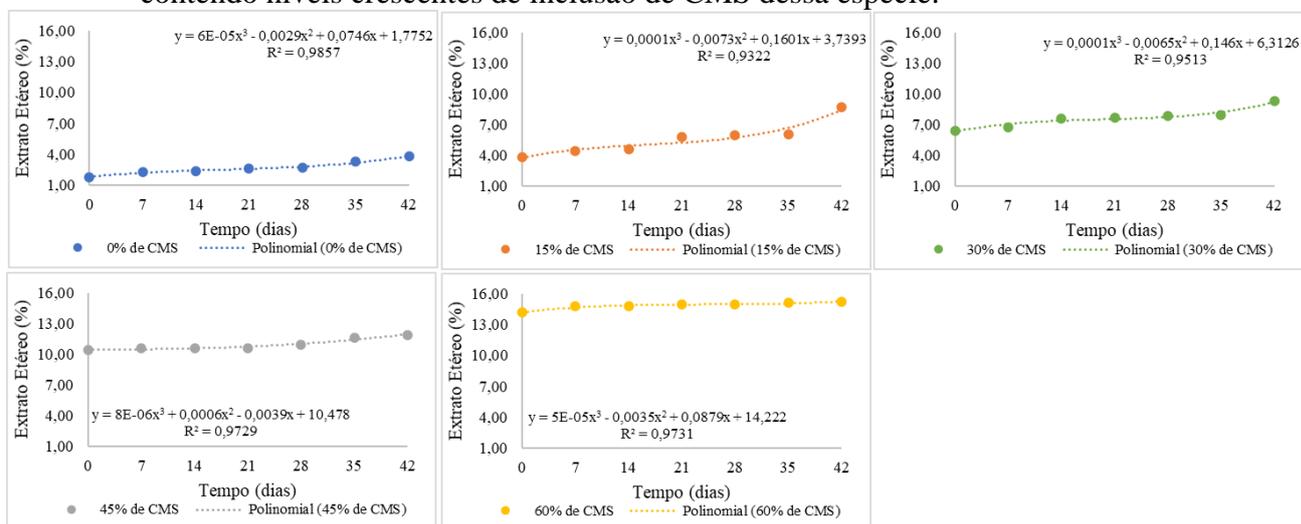
Fonte: Da autora (2021).

Esses efeitos na redução dos teores de proteína e cinzas podem ter acontecido em decorrência da perda de umidade, de acordo com Kondo (2014), há perdas de proteínas hidrossolúveis e cinzas junto ao líquido liberado. Além disso, Steele (2004) afirma que o teor de proteína pode ser afetado devido à reações enzimáticas, de oxidação e pela ação de microrganismos deterioradores no decorrer da estocagem. Lago *et al.* (2019), em seus estudos de vida útil de salsichas, elaboradas com CMS de tilápia, também observaram um decréscimo quadrático ($P < 0,05$) no teor de proteína, de 19,51% para 12,57%, em 60 dias de armazenamento.

Em contrapartida, observando-se o comportamento do teor de extrato etéreo de cada formulação (FIGURA 7), ao longo dos 42 dias de armazenamento, constata-se que as formulações sofreram efeitos cúbicos e quadráticos ($P < 0,01$), o que resultou em um aumento de lipídeos do dia 0 (7,33%) para o dia 42 (9,79%).

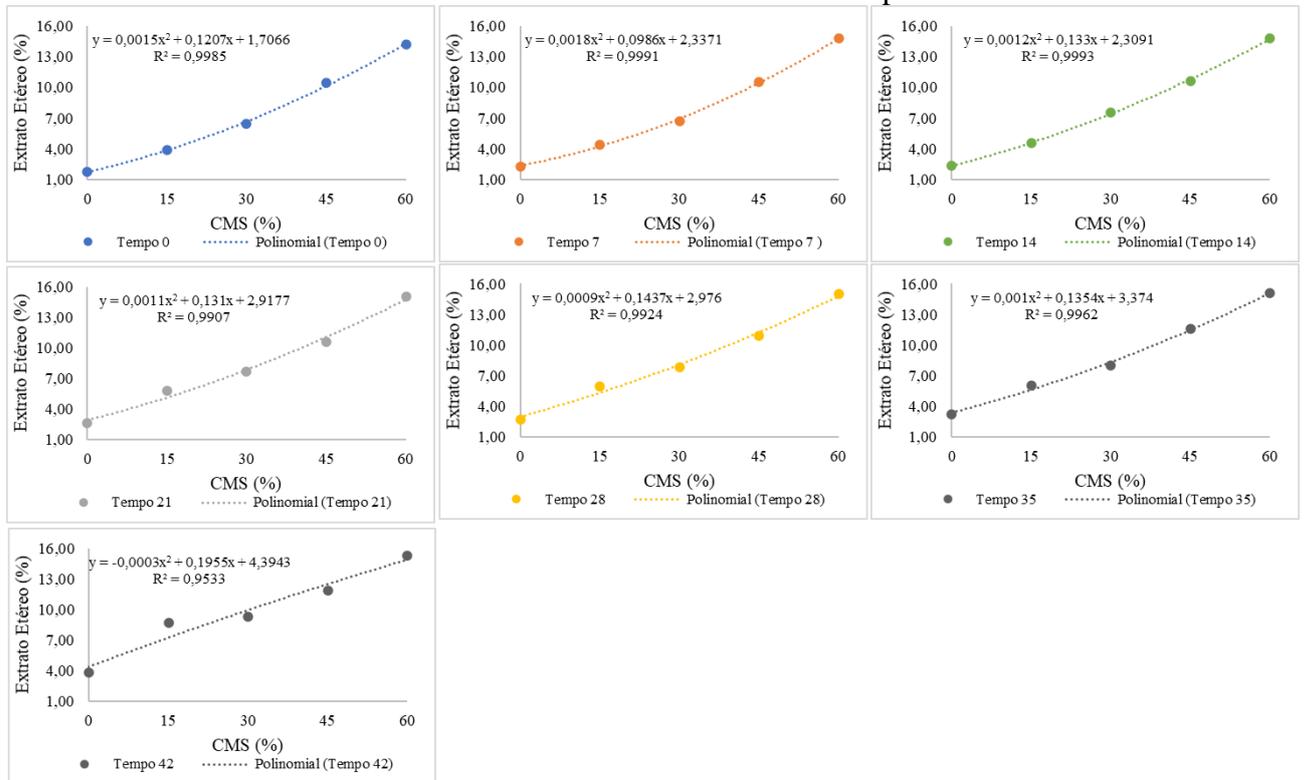
Pela Figura 8, nota-se o efeito quadrático ($P < 0,01$) da inclusão da CMS nas formulações sobre o teor de extrato etéreo em cada dia de estocagem analisada, sendo que, à medida que aumentou a concentração de CMS no produto de 0% a 60%, observou-se um aumento no teor de extrato etéreo de 2,66% para 12,74%, respectivamente.

Figura 7 – Gráficos e coeficientes de regressão do teor de extrato etéreo ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Figura 8 – Gráficos e coeficientes de regressão do teor de extrato etéreo ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Segundo Lago *et al.* (2019), a quantidade de lipídeos apresenta uma correlação inversa com o teor de umidade, fato este verificado no presente estudo, em que as formulações que apresentaram maiores teores de umidade (F1 e F2) exprimiram os menores valores de gordura. O inverso também foi verificado com as formulações F4 e F5. À medida em que há a redução de componentes da composição centesimal (como a água, proteína e cinza) em relação ao total (100%), o teor de outros componentes aumenta (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

3.1.2 Avaliação da oxidação lipídica

Processos envolvidos na elaboração de produtos cárneos, que incluem moagem, mistura e cozimento, favorecem a formação de malonaldeído (MDA), considerado um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, sendo fundamental, o emprego de testes para a avaliação da qualidade final do produto (MONTEIRO, 2013).

O desenvolvimento da oxidação lipídica, expresso em mg de MDA por kg de amostra de embutidos cozidos e defumados de tilápia, estão expressos na Tabela 4. Nota-se interação significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos (formulações) e os dias de estocagem.

Tabela 4 – Valores médios e desvios padrões em mg de malonaldeídos por kg de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de CMS dessa espécie, ao longo do armazenamento.

Tempo (dias)	Formulações				
	F1*	F2*	F3*	F4*	F5*
0*	0,0386 ± 0,0068	0,0418 ± 0,007	0,0426 ± 0,004	0,0460 ± 0,0004	0,0463 ± 0,0007
7	0,0416 ± 0,005	0,0452 ± 0,001	0,0465 ± 0,001	0,0468 ± 0,003	0,0477 ± 0,0004
14	0,0454 ± 0,0004	0,0468 ± 0,003	0,0476 ± 0,0007	0,0485 ± 0,0002	0,0490 ± 0,004
21*	0,0456 ± 0,002	0,0481 ± 0,002	0,0484 ± 0,001	0,049 ± 0,0006	0,0542 ± 0,006
28	0,0490 ± 0,001	0,0496 ± 0,0001	0,0500 ± 0,005	0,0502 ± 0,0009	0,0549 ± 0,004
35**	0,0509 ± 0,0007	0,0546 ± 0,004	0,0576 ± 0,002	0,0581 ± 0,009	0,0607 ± 0,003
42**	0,0754 ± 0,0009	0,0804 ± 0,0006	0,1042 ± 0,001	0,1152 ± 0,011	0,1210 ± 0,003

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

*Efeito quadrático ($P < 0,05$).

