



**AMANDA MARIA TEIXEIRA LAGO**

**EMBUTIDO TIPO SALSICHA UTILIZANDO  
CARNE MECANICAMENTE SEPARADA  
DE TILÁPIA: UMA ALTERNATIVA  
PARA O APROVEITAMENTO DE  
RESÍDUO DA FILETAGEM**

**LAVRAS - MG**

**2015**

**AMANDA MARIA TEIXEIRA LAGO**

**EMBUTIDO TIPO SALSICHA UTILIZANDO CARNE  
MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA: UMA ALTERNATIVA  
PARA O APROVEITAMENTO DE RESÍDUO DA FILETAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Aproveitamento de Resíduos Agrícolas e Industriais, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador  
Dr. Carlos José Pimenta

Coorientadora  
Dra. Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta

**LAVRAS – MG**

**2015**

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

Lago, Amanda Maria Teixeira.

Embutido tipo salsicha utilizando carne mecanicamente separada de tilápia: uma alternativa para o aproveitamento de resíduo da filetagem / Amanda Maria Teixeira Lago. – Lavras: UFLA, 2015.

231 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): Carlos José Pimenta.

Bibliografia.

1. Aproveitamento de Resíduos. 2. Emulsões Cárneas. 3. Qualidade Sensorial. 4. Vida Útil. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**AMANDA MARIA TEIXEIRA LAGO**

**EMBUTIDO TIPO SALSICHA UTILIZANDO CARNE  
MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA: UMA ALTERNATIVA  
PARA O APROVEITAMENTO DE RESÍDUO DA FILETAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Aproveitamento de Resíduos Agrícolas e Industriais, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2015.

Dra. Camila Carvalho Menezes UFOP

Dra. Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta UFLA

Dr. Carlos José Pimenta  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2015**

*Aos meus pais, Ervane e Leone, pela luta, dedicação e confiança depositada em mim, sem eles seria impossível a realização desse sonho. Pai e Mãe, seus cuidados significaram esperança para seguir e suas presenças me trouxeram segurança e certeza de que não estava sozinha nessa caminhada.*

*Ao meu único e tão amado irmão Alexandre, pelo carinho e união sempre presentes entre nós.*

*A minha querida e tão amada avó Teteca (Leonor) que sempre esteve presente em todos os momentos da minha vida, me incentivando e orientando. Aos meus avós Fulgêncio, Joaquim e Maria (in memoriam), que se fazem presentes pelos ensinamentos compartilhados e exemplos deixados.*

*Aos meus padrinhos, tios e primos que sempre contribuíram nesse importante passo. Em especial, a minha Madrinha Lenora e a Tia Li pela amizade, apoio e preocupação.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus que me concedeu a realização desse sonho, iluminando meu caminho para que eu pudesse concluir mais uma etapa da minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) pela oportunidade concedida para realização da Pós-Graduação. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos, e à FAPEMIG e ao CNPq por sempre apoiarem os projetos de pesquisa.

Ao professor Dr. Carlos José Pimenta pela oportunidade concedida para a realização do Mestrado e pela confiança depositada.

À professora Dra. Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta pela orientação, oportunidade e principalmente pela confiança depositada em mim e em meu trabalho, além de todo o ensinamento e apoio.

À Dra. Camila Menezes, por ter aceitado participar da banca de defesa, contribuindo para a melhoria do trabalho através de valiosas sugestões.

À Sarita Laudares e Marielle Baena, pelo companheirismo, apoio, paciência e estímulos para vencer essa etapa, sem vocês a caminhada seria mais árdua. Às outras companheiras de república Fátima, Jamile, Lorena, Elaine e Bruna, pela amizade e por se tornarem parte da minha família.

Às minhas grandes amigas Roseane Oliveira e Tatiana Reis pela ajuda, atenção e pelos conselhos, que me auxiliaram durante todo o projeto.

Aos colegas de laboratório, em especial a Aninha, Aline, Isabella, Maria Cecília e Cristina, pela amizade e preciosa ajuda na condução do experimento.

Aos meus amigos de mestrado e doutorado Bárbara, Douglas, Jacyara, Rafaela e Taísa por serem sempre prestativos e atenciosos. Às técnicas de laboratório Constantina e Ana Alice, por serem solícitas e terem me auxiliado na realização das análises no decorrer da pesquisa.

## RESUMO

A indústria do pescado representa um amplo potencial de crescimento, pois seus descartes podem ser transformados em produtos com aproveitamento mercadológico. Uma alternativa tecnológica para o melhor aproveitamento da parte comestível do pescado é a carne mecanicamente separada (CMS), que pode ser utilizada como matéria-prima em uma gama de produtos. Contudo, existem poucos relatos sobre a sua utilização na elaboração de embutidos. Diante deste quadro, objetivou-se com este estudo desenvolver e caracterizar os embutidos cárneos cozidos tipo salsicha, elaborados com inclusão crescente de CMS. Além de verificar qual a formulação mais aceita e definir sua vida útil, com base nas análises laboratoriais. Na primeira etapa foram desenvolvidas diferentes formulações de salsichas com 0, 25, 50, 75 e 100% de CMS. Avaliou-se o valor nutricional, os aspectos físico-químicos e físicos, e a qualidade microbiológica e sensorial de cada formulação. A última etapa do estudo constituiu na análise da vida útil da melhor formulação por um período de 60 dias de armazenamento sob congelamento à temperatura de -10°C. Em termos tecnológicos e nutricionais a utilização de CMS de tilápia, na produção de salsichas, não depreciou a qualidade do produto final. Verificou-se que, em geral, todas as salsichas desenvolvidas atenderam aos requisitos estabelecidos pela legislação, referente aos embutidos cárneos cozidos. Os resultados apontam que todas as amostras de salsichas atenderam aos padrões microbiológicos estabelecidos, indicando que todo o processo foi conduzido em condições higiênicas. Em relação à análise sensorial, constatou-se que os consumidores revelaram um maior índice de aceitabilidade pela formulação que apresentou equilíbrio entre a adição de CMS e filé de tilápia (50%). Por ter se destacado entre as demais, no que diz respeito a todos os parâmetros analisados, a formulação elaborada com 50% de CMS foi selecionada para a etapa de verificação da vida útil. Verificou-se que o tempo de armazenamento exerceu influência significativa nas características químicas, físicas, e no aspecto físico-químico do produto final. Contudo, 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. Diante dos resultados apresentados, pode-se garantir a vida útil do embutido cárneo tipo salsicha contendo 50% de CMS de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em 60 dias. A elaboração deste produto vem a ser uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos dessa espécie de pescado tilápia do Nilo.

Palavras-chave: Aproveitamento de Resíduos. Emulsões Cárneas. Qualidade Sensorial. Vida Útil.

## ABSTRACT

The fish industry presents a large growth potential because their disposal can be processed into products with marketing uses. An alternative technology for better utilization of the edible part of the fish is the mechanically separated meat (MSM), which can be used as raw material in a range of products. However, there are few studies on its use in the preparation of sausages. Given this situation, the aim of this study was to develop and characterize sausages made with increasing inclusion of MSM. In addition to analyze which formulation was the most accepted, the study aimed to set its shelf life, based on laboratory tests. In the first step, different formulations of sausages were developed with 0, 25, 50, 75 and 100% of MSM. The nutritional value, physical and chemical properties, microbiological aspects and sensory quality of each formulation were evaluated. The last phase of the study consisted of the analysis of the shelf life of the best formulation for a period of 60 days of storage under freezing at -10°C. In terms of technological and nutritional parameters, the use of MSM from tilapia in the production of sausages did not depreciate the quality of the final product. It was found that, in general, all developed sausages met the requirements established by current legislation, referring to the cooked meat sausages. The results shown that all sausage samples met the established microbiological standards, indicating that the entire process was conducted in hygienic conditions. Regarding the sensory evaluation, it was found that consumers indicated higher acceptance rate for the formulation presenting balanced addition of MSM and tilapia fillet (50%). Thus, for having stood out among the others, with respect to all parameters analyzed, the formulation made with 50% of CMS was selected for shelf life determination. It was found that the storage time had a significant influence on physic and chemical parameters of the final product. However, the nutritional and microbiological quality of tilapia sausage was maintained within the required by current Brazilian legislation. The acceptance of the product was not compromised since the sensory quality of the sausage were maintained, according to the consumers. Given the results presented, we can guarantee the shelf life of the sausage containing 50% of MSM and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in 60 days. The development of this product is a viable alternative to the use of residues of this species of fish.

Keywords: Waste Utilization. Meat Emulsions. Sensory Quality. Shelf Life.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

Figura 1	Acondicionamento dos resíduos de tilápia do Nilo durante o transporte .....	69
Figura 2	Preparo dos resíduos de tilápia do Nilo: (a) carcaça de tilápia; (b) e (c) retirada das nadadeiras; (d) limpeza; (e) carcaças sem as nadadeiras .....	70
Figura 3	Processamento para obtenção da CMS de tilápia do Nilo: (a) carcaça; (b) e (c) despoldadora; (d) CMS; (e) CMS acondicionadas; (f) armazenamento da CMS.....	70
Figura 4	Filé de tilápia do Nilo .....	71
Figura 5	Preparo das matérias-primas: (a) CMS de tilápia; (b) filé de tilápia .....	72
Figura 6	Ingredientes utilizados na elaboração das salsichas de tilápia: (a) estabilizante; (b) sal; (c) condimento; (d) antioxidante; (e) sal de cura; (f) gordura vegetal; (g) proteína texturizada de soja hidratada; (h) fécula de mandioca; (i) gelo .....	73
Figura 7	Preparo da emulsão para obtenção das salsichas de tilápia: (a) matérias-primas e demais ingredientes; (b) cutter; (c) homogeneização da mistura cárnea .....	73
Figura 8	Fluxograma para obtenção da emulsão cárnea .....	74
Figura 9	Embutimento das salsichas de tilápia: (a) emulsão cárnea no cutter; (b) emulsão cárnea na embutidora; (c) embutidora manual; (d) tripa artificial de colágeno e carretel de linha; (e) embutimento da emulsão; (f) salsicha de tilápia.....	75
Figura 10	Embutimento das salsichas de tilápia com diferentes concentrações de CMS: (a) embutimento da emulsão; (b) F1 - salsicha com 100% de CMS; (c) F2 - salsicha com 75% de CMS e 25 % de filé; (d) F3 - salsicha com 50% de CMS e 50 % de filé; (e) F4 - salsicha com 25% de CMS e 75 % de filé; (f) F5 - salsicha com 100% de filé.....	76
Figura 11	Tratamento térmico das salsichas de tilápia .....	76
Figura 12	Choque térmico e depelagem das salsichas de tilápia: (a) banho em água fria; (b) e (c) depelagem; (d) tripas artificiais; (e) salsichas sem envoltório.....	77

Figura 13	Secagem a frio, acondicionamento e armazenamento das salsichas de tilápia: (a) secagem das salsichas em ar frio; (b) embalagens de nylon-poli; (c) salsichas acondicionadas; (d) embaladora a vácuo; (e) salsichas embaladas a vácuo; (f) salsichas armazenadas a -10°C .....	78
Figura 14	Seleção, acondicionamento e armazenamento das salsichas de tilápia com diferentes concentrações de CMS: (a) produtos antes do congelamento; (b) produtos após congelamento. F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé .....	79
Figura 15	Fluxograma das etapas para desenvolvimento dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha de tilápia.....	79
Figura 16	Preparo das amostras para realização das análises: (a) processamento das salsichas de tilápia; (b) processamento do filé de tilápia; (c) CMS de tilápia .....	81
Figura 17	Cápsulas de porcelana contendo a areia, o bastão de vidro e a amostra .....	82
Figura 18	Extração do extrato etéreo presente em cada amostra .....	83
Figura 19	Determinação do conteúdo proteico presente em cada amostra.....	84
Figura 20	Determinação do conteúdo de resíduo mineral fixo de cada amostra.....	84
Figura 21	Quantificação da oxidação lipídica das salsichas de tilápia..	85
Figura 22	Extração do conteúdo mineral das salsichas de tilápia .....	86
Figura 23	Extração e esterificação dos ácidos graxos das salsichas de tilápia .....	88
Figura 24	Leitura do pH de cada amostra .....	90
Figura 25	Determinação da atividade de água de cada amostra: (a) salsicha de tilápia processada; (b) CMS de tilápia; (c) filé de tilápia processado .....	90
Figura 26	Preparo das amostras de salsicha de tilápia para a determinação do TPA .....	91
Figura 27	Determinação da cor instrumental de cada amostra .....	92
Figura 28	Análise do perfil de textura (TPA) das amostras de salsichas de tilápia .....	92

Figura 29	Análise microbiológica das amostras de salsichas de tilápia .....	94
Figura 30	Avaliação sensorial: amostras codificadas e padronizadas...	95
Figura 31	Preparo das amostras de salsichas de tilápia para a avaliação sensorial .....	96
Figura 32	Amostras de cada formulação de salsicha de tilápia para a avaliação sensorial .....	96
Figura 33	Gráfico e coeficiente de regressão do grau de umidade das formulações de salsicha .....	102
Figura 34	Gráfico e coeficiente de regressão do teor de extrato etéreo das formulações de salsicha .....	103
Figura 35	Gráfico e coeficiente de regressão do teor de proteína das formulações de salsicha .....	104
Figura 36	Gráfico e coeficiente de regressão do teor de proteína das formulações de salsicha .....	105
Figura 37	Gráfico e coeficiente de regressão do conteúdo de malonaldeído das formulações de salsicha .....	107
Figura 38	Gráfico e coeficiente de regressão do conteúdo do mineral cálcio das formulações de salsicha .....	110
Figura 39	Gráfico e coeficiente de regressão do conteúdo do mineral fósforo das formulações de salsicha .....	111
Figura 40	Matérias-primas utilizadas na elaboração das salsichas de tilápia: (a) CMS de tilápia; (b) filé de tilápia .....	116
Figura 41	Valores médios de L* (luminosidade) das formulações de salsicha.....	118
Figura 42	Valores médios de b* (intensidade da cor amarela) das formulações de salsicha .....	118
Figura 43	Valores médios de a* (intensidade de vermelho) das formulações de salsicha .....	119
Figura 44	Diferentes formulações das salsichas de tilápia: F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé.....	120
Figura 45	Gráfico (força versus tempo) obtido no teste de análise do perfil de textura das salsichas de tilápia.....	121
Figura 46	Valores médios da dureza das formulações de salsicha.....	122

Figura 47	Valores médios da mastigabilidade das formulações de salsicha.....	122
Figura 48	Valores médios da elasticidade das formulações de salsicha.....	123
Figura 49	Valores médios da coesividade das formulações de salsicha.....	125
Figura 50	Valores médios da adesividade das formulações de salsicha.....	125
Figura 51	Salsicha elaborada com 100% de CMS tilápia (F1) .....	126
Figura 52	Valores médios da estabilidade da emulsão das formulações de salsicha .....	127
Figura 53	Valores médios do rendimento das formulações de salsicha.....	130
Figura 54	Gênero dos participantes da análise sensorial das salsichas de tilápia .....	135
Figura 55	Faixa etária dos participantes da análise sensorial das salsichas de tilápia .....	135
Figura 56	Frequência de consumo de peixe dos participantes da análise sensorial das salsichas de tilápia.....	135
Figura 57	Mapa de preferência interno para o atributo cor das salsichas de tilápia .....	141
Figura 58	Mapa de preferência interno para o atributo aroma das salsichas de tilápia .....	141
Figura 59	Mapa de preferência interno para o atributo textura das salsichas de tilápia .....	142
Figura 60	Mapa de preferência interno para o atributo sabor das salsichas de tilápia .....	143
Figura 61	Mapa de preferência interno para o atributo aparência das salsichas de tilápia na forma comercializável.....	144
Figura 62	Mapa de preferência externo para o atributo impressão global das salsichas de tilápia correlacionado com os parâmetros químicos e tecnológicos determinados: cor instrumental - L* (luminosidade) e a* (intensidade de vermelho); perfil de textura - D (dureza) e M (mastigabilidade); componentes centesimais - U (umidade) e G (gordura); e EE (estabilidade da emulsão).....	145

Figura 63	Mapa de preferência interno de três vias para os atributos sensoriais (cor, aroma, textura, sabor, impressão global e aparência) obtidos para as salsichas de tilápia.....	147
Figura 64	Histograma de frequência da intenção de compra das salsichas de tilápia por formulação: F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé.....	149

### **CAPÍTULO 3**

Figura 1	Fluxograma das etapas para desenvolvimento do embutido cárneo cozido tipo salsicha de tilápia para determinação da vida útil.....	168
Figura 2	Fluxograma para obtenção da emulsão cárnea .....	170
Figura 3	Salsichas de tilápia acondicionadas e etiquetadas: T1 (0 dia); T2 (15 dias); T3 (30 dias); T4 (45 dias); e T5 (60 dias)....	172
Figura 4	Suco exsudado presente na embalagem das salsichas após armazenamento .....	182
Figura 5	Valores médios de umidade da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	185
Figura 6	Valores médios de extrato etéreo da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	186
Figura 7	Valores médios de proteína bruta da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	187
Figura 8	Valores médios de resíduo mineral fixo da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	187
Figura 9	Valores médios de conteúdo de malonaldeído quantificado na análise de oxidação lipídica da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	188
Figura 10	Valores médios do conteúdo do mineral cálcio da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	190
Figura 11	Valores médios do conteúdo do mineral fósforo da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento.....	190
Figura 12	Valores médios de pH da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	193

Figura 13	Valores médios de L* da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	194
Figura 14	Valores médios de a* da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	195
Figura 15	Valores médios de b* da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	195
Figura 16	Valores médios do parâmetro dureza da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	197
Figura 17	Valores médios do parâmetro mastigabilidade da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	197
Figura 18	Valores médios do parâmetro elasticidade da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	198
Figura 19	Valores médios do parâmetro coesividade da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	199
Figura 20	Valores médios do parâmetro adesividade da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	199
Figura 21	Valores médios da estabilidade da emulsão da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	201
Figura 22	Valores médios do suco exsudado da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	202
Figura 23	Valores médios do atributo sensorial cor da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	206
Figura 24	Amostras das salsichas de tilápia em cada tempo de armazenamento: (a) zero dia; (b) 15 dias; (c) 30 dias; (d) 45 dias; e (e) 60 dias .....	207
Figura 25	Valores médios do atributo sensorial textura da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	207
Figura 26	Valores médios do atributo sensorial impressão global da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento .....	208
Figura 27	Mapa de preferência externo para o atributo impressão global da salsicha de tilápia, durante armazenamento, correlacionado com os parâmetros químicos e tecnológicos determinados: cor instrumental - L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo); perfil de textura - D (dureza); M (mastigabilidade) e A (adesividade); componentes químicos - G (gordura) e TBA (oxidação lipídica) .....	209