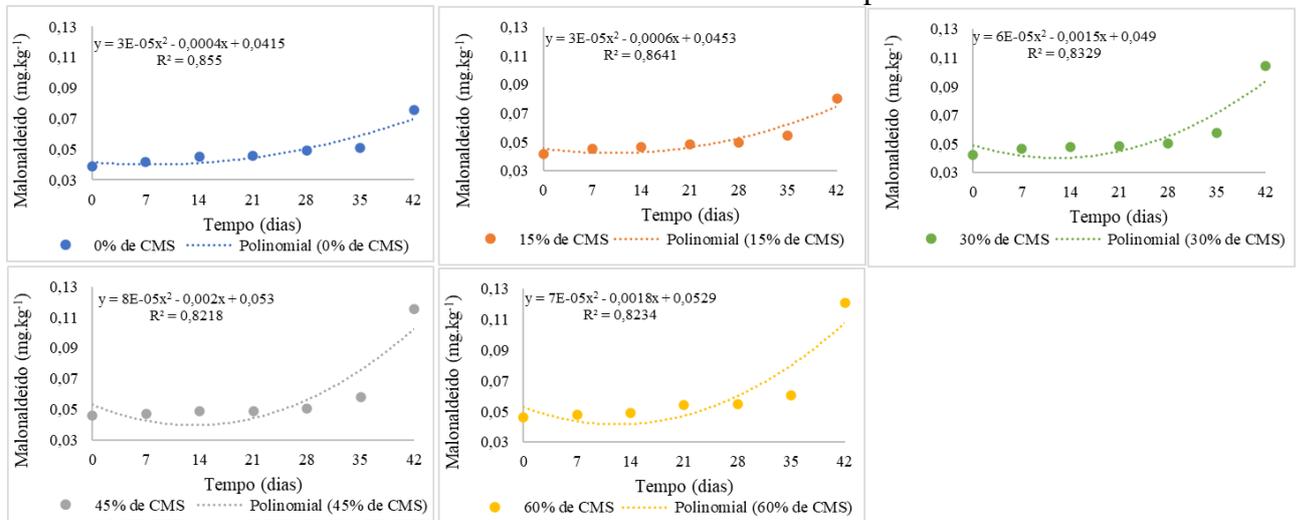
**Efeito quadrático ($P < 0,01$).

Fonte: Da autora (2021).

Observando-se o comportamento da oxidação lipídica de cada formulação (FIGURA 9), ao longo dos 42 dias de armazenamento refrigerado, foi constatado, para todas as formulações, um efeito quadrático ($P < 0,01$), que resultou em um aumento gradual da concentração de MDA do dia 0 (0,0430 mg MDA.kg⁻¹) para o dia 42 (0,0992 mg MDA.kg⁻¹).

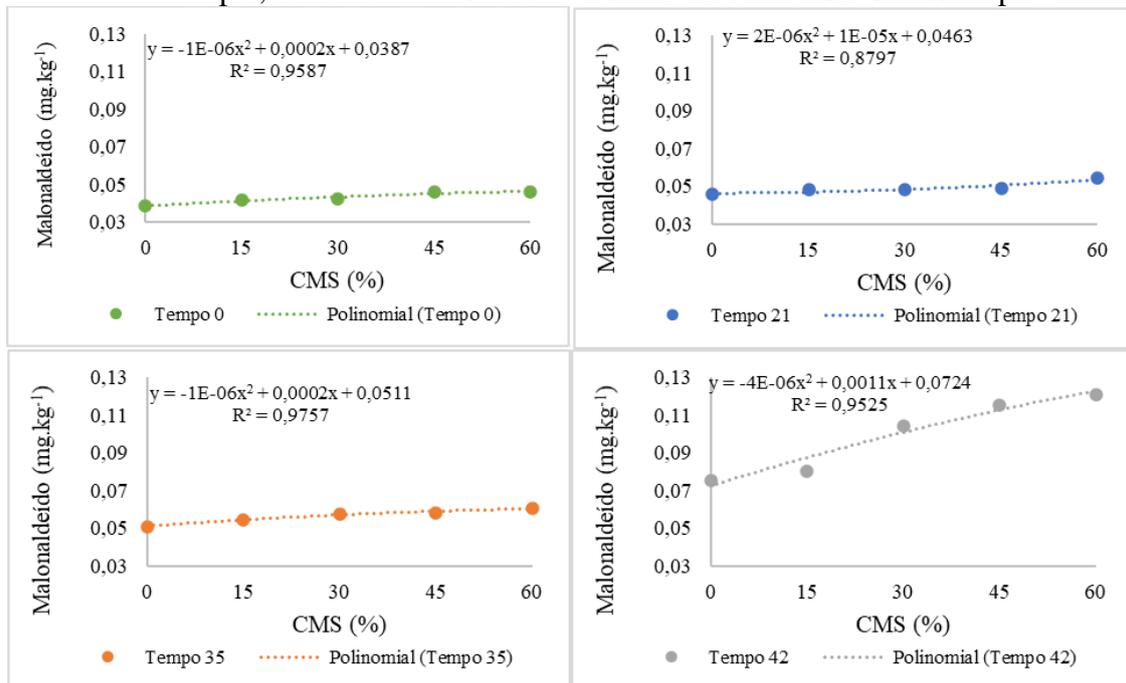
A Figura 10 evidencia que a inclusão de CMS apresentou efeito significativo quadrático ($P < 0,05$) somente nos tempos 0, 21, 35 e 42 de armazenamento.

Figura 9 – Gráficos e coeficientes de regressão da concentração de malonaldeído ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Figura 10 – Gráficos e coeficientes de regressão da concentração de malonaldeído ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

As formulações com 0% (F1) e 15% (F2) de inclusão de CMS apresentaram os menores valores de MDA (0,0754 e 0,0804 mg MDA.kg⁻¹, respectivamente). Já as formulações com maiores concentrações de CMS (F4 e F5) manifestaram maior oxidação lipídica (0,1152 e 0,1210 mg MD.kg⁻¹, respectivamente) no último dia de armazenamento avaliado.

Nota-se que a oxidação lipídica nos embutidos cozidos e defumados de tilápia teve acréscimo no decorrer dos dias de armazenamento, avaliado assim, como o teor de lipídeos (TABELA 3) e que esse aumento foi mais significativo nos produtos com maiores concentrações de CMS, a partir do 30º dia de estocagem. Segundo Murphy *et al.* (2004), a susceptibilidade à oxidação lipídica nos produtos pode estar relacionada à quantidade de lipídeos e ácidos graxos presentes nos produtos, e para Li *et al.* (2001), o fenômeno da oxidação lipídica é dependente do teor de umidade do alimento.

A oxidação lipídica é um dos problemas que causam a redução da vida útil de produtos cárneos. A presença de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) e pigmentos heme tornam a carne de pescado mais susceptível à oxidação, especialmente, com a ruptura das estruturas celulares causadas no processo de separação mecânica, facilitando a interação dos pró-oxidantes como os ácidos graxos insaturados presentes, resultando na geração de radicais livre e propagação das reações oxidativas (GOMES *et al.*, 2003; RUNDBLAD *et al.*, 2017). Apenas uma pequena quantidade de lipídeo oxidado pode ser perceptível ao paladar do consumidor (VANIN, 2010). Contudo, não há limite estabelecidos para valores de MDA em legislação e diversos valores são estipulados na literatura.

A faixa de percepção de odores de ranços possíveis de serem identificados, por provadores treinados e não treinados, com TBARS, está entre 0,5 e 2,0 mg MDA.kg⁻¹ (ALMEIDA *et al.*, 2015; GATELLIER *et al.*, 2007; TRINDADE; FONSECA; JUIZ, 2009; ZAGO, 2018), sendo um valor estimado como aceitável para produtos cárneos (MORAES; PINTO, 2013).

Para Monteiro (2013), índices de até 1,59 mg MDA.kg⁻¹ de amostra são considerados baixos para serem percebidos em análise sensorial e pouco provável de ser agente causador de grandes malefícios a saúde.

O controle da concentração de oxigênio, através da utilização de embalagem a vácuo tem sido uma prática bastante utilizada na indústria cárnea (CLARIANA *et al.*, 2012; GOKOGLU *et al.*, 2010). Como as reações de oxidação ocorrem rapidamente na presença de oxigênio, a redução do teor desse gás, juntamente, com a aplicação de baixas temperaturas de armazenamento podem reduzir as taxas de formação de MDA (SILVA, 2012).

O eritorbato de sódio, um dos aditivos utilizados na elaboração dos produtos do presente estudo, apresenta forte efeito antioxidante, prevenindo o desenvolvimento de rancidez oxidativa. Chiattonne (2010) observou que, com o uso de eritorbato de sódio na proporção de 0,30%, houve uma tendência de redução no conteúdo de óxidos durante o período de armazenamento de hambúrgueres por 4 meses a -18°C. Kirschnik *et al.* (2013), também

confirmaram a eficácia de inibição da oxidação lipídica em CMS de tilápia, adicionada de eritorbato de sódio (0,10%), por 180 dias sob armazenamento congelado (-18°C).

A quantidade e qualidade de gordura contribuíram, favoravelmente, para os baixos valores de TBARS nos embutidos cozidos e defumados de tilápia, ao longo do tempo de armazenamento. Dessa forma, com a combinação desses fatores, a oxidação lipídica pode ocorrer tão lentamente, que não chega a ser considerada um problema (SOARES *et al.*, 2012).

Assim, como os valores encontrados nos embutidos cozidos e defumados de tilápia foram menores que 0,5 mg MDA.kg⁻¹, o sabor e odor de ranço não seriam perceptíveis sensorialmente, durante o período de 42 dias sob armazenamento refrigerado (7±2°C).

3.2 Análise física

3.2.1 Cor instrumental

Os parâmetros avaliados da cor externa, apresentadas na Tabela 5, foram significativamente (P<0,05) afetados, tanto pela porcentagem de inclusão de CMS nas formulações do embutido cozido e defumado de tilápia, quanto pelo tempo de armazenamento sob refrigeração.

Tabela 5 – Valores médios e desvios padrões dos parâmetros de cor externa dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de CMS dessa espécie ao longo do armazenamento refrigerado.

Formulações	L*			
	0*	14*	28*	42*
F1**	45,00 ± 0,20	44,02 ± 0,46	41,50 ± 0,78	40,96 ± 0,76
F2*	43,18 ± 0,41	42,00 ± 0,73	41,48 ± 0,02	38,50 ± 0,66
F3*	43,10 ± 0,37	38,36 ± 0,63	38,10 ± 0,28	36,50 ± 0,37
F4*	38,43 ± 0,77	36,60 ± 0,73	35,60 ± 0,37	33,43 ± 0,53
F5*	38,38 ± 0,76	35,47 ± 0,76	34,22 ± 0,83	30,90 ± 0,49
a*s.i.				
	0	14	28	42
F1	6,60 ± 0,08	6,67 ± 0,43	8,07 ± 0,57	8,63 ± 0,79
F2	6,93 ± 0,41	7,56 ± 0,38	8,85 ± 0,81	10,50 ± 0,41
F3	8,03 ± 0,57	8,77 ± 0,46	9,80 ± 0,57	10,93 ± 0,56
F4	8,43 ± 0,37	9,06 ± 0,41	9,90 ± 0,65	10,60 ± 0,16
F5	8,57 ± 0,59	9,30 ± 0,59	10,47 ± 0,29	11,64 ± 0,61
b*				
	0*	14****	28*	42*
F1**	16,24 ± 0,41	18,94 ± 0,46	19,20 ± 0,41	22,00 ± 0,65
F2**	17,46 ± 0,57	18,23 ± 0,15	21,10 ± 0,57	22,07 ± 0,31
F3*	17,57 ± 0,32	19,97 ± 0,31	20,60 ± 0,01	21,59 ± 0,36
F4*	17,15 ± 0,24	18,20 ± 0,24	18,30 ± 0,79	20,20 ± 0,57
F5*	17,67 ± 0,37	15,25 ± 0,37	16,10 ± 0,93	17,75 ± 1,39

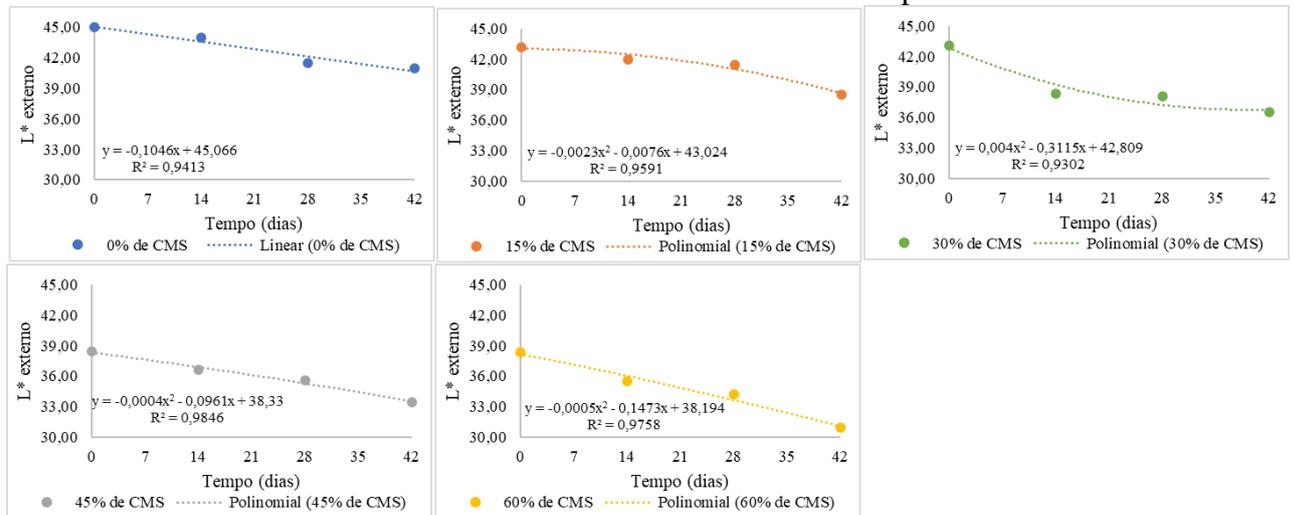
F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

s.i. – Sem interação tratamento x tempo; *Efeito quadrático (P<0,01); **Efeito linear (P<0,01); ***Efeito cúbico (P<0,01); ****Efeito quadrático (P<0,05).

Fonte: Da autora (2021).

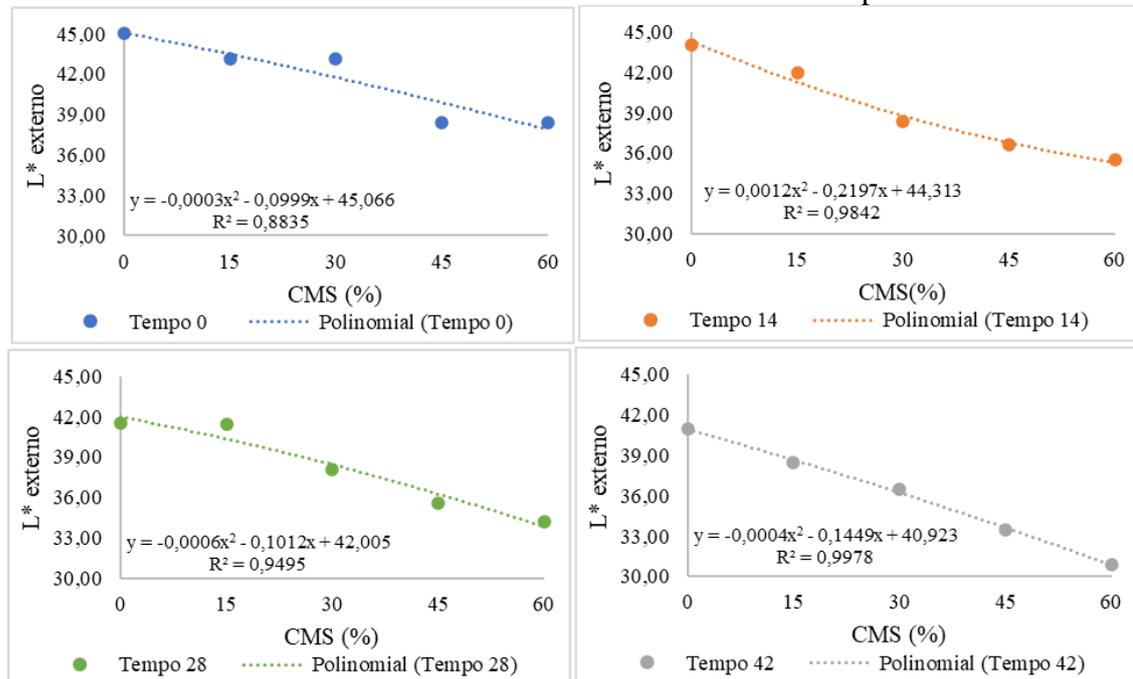
O comportamento das formulações, em relação aos dias de estocagem, em relação à luminosidade (L*) externa estão demonstradas na Figura 11. Já o efeito da inclusão da CMS em cada dia avaliado está representado na Figura 12. Em ambas as interações, nota-se uma redução linear e quadrática (P<0,01) de 41,68 para 36,06 do tempo 0 a 42 dias e 42,87 para 34,74, à medida que aumenta a concentração de CMS de 0% a 60%.

Figura 11 – Gráficos e coeficientes de regressão do parâmetro L* externo ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Figura 12 – Gráficos e coeficientes de regressão do parâmetro L* externo ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

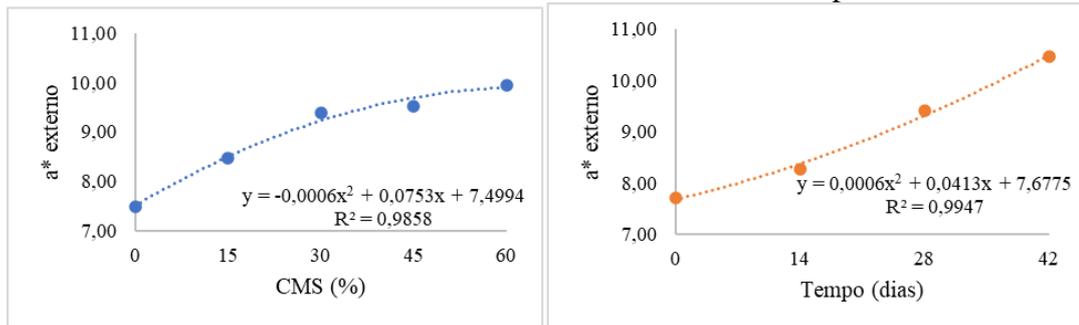


Fonte: Da autora (2021).

Para o parâmetro a^* , apresentado na Figura 13, não houve interação ($P > 0,05$) entre a porcentagem de inclusão de CMS nas formulações de embutido cozido e defumado de tilápia e pelo tempo de armazenamento. O efeito médio da inclusão de CMS ao longo dos dias, e o efeito dos dias em cada formulação na intensidade de vermelho (a^*) estão representados na Figura 13.

A intensidade de vermelho (a^*) das formulações apresentou um aumento quadrático ($P < 0,01$) do dia 0 (7,71) para o dia 42 (10,46). O mesmo efeito foi observado, à medida que houve maiores incorporações de CMS no produto, com um aumento de 7,49 para 9,96, devido à inclusão de 0% a 60% desta matéria-prima.

Figura 13 – Gráficos e coeficientes de regressão do parâmetro a^* externo ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

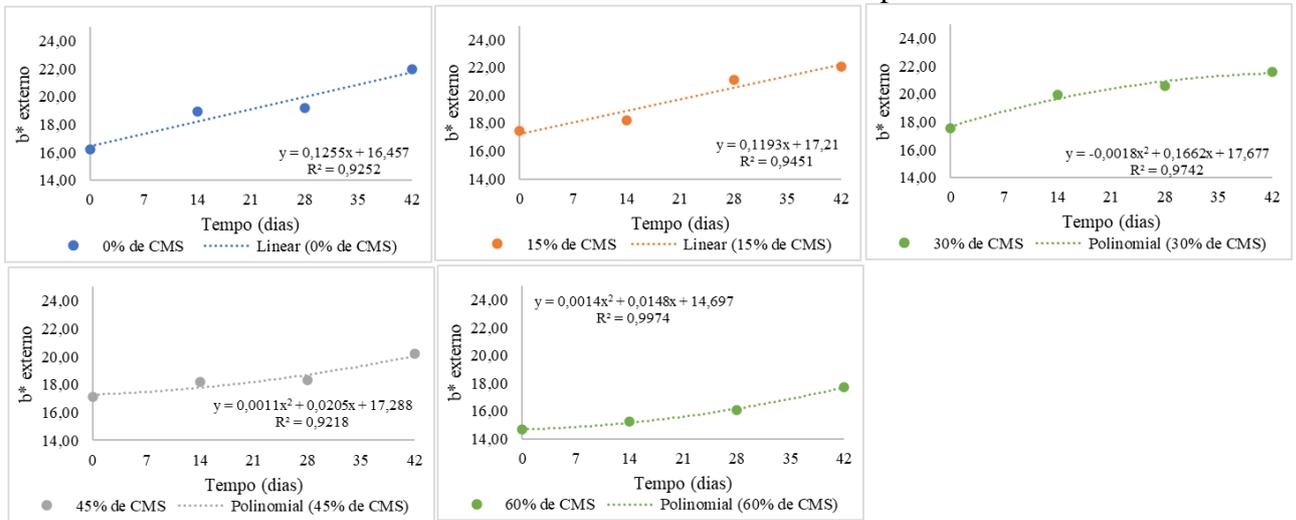


Fonte: Da autora (2021).