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

Tabela 1	Formulações de embutidos cárneos cozidos tipo salsicha elaborados com diferentes percentuais (0, 25, 50, 75 e 100%) de CMS provenientes de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo. ....	72
Tabela 2	Etapas de cozimento das salsichas de tilápia desenvolvidas	77
Tabela 3	Composição centesimal média e desvio padrão, em porcentagem, das matérias primas (CMS e filé de tilápia). ...	101
Tabela 4	Valores médios e desvio padrão para os componentes centesimais das diferentes formulações das salsichas de tilápia. ....	101
Tabela 5	Teor médio e desvio padrão de malonaldeído, em miligramas por quilograma de amostra, das salsichas de tilápia. ....	107
Tabela 6	Conteúdo mineral médio (cálcio e fósforo) e desvio padrão das salsichas de tilápia. ....	109
Tabela 7	Perfil de ácidos graxos e desvio padrão das salsichas de tilápia. ....	112
Tabela 8	Leitura média e desvio padrão de pH e atividade de água (Aw) das matérias primas (CMS e filé de tilápia). ....	114
Tabela 9	Leitura média e desvio padrão de pH e atividade de água (Aw) das salsichas de tilápia. ....	115
Tabela 10	Cor instrumental média e desvio padrão, dos parâmetros L*, a* e b* das matérias primas (CMS e filé de tilápia). ....	116
Tabela 11	Cor instrumental média e desvio padrão, dos parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha e verde) e b* (intensidade da cor amarelo e azul), das salsichas de tilápia. ....	117
Tabela 12	Perfil de textura (dureza, mastigabilidade e elasticidade) das salsichas de tilápia. ....	121
Tabela 13	Perfil de textura (coesividade e adesividade) das salsichas de tilápia. ....	124

Tabela 14	Estabilidade média e desvio padrão da emulsão, em porcentagem, das salsichas de tilápia. ....	127
Tabela 15	Rendimento médio e desvio padrão, em porcentagem, das salsichas de tilápia. ....	130
Tabela 16	Estimativa de custo para produção de 1kg de embutido cárneo tipo salsicha de tilápia. ....	132
Tabela 17	Padrão microbiológico das salsichas de tilápia.....	133
Tabela 18	Notas médias atribuídas pelos provadores às salsichas de tilápia quanto aos atributos sensoriais (cor, aroma, textura, sabor e impressão global) e desvio padrão. ....	136
Tabela 19	Notas médias atribuídas pelos provadores às salsichas de tilápia quanto ao atributo sensorial aparência e desvio padrão. ....	139
Tabela 20	Notas médias da intenção de compra atribuídas pelos provadores e desvio padrão. ....	148

### **CAPÍTULO 3**

Tabela 1	Formulação do embutido cárneo cozido tipo salsicha elaborado com 50% de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo. ....	168
Tabela 2	Etapas de cozimento das salsichas de tilápia desenvolvidas	171
Tabela 3	Perfil de ácidos graxos e desvio padrão da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento. ....	192
Tabela 4	Padrão microbiológico da salsicha de tilápia durante o tempo de armazenamento a -10°C.....	203
Tabela 5	Médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global da salsicha de tilápia e desvio padrão, após armazenamento. ...	205

## LISTA DE SIGLAS

### CAPÍTULO 1

CMS	Carne mecanicamente separada
CRA	Capacidade de retenção de água
DNP	Desenvolvimento de novos produtos
FAO	Do inglês <i>Food Agriculture Organization</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
NZFSA	Do inglês <i>New Zealand Food Safety Authority</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
SOFIA	Do inglês <i>The State of World Fisheries and Aquiculture</i>

### CAPÍTULO 2

AG	Ácido graxo
AGMI	Ácido graxo monoinsaturado
AGPI	Ácido graxo poliinsaturado
AGS	Ácido graxo saturado
AGT	Ácido graxo <i>trans</i>
ANAVA	Análise de variância
AOAC	Do inglês <i>Official Methods of Analysis</i>
A <sub>w</sub>	Atividade de água
BHT	Butilhidroxitolueno
CAPQ	Centro de Análise e Prospecção Química
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CG	Cromatografia gasosa

CIE	Do francês <i>Commission Internationale de L'Eclairage</i>
CMS	Carne mecanicamente separada
DCA	Departamento de Ciência dos Alimentos
DHA	Docosahexanóico
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
DQI	Departamento de Química
EE	Estabilidade da emulsão
EPA	Eicosapentaenóico
MDA	Malonaldeído
MG	Minas Gerais
MPE	Mapa de preferência externo
MPI	Mapa de preferência interno
NMP	Número mais provável
PARAFAC	Análise de fatores paralelos
PCA	Análise de componentes principais
PTS	Proteína texturizada de soja
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
UFPA	Universidade federal de Lavras
UNIFENAS	Universidade José do Rosário Vellano
TBARS	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
TCA	Ácido tricloroacético
TPA	Análise do perfil de textura

### **CAPÍTULO 3**

AG	Ácido graxo
AGMI	Ácido graxo monoinsaturado
AGPI	Ácido graxo poliinsaturado

AGS	Ácido graxo saturado
AGT	Ácido graxo <i>trans</i>
ANAVA	Análise de variância
AOAC	Do inglês <i>Official Methods of Analysis</i>
Aw	Atividade de água
BHT	Butilhidroxitolueno
CAPQ	Centro de Análise e Prospecção Química
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CG	Cromatografia gasosa
CIE	Do francês <i>Commission Internationale de L'Eclairage</i>
CMS	Carne mecanicamente separada
EPA	Eicosapentaenóico
DCA	Departamento de Ciência dos Alimentos
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
DQI	Departamento de Química
EE	Estabilidade da emulsão
MDA	Malonaldeído
MG	Minas Gerais
MPE	Mapa de preferência externo
NMP	Número mais provável
PCA	Análise de componentes principais
PPE	Perda de peso por exsudação
PTS	Proteína texturizada de soja
UFLA	Universidade federal de Lavras
UNIFENAS	Universidade José do Rosário Vellano
TBARS	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
TCA	Ácido tricloroacético
TPA	Análise do perfil de textura

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1</b> Introdução geral.....	23
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	24
2	<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	26
2.1	<b>Objetivos específicos</b> .....	26
3	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	27
3.1	<b>Produção e consumo de pescado</b> .....	27
3.2	<b>Produção e beneficiamento da tilápia no Brasil</b> .....	30
3.3	<b>Aproveitamento de resíduos agroindustriais</b> .....	33
3.4	<b>Carne mecanicamente separada (CMS) de pescado</b> .....	35
3.5	<b>Embutidos cárneos cozidos tipo salsicha</b> .....	37
3.6	<b>Pesquisa de mercado</b> .....	42
3.7	<b>Análise sensorial</b> .....	45
3.8	<b>Vida útil</b> .....	47
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	51
	<b>CAPÍTULO 2</b> Desenvolvimento e caracterização dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha elaborados com carne mecanicamente separada proveniente de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	65
	<b>RESUMO</b> .....	66
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	67
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	69
2.1	<b>Matérias-primas e demais ingredientes</b> .....	69
2.2	<b>Desenvolvimento dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha de tilápia</b> .....	71
2.3	<b>Aplicação da pesquisa de mercado</b> .....	80
2.4	<b>Caracterização química</b> .....	80
2.4.1	<b>Preparo das amostras</b> .....	80
2.4.2	<b>Determinação da composição centesimal</b> .....	81
2.4.2.1	<b>Grau de umidade</b> .....	81

2.4.2.2	Teor de extrato etéreo.....	82
2.4.2.3	Teor de proteína bruta .....	83
2.4.2.4	Teor de resíduo mineral fixo .....	84
2.4.3	Quantificação da oxidação lipídica.....	85
2.4.4	Determinação do conteúdo mineral: cálcio e fósforo.....	86
2.4.5	Determinação do perfil de ácidos graxos .....	86
2.5	Caracterização físico-química.....	89
2.5.1	Determinação do pH.....	89
2.5.2	Determinação da atividade de água .....	90
2.6	Caracterização física.....	90
2.6.1	Preparo das amostras .....	91
2.6.2	Medição da cor instrumental .....	91
2.6.3	Verificação do perfil de textura .....	92
2.6.4	Avaliação da estabilidade da emulsão.....	93
2.7	Análise de rendimento e estimativa de custo .....	93
2.8	Avaliação da qualidade microbiológica .....	94
2.9	Análise sensorial: teste de aceitação e intenção de compra..	95
2.9.1	Preparo das amostras .....	95
2.9.2	Teste de Aceitação.....	96
2.9.3	Teste de intenção de compra .....	97
2.10	Delineamento experimental e análise estatística .....	97
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>99</b>
3.1	Pesquisa de mercado.....	99
3.2	Determinação da composição centesimal.....	101
3.3	Oxidação lipídica.....	106
3.4	Determinação do conteúdo mineral: cálcio e fósforo.....	109
3.5	Determinação do perfil de ácidos graxos .....	112
3.6	Leituras do pH e da atividade de água.....	114
3.7	Medição da cor instrumental .....	116
3.8	Análise de perfil de textura .....	120
3.9	Avaliação da estabilidade da emulsão.....	127

3.10	Análise de rendimento e estimativa de custo .....	129
3.11	Qualidade microbiológica das salsichas .....	133
3.12	Análise sensorial: teste de aceitação e intenção de compra..	134
3.12.1	Perfil dos provadores .....	134
3.12.2	Aceitação sensorial.....	136
3.12.3	Avaliação dos atributos sensoriais das salsichas de tilápia: PCA e mapa de preferência .....	140
3.12.4	Avaliação da intenção de compra: histograma de frequência .....	147
4	CONCLUSÃO .....	151
	REFERÊNCIAS.....	152

	<b>CAPÍTULO 3</b> Determinação da vida útil do embutido cárneo cozido tipo salsicha elaborado com CMS de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) submetido ao armazenamento a -10°C .....	162
--	--	-----

	RESUMO.....	163
1	INTRODUÇÃO.....	164
2	MATERIAL E MÉTODOS .....	166
2.1	Matérias-primas e demais ingredientes .....	166
2.2	Desenvolvimento dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha de tilápia .....	167
2.3	Caracterização química.....	173
2.3.1	Determinação da composição centesimal.....	173
2.3.1.1	Grau de umidade .....	173
2.3.1.2	Teor de extrato etéreo.....	174
2.3.1.3	Teor de proteína bruta .....	174
2.3.1.4	Teor de resíduo mineral fixo .....	175
2.3.1.5	Quantificação da oxidação lipídica.....	175
2.3.1.6	Determinação do conteúdo mineral: cálcio e fósforo.....	176
2.3.1.7	Determinação do perfil de ácidos graxos .....	177
2.4	Caracterização físico-química.....	178
2.4.1.1	Determinação do pH.....	179

2.4.1.2	Determinação da atividade de água .....	179
2.5	Caracterização física.....	179
2.5.1.1	Medição da cor instrumental .....	180
2.5.1.2	Verificação do perfil de textura .....	180
2.5.1.3	Avaliação da estabilidade da emulsão.....	181
2.5.1.4	Quantificação do suco exsudado presente na embalagem....	181
2.6	Avaliação da qualidade microbiológica .....	182
2.7	Análise sensorial: teste de aceitação.....	182
2.7.1.1	Teste de Aceitação.....	183
2.8	Delineamento experimental e análise estatística .....	184
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	185
3.1	Determinação da composição centesimal.....	185
3.2	Oxidação lipídica.....	188
3.3	Determinação do conteúdo mineral: cálcio e fósforo.....	190
3.4	Determinação do perfil de ácidos graxos .....	191
3.5	Leituras do pH e da atividade de água.....	193
3.6	Medição da cor instrumental .....	194
3.7	Verificação do perfil de textura instrumental .....	196
3.8	Quantificação do suco exsudado presente na embalagem e avaliação da estabilidade da emulsão.....	200
3.9	Qualidade microbiológica das salsichas.....	203
3.10	Análise sensorial: teste de aceitação ao final do armazenamento .....	205
3.11	Determinação da vida útil da salsicha de tilápia.....	210
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	212
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	213
	<b>ANEXOS</b> .....	222

**CAPÍTULO 1 Introdução geral**

## 1 INTRODUÇÃO

Em um cenário de constante competitividade do setor alimentício e crescente demanda por conveniência e praticidade, o desenvolvimento de novos produtos, sobretudo os de rápido preparo, apresenta estreita relação com as atuais tendências de consumo. Com isso, as empresas têm impulsionado o aprimoramento de novas técnicas de produção e aplicação de novos ingredientes que agreguem valor ao produto para conduzir à redução dos custos e assegurar a permanência do empreendimento na operação comercial.

No ramo dos produtos cárneos, o pescado tem sido cada vez mais requerido e valorizado pelos consumidores em razão dos benefícios por ele proporcionado à saúde humana. Considerado como alimento de alto valor nutricional, destaca-se como fonte de ácidos graxos essenciais como ômega 3 e 6, fonte de minerais (cálcio, ferro e fósforo), de proteínas e aminoácidos essenciais. Ademais, é altamente digestível, apresenta boa palatabilidade e baixos níveis de colesterol.

As empresas de alimentos, mesmo investindo vigorosamente no beneficiamento dessa matéria-prima, lidam com um volume superior a 50% de resíduos. Esse desperdício, além de ser uma fonte a menos de rendimento monetário, quando indevidamente descartado, torna-se poluente e danoso ao meio ambiente. Em decorrência a esta conjuntura, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas e produtos que otimizem o processamento e o aproveitamento do pescado, com o intuito de agregar valor econômico, ambiental e social ao produto final. Este último, justificado pela necessidade de minimizar a insegurança alimentar, ainda evidente na atualidade.

O processo de desenvolvimento de produtos deve ser abrangente, iniciando-se na percepção das necessidades de mercado e findando-se no término do ciclo de vida do produto. Uma perceptível possibilidade para a

indústria de pescado, que compatibiliza a necessidade de novos produtos à redução de resíduos agroindustriais, constitui-se na formulação de embutidos a base de peixe e sua carne mecanicamente separada (CMS). Os embutidos emulsionados sobressaem-se como produtos cárneos de maior industrialização e consumo no País, o que sugere serem os mais aceitos e acessíveis à população. O sabor suave da CMS e a certeza da ausência de espinhas, torna exequível sua associação ao embutido. No entanto, uma empresa cujo processamento baseia-se na incorporação de CMS de pescado somente será viável quando forem desenvolvidos produtos que sejam amplamente aceitos pelo mercado consumidor.

Para o alcance desta inovação é indispensável padronizar os parâmetros do produto, tais como forma, cor, aparência, odor, sabor, textura e consistência. A interação entre os seus diferentes componentes, e principalmente, os parâmetros nutricionais, devem ser otimizados e uniformizados com o intuito de obter um equilíbrio integral que resulte em excelência na qualidade, aceitabilidade e satisfação do consumidor.

## 2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma formulação ideal de embutido cozido tipo salsicha, elaborado com substituição total e parcial do filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por CMS, proveniente de resíduos da filetagem da tilápia nilótica.

### 2.1 Objetivos específicos

- Caracterizar as matérias-primas (CMS e filé de tilápia do Nilo), por meio das análises: química, físico-química e física;
- Avaliar as características qualitativas das diferentes formulações por meio das análises químicas, físicas, físico-químicas e microbiológicas;
- Determinar a aceitação das diferentes formulações a partir da realização da análise sensorial;
- Submeter a formulação com maior índice de aceitação ao congelamento à temperatura de -10°C;
- Avaliar as características químicas, físicas, físico-químicas e microbiológicas do produto ao longo da estocagem, em intervalos de 15 dias;
- Avaliar as características sensoriais da salsicha de tilápia ao final do armazenamento;
- Definir a vida útil do embutido cárneo cozido tipo salsicha, elaborado com CMS de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com base nas características obtidas durante o tempo de armazenamento.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

O texto a seguir está organizado de forma a: enfatizar a necessidade de aproveitamento do resíduo proveniente do processamento do pescado e assim, possibilitar a sustentabilidade da sua cadeia produtiva; apontar o aparecimento de tecnologias que permitam a elaboração de novos produtos em que resíduos, como a carne mecanicamente separada (CMS) de pescado, sejam matérias-primas ou ingredientes para a alimentação humana; e dispor de novas opções no mercado consumidor de embutidos, oferecendo produtos diferenciados de alta qualidade nutricional e sensorial.

#### **3.1 Produção e consumo de pescado**

Para vias de definição, segundo o Decreto nº 1.255 de 25 de junho de 1962, que regulamenta a Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), *Arts. 438 e 439*, a denominação genérica “pescado” abrange os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios e mamíferos de água doce ou salgada, algas, outras plantas e animais aquáticos, desde que destinados à alimentação humana. Em natureza pode ser fresco, resfriado ou congelado (BRASIL, 1962).

A indústria pesqueira colabora para o fornecimento de uma vasta variedade de produtos e subprodutos para o consumo, onde o peixe é o componente de maior predominância (GONÇALVES, 2011), representando quase 17% do consumo de proteína no mundo (SOFIA, 2014). Dentre os alimentos, o pescado vem sendo cada vez mais valorizado pelos consumidores devido aos benefícios que proporciona à saúde, visto que seus nutrientes apresentam elevada importância fisiológica, metabólica e nutricional (GODOY et al., 2010; OGAWA; MAIA, 1999).

Destaca-se pela quantidade e qualidade de suas proteínas que contêm todos os aminoácidos essenciais, pela presença de vitaminas e minerais e, sobretudo por ser fonte considerável de ácidos graxos essenciais, da família ômega 3. Estudos apontam que o consumo desses lipídeos auxilia na redução do risco das doenças cardiovasculares e está associado a funções importantes nas fases iniciais do desenvolvimento humano (SARTORI; AMANCIO, 2012).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2014), a aquicultura oferece um enorme potencial para responder à procura por alimentos aliada ao aumento da população global, uma vez que nos últimos anos tem sido o setor alimentício de mais rápido desenvolvimento. Tacon (2014) relatou que a criação aquícola mundial, na qual inclui todas as plantas aquáticas e animais cultivados, tem crescido a uma taxa anual média de 8,1%, em comparação com 2,6% ao ano para a produção de animais terrestres. A produção global aumentou nove vezes, passando de 10,2 milhões de toneladas em 1984 para um novo recorde de 90,4 milhões de toneladas em 2012.

A última edição de *The State of World Fisheries and Aquaculture* (SOFIA, 2014) da FAO relata que a produção mundial de pescado, a qual engloba a pesca extrativista e a aquicultura, em 2012 foi de aproximadamente 158 milhões de toneladas. No mesmo ano, a China foi responsável por mais de 60% desta produção e liderou a lista de países com maiores produções seguida pela Índia, Vietnã e Indonésia. Enquanto o Brasil atingiu cerca de 1,5 milhões de toneladas e a 12ª posição no *ranking* mundial. Entretanto, conforme descrito por Matias (2014), representante executivo da FAO na América Latina, quando observado o *ranking* nas Américas, também em 2012, o Brasil ocupou o 2º lugar ficando abaixo do Chile, que apresentou a maior produção, e acima de países como Estados Unidos, Equador, Canadá e México.

De acordo com a publicação realizada pelo Portal Brasil (2014), a atual produção nacional não representa 10% do potencial estimado pela FAO, que é de 20 milhões de toneladas por ano. Com isso, a meta do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) é incentivar o cultivo nacional para que, em 2030, o país alcance esta perspectiva. Rocha et al. (2013) afirma que o Brasil apresenta grande potencial para se tornar um dos maiores produtores de pescado, devido às suas condições naturais, clima favorável e vigorosa matriz energética. Este potencial está relacionado à sua extensão costeira de mais de oito mil quilômetros e, à sua dimensão territorial, que dispõe de, aproximadamente, 13% da água doce do planeta.

Conforme o Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura elaborado pelo MPA em 2011, progressos já podem ser observados no país. Neste ano, a aquicultura cresceu fortemente em todas as regiões brasileiras. O Nordeste se destacou como maior produtor de pescado, apresentando uma produção de 199 mil toneladas, seguido das regiões Sul, Norte, Sudeste e Centro-Oeste, onde as produções foram de 172.463 toneladas, 94.718 toneladas, 86.919 toneladas e 75.107,9 toneladas, respectivamente. O maior percentual apresentado foi o da região Norte, onde a aquicultura cresceu em média 126% em relação ao ano anterior. A produção aquícola continental aponta a tilápia (253.824,1 toneladas) e o tambaqui (111.084,1 toneladas) como as espécies mais cultivadas, as quais somadas representam 67% da produção nacional de pescado desta modalidade (BRASIL, 2013).

O Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2014), indica que o consumo de pescado *per capita* no Brasil ultrapassou o mínimo recomendado pela OMS (Organização Mundial da Saúde) que é de 12 quilos por habitante ao ano. De acordo com dados da MPA a média por habitante ano no país alcançou 14,50 quilos em 2013, nada menos que 22,96% a mais do que em relação ao ano de 2011 onde o consumo foi de 11,17 quilos habitante/ano. Embora ainda seja

inferior ao consumo *per capita* em nível mundial, visto que, segundo FAO (2014) este foi superior a 19 kg/habitante/ano em 2012.

Faz-se necessário a aplicação de estratégias políticas, científicas e empresariais que realmente incentivem o consumo de pescado no Brasil (GONÇALVES, 2011). Para tanto, é fundamental que ocorra um esforço conjunto entre produtores, comerciantes, órgãos governamentais e consumidores, com o propósito de exigir e assegurar melhor qualidade do produto disponível no mercado, a um preço acessível (OETTERER; GALVÃO; SAVAY-DA-SILVA, 2014a).

### **3.2 Produção e beneficiamento da tilápia no Brasil**

Nativas da África, Israel e Jordânia, as mais de 100 espécies de tilápia podem ser representadas e distribuídas basicamente em três gêneros (*Tilapia*, *Sarotherodon* e *Oreochromis*) da família Cichlidae. Dentre as espécies, apenas quatro conquistaram destaque na aquicultura mundial, todas do gênero *Oreochromis*: tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*); tilápia de Moçambique (*Oreochromis mossambicus*); tilápia azul ou áurea (*Oreochromis aureus*); e tilápia de Zanzibar (*Oreochromis urolepis hornorum*) (OLIVEIRA et al., 2007; WATANABE et al., 2002). O cultivo de tilápias, principalmente de tilápias do Nilo, foi registrado em 135 países e territórios distribuídos por todos os continentes, segundo dados estatísticos da FAO (SOFIA, 2014).

Originária da Costa do Marfim, a tilápia foi introduzida no Brasil em 1971 (LOVSHIN; CIRYNO, 1998), onde se tornou uma das espécies mais importantes para a piscicultura nacional, em razão da rápida taxa de crescimento, da fácil capacidade de adaptação a diversas condições de criação e das boas características sensoriais da carne, com filés isentos de espinhas intramusculares em forma de "Y" (RIGHETTI et al., 2011). Além de apresentar

baixo custo relativo e ser a espécie mais resistente à oscilação de temperatura, alta concentração de amônia, salinidade elevada, e à baixa concentração de oxigênio dissolvido na água (OETTERER, 2002; OLIVEIRA et al., 2007).

O grande interesse por essa espécie deve-se também a possibilidade de aplicar a tecnologia da reversão sexual (LOVSHIN; CIRYNO, 1998). A partir de quatro meses de idade a tilápia do Nilo começa a se reproduzir, o que acarreta superpovoamento de tanques, sendo essa a maior restrição ao seu cultivo. Este problema pode ser contornado pela criação de apenas alevinos machos, sexados manualmente ou revertidos através de hormônios sexuais (SEBRAE, 2008). Conforme descrito por Beardmore, Mair e Lewis (2001), a principal vantagem de culturas monossexo em sistemas de aquicultura inclui fatores como: maior taxa de crescimento; melhor controle de superpopulação; redução do comportamento sexual; diminuição nas variações do tamanho; e também a redução de riscos ambientais uma vez que a tilápia é uma espécie exótica.

A aquicultura brasileira, apoiada no cultivo de tilápias e algumas espécies nativas, é a segunda maior da América do Sul. Dentre os diversos setores nacionais de criação de peixes a tilapicultura é considerada a mais consolidada. Nos últimos anos foi possível observar um crescimento significativo na cadeia de produção desta espécie. Levantamentos de dados realizados apontam que a produção aumentou de 12 mil toneladas em 1996 para 250 mil toneladas em 2013 (SUSSEL, 2013). O processo industrial deste peixe iniciou-se na década de 90 no estado do Paraná, priorizando, principalmente, o beneficiamento de filés congelados (OETTERER, 2002).

Estudos realizados mostraram que os principais componentes do filé de tilápia nilótica, *in natura*, correspondem a: 75 a 79% de umidade; 18 a 20% de proteína bruta; 1% a 2,40% de resíduo mineral; e 1,28 a 4% de lipídeos (MARCHI, 1997; MINOZZO, 2005; OLIVEIRA FILHO, 2009; SALES; SALES, 1990). A qualidade e teor de aminoácidos essenciais e de ácidos graxos

insaturados presentes nos filés asseguram um elevado valor nutricional (SIQUEIRA, 2001). A composição do filé pode variar em função das alterações sazonais, do estado fisiológico, da idade, do sexo e do tamanho do pescado, além de depender da composição da dieta fornecida aos peixes e do manejo alimentar (GONÇALVES, 2011; KUBITZA, 2000).

No Brasil, as formas de comercialização da tilápia variam conforme a região geográfica, a disponibilidade de recurso e a cultura da população (OETTERER; GALVÃO; SAVAY-DA-SILVA, 2014b). Nas regiões Sul e Sudeste, 75% a 85% da produção, aproximadamente é vendida na forma de filé, resfriados e/ou congelados, enquanto na região Nordeste, os consumidores preferem adquirir o produto inteiro sem vísceras (SUSSEL, 2013). Globalmente, quase 70 milhões de toneladas de peixe são processados por filetagem, conservas e cura. Uma larga proporção do cultivo de tilápias é comercializada em forma de filé, e o rendimento, em filé, nesta espécie, varia de 30 a 37% (SOFIA, 2014). Segundo Kubitza e Campos (2006) a cada 1 kg de tilápia abatida gera-se, aproximadamente, 350g de esqueleto com carne aderida.

A partir desses dados, é possível observar que o beneficiamento de tilápias produz uma grande quantidade de resíduos, que quando empregados indevidamente agravam os problemas ambientais (BENITES, 2003). De acordo com Boscolo (2003), os resíduos da filetagem de tilápias são descartados pelas indústrias devido ao desconhecimento de seu verdadeiro potencial. Assim sendo, há necessidade de pesquisas que enfoquem o desenvolvimento e/ou introdução de novas tecnologias que proporcionem melhor aproveitamento destas matérias-primas até o produto final. E ainda proporcionem o desenvolvimento de novos produtos a partir de resíduos líquidos e sólidos (CARMO, 2009).

### 3.3 Aproveitamento de resíduos agroindustriais

Atualmente, diversos estudos a respeito de aproveitamento integral de alimentos têm recebido créditos e notoriedade. Numerosas perspectivas são abordadas, com o objetivo de minimizar o desperdício e a insegurança alimentar, e alcançar maior proteção ambiental. Resultados positivos desses estudos podem ser observados por Frutuoso, Andrade e Pereira (2012), Rodrigues, Caliari e Asquieri (2011) e Vidal et al. (2011), que pesquisaram, respectivamente, aproveitamento de soro de queijo de cabra na formulação de bebida láctea, resíduos originados no processamento de mandioca na elaboração de biscoitos de polvilhos, e caracterização de concentrado proteico de resíduos da filetagem de tilápia. Os autores afirmaram que os novos produtos desenvolvidos agregaram valor a um material de descarte, trazendo como alternativa um alimento de alta qualidade nutricional e sensorial, e de custo relativamente baixo.

Em termos conceituais, resíduo é definido como “aquilo que resta de qualquer substância da qual se obteve o produto principal” (GONÇALVES, 2011). É todo material descartado nas linhas de produção e consumo que, devido às limitações tecnológicas ou de mercado, não apresenta valor de uso. A palavra resíduo é utilizada em sentido amplo, englobando não somente os resíduos sólidos, como também os efluentes líquidos e os materiais presentes nas emissões atmosféricas (OETTERER; GALVÃO; SUCASAS, 2014).

O manejo inadequado dos resíduos da agroindústria apresenta-se como um dos problemas mais críticos, uma vez que a taxa de geração é bem maior que a taxa de degradação (FIORI; SCHOENHALS; FOLLADOR, 2008). Este fato ocorre em todos os setores produtivos estando presente também na área de processamento e aproveitamento de peixes (VIDOTTI, 2011). A cadeia produtiva do pescado apresenta potencial para conquistar posição de destaque

entre as atividades econômicas brasileiras, no entanto atualmente é uma das mais negligenciadas dentro do agronegócio (OETTERER; GALVÃO; SUCASAS, 2014).

No Brasil, a industrialização do pescado é crescente, no entanto, os processos de beneficiamento de peixes, gera em média um volume superior a 50% de resíduos, que quando não devidamente aproveitados, tornam-se poluentes, por causar impactos negativos ao meio ambiente. Considerando que esses resíduos contêm um alto teor de proteína e de outros nutrientes, faz-se necessário o seu aproveitamento e o incentivo do uso das tecnologias, para o desenvolvimento de novos produtos industrializados com maior valor agregado e grande demanda (GONÇALVES, 2011).

O material residual, em sua maioria, é composto de vísceras, pele, escamas, aparas, cabeças, nadadeiras, carcaças (esqueleto com carne aderida) e, até mesmo de peixes abaixo do tamanho desejável que são considerados de baixo valor comercial (KUBITZA; CAMPOS, 2006; VIDOTTI, 2011). A maior parte dos resíduos destina-se à produção de farinha e óleo bruto de peixe para alimentação animal, que têm menor valor agregado e custo de produção oneroso. Entretanto, os resíduos da industrialização podem ser direcionados para diversas modalidades de aproveitamento, tais como: alimentos para consumo humano; rações para animais; fertilizantes ou adubos orgânicos; e produtos químicos (GONÇALVES, 2011; OETTERER; BORGHESI; ARRUDA, 2001).

Conforme descrito por Pessatti (2001), a grande inovação na tecnologia de recuperação dos resíduos de pescado, foi o aparecimento de equipamentos capazes de separar o material muscular agregado às espinhas. A polpa ou carne mecanicamente separada (CMS) é isenta de vísceras, escamas, pele e ossos, e pode ser obtida a partir de uma única espécie, ou mistura de espécies de peixes com características sensoriais semelhantes (FAO/WHO, 1994). Este é considerado um produto de fácil digestão e de alto valor nutricional, por conter:

proteínas de alta qualidade; lipídeos ricos em ácidos graxos insaturados, entre eles a família ômega-3; micronutrientes, tais como vitaminas lipossolúveis (A e D) e hidrossolúveis do complexo B (riboflavina e niacina); e minerais, como cálcio e fósforo. Como alternativa viável e sustentável, a CMS pode ser empregada como matéria-prima na produção de novos alimentos à base de pescado (KIRSCHNIK, 2007; SOFIA, 2014).

### **3.4 Carne mecanicamente separada (CMS) de pescado**

Diversos termos são empregados para definir a CMS de pescado, tais como *minced fish*, *fish mince*, *mince*, polpa, cominutado ou cominuído, carne mecanicamente desossada ou mecanicamente recuperada. A terminologia CMS vem sendo adotada em textos científicos, mas tradicionalmente, refere-se à carne de aves e bovinos (WHITTLE; HOWGATE, 2002).

Produzida inicialmente no Japão, no final da década de 1940, a tecnologia da carne mecanicamente separada (CMS) surgiu devido à necessidade da indústria em aproveitar o descarte de carne e à crescente demanda por produtos à base de pescado (FRONING, 1981). A produção de CMS é ainda incipiente no Brasil, restrita a algumas localidades e apresenta distribuição limitada (GONÇALVES, 2011).

Em todo processo de filetagem, uma considerável quantidade de carne ainda permanece aderida ao esqueleto do peixe. Este material pode ser processado com o auxílio de uma despoldadeira, de forma a separar a polpa dos ossos (KUBITZA; CAMPOS, 2006). Para esse processamento existem alguns equipamentos com diferentes sistemas de separação da carne, entre estes o sistema com facas. O equipamento dotado com este sistema é constituído por rosca sem fim que pressiona a carcaça contra o conjunto de lâminas com fendas milimétricas (VIDOTTI, 2011). A polpa obtida pode ser ou não lavada com

água, drenada, adicionada ou não de aditivos, e posteriormente acondicionado em bloco e submetido a congelamento rápido (LEE, 1984).

De maneira genérica, o rendimento após a obtenção da CMS de pescado varia, em média, entre 52 a 72% no que diz respeito ao peixe decapitado e eviscerado (TENUTA-FILHO; JESUS, 2003). Deve-se levar em consideração que a quantidade de recuperação da carne depende da espécie do peixe e do seu tamanho, tipo de equipamento utilizado, entre outros fatores (NEIVA, 2006; RASEKH, 1987).

Pesquisadores salientaram que os principais componentes da CMS da tilápia do Nilo apresentam valores que variaram de: 75,47% a 79,83% para umidade; 12,76% a 17,74% para proteína bruta; 2,91% a 10,54% para lipídeos; e de 0,86% a 1,42% para minerais (KIRSCHINK; MACEDO-VIEGAS, 2009; MARENGONI et al., 2009; OLIVEIRA-FILHO et al., 2010; BORDIGNON et al., 2010). A polpa de peixe apresenta coloração mais escura devido, principalmente, à presença de hemopigmentos que são incorporados durante o processamento, contudo não apresenta variações significativas na sua composição centesimal quando comparado ao músculo integral *in natura* (MARCHI, 1997).

A CMS pode ser utilizada como matéria-prima na elaboração de produtos de alto valor agregado, atingindo determinados segmentos de mercado, ou para atender à necessidade social da demanda por proteína de origem animal de primeira qualidade (KUNH; SOARES, 2002). É importante exaltar a sua versatilidade devido às características de produto triturado, ao sabor suave, à ausência de espinhas, maior rendimento em carne o que contribui para a redução dos custos de processamento, e também pela possibilidade de aproveitamento de diversas espécies (BOSCOLO et al., 2009; GONÇALVES, 2011).

Dos vários produtos industrializados à base de CMS de pescado, destacam-se os *fishburguers*, empanados, embutidos (salsichas, mortadelas,

linguiça e patês), bolinhos, almôndegas e *snacks* (BOMBARDELLI; SYPPERRECK; SANCHES, 2005; OETTERER, 2006). Estes podem ser utilizados em diversas cozinhas institucionais, como de escolas e creches, asilos, restaurantes universitários, hospitais, penitenciárias, entre outras. (GONÇALVES, 2011; NEIVA, 2006; KIRSCHINK, 2007). Uma indústria baseada no processamento da CMS de pescado somente será viável quando forem desenvolvidos produtos que sejam amplamente aceitos pelo mercado consumidor (MARCHI, 1997).

### **3.5 Embutidos cárneos cozidos tipo salsicha**

Diferentes matérias-primas cárneas, condimentos e aditivos constituem os embutidos cozidos, os quais são responsáveis por agregar valor às porções de carne comercializadas *in natura* e aumentar as opções de escolha dos consumidores. O valor desse produto o torna acessível a todas as classes sociais, sendo apreciado por criança, adulto e idoso, nas formas mais variadas, aquecido ou não antes do consumo (CESAR, 2008).

Segundo o Decreto nº 1.255 de 25 de junho de 1962, que regulamenta a Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), *Art. 412*, embutido cárneo é um produto elaborado com carne ou órgãos comestíveis curados ou não, condimentado, cozido ou não, defumado e dessecado ou não, que utiliza como envoltório a tripa natural ou artificial (BRASIL, 1962). Basicamente são classificados em cinco grupos principais: frescos; crus temperados; tratados pelo calor; crus curados; e salgados (ORDÓÑEZ et al., 2005). Como exemplos de embutidos citam-se linguiças, salsichas, patês, mortadelas, presuntos entre outros (GONÇALVES, 2011).