A intensidade de amarelo (b^*) apresentada nas Figuras 14 e 15, foi significativamente ($P < 0,05$) afetada, tanto pelo aumento na concentração de CMS nas formulações, quanto pelo tempo de estocagem.

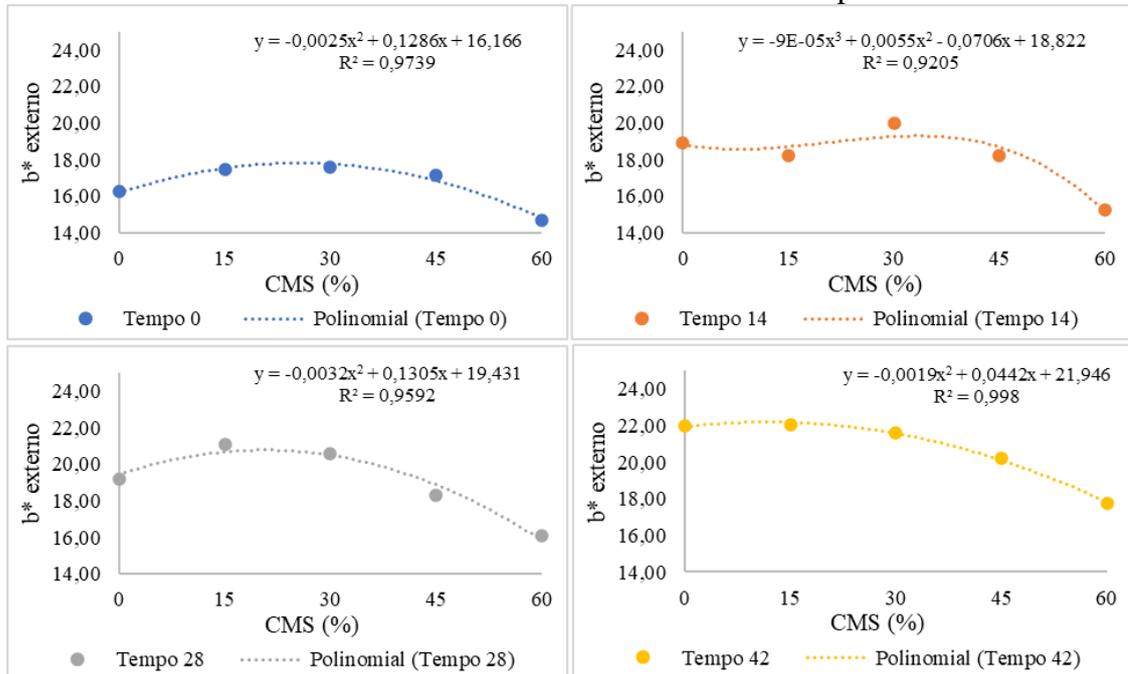
Nota-se um aumento (16,62 para 20,72) nos valores desse parâmetro nas formulações com o passar dos dias de armazenagem (0 a 42 dias, respectivamente) (FIGURA 14). Ao passo que, pela Figura 15, observa-se que a inclusão crescente de CMS nas formulações causou uma redução nos valores de b^* , à medida que aumentou a concentração de CMS de 0% (19,09) para 60% (15,94).

Figura 14 – Gráficos e coeficientes de regressão do parâmetro b^* externo ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Figura 15 – Gráficos e coeficientes de regressão do parâmetro b^* externo ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Em relação à coloração instrumental do interior das formulações, os valores médios e desvios padrões dos parâmetros avaliados estão descritas na Tabela 6. Houve interação significativa entre os tratamentos e os tempos de armazenamento somente para a intensidade de vermelho a^* . Já para a luminosidade (L^*) e intensidade de amarelo (b^*), houve diferença

para os tratamentos e para os tempos. Os modelos de regressão ajustados para essas interações então demonstrados nas Figuras 16 a 19.

Tabela 6 – Valores médios e desvios padrões dos parâmetros de cor interna dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo níveis crescentes de CMS dessa espécie, ao longo do armazenamento refrigerado.

Formulações	L* s.i.			
	0	14	28	42
F1	57,06 ± 0,68	54,13 ± 0,45	50,97 ± 0,68	47,21 ± 0,45
F2	58,60 ± 0,04	55,63 ± 0,41	54,65 ± 0,04	48,05 ± 0,78
F3	58,33 ± 0,49	54,70 ± 0,49	51,95 ± 0,49	50,12 ± 1,27
F4	56,51 ± 0,57	53,44 ± 0,79	52,83 ± 0,49	49,45 ± 1,63
F5	55,87 ± 0,73	50,10 ± 0,33	49,40 ± 0,99	42,80 ± 1,74
	a*			
	0**	14**	28**	42*
F1	6,20 ± 0,21	6,32 ± 0,17	6,35 ± 0,47	6,67 ± 0,21
F2*	6,10 ± 0,14	6,77 ± 0,29	6,97 ± 0,10	7,37 ± 0,19
F3***	7,00 ± 0,22	7,47 ± 0,36	7,57 ± 0,32	7,80 ± 0,59
F4***	7,47 ± 0,28	7,80 ± 0,28	8,17 ± 0,33	8,25 ± 0,21
F5*	7,90 ± 0,33	8,42 ± 0,33	8,80 ± 0,58	9,40 ± 0,08
	b* s.i.			
	0	14	28	42
F1	6,90 ± 0,17	7,07 ± 0,25	7,37 ± 0,40	7,75 ± 0,33
F2	7,20 ± 0,25	7,60 ± 0,78	7,90 ± 0,65	8,57 ± 0,25
F3	6,75 ± 0,34	7,40 ± 0,14	8,25 ± 0,28	8,42 ± 0,34
F4	7,27 ± 0,34	8,10 ± 0,37	8,23 ± 0,05	9,17 ± 0,34
F5	7,20 ± 0,09	8,42 ± 0,36	8,50 ± 0,65	9,67 ± 0,09

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

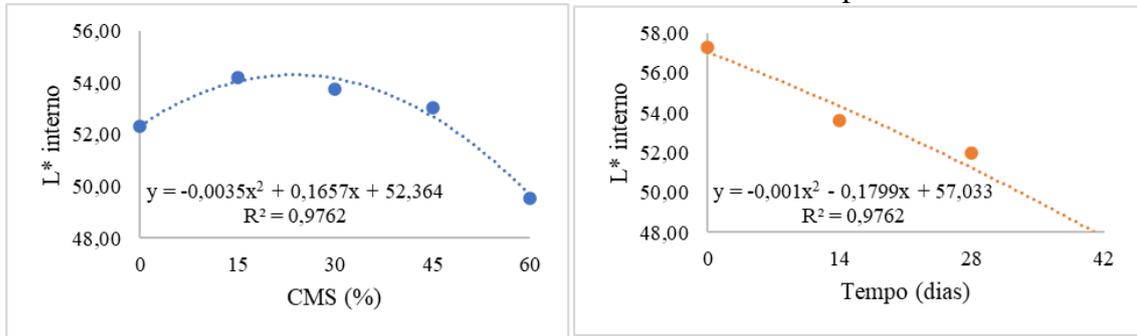
s.i. – Sem interação tratamento x tempo; *Efeito quadrático (P<0,01); **Efeito linear (P<0,01); ***Efeito quadrático (P<0,05).

Fonte: Da autora (2021).

A luminosidade (L*) interna, representada na Figura 16, não foi afetada significativamente (P>0,05) pela interação entre a concentração de CMS incluída na elaboração dos produtos e o tempo de armazenamento.

Através da Figura 16, nota-se um efeito quadrático (P<0,01), que resultou em uma redução nos valores de luminosidade do dia 0 (57,27) para o dia 42 (47,43). Comportamento semelhante foi observado, à medida que o nível de inclusão de CMS aumentou de 0% (52,34) para 60% (49,54).

Figura 16 – Gráficos e coeficientes de regressão do parâmetro L* interno ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

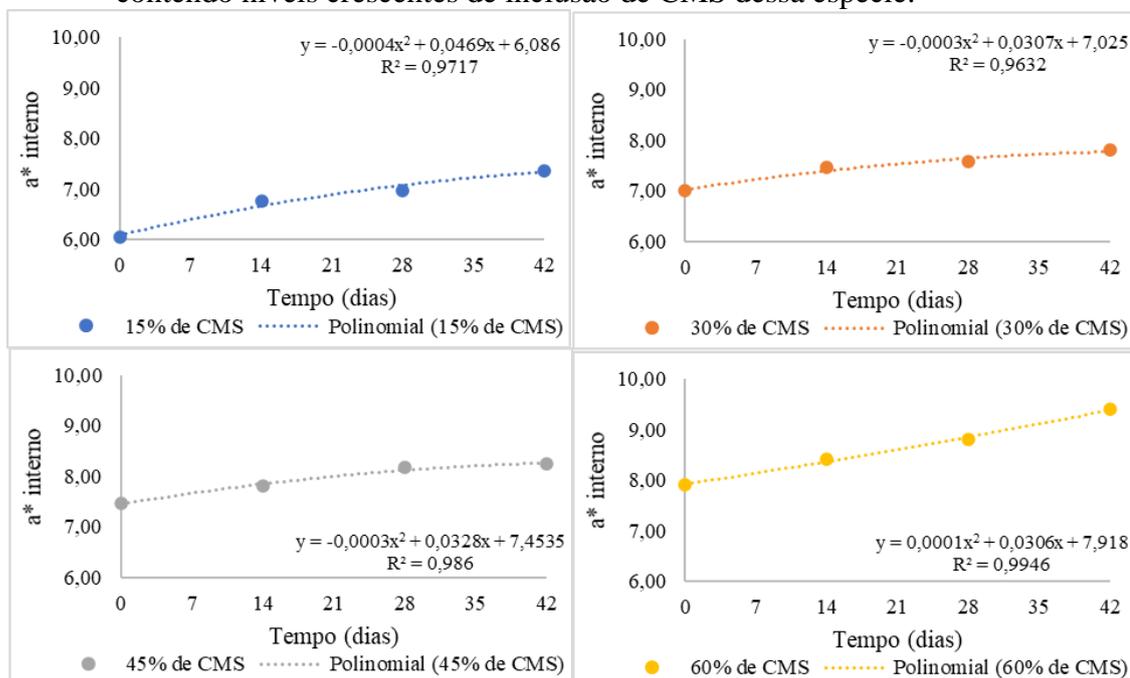


Fonte: Da autora (2021).

A intensidade de vermelho (a^*) interna das formulações ao longo dos dias de armazenamento refrigerado, representado na Figura 17, apresentou um aumento gradual de 6,92 (tempo 0) para 7,89 (tempo 42 dias). Ressalta-se que a formulação com 0% de CMS (F1) não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$) ao longo do tempo, para esse parâmetro.

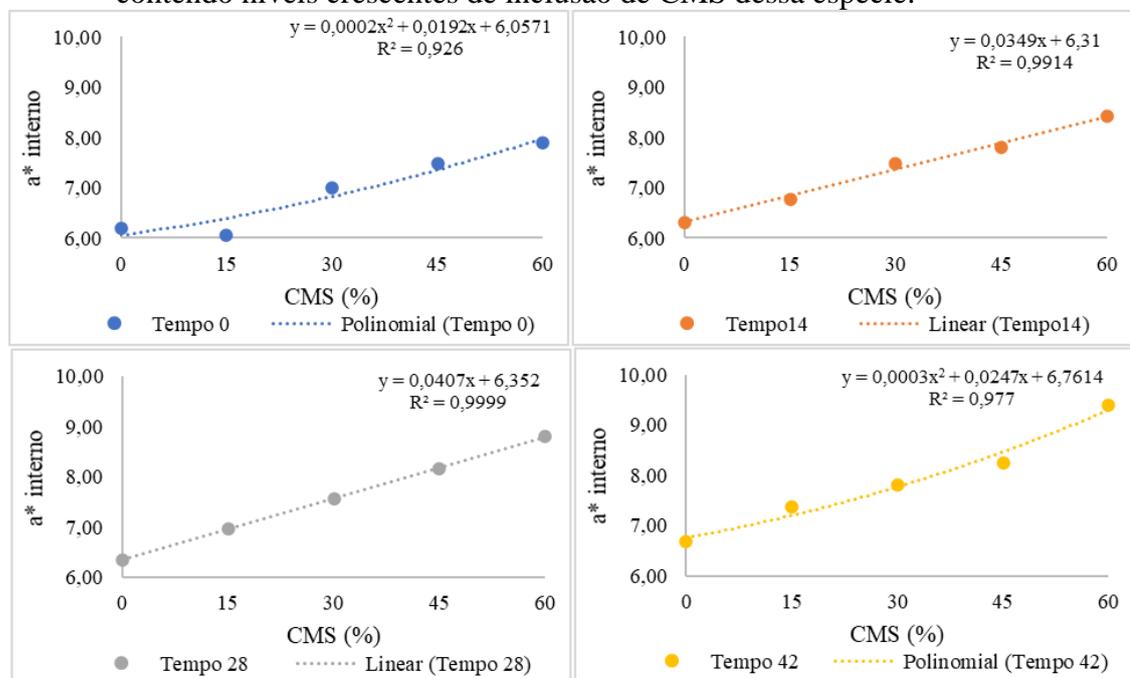
A Figura 18 deixou explícito a variação dos efeitos lineares e quadráticos ($P < 0,05$) da inclusão da CMS nas formulações sobre o parâmetro a^* . Ao se avaliar em cada dia, o efeito da inclusão crescente de CMS nas formulações, foi possível perceber que em todos os dias, foi observado um aumento na intensidade de vermelho, à medida que o nível de inclusão de CMS aumentou de 0% (6,38) para 60% (8,63).

Figura 17 – Gráficos e coeficientes de regressão do parâmetro a^* interno ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Figura 18 – Gráficos e coeficientes de regressão do parâmetro a^* interno ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.

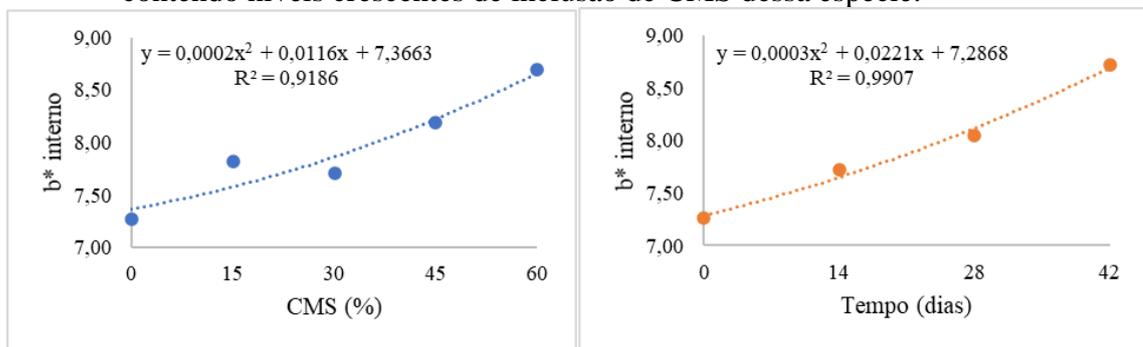


Fonte: Da autora (2021).

A intensidade de amarelo (b^*) interna, representada na Figura 19, não foi afetada significativamente ($P>0,05$) pela interação entre o aumento da concentração de CMS e o tempo de armazenamento refrigerado.

Através da Figura 19, nota-se um efeito quadrático ($P<0,01$), que resultou em um aumento nos valores de b^* do dia 0 (7,26) para o dia 42 (8,72). Comportamento semelhante foi observado, à medida que o nível de inclusão de CMS aumentou de 0% (7,24) para 60% (8,69).

Figura 19 – Gráficos e coeficientes de regressão do parâmetro b^* interno ao longo do tempo de armazenamento das formulações de embutido cozido e defumado de tilápia, contendo níveis crescentes de inclusão de CMS dessa espécie.



Fonte: Da autora (2021).

Os valores de luminosidade (L^*) interna e externa dos embutidos apresentaram diminuição de 57,27 para 47,53 e de 41,62 para 36,04, respectivamente, o que indica uma tendência no escurecimento do produto armazenado a 7°C. Já para os parâmetros a^* (intensidade de vermelho) e b^* (intensidade de amarelo) externos e internos, houve um aumento nos valores, ao longo dos dias de armazenamento. Na prática, foi observado que as formulações com maiores concentrações de CMS tenderam a apresentar uma coloração vermelha mais intensa. Em contrapartida, as formulações com menores concentrações de CMS (F1 e F2) exibiu uma coloração mais amarelada. Essas colorações podem ser resultado da oxidação do pigmento nitrosohemocromo (coloração rósea) a metamioglobina desnaturada (coloração marrom) e porfirinas oxidadas (coloração amarela) (DEDUCH, 2018).

Comportamentos similares foram encontrados por Bedendi (2003), em que se observou maiores valores de a^* e b^* em presuntos embalados à vácuo e mantido sob refrigeração por 22 dias. Lago *et al.* (2019), avaliando a vida útil de salsichas de tilápia armazenadas sob congelamento por 60 dias, relatam a tendência de os produtos ficarem pálidos ao longo do tempo e correlaciona com o aumento nos valores de oxidação lipídica. Benedetti *et al.* (2011), observaram uma diminuição nos valores médios de a^* em linguças defumadas, quando não

foram incorporados antioxidantes na formulação. De acordo com Selani *et al.* (2011), a oxidação dos pigmentos e o processo de oxidação lipídica podem estar relacionados, pois os peróxidos, os quais são produtos de oxidação lipídica primária ou subprodutos de sua degradação, podem interagir com proteínas e aminoácidos para formar pigmentos mais escuros.

A cor é um importante atributo de qualidade que influencia na escolha de produtos cárneos pelo consumidor, e a sua estabilidade durante a vida útil do produto é importante para que não haja rejeição (LEAL, 2018).

3.3 Análises microbiológica

No final do tempo de armazenamento avaliado, as formulações de embutidos cozidos e defumados de tilápia não apresentaram contagem de fungos filamentosos e leveduriformes e de psicrotróficas. Nas Tabelas 7 e 8, estão apresentados os resultados médios e desvios padrões da contagem de aeróbios mesófilos e de bactérias ácidos lácticas (BAL), respectivamente, ao longo do tempo de armazenamento dos produtos. Nota-se que até o 14^o dia de armazenamento, a contagem de ambos os grupos de microrganismos permaneceram, praticamente, inalterados em todas as formulações.

Tabela 7 – Valores médios da contagem de aeróbios mesófilos ($\log \text{UFC.g}^{-1}$), ao longo do armazenamento refrigerado dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes concentrações de CMS dessa espécie.

Tempo (dias)	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01
7	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01
14	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01
21	2,6 ± 0,03	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	3,5 ± 0,03
28	3,3 ± 0,02	3,6 ± 0,04	3,6 ± 0,01	1,0 ± 0,01	3,6 ± 0,03
25	3,6 ± 0,01	4,0 ± 0,02	4,0 ± 0,02	2,8 ± 0,03	5,6 ± 0,02
42	4,8 ± 0,04	5,5 ± 0,05	5,5 ± 0,05	4,3 ± 0,04	5,7 ± 0,04

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 8 – Valores médios da contagem de bactérias ácido lácticas ($\log \text{UFC.g}^{-1}$), ao longo do armazenamento refrigerado dos embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes concentrações de CMS dessa espécie.

Tempo (dias)	Formulações				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01
7	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01
14	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01
21	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	2,5 ± 0,05	1,0 ± 0,01
28	1,0 ± 0,01	2,5 ± 0,01	2,6 ± 0,03	2,8 ± 0,02	1,0 ± 0,01
25	3,0 ± 0,03	2,9 ± 0,02	2,8 ± 0,01	3,3 ± 0,03	2,6 ± 0,02
42	3,3 ± 0,02	3,0 ± 0,02	3,0 ± 0,01	4,6 ± 0,01	3,0 ± 0,02

F1 – Embutido com 0% de CMS; F2 – Embutido com 15% de CMS; F3 – Embutido com 30% de CMS; F4 – Embutido com 45% de CMS e F5 – Embutido com 60% de CMS.

Fonte: Da autora (2021).

A legislação brasileira vigente (RDC n° 60, de 23 de dezembro de 2019) não estipula padrões de contagem de fungos filamentosos e leveduriformes, aeróbios mesófilos, psicrotróficas e bactérias ácidos lácticas para produtos derivados do pescado. Entretanto, essas análises foram realizadas devido à presença desses microrganismos indicarem as condições higiênico-sanitárias dos produtos, e pela BAL ser um grupo microbiano associado à deterioração de produtos cárneos, processados, curados, embalados a vácuo ou sob atmosfera modificada, e armazenados sob temperaturas de refrigeração (CHENOLL *et al.*, 2007).