A salsicha é um dos embutidos mais tradicionais do mundo, destaca-se dentre os produtos cárneos mais comercializados, devido principalmente, ao

aumento no consumo de cachorro-quente nos últimos anos (AYO et al, 2008; GUERREIRO, 2006). Também denominada como um produto emulsionado, uma vez que a emulsão cárnea é considerada uma mistura na qual os constituintes da carne, finamente divididos, dispersam-se de modo semelhante a uma emulsão de gordura (fase descontínua) em água (fase contínua). A fase contínua é constituída por uma solução aquosa de sais e proteínas, com proteínas insolúveis em suspensão (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A Instrução Normativa n.º 4, de 31 de março de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), define a salsicha como um produto cárneo industrializado obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de açougue, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural, ou artificial ou por processo de extrusão, o qual é submetido a um processo térmico adequado. Pode-se ter como processo alternativo o tingimento, a depilação, defumação e a utilização de recheios e molho. Para a sua elaboração utilizam-se uma variedade de ingredientes, sendo obrigatória a inclusão de carne e sal. Enquanto os ingredientes opcionais estendem-se aos miúdos e vísceras comestíveis (limitado ao máximo de 10%), gordura animal ou vegetal, água, proteína vegetal e/ou animal, agentes de liga, aditivos intencionais, açúcares, aromas, especiarias e condimentos (BRASIL, 2000).

A seleção dos ingredientes pode ser considerada a etapa mais importante no processo de elaboração de qualquer produto cárneo, visto que as características sensoriais finais dependerão de sua natureza e proporção (ORDÓÑEZ et al., 2005).

O sal (cloreto de sódio) tem notável função nas emulsões dos embutidos, pois solubiliza as proteínas miofibrilares na fase aquosa para que estas englobem as partículas de gordura na forma estável. Além de conferir e potencializar o sabor do produto, é considerado um agente conservador atuando na diminuição da atividade de água (GUERREIRO, 2006). Alguns autores apontam que o

mínimo de sal utilizado, para que se obtenha uma perfeita emulsão em salsichas é de 1,3%, outros já afirmam que para uma emulsão cárnea adequada deve-se adicionar 2%, embora 3% sejam mais eficientes (MATULIS et al., 1995; PARDI et al., 2007).

Os condimentos e especiarias como cravo, canela, pimenta, cebola, mostarda, gengibre, alho, alecrim, manjerona, dentre outros, têm a finalidade de fornecer sabor e odor aos embutidos, e atuar como antioxidantes e bactericidas. Encontram-se distribuídos de acordo com as peculiaridades desejadas no produto a ser desenvolvido, e normalmente são utilizados pelas indústrias cárneas na forma de *blends* (NEGBENEBOR; GODIYA; IGENE, 1999; PARDI et al., 2007).

A água constitui quantitativamente o ingrediente mais importante dos embutidos cozidos, pode ser adicionada na forma fluída, melhorando a maciez e a suculência, ou na forma sólida (gelo), para manter a baixa temperatura do produto durante a emulsificação (GUERREIRO, 2006). De acordo com o RIISPOA (parágrafo 1º, do Art. 376), a percentagem de água ou gelo a ser acrescentada não deve ultrapassar 10% (BRASIL, 1962).

A gordura, outro relevante componente, é responsável por proporcionar características desejáveis de suculência, sabor e aroma aos embutidos, contribuir com a suavidade e brilho do produto, e facilitar o desprendimento do envoltório antes do consumo (SHIMOKOMAKI et al., 2006), o teor utilizado não deve ultrapassar o limite máximo de 30% em salsichas (BRASIL, 1962).

A proteína de soja, também denominada de ingrediente ligador, contribui tanto para ligar a água como a gordura, proporcionando estabilidade à emulsão, o que resulta na maior qualidade do produto final. Permite-se a adição de proteínas não cárneas em até 4,0% na formulação de salsichas (BRASIL, 2000), onde se utiliza a proteína isolada, a proteína concentrada ou a proteína

texturizada de soja desde que, esta última esteja na sua forma hidratada (GUERREIRO, 2006).

O amido ou a fécula, classificado como substância de enchimento, é outro componente amplamente utilizado em embutidos cárneos devido a sua capacidade de formar gel quando submetido ao calor. Embora tenha baixa atividade emulsificante, atua no aumento do rendimento, na melhora da textura do produto e retém grande quantidade de água (PARDI et al, 2007; OGAWA; MAIA, 1999). Pela legislação vigente pode-se utilizar até 5% nos produtos cárneos em geral, 10% em patês e 2% em salsichas (BRASIL, 2000).

Dentre os aditivos mais empregados nas indústrias cárneas estão os conservantes (sal de cura), antioxidantes (ascorbatos e isoascorbatos) e estabilizantes (fosfatos e polifosfatos). O sal de cura (cloreto de sódio mesclado a nitrito e nitrato de sódio) quando adicionado em produtos cárneos exerce a função de estabilizar a coloração, contribuir para o desenvolvimento do aroma característico, e inibir ou retardar o crescimento de algumas bactérias, especialmente o *Clostridium botulinum*. Enquanto, os fosfatos e polifosfatos atuam elevando o pH do meio, melhorando a capacidade de retenção de água (CRA), protegendo contra a perda de umidade, aumentando a suculência e melhorando a textura (PARDI et al., 2007; ORDÓÑEZ et al., 2005).

Em função da quantidade de gordura adicionada às salsichas, faz-se necessária a introdução de antioxidantes, os quais retardam ou impedem a deterioração por processo oxidativo (GAVA, 2002). A legislação brasileira permite níveis de, no máximo, 0,3g/100g de fosfato (ANVISA, 2001), 0,015g/100g de nitrito, 0,03g/100g de nitrato sobre o peso do produto final, embora não estabeleça limites para o uso de antioxidantes como sais eritorbato e ascorbato de sódio (ANVISA, 1998).

O processamento de embutidos apresenta, em geral, etapas básicas, as quais podem sofrer variações dependendo do tipo de produto final que se deseja

obter. As empresas alimentícias poderão inovar seu método de processamento, o que inclui variação na escolha da carne e outros ingredientes, desde que a legislação seja cumprida (FERRACCIOLI, 2012).

A indústria cárnea enfrenta uma grande mudança em seu mercado, onde o desafio é oferecer produtos mais saudáveis, mas que mantenham as características sensoriais esperadas pelos consumidores (VOGEL et al., 2011). Diante disso, a pesquisa de diferentes produtos cárneos elaborados com pescados é promissora e ainda escassa em dados precisos quanto à estabilidade estrutural dos produtos desenvolvidos (PICCOLO, 2010).

O pescado é reconhecido como um alimento de ótima qualidade nutricional, no entanto, no Brasil existem poucos relatos sobre sua utilização para elaboração de embutidos (GONÇALVES, 2011). Segundo o mesmo autor a utilização de CMS de pescado como matéria-prima na confecção de salsicha é recomendado, devido à sua capacidade de formação de gel cárneo, o que favorece a estabilidade da emulsão por um período mais longo. A legislação brasileira permite a utilização de até 60% de CMS de bovinos, suínos e aves em substituição da matéria-prima cárnea em alguns tipos de embutidos emulsionados (BRASIL, 2000), porém o uso de CMS de pescado não está descrito na referida legislação.

Embora a regulamentação para a CMS de peixe ainda não esteja em vigência, já existe uma proposta de alteração do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) desde 2008 (MÉLO et al., 2014). Oliveira Filho (2009) aponta a importância de se avaliar com profundidade os diversos aspectos da elaboração de embutidos utilizando CMS de pescado, visando à obtenção de produtos de qualidade e ampliando as possibilidades de utilização desta matéria-prima.

Nos últimos anos, o consumidor brasileiro de pescado tem dado preferência à compra de produtos de maior conveniência, praticidade,

disponibilidade e que preservem as características nutricionais e sensoriais de produtos *in natura*. A produção de embutidos a partir de carne de pescado é uma alternativa de beneficiamento da matéria-prima para prolongar o tempo de vida útil desse alimento altamente perecível, e oferecer ao consumidor um produto com menor teor de gordura saturada e fonte de proteínas mais saudáveis (OETTERER; GALVÃO; SAVAY-DA-SILVA, 2014b).

### **3.6 Pesquisa de mercado**

O desenvolvimento de novos produtos (DNP) exerce importante papel na concepção e na sustentação da competitividade mercadológica. Para o setor alimentício, a realização de esforços nesta área é um fator estratégico para expandir a capacidade produtiva, ampliar o mercado, melhorar a lucratividade e a rentabilidade (KOTLER; KELLER, 2012). A prospecção de mercado, para o lançamento de produtos diferenciados e com alto valor agregado, visa explorar novos segmentos (EMBRAPA, 2008).

A eficiência no desenvolvimento de produtos está amparada em um processo estruturado para a tomada de decisões, o qual minimiza os erros e consequentes insucessos. O gerenciamento de produtos exige, portanto, ampla visão sobre os principais procedimentos mercadológicos (IRIGARAY et al, 2011), visto que, os resultados destes permitem identificar os consumidores para os quais os produtos serão direcionados, e desenvolver estratégias para alcançá-los como clientes (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2010).

A pesquisa mercadológica consagra-se como ferramenta de amplo poder decisório no processo de inovação, desenvolvimento e geração de novos produtos. Apresenta potencial para expressar o comportamento, desejo ou necessidade dos consumidores, além de ser possível medir a aceitação de certo produto (GONÇALVES et al., 2010). Quanto maior o conhecimento sobre o

mercado, clientes, fornecedores e concorrentes, melhor será o desempenho do empreendimento (SEBRAE, 2013).

Os profissionais da indústria de alimentos têm atentado, continuamente, para o fato de que a utilização de técnicas mercadológicas auxilia na captação das necessidades dos clientes, monitoramento de seus hábitos, e ainda na avaliação de conceitos, protótipos e produtos (ATHAYDE, 1999). Entretanto, é necessário rigor e atenção aos procedimentos de coleta de dados, uma vez que estes fundamentos vão determinar, em essência, a qualidade das informações disponibilizadas para a tomada de decisão (GONÇALVES et al., 2010).

Um estudo de mercado efetivo abrange as seguintes etapas: I) definição dos problemas e dos objetos da pesquisa; II) desenvolvimento do plano de ação; III) coleta e análise das informações; IV) apresentação dos resultados; e V) tomada de decisões. A abordagem de pesquisa, para coleta de dados, pode ser realizada por meio de grupos de foco (*focus groups*), pesquisas por observação, levantamentos (*survey*), dados comportamentais e experimentação. De modo geral, os analistas dispõem de três importantes materiais de busca, os questionários, a investigação qualitativa e os instrumentos mecânicos (KOTLER; KELLER, 2012).

Os questionários são particularmente úteis em pesquisas de *marketing*, pelas quais os pesquisadores analisam o modo de pensar dos indivíduos por meio de informações sobre: as expectativas e satisfação dos clientes em relação a um produto, embalagem, preço e motivadores de consumo (KOTLER; KELLER, 2012; GONÇALVES et al., 2010). Em razão da sua flexibilidade, é o instrumento mais utilizado para a coleta de dados, composto por um conjunto de perguntas, fechadas e/ou abertas. As perguntas fechadas (questões de múltipla escolha ou de escala) contêm todas as possíveis respostas, e os entrevistados optam por uma delas, enquanto as perguntas abertas permitem que os

entrevistados respondam com suas próprias palavras, revelando mais sobre suas opiniões (KOTLER; ARMSTRONG, 2007).

As entrevistas podem ser realizadas: I) pessoalmente, onde o entrevistador está em contato físico com o respondente); II) via correio, sendo o questionário enviado para que o respondente preencha e devolva ao remetente; III) por telefone, em que o questionário é aplicado ao respondente por entrevista telefônica; e IV) pela internet, onde o questionário é preenchido pelo próprio respondente em um *site* da *web* ou via *e-mail* (ROCHA; FERREIRA; SILVA, 2012). As pesquisas baseadas em consultas eletrônicas têm se tornado popular pela menor demanda de tempo, baixo custo e maior facilidade de execução, e também, serem consideradas tão boas ou melhores que meios tradicionais (SCHONLAU; FRICKER; ELLIOTT, 2002).

Ao final do processo de pesquisa de mercado, após definir o problema e desenvolver uma abordagem apropriada, formular uma concepção de estudo e efetuar o trabalho de campo, o pesquisador passa ao preparo e à análise dos dados (MALHOTRA, 2012). A análise dos resultados corresponde a um conjunto de técnicas e métodos que podem ser empregados para obter informações e explorar os dados coletados (AAKER; KUMAR; DAY, 2010). Essa etapa é de extrema importância para o sucesso de todo o processo, uma vez que, uma falha pode comprometer todos os investimentos e contribuir para a não aceitação do produto pelo consumidor (ANACLETO; PALADINI, 2014).

Resultados precisos desta pesquisa permitem visualizar um nicho de mercado com elevado potencial a ser explorado pela indústria de alimentos, em razão da existência de um público com interesse em consumir novos produtos (GONÇALVES et al., 2010). O segmento de embutidos cárneos vem apresentando significativa expansão e alta competitividade, devido a estes produtos fazerem parte do hábito alimentar de uma parcela considerável de consumidores brasileiros (DIAS et al., 2006). Assim sendo, o lançamento de um

embutido cárneo tipo salsicha de tilápia do Nilo, vem a ser uma nova oportunidade para esse mercado consumidor.

### **3.7 Análise sensorial**

O aspecto de qualidade sensorial está intimamente relacionado à escolha do produto alimentício. É uma poderosa ferramenta analítica que abrange todas as etapas, desde a elaboração de um novo produto até a padronização e avaliação do nível de qualidade do mesmo. Entretanto, sua prática obedece a princípios básicos, tal qual nas análises físico-químicas e microbiológicas, em condições rigorosamente controladas e aplicando-se técnicas estatísticas para a avaliação dos resultados (DUTCOSKY, 2011).

A análise sensorial gera a interpretação das propriedades intrínsecas dos produtos, para tanto é preciso que haja entre as partes, indivíduos e produtos, contato e interação. Desta forma, os indivíduos por meio dos próprios órgãos sensoriais, numa percepção somatossensorial, utilizam os sentidos da visão, olfato, audição, tato e paladar para avaliar o produto (IAL, 2004).

Os estímulos são medidos por métodos físicos e químicos, enquanto as sensações são medidas por processos psicológicos. Os métodos sensoriais são fundamentados nas respostas aos estímulos, que produzem sensações cujas dimensões são: intensidade, extensão, duração, qualidade e prazer ou desprazer (LANZILLOTTI; LANZILLOTTI, 1999).

Segundo Della Lucia, Minim, Carneiro (2010), a prática sensorial já é considerada de grande necessidade no controle de qualidade global do produto, oferecendo ao pesquisador inúmeras opções de ferramentas sensoriais para aplicação em seus estudos. Métodos sensoriais têm sido desenvolvidos e aperfeiçoados e as especificações sensoriais para os produtos têm evoluído.

Esses autores classificaram os métodos sensoriais em testes afetivos, testes discriminatórios (ou de diferença) e análise descritiva.

A análise descritiva discorre sobre os componentes ou parâmetros sensoriais e medem a intensidade em que são percebidos. Os parâmetros sensoriais mais empregados se referem à aparência, odor e aroma, textura oral e manual, sensações táteis e superficiais, sabor e gosto. Já os métodos discriminatórios ou de diferença são considerados métodos objetivos que medem atributos específicos pela discriminação simples, indicando por comparações, se existem ou não diferenças estatísticas entre as amostras (IAL, 2004).

Os testes afetivos são uma importante ferramenta, por obter diretamente a opinião (preferência ou aceitação) do consumidor em relação às características específicas ou globais de determinado produto. Esse método determina qual o produto preferido e/ou mais aceito por determinado público-alvo (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2010), sendo a tarefa dos provadores indicarem essa preferência e/ou aceitação por meio de seleção, ordenação ou pontuação das amostras (CHAVES, 1993).

Estes testes afetivos podem ser classificados em ensaios qualitativos e quantitativos. Os qualitativos avaliam subjetivamente as respostas de um pequeno subgrupo dos consumidores sobre as propriedades sensoriais de um produto, por meio de entrevista individual ou em grupo. Os quantitativos são empregados para avaliar as respostas de um grande grupo de consumidores em relação às suas preferências, gostos e opiniões e aos atributos sensoriais específicos de um produto. Os métodos quantitativos, por sua vez, são divididos basicamente em duas categorias: testes de preferência e testes de aceitação (DELLA LUCIA; MINIM; CARNEIRO, 2010; DUTCOSKY, 2011).

O teste de aceitação é parte determinante no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos. Entre os métodos mais empregados para medida da aceitação das amostras, destaca-se a escala hedônica

(OLIVEIRA, 2006). A escala hedônica estruturada de nove pontos, é provavelmente a mais utilizada, mede o gostar e o desgostar de um alimento, apresenta confiabilidade dos resultados e simplicidade de utilização pelos provadores (SAPUCAY, 2009; STONE; SIDEL, 2004).

Vários estudos vêm demonstrando a aplicabilidade e importância dos testes de preferência e/ou aceitação na avaliação sensorial de alimentos. Conforme observado por Della Lucia, Minim, Carneiro (2010), de nada vale para o consumidor um produto considerado de excelente qualidade (química, física e microbiológica), se a característica sensorial desse produto não preencher as necessidades e as expectativas de quem o consumirá. Além disso, são utilizados para estudar a estabilidade das características sensoriais, onde os consumidores expressam sua rejeição ou aceitação em relação a um determinado produto com diferentes tempos de armazenamento (CRUZ, et al., 2010).

Os setores alimentícios preocupam-se, cada vez mais, em atender às expectativas do consumidor buscando desenvolver produtos diferenciados para cada segmento do mercado (AZEVEDO, 2006). Destarte, a análise sensorial é de extrema importância para a indústria cárnea, onde é empregada como técnica de controle e manutenção da qualidade dos produtos (SAÑUDO, 2004), uma vez que assegura as características comerciais e avalia a aceitabilidade mercadológica do novo alimento (TEIXEIRA, 2009). Aliada aos dados obtidos com os estudos físicos, químicos, físico-químicos e microbiológicos, serve como importante ferramenta para a determinação da vida útil dos produtos em geral, visto que representa as percepções e opiniões dos consumidores.

### **3.8 Vida útil**

*Shelf life* ou vida útil é o intervalo de tempo que alimentos e bebidas possuem antes de serem considerados inadequados ao consumo (WOJSLAW,

2015). Em outras palavras, é o prazo com que podem ser armazenados em condições apropriadas que lhe garantam ótima qualidade e segurança. De acordo com a Autoridade de Segurança Alimentar da Nova Zelândia, *New Zealand Food Safety Authority – NZFSA* (2005), é um guia para o consumidor sobre o prazo em que o produto pode ser mantido antes de começar a deteriorar-se desde que, seguidas as condições de armazenamento. Este tempo inicia-se a partir do instante em que o alimento é produzido, sendo o fim dependente de diversos fatores, como ingredientes processados, embalagem, e condições de preservação.

Em todas as emulsões alimentares, modificações deteriorantes como hidrólise ou oxidação de pigmentos, compostos de aroma e vitaminas, além do crescimento de microrganismos no material disperso, podem ser minimizadas pelo controle durante o processamento, embalagem e as condições de estocagem (FELLOWS, 2006). Para um acompanhamento satisfatório da vida útil, Oetterer, Galvão e Silva (2014), enfatizam a importância da combinação das análises químicas, físicas, físico-químicas e microbiológicas. Para Freitas e Costa (2006), um fator não menos importante, e determinante na vida útil de um alimento, é a avaliação sensorial, visto que grande parte dos consumidores adquirem os produtos com base na aprovação das suas características sensoriais.

A previsão da vida útil de um produto não é uma etapa simples, o que torna primordial o conhecimento sobre os mecanismos e a cinética das principais reações de decomposição (MOURA et al., 2007). O tipo de deterioração varia de acordo com as condições da atmosfera que envolve o produto e também, da tecnologia aplicada durante a sua produção (DE ALCÂNTARA et al., 2012).

As indústrias alimentícias devem, portanto, possuir meios para prever a vida útil, sob determinado conjunto de condições de estocagem (FOOD INGREDIENTS, 2011; WOJSLAW, 2015) que variam para cada tipo de produto. Segundo Costa (2005), estudar os diversos requisitos de armazenamento, a fim de estimar a validade final do produto, é essencial para a

determinação de metodologias e sistematização de todos os programas de desenvolvimento, melhorias e manutenção de qualidade.

Para a determinação da vida útil de um alimento empregam-se dois procedimentos principais, o método direto e indireto. No primeiro, mais comumente utilizado, o produto é estocado em condições pré-selecionadas por um período mais longo do que a vida de prateleira esperada. A ação é exata e única para cada etapa de processamento, sob verificações, em intervalos regulares para certificação do início da deterioração. No segundo processo são utilizadas duas metodologias: estocagem acelerada e/ou modelo preditivo. Na estocagem acelerada encurta-se o período experimental por meio do aumento da temperatura de armazenamento, uma vez que se submete o produto à condições extremas de estocagem. Enquanto que, no modelo preditivo, por meio de equações matemáticas, utilizam-se informações de um banco de dados para prever o crescimento bacteriano sob condições definidas (NZFSA, 2005).

Compete ao pesquisador estabelecer qual deles melhor se enquadra às suas necessidades. Além disso, segundo este mesmo Guia para cálculo da vida útil dos alimentos (NZFSA, 2005), existem alguns fatores que devem ser considerados ao avaliar-se, quando, em um alimento inicia-se a perda de qualidade: I) Modificações químicas, as quais podem resultar na perda do sabor, odor, cor, escurecimento enzimático; II) Crescimento microbiológico, que pode levar a uma deterioração precoce; III) Modificações de temperatura, que pode levar ao aumento ou diminuição da velocidade de deterioração; IV) Perda ou Ganho de umidade, alterações estas que podem resultar no decréscimo de nutrientes e aparecimento de compostos desagradáveis (ranço); V) Modificações induzidas pela claridade, que levam à rancificação e perda de nutrientes; e por último V) Prejuízos físicos decorrentes da má armazenagem tornando o produto propício à contaminação e deterioração.

De maneira geral, os produtos cárneos ao tempo final de sua vida útil apresentam perda dos valores nutricionais (proteínas, vitaminas, pigmentos), presença de produtos tóxicos e odor, cor e sabor alterados (BRIDI, 2015). A fim de amenizar a velocidade destas alterações e prolongar a vida comercial, têm sido adotadas, além das boas práticas de manejo e adição de antioxidantes, a redução da temperatura e a utilização da atmosfera modificada ou embalagens a vácuo. Segundo Machado (1984) e De Alcântara et al. (2012), estas medidas prolongam a vida útil do produto por não favorecerem o crescimento das bactérias deteriorantes.

## REFERÊNCIAS

AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. **Pesquisa de marketing**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 745 p.

ANACLETO, C. A.; PALADINI, E. P. Atributos relevantes para a satisfação dos consumidores de alimentos orgânicos. **Revista Espacios**, Caracas, v. 35, n. 3, p. 11, 2014.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 1004, de 11 de dezembro de 1998. Dispõe sobre o regulamento técnico que aprova a atribuição de função de aditivos, aditivos e seus limites máximos de uso para a categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos, constante do Anexo desta Portaria. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 dez. 1998, Seção 1, p. 28, 1998. Disponível em: <<http://goo.gl/cuGaFS>>. Acesso em: 22 out. 2014.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 34, de 9 de março de 2001. Dispõe sobre o regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos 21: preparações culinárias industriais, constante do Anexo desta Resolução. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 mar. 2001, Seção 1, 2001. Disponível em: <<http://goo.gl/bQaPKX>>. Acesso em: 23 out. 2014.

ATHAYDE, A. Indústrias agregam conveniências aos novos produtos. **Revista Engenharia de Alimentos**, São Paulo, n. 24, p. 39-41, 1999.

AYO, J.; CARBALLO, J.; SOLAS, M. T.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Physicochemical and sensory properties of healthier frankfurters as affected by walnut and fat content. **Food Chemistry**, London, v. 107, n. 4, p. 1547-1552, 2008.

AZEVEDO, I. C.; FREITAS, M. Q.; MANO, S. B.; PARDI, H. S. Características sensoriais e efeito da informação do conteúdo de gordura sobre a aceitação sensorial em salsichas tipo Frankfurt. **R. Bras. Ci. Vet.**, Niterói, v. 13, n. 3, p. 155-159, 2006.

BEARDMORE, J. A.; MAIR, G. C.; LEWIS, R. I. Monosex male production in finfish as exemplified by tilapia: applications, problems and prospects. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 197, p. 283-301, 2001.

BENITES, C. I. **Farinha de silagem de resíduo de pescado**: elaboração, complementação com farelo de arroz e avaliação biológica em diferentes espécies. 2003. 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Alimentos) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2003.

BOMBARDELLI, R. A.; SYPERRECK, M. A.; SANCHES, E. A. Situação atual e perspectivas para o consumo, processamento e agregação de valor ao pescado. **Arq. Ciên. Vet. Zool. Unipar**, Umuarama, v. 8, n. 2, p. 181-95, 2005.

BORDIGNON, A. C.; SOUZA, B. E.; BOHNENGERGER, L.; HILBIG, C. C.; FREIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

BOSCOLO, W. R. **Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2003. 83 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.

BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; MALUF, M. L. F; VEIT, J. C. **Peixe na merenda escolar**: educar e formar novos consumidores. Toledo: GFM Gráfica e Editora, 2009. 130 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura de 2011**. Brasília, 2013. 60 p.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto Federal nº 1.255 de 25 de junho de 1962**. Altera Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, que aprovou o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 4 jul. 1962. Seção I. Parte I. Disponível em: <<http://goo.gl/qqQLih>>. Acesso em: 25 out. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa, n. 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, 5 abr. 2000. Disponível em: <<http://goo.gl/22hg22>>. Acesso em: 25 out. 2014.

BRIDI, A. M. **Importância dos aspectos físicos e químicos na qualidade da carne**. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/3C0MoF>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

CARMO, J. R. **Qualidade de silagens ácidas de resíduos da filetagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*) elaboradas com ácidos orgânicos**. 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

CESAR, A. P. R. **Listeria spp. e Listeria monocytogenes na produção de salsichas tipo hot dog e hábitos de consumo**. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Universidade Federal de Viçosa: Imprensa Universitária, 1993. 81 p.

COSTA, J. C. **Modelo Weibull com parâmetros dependentes de covariáveis: aplicação na determinação de vida de prateleira**. 2005. 160 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

CRUZ, A. G.; WALTER, E. H. M.; CADENA, R. S.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A.; PINHEIRO, H. P.; SANT'ANA, A. S. Survival analysis methodology to predict the shelf-life of probiotic flavored yogurt. **Food Research International**, Barking, v. 43, p. 1444-1448, 2010.

DE ALCANTARA, M.; MORAIS, I. C. L.; MATOS, C.; SOUZA, O. C. C. Principais Microrganismos envolvidos na deterioração das características sensoriais de derivados cárneos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 1-20, 2012.

DELLA LUCIA, S. M. D.; MINIM, V. P. R.; CARNEIRO, J. D. S. Análise Sensorial de Alimentos. In: MINIM, V. P. R (Org.). **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. 2 ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2010. p. 13-49.

DIAS, R. P.; DUARTE, T. F.; GARRUTI, D. S.; ZAPATA, J. E. F.; SANTOS, C. F. Aproveitamento da carne caprina de animais velhos, de descarte, na produção de linguiça frescal sem adição de gordura suína. **Embrapa Circular Técnica**, Sobral, n. 33, p. 1-5, 2006.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3. ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2011. 426 p.

EMBRAPA. **Secretaria de Gestão e Estratégia**. V Plano-Diretor da Embrapa: 2008-2011-2023. Brasília, DF, Embrapa, 2008. 44 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Report highlights growing role of fish in feeding the world**. Rome, 2014. Disponível em: <<http://www.fao.org/news/story/en/item/231522/icode/>>. Acesso em: 13 out. 2014.

FAO/WHO. Food Agriculture Organization/World Health 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. (Appendix, 4).

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FERRACCIOLI, V. R. **Avaliação da qualidade de salsichas do tipo *hot dog* durante o armazenamento.** 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2012.

FIORI, M. G. S.; SCHOENHALS, M.; FOLLADOR, F. A. C. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbica. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, p. 178-191, 2008.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Shelf Life uma pequena introdução.** n° 18, 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/188.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2015.

FREITAS, M. A.; COSTA, J. C. Shelf life determination using sensory evaluation scores: a general Weibull modeling approach. **Computers & Industrial Engineering**, Los Angeles, v. 51, n. 4, p. 652-670, 2006.

FRONING, G. W. Mechanical deboning of poultry and fish. **Advances in Food Research**, San Diego, v. 27, p. 109-147, 1981.

FRUTUOSO, A. E.; ANDRADE, P. L.; PEREIRA, J. O. P. Inovação no desenvolvimento de bebida láctea fermentada com leite de vaca e soro de queijo de cabra. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, Santa Terezinha, v. 67, n. 386, p. 29–37, 2012.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos.** 1 ed. São Paulo: Nobel, 2002. 284 p.

GODOY, L. C., FRANCO, M. L. R. D. S., FRANCO, N. P., SILVA, A. F., ASSIS, M. F., SOUZA, N. E., MATSUSHITA, M. & VISENTAINER, J. V. Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: aplicação na merenda escolar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, supl. 1, p. 86-89, 2010.

GONÇALVES A. A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. 608 p.

GONÇALVES, A. C. A.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, L. A.; MININ, V. P. R. Pesquisa de mercado aplicada à indústria de alimentos. In: MINIM, V. P. R (Org.). **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. 2 ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2010. p. 214-257.

GUERREIRO, L. **Dossiê Técnico: produção de salsicha**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006. 42 p.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. IAL, 2004. Disponível em < <http://www.ial.sp.gov.br/>>. Acesso em: 21 out. 2014.

IRIGARAY, H. A.; VIANNA, A.; NASSER, J. E.; LIMA, L. P. M. **Gestão e desenvolvimento de produtos e marcas**. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 148 p.

KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 102 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

KIRSCHNIK, P. G. MACEDO-VIEGAS, E. M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem a  $-18^{\circ}\text{C}$ . **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 200-206, 2009.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de marketing**. 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 624 p.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de marketing**. 14 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. 765 p.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí, 2000. 285 p.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. **Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v. 16, n. 94, p. 23-29, 2006.

KUHN, C. R.; SOARES, G. J. D. Proteases e inibidores no processamento de surimi. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.1, p.5-11, 2002.

LANZILLOTTI, R. S.; LANZILLOTTI, H. S. Análise sensorial sob o enfoque da decisão *fuzzy*. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, 1999.

LEE, C. M. Surimi process technology. **Food Technology**, Chicago, v. 38, n. 11, p. 69-80, 1984.

LOVSHIN, L. L., CYRINO, J. E. P. Status of commercial fresh water fish culture in Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: CBNA, 1998. p. 1-20.

MACHADO, Z. L. **Tecnologia de produtos pesqueiros: parâmetros, processos e produtos**. Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Recife - PE, 1984. 277 p.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 736 p.

MARCHI, J. F. **Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de tilápia Nilótica, *Oreochromis niloticus***. 1997. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MARENGONI, N. G.; POZZA, M. S. S.; BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L. D.; BUENO, G. W.; PASQUETTI, T. J.; POLESE, C. 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, 2009.

MATIAS, F. Aquicultura na América Latina e Caribe: situação atual, tendências e perspectivas. 2014. In: FEIRA NACIONAL DO CAMARÃO, 14., 2014, Fortaleza. **Palestra...** Fortaleza: FENACAM, 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/J65cIM>>. Acesso: 01 dez. 2014.

MATULIS, R. J.; MCKEITH, F. K.; SUTHERLAND, J. W.; BREWER, M. S. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt, and pH. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, n. 1, p. 42-47, 1995.

MÉLO, H. M. G.; GALVÃO, S. M. R.; SILVA, J. G.; MACIEL, M. I. S.; MOREIRA, R. T.; ANDRADE, S. A. C.; MENDES, E. S. Qualidade do fishbúrger de carne mecanicamente separada de tilápia do nilo adicionado de fibra de trigo e óleo de milho. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 23-31, 2014.

MINOZZO, M. G. **Elaboração de patê cremoso a partir de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MOURA, S. C. S. R.; BERBARI, S. A.; GERMER, S. P. M.; ALMEIDA, M. E. M.; FEFIM, D. A. Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, 2007.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **A Pesca no Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/pesca>>. Acesso em: 12 out. 2014.

NEGBENEBOR, C. A.; GODIYA, A. A.; IGENE, J. O. Evaluation of *Clarias anguillaris* treated with spice (*Piper guineense*) for washed mince and kamaboko-type product. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 12, n. 4, p. 315-322, 1999.

NEIVA, C. R. P. Aplicação da tecnologia de carne mecanicamente separada–CMS na indústria de pescado. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DO PESCADO, 2., 2006, São Vicente. **Anais...** São Vicente: Instituto da Pesca, 2006. p. 1-7.

NZFSA. NEW ZEALAND FOOD SAFETY AUTHORITY. **A Guide to Calculating the Shelf Life of Foods**. Wellington, New Zealand, 2005. 32 p.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002. 200 p.

OETTERER, M. Proteínas do Pescado - Processamento com intervenção na fração protéica. In: REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. (Org.). **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. 612 p.

OETTERER, M.; BORGHESI, R.; ARRUDA, L. F. **Como preparar a silagem de pescado**. Série Produtor Rural. Piracicaba: ESALQ, n. 15, 2001. 16 p.

OETTERER, M.; GALVÃO, J. A.; SAVAY-DA-SILVA, L. K. Qualidade do pescado: sistemas para padronização. In: GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. (Org.). **Qualidade e processamento de pescado**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014a. p. 31-71.

OETTERER, M.; GALVÃO, J. A.; SAVAY-DA-SILVA, L. K. Tilápia: controle de qualidade, beneficiamento e industrialização. Tilápia minimamente processada. In: GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. (Org.). **Qualidade e processamento de pescado**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014b. p. 183-209.

OETTERER, M.; GALVÃO, J. A.; SUCASAS, L. F. A. Sustentabilidade na cadeia produtiva do pescado: aproveitamento de resíduos. In: GALVÃO, J. A.; OETTERER, M. (Org.). **Qualidade e processamento de pescado**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. p. 97-118.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de Pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999. 453 p.

OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. S.; PEREIRA, A. M. L.; LIMA, C. B. **Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular Técnica, Teresina, n. 45, 2007.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo**. 2009. 115 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; NETTO, F. M.; RAMOS, K. K.; TRINDADE, M. A.; VIEGAS, E. M. M. Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. **Braz. arch. biol. technol.**, Curitiba, v. 53, n. 6, 2010.

OLIVEIRA, V. M. **Formulação de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro: caracterização físico-química, análises bacteriológicas e sensoriais**. 2006. 78 f. Dissertação (Mestre em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Nitorói, 2006.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de alimentos: alimentos de origem de animal**. Porto Alegre: Artmed, v. 2, 2005. 279 p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2. ed. rev. ampl. Goiânia: Ed. da UFG, v. 2, 2007. 1150 p.

PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Itajaí: Meta, v. 11, 2001. 27 p.

PICCOLO, J. **Otimização de formulações de salsicha mista produzidas com carne de jundiá (*Rhamdia quelen*)**. 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria , Santa Maria, 2010.

PORTAL BRASIL. **Cresce consumo de pescado entre brasileiros**. 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/c8RPZj>>. Acesso em: 12 out. 2014.

RASEKH, J. G. Marine fish as source of protein supplement in meat. **Journal Association Official Analytical Chemists**, Washington, v. 70, n. 1, p. 91-95, 1987.

RIGHETTI, J. S.; FURUYA, W. M.; CONEJERO, C. I.; GRACIANO, T. S.; VIDAL, L. V. O.; MICHELLATO, M. Redução da proteína em dietas para tilápias-do-nylo por meio da suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 40, n. 3, 2011.