Forsythe (2005) sugere como limite máximo, a contagem de $2,7 \log \text{UFC.g}^{-1}$ para fungos e leveduriformes. Segundo Soares *et al.*, (2011), o limite de $5 \log \text{UFC.g}^{-1}$ para psicrotróficas é indicativo de boa qualidade e o de $6 \log \text{UFC.g}^{-1}$ é de qualidade aceitável. O limite crítico estabelecido para a deterioração é de 6 a $7 \log \text{UFC.g}^{-1}$ (DIEZ *et al.*, 2008, 2009; IRKIN *et al.*, 2011; SLONGO *et al.*, 2009). Buosi (2016) apresentou evidências de que os odores podem ser detectados quando a contagem superficial bacteriana está entre 7 e $7,5 \log \text{UFC.g}^{-1}$, seguidos de uma camada viscosa, normalmente, detectável entre 7,5 e $8,0 \log \text{UFC.g}^{-1}$. Geitenes *et al.* (2013) consideraram a contagem de BAL de $7 \log \text{UFC.g}^{-1}$, como limite máximo para evidências de alterações sensoriais e decréscimo do pH.

Lago *et al.* (2019), no estudo da vida útil de salsicha de tilápia congeladas, verificaram que, no final de 60 dias, os produtos apresentaram alta qualidade microbiológica, com crescimento de $2 \log \text{UFC.g}^{-1}$ para fungos filamentosos e leveduriformes e aeróbios mesófilos. Bressan *et al.* (2007), em um estudo sobre a influência da embalagem na vida útil de presuntos fatiados, verificaram que a embalagem a vácuo foi efetiva para o consumo até o 18° dia de estocagem, alcançando $3,34 \log \text{UFC.g}^{-1}$ de microrganismos aeróbios mesófilos.

Os embutidos cozidos e defumados de tilápia apresentaram contagens microbiológicas inferiores aos limites máximos encontrados na literatura supracitada. A excelente qualidade microbiológica dos produtos pode ser atribuída a cinco fatores principais: condimentação, cura, cozimento, defumação e embalagem a vácuo. Na condimentação, o uso do sal auxilia na redução da água livre do produto, retardando o desenvolvimento de microrganismos (GUERRA, 2010; HAJMEER, 2004). A utilização de sais de cura inibe o crescimento de células vegetativas de alguns microrganismos como *Staphylococcus* spp. e *Clostridium* spp., inibindo, também, os esporos, quando resistem ao tratamento térmico (AMIN; OLIVEIRA, 2006).

O processo de cozimento auxilia na redução da contagem dos microrganismos pela exposição ao calor, degradando suas células (GUERRA, 2010). A etapa de defumação, além de auxiliar sob o aspecto sensorial, melhorando a cor e o sabor do produto, diversas substâncias com propriedades antimicrobianas, como ácidos, álcoois e ésteres, são depositados na superfície do alimento, retardando a multiplicação dos microrganismos (TÓTH; POTTHAST, 1984). A embalagem a vácuo influencia a qualidade e a durabilidade dos produtos, pois, altera o ambiente, criando condições que retardam as reações de deterioração (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Além desses fatores, a qualidade das matérias-primas utilizadas no processamento, aliada à eficiência das Boas Práticas de Fabricação, podem garantir uma vida útil do produto prolongada.

4 CONCLUSÃO

Verificou-se que a inclusão de carne mecanicamente separada e tempo de armazenamento exerceu influência significativa nas características químicas (composição centesimal e oxidação lipídica) e físicas (variáveis da cor). Com um comportamento para redução de umidade, proteína e cinzas, aumento do conteúdo lipídico e de oxidação lipídica. A coloração tendeu ao vermelho mais escuro, o que poderá influenciar na aceitação do produto.

Contudo, a qualidade nutricional e microbiológica dos embutidos cozidos e defumados de tilápia se mantiveram estáveis ao armazenamento refrigerado por até 42 dias, não sendo percebidas diferenças entre as formulações em até 30 dias.

REFERÊNCIAS

- ABUD, E. J. M. **Textura de embutidos cárneos cozidos tipo mortadela de tilápia contendo goma guar**. 2019. 31 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.
- ALMEIDA, P. L. *et al.* Effect of jaboticaba peel extract on lipid oxidation, microbial stability and sensory properties of Bologna-type sausages during refrigerated storage. **Meat Science**, [Oxford], v. 110, p. 9-14, Dec. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174015300401>. Acesso em: 07 jan. 2021.
- AMIN, M.; OLIVEIRA, J. V. Efeito do uso de nitrato e nitrito na inibição de *Clostridium perfringens* tipo A em linguiça bovina curada. **Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, [Curitiba], v. 24, n. 1, p. 13-24, jan./jun. 2006. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-457564>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Instrução Normativa n.º 60, de 23 dezembro de 2019. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 23 dez. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 18 th. Washington: Association of Analytical Communities, 2012. 570 p.
- ARIMA, H. K.; PINTO NETO, M. **Curso sobre qualidade e processamento de presunto cozido e apressentado**. Campinas: Centro de Tecnologia de Carnes ITAL, 1995.
- BAGESTAN, M. M. **Perfil sensorial, físico, químico e microbiológico de embutido de peito de peru (*Maleagris gallopavo*) defumado**. 2012. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.
- BEDENDI, R. F. **Estudo da estabilidade de presunto cozido fatiado em atmosfera modificada**. 2003. 101 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- BENEDETTI, S. *et al.* Substituição parcial de nitrito por antioxidantes e seu efeito sobre a cor de linguiça defumada. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 3, mar. 2011. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/index.php/RIAL/article/view/32536>. Acesso em: 12 fev. 2021.
- BERNARDINO FILHO, R. *et al.* Composição química e avaliações físicas de mortadela de tilápia do Nilo com sabor de camarão. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [Mossoró], v. 15, n. 3, p. 250-255, jul. 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7560073>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. **Industrialização de tilápias**. Paraná: Unioeste, 2007.

BRESSAN, M. C. *et al.* Influência da embalagem na vida útil de presuntos fatiados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 433-438, mar./abr. 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000200025. Acesso em: 18 jan. 2021.

BUOSI, D. T. M. **Determinação da vida útil de peito de peru in natura resfriado armazenado em condições aeróbias**. 2016. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

CHENOLL, E. *et al.* Lactic acid bacteria associated with vacuum packed cooked meat product spoilage: population analysis by rDNA-based methods. **Journal of Applied Microbiology**, [Malden], v. 102, n. 2, p. 498-508, Feb. 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17241356/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

CHIATTONE, P. V. **Ácido ascórbico, eritorbato e mistura comercial na redução da oxidação de hambúrguer bovino processado com água ozonizada**. 2010. 124 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

CLARIANA, M. *et al.* Effects of high pressure application (400 and 900 MPa) and refrigerated storage time on the oxidative stability of sliced skin vacuum packed dry-cured ham. **Meat Science**, [Oxford], v. 90, n. 2, p. 323-329, Feb. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174011002683>. Acesso em: 19 jan. 2021.

DEDUCH, G. **Desenvolvimento e avaliação físico-química do salame tipo italianinho com substituição parcial de cloreto de sódio**. 2018. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2018.

DIEZ, A. M. *et al.* Application of organic acid salts and high-pressure treatments to improve the preservation of blood sausage. **Food Microbiology**, [London], v. 25, n. 1, p. 154-161, Feb. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740002007000809>. Acesso em: 18 jan. 2021.

DIEZ, A. M. *et al.* Effectiveness of combined preservation methods to extend the shelf life of Morcilla de Burgos. **Meat Science**, [Oxford], v. 81, n. 1, p. 171-177, Jan. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174008002386>. Acesso em: 18 jan. 2021.

FARIAS, M. C. **Avaliação das condições higiênico-sanitária do pescado beneficiado em indústrias paraenses e aspectos relativos à exportação para consumo em Belém**. 2006. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: Ed. UFLA, 2000. 66 p.

GATELLIER, P. *et al.* Use of a fluorescence front face technique for measurement of lipid oxidation during refrigerated storage of chicken meat. **Meat Science**, [Oxford], v. 76, n. 3, p. 543-547, July 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22060998/>. Acesso em: 01 fev. 2021.

GEITENES, S. *et al.* Modelagem do crescimento de bactérias lácticas e análise microbiológica em apesuntado e presunto cozido fatiados e embalados a vácuo. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, [Guarapuava], v. 15, n. 1, jan./jun. 2013. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/2404>. Acesso em: 03 fev. 2021.

GOKOGLU, N. *et al.* The effect of modified atmosphere packaging on the quality and shelf life of frankfurter type-sausages. **Journal of Food Quality**, [Malden], v. 33, n. 1, p. 367-380, Sept. 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1745-4557.2010.00317.x>. Acesso em: 08 fev. 2021.

GOMES, H. A. *et al.* Effect of gamma radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality. **Meat Science**, [Oxford], v. 65, n. 2, p. 919-926, Oct. 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174002002991>. Acesso em: 18 jan. 2021.

GUERRA, I. C. D. **Efeito do teor de gordura na elaboração de mortadela utilizando carne de caprinos e de ovinos de descarte**. 2010. 88 p. Dissertação (Mestrado em Química e Bioquímica de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

HAJMEER, M. N. *et al.* Water, sodium chloride and acidified sodium chlorite effects on Escherichia coli O157: H7 and Staphylococcus aureus on beef briskets. **Meat Science**, [Oxford], v. 68, n. 2, p. 277-283, Oct. 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22062237/>. Acesso em: 10 jan. 2021.

IRKIN, R. *et al.* Influence of packaging conditions on some microbial properties of minced beef meat at 4 °C storage. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, [Bulgaria], v. 17, n. 5, p. 655-663, Oct. 2011. Disponível em: <https://www.agrojournal.org/17/05-12-11.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2021.

KIRSCHNIK, P. G. *et al.* Estabilidade em armazenamento da carne de tilápia-do-Nilo mecanicamente separada, lavada, adicionada de conservantes e congelada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [Brasília], v. 48, n. 8, p. 935-942, ago. 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2013000800021&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 19 jan. 2021.