ROCHA, A.; FERREIRA, J. B.; SILVA, J. F. **Administração de marketing: conceitos, estratégias, aplicações**. 1 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012. 680 p.

ROCHA, C. M. C.; RESENDE, E. K.; ROUTLEDGE, A. B.; LUNDSTEDT, L. M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 8, 2013.

RODRIGUES, J. P. M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E. R. Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 12, 2011.

SALES, R. O.; SALES, A. M. Estudo da composição química e rendimento de dez espécies de pescado de água doce de interesse comercial nos açudes do nordeste brasileiro. **Revista Ciências Agrônômicas**, Fortaleza, v. 21, n. 1/2, p. 27-30, 1990.

SAÑUDO, C. Analisis sensorial – Calidad organoléptica de la carne. In: CURSO INTERNACIONAL DE ANALISE SENSORIAL DE CARNE E PRODUTOS CÁRNEOS, 1., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas, 2004. p. 45-68.

SAPUCAY, M. J. L. C; ARAÚJO, E. R.; RÊGO, E. R.; SANTOS, R. M. C.; BAIRRAL, M. A. A.; RÊGO, M. M. Elaboração e análise sensorial de geléia de pimenta com abacaxi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 1169-1174, 2009.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 83-93, 2012.

SCHONLAU, M.; FRICKER, R. D. JR.; ELLIOTT, M. N. **Conducting Research Surveys via E-Mail and the Web**. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 2002. 142 p.

SEBRAE. **Aquicultura e pesca: tilápias**. 2008. 47 p. (Série Estudos de Mercado). Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/EBA3C9A35F0593F78325749E0067BF97/\\$File/NT00038BEA.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/EBA3C9A35F0593F78325749E0067BF97/$File/NT00038BEA.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2014.

SEBRAE. **Como elaborar uma pesquisa de mercado**. Belo Horizonte: SEBRAE MINAS, 2013. 92 p.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006. 236 p.

SIQUEIRA, A. A. Z. C. **Efeitos da irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2001. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SOFIA. **The State of World Fisheries and Aquaculture: opportunities and challenges**. Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Department, 2014. 223 p. Disponível em: <<http://goo.gl/vm6pvO>>. Acesso em: 13 out. 2014.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3 ed. London: Elsevier Academic Press, 2004. 377 p.

SUSSEL, F. R. **Tilapicultura no Brasil e entraves na produção**. 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/K37ah3>>. Acesso em: 29 out. 2014.

TACON, A. G. J. The present status of the world aquaculture production. 2014. In: FEIRA NACIONAL DO CAMARÃO, 14., 2014, Fortaleza. **Palestra...** Fortaleza: FENACAM, 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/Y6dj1g>>. Acesso: 01 dez. 2014.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, Santa Terezinha, v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.

TENUTA-FILHO, A.; JESUS, R. S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 59-64, 2003.

VIDAL, J. M. A.; RODRIGUES, M. C. P.; ZAPATA, J. F. F.; VIEIRA, J. M. M. Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 92-99, 2011.

VIDOTTI, R. M. Processamento e aproveitamento integral de tilápias. In: AYROZA, L. M. S (Org.). **Piscicultura**. Manual Técnico. Campinas: CATI, n. 79, 2011. p. 205-245.

VOGEL, C. C.; PAZUCH, C. M.; SARMENTO, C. M. P.; BACK, L. SECCO, T. H. Desenvolvimento de salsicha com teor de sódio reduzido (sal *light*). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 13, n. 3, edição especial, p. 305-316, 2011.

WATANABE, W. O.; LOSORDO, T. M.; FITZSIMMONS, K.; HANLEY, F. Tilapia Production systems in the americas: technological advances, trends, and challenges. **Reviews in Fisheries Science**, Boca Raton, v. 10, n. 3-4, p. 465-498, 2002.

WHITTLE, K. J.; HOWGATE, P. **Glossary of fish technology terms**: prepared under contract to the fisheries industries division of the Food & Agriculture Organization of the United Nations. 2002. 63 p. Disponível em: <<http://seafoodacademy.org/Documents/FishTechnologyGlossaryFeb02.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2014.

WOJSLAW, E. B.. **Tecnologia de Alimentos**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/hK2nSt>>. Acesso em: 08 Jan. 2015.

**CAPÍTULO 2** Desenvolvimento e caracterização dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha elaborados com carne mecanicamente separada proveniente de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

## RESUMO

O pescado vem sendo cada vez mais valorizado pelos consumidores, devido aos benefícios que ele proporciona à saúde, uma vez que seus nutrientes apresentam elevada importância fisiológica, metabólica e nutricional, contudo, durante seu processamento produz considerável volume de resíduos. Como alternativa viável e sustentável, a CMS de tilápia pode ser empregada como matéria-prima na produção de novos alimentos à base de pescado. Com base neste contexto, objetivou-se com este estudo desenvolver e caracterizar embutidos cárneos cozidos tipo salsicha, elaborados com inclusão crescente de CMS, proveniente de resíduos oriundos do beneficiamento de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em substituição ao filé. Para tanto, foram desenvolvidas diferentes formulações de salsichas com 0, 25, 50, 75 e 100% de CMS. Avaliou-se o valor nutricional, os aspectos físico-químicos e físicos, além da qualidade microbiológica e sensorial de cada formulação. As salsichas de tilápia apresentaram diminuição crescente no grau de umidade e no conteúdo proteico, com conseqüente aumento no teor de extrato etéreo e de resíduo mineral fixo com a inclusão de 0 a 100% de CMS. As salsichas desenvolvidas atenderam aos requisitos estabelecidos pela legislação, referente aos embutidos cárneos cozidos. Com exceções ao conteúdo do mineral cálcio nas amostras F1 (100% CMS) e F2 (75% CMS) e ao grau de umidade na amostra F5 (0% CMS) que apresentaram teor acima do permitido. As formulações analisadas apresentaram excelente qualidade nutricional, no que diz respeito ao perfil de ácidos graxos. A análise de cor instrumental indicou um menor valor nos parâmetros luminosidade e intensidade de amarelo, e um maior valor no parâmetro intensidade de vermelho para as formulações com maiores porcentagens de CMS. A análise de perfil de textura apontou maiores índices de dureza, mastigabilidade e adesividade para as amostras com elevadas concentrações de CMS. As diferentes formulações não apresentaram contaminação microbiológica, indicando um processamento adequado e assegurando as condições higiênico-sanitárias do produto final. Em geral, a utilização de maiores quantidades de CMS não reduziu a qualidade sensorial das diferentes amostras, sendo a formulação elaborada com 50% de CMS a mais bem aceita pelos consumidores. Portanto, a elaboração deste produto vem a ser uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos da espécie de pescado tilápia do Nilo.

Palavras-chave: Aproveitamento de resíduos. Emulsões cárneas. Polpa.

## 1 INTRODUÇÃO

Mudanças na demanda de consumo de produtos industrializados, bem como o aumento da concorrência global estão impulsionando o desenvolvimento de novas técnicas de processamento e a utilização de novos ingredientes em sua elaboração. A indústria do pescado representa um vasto potencial, pois seus descartes podem ser transformados em produtos com aproveitamento mercadológico.

O consumo de pescado e seus derivados vem aumentando de forma consistente nos últimos anos, pois estão sendo cada vez mais reconhecidos como importantes fontes de alto valor nutricional para a saúde humana. Destacam-se pela quantidade e qualidade de suas proteínas que contêm todos os aminoácidos essenciais, pela presença de vitaminas e minerais e, sobretudo por ser fonte considerável de ácidos graxos essenciais, da família ômega 3.

No Brasil, a industrialização de pescado é crescente, sendo a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com aproximadamente 37% de rendimento em filé, atualmente, a espécie de maior volume de produção da piscicultura, com produção estável e boa aceitação por parte dos consumidores. No entanto, durante o seu processo de beneficiamento produz alta quantidade de resíduos, que quando não devidamente aproveitados, tornam-se graves poluentes. Outra justificativa para o aproveitamento dos resíduos é de ordem nutricional, uma vez que o resíduo de pescado é considerado uma fonte de nutrientes de baixo custo.

Uma alternativa tecnológica para o melhor aproveitamento da parte comestível do pescado é a carne mecanicamente separada (CMS) ou polpa, obtida por meio de equipamentos capazes de separar o material muscular agregado às espinhas, a qual é isenta de vísceras, escamas, ossos e pele. A CMS pode ser utilizada como matéria-prima em uma gama de produtos, contudo, no

Brasil, existem poucos relatos sobre a utilização de carne de pescado na elaboração dos embutidos (salsichas, patês, linguiças, mortadelas e presuntos).

Para tanto, faz-se necessário a aplicação de técnicas que caracterizem os produtos desenvolvidos, no intuito de atender à demanda do mercado e atingir as expectativas dos consumidores. Os aspectos físicos, químicos e microbiológicos são considerados critérios de qualidade dos alimentos, assim como a análise sensorial que consiste na ciência que visa estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição.

Diante desse quadro, neste trabalho objetivou-se desenvolver e caracterizar as diferentes formulações de embutidos cozidos tipo salsicha, elaborados com carne mecanicamente separada proveniente de resíduos da filetagem de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração, obtenção e avaliação sensorial dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha de tilápia do Nilo, ocorreram na Planta Piloto de Processamento de Pescado, enquanto a realização das análises químicas, físicas e físico-químicas nos Laboratórios de Análise Avançadas e de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos, no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais (MG).

### 2.1 Matérias-primas e demais ingredientes

A matéria-prima, resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), foi doada pela Piscicultura Recanto Cajuru, situada no município de Guapé, Minas Gerais. Os resíduos, compostos por espinhaço da coluna vertebral sem cabeça, pele e vísceras, foram lavados no próprio local de coleta. Em seguida, as carcaças foram cobertas com gelo e plástico, acondicionadas em caixas isotérmicas tampadas, conforme demonstrado na Figura 1, e transportadas até a Planta Piloto de Processamento de Pescado da UFLA.



Figura 1 Acondicionamento dos resíduos de tilápia do Nilo durante o transporte

Na Planta Piloto os resíduos foram submetidos à mesa serra fita (modelo 1,69, CAF Máquinas) para a retirada das nadadeiras. Logo após, lavados com água corrente e acondicionados novamente nas caixas térmicas (Figura 2).



Figura 2 Preparo dos resíduos de tilápia do Nilo: (a) carcaça de tilápia; (b) e (c) retirada das nadadeiras; (d) limpeza; (e) carcaças sem as nadadeiras

Uma vez que as carcaças apresentaram boa qualidade, com características de cor, odor e textura inerentes ao pescado, foram processadas em despoldadora elétrica (modelo HT 100C, *High Tech*), obtendo-se a carne mecanicamente separada (CMS), com rendimento próximo de 72%. A CMS de tilápia do Nilo foi embalada em sacos plásticos de polietileno, contendo 1000 g de massa e imediatamente armazenadas em câmara fria (modelo C-EC-U, Dânica), à temperatura de  $-35^{\circ}\text{C}$  (Figura 3).

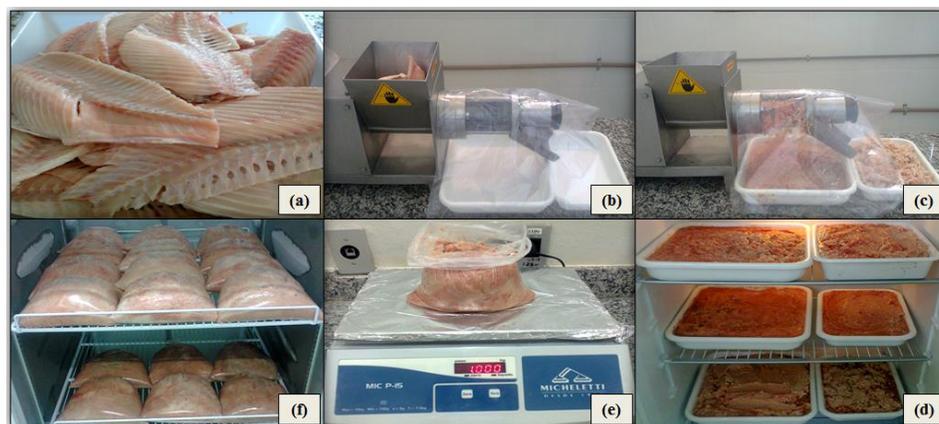


Figura 3 Processamento para obtenção da CMS de tilápia do Nilo: (a) carcaça; (b) e (c) despoldadora; (d) CMS; (e) CMS acondicionadas; (f) armazenamento da CMS

Os filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) congelados, como mostrado na Figura 4, também utilizados como matéria-prima, foram adquiridos em estabelecimento comercial localizado na cidade de Lavras, MG.



Figura 4 Filé de tilápia do Nilo

Para a elaboração dos embutidos cozidos tipo salsicha, além das matérias-primas (CMS e filé) de tilápia do Nilo, foram utilizados os seguintes ingredientes: proteína texturizada de soja; fécula de mandioca; sal refinado iodado; sal de cura (sal refinado, INS 250 - nitrito de sódio, INS 251 - nitrato de sódio); antioxidante (INS 316 - isoascorbato de sódio); estabilizante (ET. IV – polifosfatos; mistura condimentada para salsicha (fornecido pela empresa *Kerry*); gordura vegetal hidrogenada e gelo. Esses ingredientes foram adquiridos em estabelecimentos comerciais dos municípios de Lavras e Belo Horizonte, Minas Gerais.

## 2.2 Desenvolvimento dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha de tilápia

As formulações para obtenção da salsicha de tilápia, com diferentes percentuais (0, 25, 50, 75 e 100%) de CMS, estão descritas na Tabela 1. Os demais ingredientes utilizados na elaboração das salsichas foram adicionados nas mesmas proporções nos cinco tratamentos. As seguintes formulações foram determinadas a partir de pré-testes realizados no laboratório, e baseadas nos estudos de Guerreiro (2006), Moreira (2005) e Oliveira Filho (2010).

Tabela 1 Formulações de embutidos cárneos cozidos tipo salsicha elaborados com diferentes percentuais (0, 25, 50, 75 e 100%) de CMS provenientes de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo.

Ingredientes	Tratamentos (%)				
	1	2	3	4	5
CMS de tilápia	80	60	40	20	0
Filé de tilápia	0	20	40	60	80
PTS*	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fécula de mandioca	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal refinado	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Sal de cura	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Antioxidante	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Estabilizante	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Condimento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Gordura vegetal	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Gelo	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00

\* Proteína texturizada de soja

No processamento de cada tratamento as matérias-primas (CMS e filé de tilápia do Nilo), ainda congeladas, foram fragmentadas com faca de inox (Figura 5), para que a temperatura da emulsão se mantivesse dentro de uma margem de segurança.

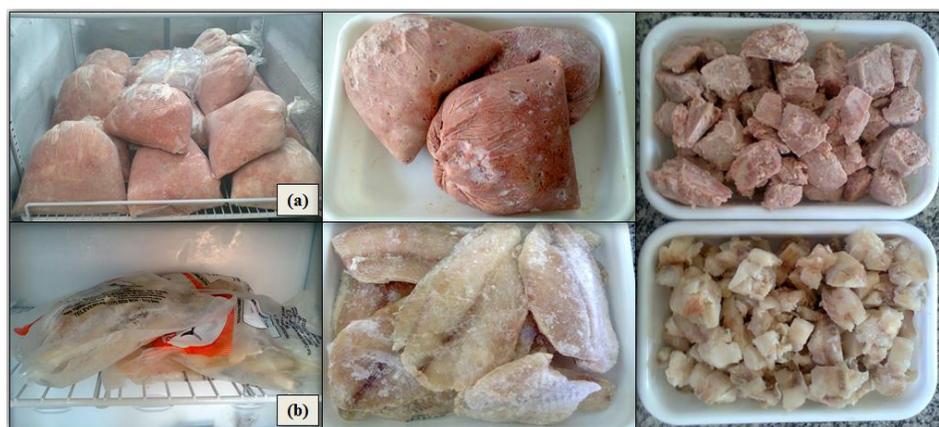


Figura 5 Preparo das matérias-primas: (a) CMS de tilápia; (b) filé de tilápia

Posteriormente à combinação das matérias-primas cárneas de tilápia, realizou-se a adição dos demais ingredientes (Figura 6) em equipamento *cutter* (bacia rotativa modelo R5 Plus, *Robot Coupe*), onde foram triturados rapidamente por aproximadamente 5 minutos, até completa homogeneização da mistura (Figura 7). A temperatura final da emulsão, aferida com termômetro culinário, não ultrapassou 10°C, pois conforme descrito por Gonçalves (2011), o controle da temperatura no processo de emulsão é de extrema importância, visto que sua elevação proporciona a desnaturação das proteínas solúveis, diminuição da viscosidade da emulsão e fusão das partículas de gordura.

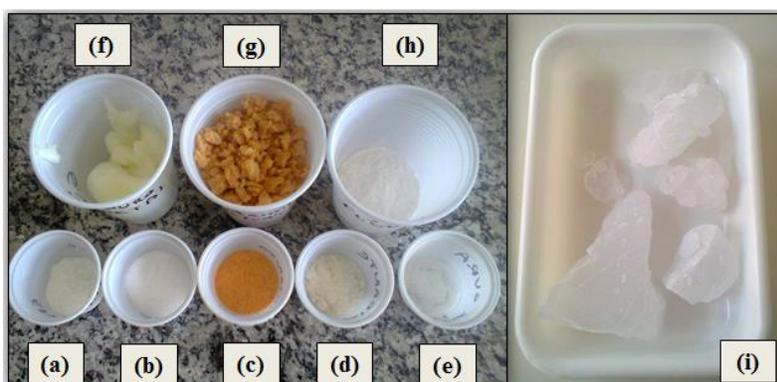


Figura 6 Ingredientes utilizados na elaboração das salsichas de tilápia: (a) estabilizante; (b) sal; (c) condimento; (d) antioxidante; (e) sal de cura; (f) gordura vegetal; (g) proteína texturizada de soja hidratada; (h) fécula de mandioca; (i) gelo

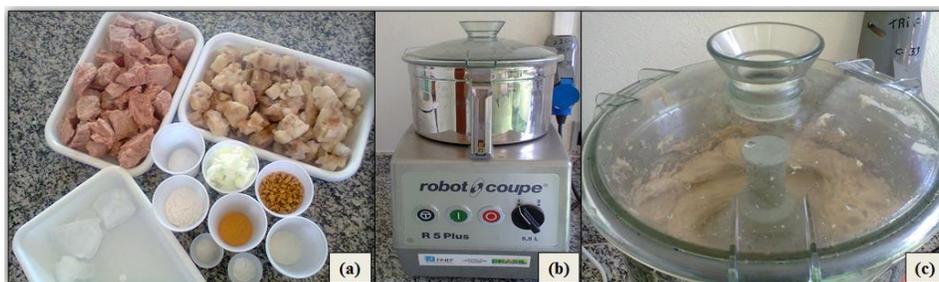


Figura 7 Preparo da emulsão para obtenção das salsichas de tilápia: (a) matérias-primas e demais ingredientes; (b) *cutter*; (c) homogeneização da mistura cárnea

A adição e trituração das matérias-primas e dos ingredientes foram realizadas conforme representado no fluxograma abaixo (Figura 8).

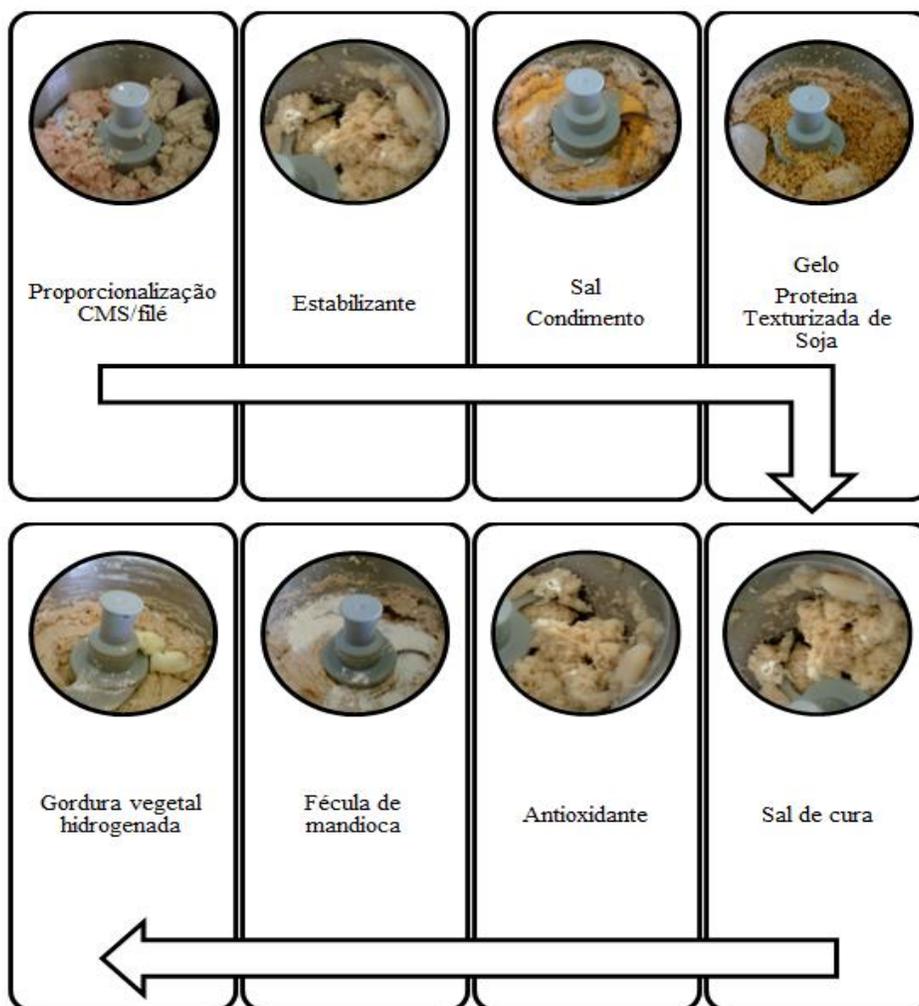


Figura 8 Fluxograma para obtenção da emulsão cárnea

Após o início da coterização cárnea acrescentou-se cada ingrediente em intervalos aproximados de 30 segundos. Para a elaboração das salsichas, todo o fosfato, sal e condimento foram adicionados nos estágios iniciais do processo de emulsificação da carne, uma vez que segundo Pardi et al. (2007) estes

ingredientes contribuem para a completa extração das proteínas miofibrilares. Em seguida, adicionou-se a água em forma de gelo para evitar o aumento da temperatura da massa e favorecer a solubilização das proteínas cárneas. E, por último, após a matriz proteica estar estabilizada em decorrência da adição da proteína texturizada de soja, já na forma hidratada, e da fécula de mandioca, acrescentou-se a gordura vegetal hidrogenada. Segundo metodologia descrita por Ramos (2013), antes da adição da gordura, a velocidade da mistura manteve-se rápida, como forma de garantir máxima fragmentação do tecido muscular e maior extração proteica. Após o acréscimo, a velocidade do *cutter* foi reduzida, para evitar excessiva particularização dos glóbulos de gordura e consequente instabilidade da emulsão.

Consequente a elaboração, a emulsão cárnea de cada tratamento foi embutida em tripa artificial de colágeno, com diâmetro de 22 mm, com o auxílio de uma embutidora manual (modelo E-8, CAF Máquinas). As salsichas foram então amarradas com linha, em gomos entre 12 a 13 cm (Figura 9 e Figura 10), e imediatamente submetidas a tratamento térmico em estufa microprocessadora de secagem (modelo Q317M-12, Quimis) com vapor direto (Figura 11).



Figura 9 Embutimento das salsichas de tilápia: (a) emulsão cárnea no *cutter*; (b) emulsão cárnea na embutidora; (c) embutidora manual; (d) tripa artificial de colágeno e carretel de linha; (e) embutimento da emulsão; (f) salsicha de tilápia

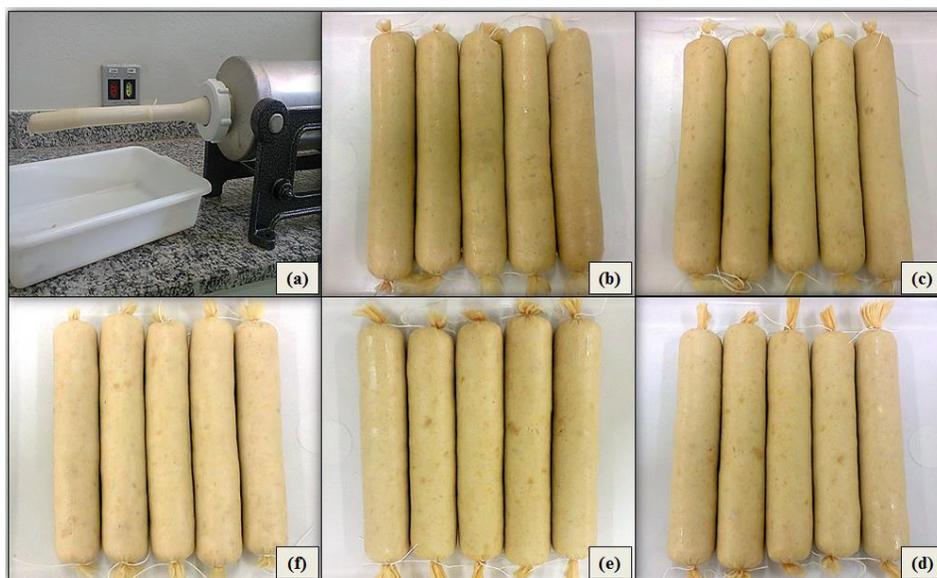


Figura 10 Embutimento das salsichas de tilápia com diferentes concentrações de CMS: (a) embutimento da emulsão; (b) F1 - salsicha com 100% de CMS; (c) F2 - salsicha com 75% de CMS e 25 % de filé; (d) F3 - salsicha com 50% de CMS e 50 % de filé; (e) F4 - salsicha com 25% de CMS e 75 % de filé; (f) F5 - salsicha com 100% de filé



Figura 11 Tratamento térmico das salsichas de tilápia

A temperatura da estufa foi aumentada gradativamente até que a temperatura interna dos produtos atingisse  $72^{\circ}\text{C}$ , como especificado na Tabela 2. De acordo com Órdeñez et. al (2005), nesta temperatura ocorre coagulação total das proteínas cárneas, inativação das formas vegetativas dos microrganismos (pasteurização do produto), inativação de enzimas cárneas, e desenvolvimento das características sensoriais desejadas, como sabor, textura e cor.

Tabela 2 Etapas de cozimento das salsichas de tilápia desenvolvidas

Etapas	Especificações		
	Temperatura Estufa	Tempo	Temperatura Interna
1 <sup>a</sup>	45°C	20 minutos	-
2 <sup>a</sup>	55°C	20 minutos	-
3 <sup>a</sup>	65°C	20 minutos	-
4 <sup>a</sup>	75°C	20 minutos	-
5 <sup>a</sup>	85°C	-	Até atingir 72°C

Fonte: Adaptado de Vogel et al. (2011)

Finalizado o cozimento, as diferentes formulações de salsichas de tilápia foram submetidas a choque térmico em banho de água fria por cerca de 10 minutos, tempo suficiente para que as peças atingissem temperatura interna de 40°C. Segundo Gonçalves (2011), o resfriamento rápido consiste em inibir a ação bioquímica e microbiana. Guerreiro (2006), acrescenta que esta etapa facilita a retirada da tripa. Como foram utilizados envoltórios artificiais, após o resfriamento, realizou-se a depelagem dos embutidos cárneos de pescado. As etapas de choque térmico e depelagem, estão ilustradas na Figura 12.

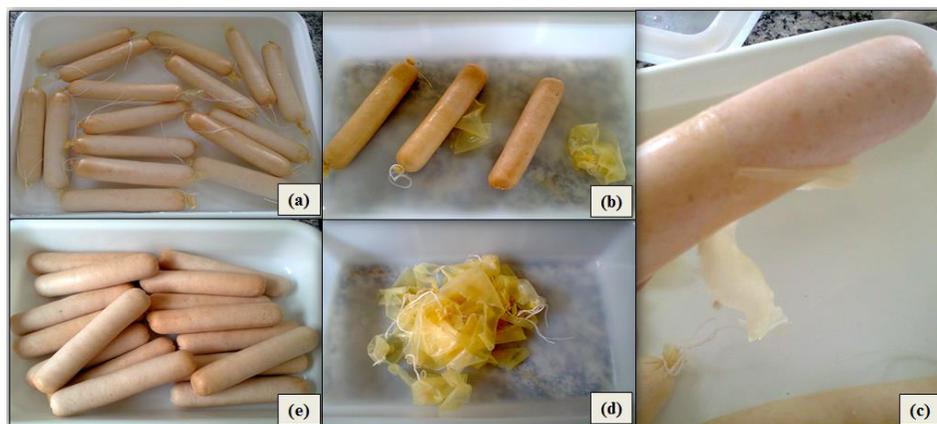


Figura 12 Choque térmico e depelagem das salsichas de tilápia: (a) banho em água fria; (b) e (c) depelagem; (d) tripas artificiais; (e) salsichas sem envoltório

Por fim, o produto desenvolvido foi exposto à secagem em incubadora B.O.D. (modelo CA705, CAL TECH LAB) com circulação de ar frio, e acondicionado em embalagens de nylon-poli (espessura 18 micra), em razão da sua baixa permeabilidade ao oxigênio. Os pacotes contendo as salsichas foram submetidos ao processo de vácuo em embaladora elétrica (modelo TM-150, TecMaq), e em seguida armazenados sob congelamento em *freezer* vertical (modelo GTPC555, Gelopar) a  $-10^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises (Figura 13).

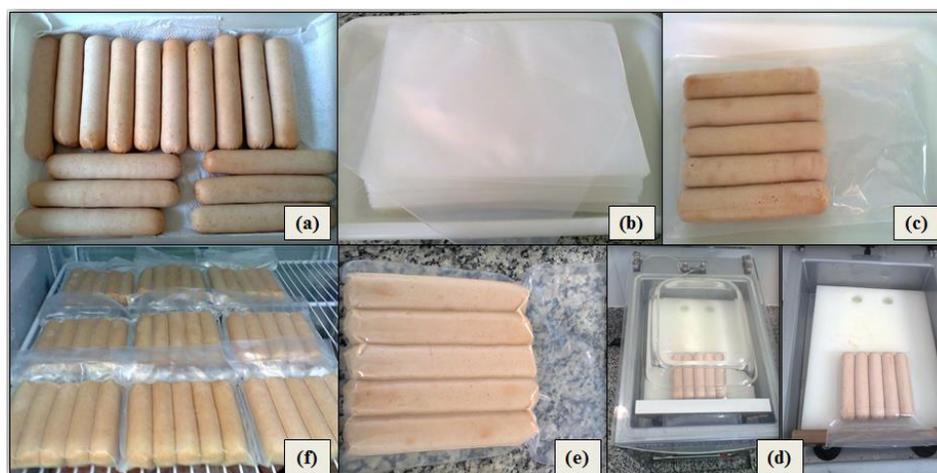


Figura 13 Secagem a frio, acondicionamento e armazenamento das salsichas de tilápia: (a) secagem das salsichas em ar frio; (b) embalagens de nylon-poli; (c) salsichas acondicionadas; (d) embaladora a vácuo; (e) salsichas embaladas a vácuo; (f) salsichas armazenadas a  $-10^{\circ}\text{C}$

Os embutidos cárneos cozidos foram selecionados, embalados e estocados de acordo com cada formulação desenvolvida (Figura 14). Em cada embalagem foram acondicionados 5 unidades de salsicha de tilápia, com peso médio unitário entre 50 e 55 gramas, proporcionando um peso médio total entre 250 a 275 gramas por pacote. Em geral, as formulações apresentaram rendimento médio de 77%, portanto a cada 1 kg de emulsão cárnea obteve-se em média de 14 a 15 unidades de salsicha.

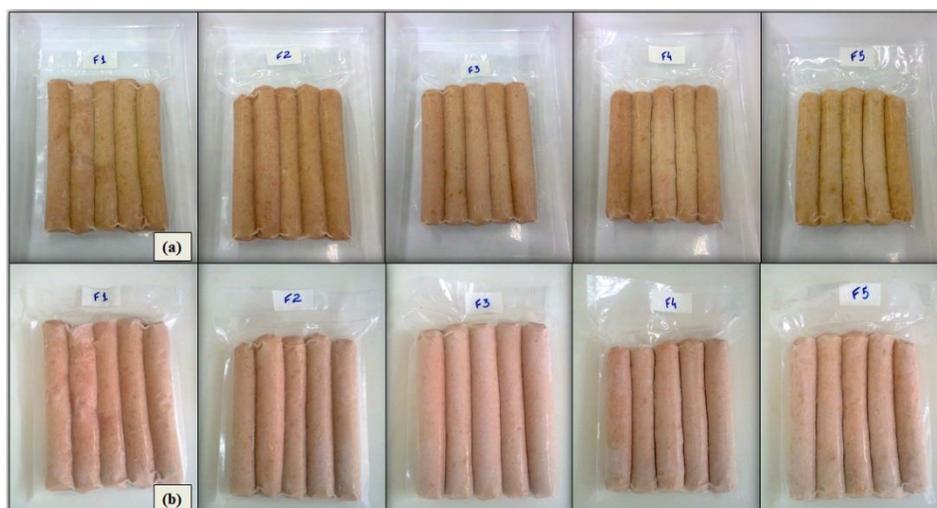


Figura 14 Seleção, acondicionamento e armazenamento das salsichas de tilápia com diferentes concentrações de CMS: (a) produtos antes do congelamento; (b) produtos após congelamento. F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

Em suma, as etapas para o desenvolvimento, dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha elaborados com diferentes concentrações de CMS de tilápia (*Oreochromis niloticus*), estão representadas no fluxograma abaixo (Figura 15).

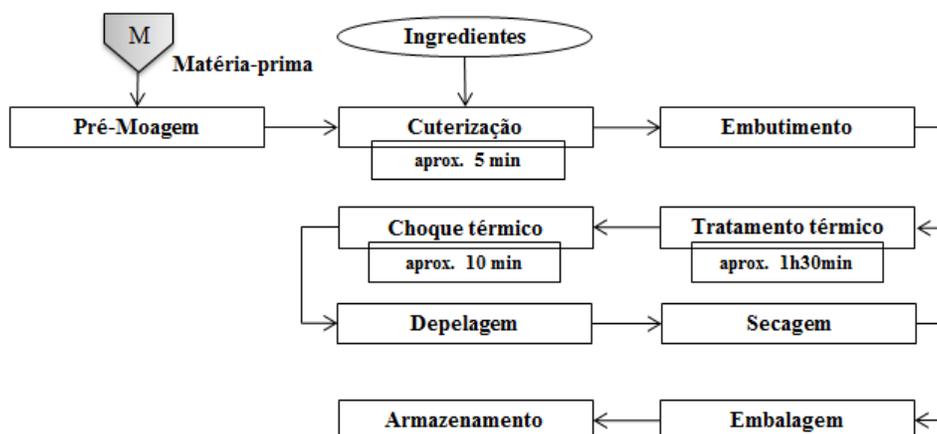


Figura 15 Fluxograma das etapas para desenvolvimento dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha de tilápia

### **2.3 Aplicação da pesquisa de mercado**

Com o intuito de estimar a aceitação do produto proposto neste estudo, bem como a necessidade da etapa de tingimento, que configura a possibilidade de sua inserção no mercado, realizou-se uma pesquisa exploratória em distintos supermercados do município de Lavras – MG. Foram escolhidos vários pontos da cidade com o objetivo de alcançar maior diversificação de um público-alvo.

Para tanto, foram consultadas aleatoriamente 210 pessoas, as quais foram convidadas a responder um questionário (em anexo) contendo 10 perguntas, elaborado e aplicado segundo metodologia descrita por Gonçalves et al. (2010). Durante a entrevista foi apresentado aos participantes, um pacote de salsicha de tilápia desenvolvida sem coloração (tingimento), a fim de concretizar a apetência, ou não, pelo produto.

### **2.4 Caracterização química**

As diferentes formulações de salsicha foram avaliadas em 3 repetições para as análises de determinação da composição centesimal, quantificação da oxidação lipídica, determinação do conteúdo mineral e de perfil de ácidos graxos. Determinou-se também a composição centesimal das matérias-primas (CMS e filé de tilápia).