KONDO, H. **Uso de carne ácida de peito de peru em embutido: impacto da formulação nas características tecnológicas do produto**. 2014. 52 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

LAGO, A. M. T. *et al.* Shelf life determination of frozen fish sausage produced with fillet and minced fish derived from the Nile tilapia processing. **Journal of Food Processing and Preservation**, [Malden], v. 43, n. 7, p. e13984, June 2019. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.13984>. Acesso em: 25 jan. 2021.

LANIER, T. C. Functional properties of surimi. **Food Technology**, [Chicago], v. 40, n. 3, p. 107-124, 1986.

- LEAL, D. A. **Efeito da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e microbiológicas de salsichas embaladas a vácuo.** 2018. 56 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.
- LI, C. T. *et al.* Dietary supplementation of vitamin and affects the peroxide value of subcutaneous lamb fat. **Journal of Muscle Foods**, [Malden], v. 12, n. 3, p. 237-243, Sept. 2001. Disponível em: <http://ir.fy.edu.tw/ir/handle/987654321/448>. Acesso em: 23 jan. 2021.
- MONTEIRO, S. S. **Caracterização química da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), avaliação de seus extratos e aplicação em linguiça de frango para aumento do shelf-life.** 2013. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.
- MORAES, K. D.; PINTO, L. A. D. A. Condições de secagem de uma pasta de anchoita modificada enzimaticamente na oxidação lipídica, lisina disponível e atividade antioxidante do produto. **Ciência Rural**, [Santa Maria], v. 43, n. 3, p. 530-536, mar. 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782013005000008&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 29 jan. 2021.
- MORAIS, C.; MARTINS, J. F. P. Considerações sobre o aproveitamento de sobras da industrialização de pescado na elaboração de produtos alimentícios. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, [Campinas], v. 18, p. 253-281, 1981.
- NOGUEIRA, I. E. **Desenvolvimento e caracterização de embutido cárneo tipo mortadela elaborado com resíduos provenientes da filetagem de tilápia do Nilo.** 2016. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
- OLIVEIRA, L. M. *et al.* Embalagens termoformadas e termoprocessáveis para produtos cárneos processados. **Polímeros**, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 202-210, jan. 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282006000300009. Acesso em: 29 jan. 2021.
- ORDÓÑEZ, J. A. *et al.* **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de origem animal II.** Porto Alegre: Artmed, 2005.
- RUNDBLAD, A. *et al.* High-quality fish oil has a more favourable effect than oxidised fish oil on intermediate-density lipoprotein and LDL subclasses: a randomised controlled trial. **British Journal of Nutrition**, [Cambridge], v. 117, n. 9, p. 1291-1298, May 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28558855/>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- SANTOS, B. A. **Reformulação de produto cárneo fermentado cozido: redução de gordura e sódio.** 2011. 122 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.
- SARMENTO, C. M. P. **Modelagem do crescimento microbiano e avaliação sensorial no estudo da vida de prateleira da mortadela e da linguiça defumada em armazenamento isotérmico e não isotérmico.** 2006. 162 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SILVA, A. R. da *et al.* Elaboração e índice de aceitabilidade de embutido obtido a partir do resíduo de tilápia (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 14, n. 1, p. 64-68, jan./mar. 2020. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/7629/7255>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SILVA, F. A. P. da. **Quality and shelf life of smoked chorizo made with blood, viscera and goat meat**. 2012. 97 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) - Universidade Federal da Paraíba - BA, João Pessoa, 2012.

SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5. ed. São Paulo: Ed. Blucher, 2017. 535 p.

SLONGO, A. *et al.* Modeling the growth of lactic acid bacteria in sliced ham processed by high hydrostatic pressure. **LWT - Food Science and Technology**, [Amsterdam], v. 42, n. 1, p. 303-306, Dec. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643808001515>. Acesso em: 09 fev. 2021.

SOARES, D. J. *et al.* Processos oxidativos na fração lipídica de alimentos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 30, n. 2, p. 263-272, jul./dez. 2012. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/30504>. Acesso em: 10 fev. 2021.

SOARES, V. M. *et al.* Qualidade microbiológica de filés de peixe congelados distribuídos na cidade de Botucatu - SP. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, [Londrina], v. 13, n. 2, p. 85-88, mar. 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/140924/ISSN1517-2570-2011-13-02-85-88.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 jan. 2021.

TÓTH, L.; POTTHAST, K. Chemical aspects of the smoking of meat and meat products. *In: Advances in food research*. Cambridge: Academic Press, 1984. 29 v. p. 87-158.

TRINDADE, M.; FONSECA, L.; JUIZ, P. J. L. Atividade antimicrobiana da tintura da casca de romã (*Punica granatum*) sobre cepas de *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes*: estudo in vitro. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, [Maruípe], v. 11, n. 4, p. 49-54, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/rbps/article/view/355>. Acesso em: 12 fev. 2021.

VANIN, N. G. **Aplicação de alta pressão hidrostática em presuntos fatiados embalados à vácuo: uma revisão**. 2010. 64 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette, Seifen, Anstrichmittel**, [United States], v. 72, n. 12, p. 1084-1087, Jan. 1970. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lipi.19700721218>. Acesso em: 12 fev. 2021.

WIRTH, F. Reducing the fat and sodium content of meat products. **Fleischwirtsch**, [Frankfurt], v. 70, n. 3, p. 294-297, July 1991. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22063751/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

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

APÊNDICE A – Questionário da pesquisa de mercado online

EMBUTIDO COZIDO E DEFUMADO DE TILÁPIA - PESQUISA DE MERCADO	
<p>Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa online de forma totalmente voluntária da Universidade Federal de Lavras. Antes de concordar, é importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Será garantida, durante todas as fases da pesquisa: sigilo; privacidade e acesso aos resultados. O objetivo desse estudo é avaliar o perfil da população e o interesse ou não pelo novo produto desenvolvido "embutido cozido e defumado de tilápia". questionário não apresenta perguntas invasivas que possam causar constrangimento. Você pode desistir de sua participação a qualquer momento, bastando não enviar o formulário. A pesquisa será encerrada após a coleta de dados por meio de questionários.</p>	
PERFIL DO CONSUMIDOR	
1) IDADE	<input type="checkbox"/> Entre 18 e 25 anos <input type="checkbox"/> Entre 26 e 45 anos <input type="checkbox"/> Entre 46 e 65 anos <input type="checkbox"/> Acima de 65 anos
2) SEXO	<input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Prefiro não responder
3) ESCOLARIDADE	<input type="checkbox"/> Ensino fundamental incompleto <input type="checkbox"/> Ensino fundamental completo <input type="checkbox"/> Ensino médio incompleto <input type="checkbox"/> Ensino médio completo <input type="checkbox"/> Ensino superior incompleto <input type="checkbox"/> Ensino superior completo <input type="checkbox"/> Pós-graduação
4) ESTADO ONDE RESIDE	Resposta: _____
PERFIL DE MERCADO	
4) Qual é a sua preferência de carne?	<input type="checkbox"/> Bovina <input type="checkbox"/> Suína <input type="checkbox"/> Peixe <input type="checkbox"/> Frango <input type="checkbox"/> Outra
5) Com qual frequência você consome carne de peixe?	<input type="checkbox"/> Diariamente <input type="checkbox"/> 1 vez por semana <input type="checkbox"/> 2 vezes por semana <input type="checkbox"/> 3 vezes por semana <input type="checkbox"/> 1 vez por mês <input type="checkbox"/> 2 vezes por mês <input type="checkbox"/> Menos de 1 vez por mês <input type="checkbox"/> Não consumo
6) Qual(is) motivo(s) te impede(m) de consumir mais carne de peixe?	<input type="checkbox"/> Sabor <input type="checkbox"/> Preço <input type="checkbox"/> Disponibilidade <input type="checkbox"/> Preparo <input type="checkbox"/> Hábito <input type="checkbox"/> Outro
7) Você consome embutidos? (presunto, apresuntado, mortadela, peito de peru, entre outros)	<input type="checkbox"/> Sim, consumo com frequência <input type="checkbox"/> Sim, consumo eventualmente <input type="checkbox"/> Sim, consumo raramente <input type="checkbox"/> Não, não consumo
8) Você compraria/consumiria esse novo produto da imagem abaixo? (Embutido cozido e defumado de tilápia)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
	
9) Qual(is) motivo(s) te levaria(m) a comprar/consumir esse novo produto? (Embutido cozido e defumado de tilápia)	<input type="checkbox"/> Sabor <input type="checkbox"/> Aparência <input type="checkbox"/> Praticidade <input type="checkbox"/> Qualidade nutricional <input type="checkbox"/> Preço <input type="checkbox"/> Não compraria/consumiria
10) Qual a faixa de preço você estaria disposto a pagar por 100 gramas deste novo produto? (Embutido cozido e defumado de tilápia)	<input type="checkbox"/> R\$ 1,50 a 3,50 <input type="checkbox"/> R\$ 3,50 a 5,50 <input type="checkbox"/> R\$ 5,50 a 7,50 <input type="checkbox"/> R\$ 7,50 a 9,50
11) Você teria preferência pelo novo produto (embutido cozido e defumado de tilápia) ao invés dos produtos tradicionais? (presunto, apresuntado, mortadela, peito de peru, entre outros)	<input type="checkbox"/> Sim, se o novo produto tiver melhor preço <input type="checkbox"/> Sim, se o novo produto for mais saudável <input type="checkbox"/> Sim, se o novo produto for mais saboroso <input type="checkbox"/> Não, prefiro os embutidos tradicionais

APÊNDICE B – Quadros das Análises de Variância (ANOVA)

CAPÍTULO 2

Tabela 1A – Análise de variância do grau de umidade de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	465.283839	116.320960	12144.242	0.0000
erro	25	0.240072	0.009602		
Total corrigido	29	465.523911			
CV (%) =	0.22				
Média geral:	70.4679667	Número de observações:		30	

Tabela 2A – Análise de variância do teor proteico de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	115.495892	28.873973	154,502	0.0000
erro	25	4.672112	0.186884		
Total corrigido	29	120.168004			
CV (%) =	3.20				
Média geral:	15.8957800	Número de observações:		30	

Tabela 3A – Análise de variância do teor de extrato etéreo de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	330.791531	82.697883	1167.917	0.0000
erro	25	1.770206	0.070808		
Total corrigido	29	332.561737			
CV (%) =	4.70				
Média geral:	7.5127867	Número de observações:		30	

Tabela 4A – Análise de variância do teor de cinzas de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	0.102885	0.025721	4.6107	0.1947
erro	25	0.138475	0.005539		
Total corrigido	29	0.237635			
CV (%) =	3.30				
Média geral:	3.5635800	Número de observações:		30	

Tabela 5A – Análise de variância do teor de nitrito residual de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	27.996891	6.999223	42.976	0.0002
erro	25	4.071721	0.162868		
Total corrigido	29	32.068612			
CV (%) =	9.47				
Média geral:	6.7404007	Número de observações:		30	

Tabela 6A – Análise de variância do rendimento ao cozimento de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	790.645200	197.661300	19766.130	0.0000
erro	5	0.000250	0.000010		
Total corrigido	9	790.645450			
CV (%) =	0.68				
Média geral:	80.7250000	Número de observações:		10	

Tabela 7A – Análise de variância do rendimento à defumação de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	583.321640	145.830410	9114400.625	0.0000
erro	5	0.000400	0.000016		
Total corrigido	9	583.322040			
CV (%) =	0.81				
Média geral:	67.3160000	Número de observações:		10	

Tabela 8A – Análise de variância da dureza de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	16140933.039735	4035233.259934	91.453	0.0000
erro	25	1103097.478460	44123.8991384		
Total corrigido	29	17244030.518195			
CV (%) =	5.08				
Média geral:	6536.8107333	Número de observações:	30		

Tabela 9A – Análise de variância da elasticidade de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	0.018911	0.004728	193.77	0.0000
erro	25	0.000610	0.0000244		
Total corrigido	29	0.019521			
CV (%) =	0.89				
Média geral:	0.8780606	Número de observações:	30		

Tabela 10A – Análise de variância da gomosidade de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	14227488.001079	3556872.000270	132.512	0.0000
erro	25	671044.313579	26841.772543		
Total corrigido	29	14898532.314658			
CV (%) =	5.55				
Média geral:	4668.0366162	Número de observações:	30		

Tabela 11A – Análise de variância da mastigabilidade umidade de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	9335705.335781	2333926.333945	138,81	0.0000
erro	25	420326.023301	16813.043332		
Total corrigido	29	9756031.359083			
CV (%) =	4.78				
Média geral:	4290.5762492	Número de observações:	30		

Tabela 12A – Análise de variância da coesividade de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	0.002484	0.000621	27.2368	0.071
erro	25	0.000570	0.0000228		
Total corrigido	29	0.003054			
CV (%) =	1.02				
Média geral:	0.7408824	Número de observações:		30	

Tabela 13A – Análise de variância da força de cisalhamento de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	1299.818656	324.954664	104.208	0.0000
erro	25	77.957776	3.118311		
Total corrigido	29	1377.776432			
CV (%) =	5.40				
Média geral:	18.1308943	Número de observações:		30	

Tabela 14A – Análise de variância da capacidade de retenção de água de embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	4	14.136029	3.534007	57934.540	0.0000
erro	25	0.001533	0.000061		
Total corrigido	29	14.137562			
CV (%) =	6,7				
Média geral:	97.4529333	Número de observações:		30	

Tabela 15A – Análise de variância do parâmetro L* externo dos embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	209.792170	52.448043	289.579	0.0000
erro	25	4.527950	0.181118		
Total corrigido	29	214.320120			
CV (%) =	1.42				
Média geral:	38.8020000	Número de observações:		30	

Tabela 16A – Análise de variância do parâmetro a* externo dos embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	38.792000	9.698000	82.325	0.0000
erro	25	2.945000	0.117800		
Total corrigido	29	41.737000			
CV (%) =	4,78				
Média geral:	9.2700000	Número de observações:		30	

Tabela 17A – Análise de variância do parâmetro b* externo dos embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	86.512000	21.628000	261.840	0.0519
erro	25	2.065000	0.082600		
Total corrigido	29	88.577000			
CV (%) =	1.97				
Média geral:	18.8700000	Número de observações:		30	

Tabela 18A – Análise de variância do parâmetro L* interno dos embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	41.118580	10.279645	23,9827	0.0620
erro	25	10.715675	0.428627		
Total corrigido	29	51.834255			
CV (%) =	3.47				
Média geral:	53.8115000	Número de observações:		30	

Tabela 19A – Análise de variância do parâmetro a* externo dos embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	13.650450	3.412612	95.500	0.0000
erro	25	0.893350	0.035734		
Total corrigido	29	14.543800			
CV (%) =	4,72				
Média geral:	7.2000000	Número de observações:		30	

Tabela 20A – Análise de variância do parâmetro b* externo dos embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	10.097520	2.524380	63.530	0.0531
erro	25	0.993375	0.039735		
Total corrigido	29	11.090895			
CV (%) =	5.18				
Média geral:	8.6805000	Número de observações:		30	

Tabela 21A – Análise de variância da atividade de água dos embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	0.000316	0.000079	49.375	0.0000
erro	25	0.000041	0.0000016		
Total corrigido	29	0.000357			
CV (%) =	0.17				
Média geral:	0.9498717	Número de observações:		30	

Tabela 22A – Análise de variância do pH dos embutidos cozidos e defumados de tilápia contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	4	0.071670	0.017918	46.540	0.0000
erro	25	0.009625	0.000385		
Total corrigido	29	0.081295			
CV (%) =	0.41				
Média geral:	6.1305000	Número de observações:		30	

CAPÍTULO 3

Tabela 23A – Análise de variância do grau de umidade de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação, ao longo de 42 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CMS	4	3169.756086	792.439021	4619.539	0.0000
DIA	6	300.382814	50.063802	291.848	0.0000
CMS*DIA	24	38.923264	1.621803	9.454	0.0000
erro	105	18.011775	0.171541		
Total corrigido	139	3527.073939			
CV (%) =	0.60				
Média geral:	68.5789286	Número de observações:		140	

Tabela 24A – Análise de variância do teor proteico de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação, ao longo de 42 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CMS	4	241.829624	60.457406	253.824	0.0000
DIA	6	728.480874	121.413479	509.741	0.0000
CMS*DIA	24	43.921276	1.830053	7.683	0.0000
erro	105	25.009600	0.238187		
Total corrigido	139	1039.241374			
CV (%) = 2.72					
Média geral:	17.9575714	Número de observações:	140		

Tabela 25A – Análise de variância do teor de cinzas de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação, ao longo de 42 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CMS	4	3.371650	0.842913	37.376	0.0000
DIA	6	15.983589	2.663931	118.123	0.0000
CMS*DIA	24	8.690240	0.362093	16.056	0.0000
erro	105	2.367975	0.022552		
Total corrigido	139	30.413454			
CV (%) = 4.11					
Média geral:	3.6532143	Número de observações:	140		

Tabela 26A – Análise de variância do teor de lipídeos de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação, ao longo de 42 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CMS	4	2451.057324	612.764331	5747.244	0.0000
DIA	6	117.357547	19.559591	183.453	0.0000
CMS*DIA	24	91.724796	3.821866	35.846	0.0000
erro	105	11.194975	0.106619		
Total corrigido	139	2671.334642			
CV (%) = 3.87					
Média geral:	8.4406429	Número de observações:	140		

Tabela 27A – Análise de variância do TBARS de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação, ao longo de 42 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CMS	4	0.002541	0.000635	42.812	0.0000
DIA	6	0.045634	0.007606	512.673	0.0000
CMS *DIA	24	0.004840	0.000202	13.594	0.0000
erro	105	0.001558	0.000015		
Total corrigido	139	0.054573			
CV (%) = 6.87					
Média geral:	0.0560636	Número de observações:	140		

Tabela 28A – Análise de variância do parâmetro L* do exterior de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação, ao longo de 42 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CMS	4	753.117230	188.279307	578.296	0.0000
DIA	3	323.576264	107.858755	331.286	0.0000
CMS*DIA	12	35.782080	2.981840	9.159	0.0000
erro	60	19.534575	0.325576		
Total corrigido	79	1132.010149			
CV (%) = 1.47					
Média geral:	38.7826250	Número de observações:		80	

Tabela 29A – Análise de variância do parâmetro a* do exterior de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação, ao longo de 42 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CMS	4	62.438138	15.609534	65.252	0.0000
DIA	3	89.789094	29.929698	125.113	0.0000
CMS*DIA	12	4.662863	0.388572	1.624	0.1090
erro	60	14.353225	0.239220		
Total corrigido	79	171.243319			
CV (%) = 5.45					
Média geral:	8.9668750	Número de observações:		80	

Tabela 30A – Análise de variância do parâmetro b* do exterior de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação, ao longo de 42 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CMS	4	162.461292	40.615323	67.149	0.0000
DIA	3	194.057425	64.685808	106.944	0.0000
CMS*DIA	12	33.157087	2.763091	4.568	0.0000
erro	60	36.291350	0.604856		
Total corrigido	79	425.967155			
CV (%) = 4.19					
Média geral:	18.5792500	Número de observações:		80	

Tabela 31A – Análise de variância do parâmetro L* do interior de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação, ao longo de 42 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CMS	4	219.044168	54.761042	12.384	0.0000
DIA	3	980.082565	326.694188	73.879	0.0000
CMS*DIA	12	69.456372	5.788031	1.309	0.2376
erro	60	265.321250	4.422021		
Total corrigido	79	1533.904355			
CV (%) = 4.00					
Média geral:	52.5917500	Número de observações:		80	

Tabela 32A – Análise de variância do parâmetro a* do interior de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação, ao longo de 42 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CMS	4	42.039780	10.509945	75.145	0.0000
DIA	3	14.410925	4.803642	34.346	0.0000
CMS*DIA	12	5.969750	0.497479	3.557	0.0005
erro	60	8.391700	0.139862		
Total corrigido	79	70.812155			
CV (%) = 5.06					
Média geral:	7.3917500	Número de observações:		80	

Tabela 33A – Análise de variância do parâmetro b* do interior de embutidos cozidos e defumados de tilápia, contendo diferentes % de inclusão de CMS em substituição ao filé em sua formulação, ao longo de 42 dias.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
CMS	4	18.389205	4.597301	24.685	0.0000
DIA	3	22.396760	7.465587	40.087	0.0000
CMS*DIA	12	2.999915	0.249993	1.342	0.2196
erro	60	11.174200	0.186237		
Total corrigido	79	54.960080			
CV (%) = 5.44					
Média geral:	7.9380000	Número de observações:		80	