#### **2.4.1 Preparo das amostras**

Os embutidos cárneos cozidos e as matérias-primas (CMS e filé de tilápia) foram descongelados 12 horas antes da realização das análises, sob temperatura de refrigeração. Após este tempo, 250 gramas de cada formulação de salsicha de tilápia, aproximadamente, foram fragmentadas em

multiprocessador (modelo RI7620, Philips) para maior homogeneização (Figura 16a). O mesmo procedimento foi adotado para o filé de tilápia (Figura 16b), enquanto a CMS foi utilizada em sua forma natural (Figura 16c).



Figura 16 Preparo das amostras para realização das análises: (a) processamento das salsichas de tilápia; (b) processamento do filé de tilápia; (c) CMS de tilápia

## 2.4.2 Determinação da composição centesimal

A avaliação centesimal, tanto das diferentes amostras de salsichas de tilápia como das matérias-primas (CMS e filé de tilápia) utilizadas em sua elaboração, foi realizada determinando-se o grau de umidade e os teores de extrato etéreo, proteína bruta e resíduo mineral fixo (cinzas), conforme os métodos propostos pela AOAC (2000).

### 2.4.2.1 Grau de umidade

A quantidade de umidade presente nas amostras foi determinada pelo método gravimétrico. Cerca de 5 g do material homogeneizado foram pesados em cápsula de porcelana contendo uma camada de areia lavada e um bastão de

vidro (Figura 17), previamente secos em estufa. Com a ajuda do bastão de vidro misturou-se a amostra com a areia, antes de submetê-los à secagem em estufa regulada a 105°C. Após um período de 24 horas, as cápsulas foram retiradas com auxílio de pinça tipo tenaz e acondicionadas em dessecador contendo sílica por 30 minutos, para serem novamente pesadas em balança analítica. Por meio da diferença entre o peso da cápsula com a amostra integral, e o peso da cápsula com a amostra seca, obteve-se o grau de umidade.



Figura 17 Cápsulas de porcelana contendo a areia, o bastão de vidro e a amostra

#### 2.4.2.2 Teor de extrato etéreo

Para a determinação do teor de extrato etéreo de cada amostra, utilizou-se o método de Soxhlet (Figura 18). Todo o conteúdo seco obtido na análise de umidade (item 2.3.1.1) inclusive os resquícios presentes no bastão de vidro foram transferidos para cartuchos de papel filtro semi-qualitativo. Em um extrator de Soxhlet (TE-044, Tecnal) os cartuchos foram submersos em éter etílico dentro de *reboilers*, previamente secos e de peso conhecido. Após refluxo constante de 3 horas, os cartuchos contendo as amostras secas e desengorduradas foram suspensos para drenagem do excesso de solvente e/ou óleo, por 30 minutos. Na sequência, os *reboilers* foram submetidos à secagem em estufa regulada a 105°C, por um período de 12 horas, para completa evaporação do éter. Por fim, os *reboilers* foram retirados, com auxílio de pinça tipo tenaz e

aconicionados em dessecador contendo sílica, até que esfriassem (30 minutos) para pesagem logo em seguida. O cálculo da diferença, entre o peso do reboiler com o extrato etéreo e o peso do reboiler vazio, forneceu a quantidade lipídica.



Figura 18 Extração do extrato etéreo presente em cada amostra

#### 2.4.2.3 Teor de proteína bruta

O conteúdo de proteína bruta presente em cada amostra foi determinado através do método de Microkjeldhal (Figura 19). Aproximadamente 50 mg de cada amostra foram pesadas (balança analítica) em papel manteiga e transferidas para os tubos digestor, aos quais foram adicionados 600mg de sulfato de potássio, 300 mg de sulfeto de cobre e 5 mL de ácido sulfúrico. Os tubos contendo as amostras e os reagentes foram submetidos à digestão em bloco digestor a 400°C, por um período de 4 horas. Após esfriarem, em temperatura ambiente, os tubos foram acoplados ao aparelho de destilação Microkjeldhal (TE-0363, Tecnal), ao qual foram acrescentados 25 mL de hidróxido de sódio (50%) e cerca de 5 mL de água destilada. O destilado foi recebido em *erlenmeyers* (250 mL) contendo 10mL de solução saturada de ácido bórico com 1% de solução indicadora (verde de bromocresol-vermelho de metila). Em seguida, titulou-se o destilado utilizando ácido clorídrico (0,02 N) até aparecimento da cor vermelha, obtendo-se assim o conteúdo de nitrogênio total na amostra. Considerando que uma proteína de alto valor biológico apresenta

16% de nitrogênio, foi utilizado para cálculo do teor de proteína o fator de conversão 6,25.

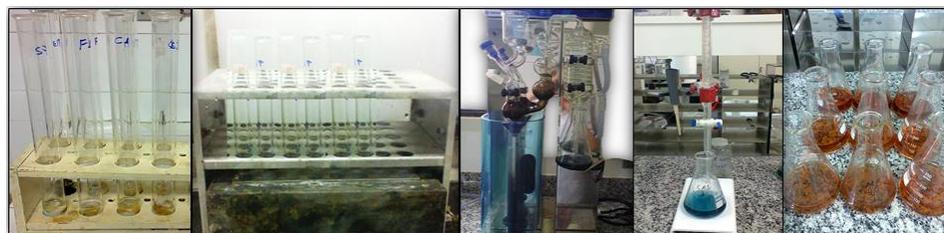


Figura 19 Determinação do conteúdo proteico presente em cada amostra

#### 2.4.2.4 Teor de resíduo mineral fixo

O teor de resíduo mineral fixo ou cinzas, foi determinado pelo método gravimétrico (Figura 20). Para tanto, cerca de 1,5 g de amostra foram pesados em cadinhos calcinados, previamente secos e pesados. Em seguida, incinerou-se o material em fogão sobre telas de amianto até completa carbonização, para então transferi-los para a mufla a 550°C, onde permaneceram por 12 horas. Após esperar a temperatura da mufla baixar para 80°C retirou-se os cadinhos que foram acondicionados em dessecador até que se esfriassem (30 minutos). Por último, os cadinhos foram novamente pesados em balança analítica, visto que a diferença entre o peso do cadinho com as cinzas e o peso dos cadinhos vazios fornece o conteúdo de resíduo mineral fixo em cada amostra.



Figura 20 Determinação do conteúdo de resíduo mineral fixo de cada amostra

### 2.4.3 Quantificação da oxidação lipídica

A análise de oxidação lipídica foi realizada utilizando-se a determinação de TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico), conforme metodologia proposta por Tarladgis et al. (1960) com algumas modificações. Foram pesados aproximadamente 10 g de cada amostra de salsicha de tilápia e adicionados 40 mL de ácido tricloroacético (TCA 5%) e 1 mL de antioxidante butilhidroxitolueno (BHT 0,15%). Após serem homogeneizadas em agitador mecânico, as misturas foram filtradas em filtro de papel semi-qualitativo e logo após, o filtrado foi completado em balão volumétrico (50 mL) com TCA 5%. Dois mililitros do filtrado foram pipetados em tubo de ensaio, adicionados de 2 mL de ácido tiobarbitúrico (0,08 M) e mantidos por 5 minutos em banho-maria em água fervente. Por fim, foram realizadas as leituras em espectrofotômetro com comprimento de onda estabelecido em 525 nm (Figura 21). Os valores obtidos das leituras das absorbâncias foram multiplicados pelo fator de correção 7,38, os resultados foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (mgMDA/kg).



Figura 21 Quantificação da oxidação lipídica das salsichas de tilápia

#### 2.4.4 Determinação do conteúdo mineral: cálcio e fósforo

Para a determinação do conteúdo mineral (cálcio e fósforo) foram pesados em tubos de digestão 0,5 g de cada amostra de salsicha de tilápia e adicionados 6 ml da mistura de ácido nítrico e ácido perclórico na proporção 2:1 (v/v). Os tubos foram levados para o bloco digestor, que teve a sua temperatura aumentada gradativamente até que se atingisse 160°C e fosse observada a redução do volume pela metade, em seguida aumentou-se a temperatura para 210°C até o extrato apresentar-se incolor. Após repouso de aproximadamente 1 hora e 30 minutos, para que os tubos esfriassem, as amostras foram transferidas para potes de vidro com tampas, onde se adicionou água destilada até volume final de 15 gramas, para ser realizada a leitura em fotômetro de chama.

As leituras de minerais foram realizadas no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química (DQI) da UFLA, em fotômetro de chama a partir dos extratos das amostras obtidos por digestão nitricoperclórica, os quais foram determinados segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1989). As etapas para extração dos minerais podem ser observadas na Figura 22.



Figura 22 Extração do conteúdo mineral das salsichas de tilápia

#### 2.4.5 Determinação do perfil de ácidos graxos

De cada amostra de salsicha de tilápia extraíram-se os ácidos graxos (Figura 23) seguindo metodologia descrita por Folch, Lees e Sloaney (1957).

Para tanto, homogeneizaram-se, por aproximadamente 3 minutos em agitador mecânico, 5 gramas de amostra com 50 mL de solução clorofórmio e metanol na proporção de 2:1 (v/v) adicionado de butilhidroxitolueno (BHT 0,025M). Em seguida, procedeu-se a filtração da mistura em funil de separação (500 mL), utilizando filtros de papel semi-qualitativos. Adicionaram-se ao funil, junto ao filtrado, 10 mL de solução de cloreto de potássio (0,72%), e após agitação manual a solução permaneceu em repouso por 3 horas.

Terminado o repouso, foi possível observar a formação de 2 fases, assim sendo, recolheu-se a parte inferior e descartou-se a superior. A fase inferior foi devolvida ao funil de separação e acrescentaram-se 6 mL da solução de cloreto de potássio, deixando que a mistura permanecesse por mais 12 horas em repouso. Após esse período, recolheu-se a parte inferior em balão volumétrico (50 mL) e o volume foi completado com clorofórmio.

Para a esterificação, 5 mL da solução obtida ao final das etapas anteriores foram transferidos para tubos de ensaio, os quais foram submetidos a banho-maria (45-55°C) para total evaporação do clorofórmio, utilizando-se nitrogênio gasoso. Na sequência, foram adicionados 4 mL de hidróxido de sódio (0,5 M) em metanol e levaram-se os tubos a banho fervente por 5 minutos para posteriormente resfriá-los com água gelada. Em seguida, foram adicionados 5 mL do reagente esterificante (10 g de cloreto de amônia, 300 mL de metanol e 15 mL de ácido sulfúrico) às amostras, levando-as por mais 5 minutos ao banho fervente e novamente resfriando-se em água gelada. Após resfriamento, foram adicionados 4 mL de solução de cloreto de sódio saturada e 5 mL de hexano. O sistema resultante permaneceu em repouso por 10 minutos, e posteriormente a parte sobrenadante foi recolhida em frasco âmbar. Por último, o hexano foi evaporado com nitrogênio gasoso, em banho-maria a (45-55°C).



Figura 23 Extração e esterificação dos ácidos graxos das salsichas de tilápia

Os ésteres metílicos resultantes do processo de esterificação foram submetidos à análise de cromatografia gasosa (CG), em aparelho Shimadzu (modelo CG – 2010), com detector de ionização em chama (FID), utilizando-se coluna capilar Carbowax (30m x 0,25mm). Foram utilizadas as seguintes condições cromatográficas, baseadas em testes realizados no referido aparelho:

- D) Injetor: trabalhou em sistema "split = 5", utilizando o nitrogênio como gás de arraste, com velocidade linear programada de 37,8 cm/s num fluxo de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>. Foi injetado 1 µL de amostra com auxílio de seringa de 10 µL. As temperaturas do injetor e detector foram controladas isotermicamente em 220°C e 240°C, respectivamente;

II) Coluna: a temperatura inicial de 100°C foi mantida por 2 minutos, aumentando-se em uma taxa de 4°C.min<sup>-1</sup> até atingir 240°C.

Para registro e análise dos cromatogramas, o cromatógrafo encontra-se acoplado a um microcomputador, podendo ser executado utilizando o programa GC Solution. A identificação dos compostos foi realizada através do tempo de retenção do padrão correspondente e a porcentagem em função da área dos compostos. O perfil de ácidos graxos, a partir dos ésteres resultantes da esterificação das amostras de cada tratamento, foi determinado no Centro de Análise e Prospecção Química (CAPQ) do DQI da UFLA.

## **2.5 Caracterização físico-química**

Para a realização das análises físico-químicas (pH e a atividade de água), as diferentes amostras foram avaliadas através de 3 repetições. As salsichas e as matérias-primas foram preparadas como descrito no item 2.3.1 e exemplificado nas Figuras 16a, 16b e 16c, deste mesmo Capítulo 2.

### **2.5.1 Determinação do pH**

A leitura do pH foi realizada diretamente por processo eletrométrico, em potenciômetro digital (modelo Tec-3MP, *Tecnal*) utilizando eletrodo de imersão, de acordo com a metodologia apresentada por Oliveira Filho (2009). Previamente, pesaram-se em potes plásticos as amostras processadas sob proporção de 10g de amostra para 40mL de água destilada. Em seguida a mistura foi homogeneizada em agitador mecânico enquanto aferia-se o equipamento com soluções tampão padronizadas (Figura 24).



Figura 24 Leitura do pH de cada amostra

### 2.5.2 Determinação da atividade de água

As amostras processadas foram submetidas à análise de atividade de água em aparelho específico (modelo 3 TE, Aqualab®). Utilizaram-se alíquotas de 10g com temperatura padronizada de  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  (Figura 25). Esta análise foi realizada segundo metodologia descrita por Carvalho Filho (2011) com adaptações.



Figura 25 Determinação da atividade de água de cada amostra: (a) salsicha de tilápia processada; (b) CMS de tilápia; (c) filé de tilápia processado

### 2.6 Caracterização física

As avaliações físicas nas diferentes amostras de salsicha foram realizadas em 5 repetições para a determinação da cor instrumental, do perfil de textura (*Texture Perfil Analysis* - TPA) e da estabilidade da emulsão (EE). Realizou-se também a análise de cor nas matérias-primas (CMS e filé).

### 2.6.1 Preparo das amostras

Para a realização da análise de cor instrumental tanto as amostras de salsichas como as matérias-primas foram preparadas como descrito no item 2.3.1 e exemplificado nas Figuras 16a, 16b e 16c, deste mesmo Capítulo 2. Na determinação do perfil de textura as diferentes formulações de salsicha de tilápia foram submetidas à cocção em banho fervente por 2 minutos, cortadas em fatias de 25 mm de comprimento (Figura 26) e mantidas em temperatura de 25°C até o momento da análise. Para a análise da EE as amostras foram utilizadas sem processamento prévio (inteiras).



Figura 26 Preparo das amostras de salsicha de tilápia para a determinação do TPA

### 2.6.2 Medição da cor instrumental

A análise de cor (Figura 27) foi realizada em colorímetro (modelo CM5, *Konica Minolta Spectrophotometer*), por meio do sistema de cores CIELab, definindo o espaço cromático em coordenadas retangulares ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), onde: I)  $L^*$  mede a luminosidade e varia de 100 (cem) para superfícies perfeitamente brancas até 0 (zero) para o preto; II)  $a^*$  mede a intensidade de vermelho (+) e verde (-); e III)  $b^*$  mede a intensidade de amarelo (+) e azul (-). Conforme especificações da *Commission Internationale de L'Eclairage* (CIE, 1986), fixou-se as seguintes condições: iluminante D65 (luz do dia), ângulo de visão 8°; ângulo do observador 10°; abertura de célula de medida de 30 mm; e

especular incluída. O aparelho foi calibrado com um padrão branco e outro preto antes de ser utilizado. As amostras processadas foram acondicionadas em placa de Petri, de forma que não fossem observados espaços vazios no fundo da placa como tentativa de impedir interferências no resultado da análise.



Figura 27 Determinação da cor instrumental de cada amostra

### 2.6.3 Verificação do perfil de textura

As mensurações do perfil de textura (TPA) foram determinadas, segundo Nascimento et al. (2007), utilizando texturômetro (modelo TA.XT Plus/50, *Stable Micro Systems*) previamente calibrado com peso de 5kg. Para a realização dos testes (Figura 28) as condições de medidas foram padronizadas em: I) velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 2 mm/s; II) distância de compressão de 25 mm; III) compressão axial de 50% do tamanho de cada amostra (25 mm) em dois ciclos consecutivos; e IV) sonda cilíndrica de aço inox de 36 mm de diâmetro (P/36R).



Figura 28 Análise do perfil de textura (TPA) das amostras de salsichas de tilápia

Os 5 parâmetros analisados foram descritos por Szczesniak (1963), como sendo: I) dureza (D) - força necessária para produzir deformação na amostra; II) coesividade (C) - extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura; III) elasticidade (E) - velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada depois de removida a força; IV) adesividade (A) - energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a de outros materiais com os quais o alimento está em contato; e V) mastigabilidade (M) - energia requerida para desintegrar um alimento em estado sólido até estar pronto para a deglutição. A coleta de dados e a construção das curvas de TPA foram realizadas pelo programa *Exponent Lite Express* (versão 5.1).

#### **2.6.4 Avaliação da estabilidade da emulsão**

Para a determinação da estabilidade da emulsão (EE), de cada formulação, utilizou-se o método empregado por Morrison et al. (1971), os quais relacionaram os pesos das salsichas após e antes do processo de cozimento, multiplicado por 100.

#### **2.7 Análise de rendimento e estimativa de custo**

O cálculo de rendimento ( $\eta$ ) das diferentes formulações de salsicha foi realizado através da relação entre o produto final e a quantidade inicial de matéria-prima e demais ingredientes, seguindo a metodologia proposta por Silva, Silva e Joele (2007):  $\% \eta = \text{PF (peso final)} \times 100 / \text{PI (peso inicial)}$ . O levantamento do custo de cada formulação foi determinado a partir dos preços das matérias-primas, demais ingredientes e envoltório artificial (tripas)

utilizados no desenvolvimento dos embutidos cárneos cozidos, conforme descrito por Silva et al. (2008).

## 2.8 Avaliação da qualidade microbiológica

Para garantir a qualidade microbiológica do embutido cárneo cozido tipo salsicha de tilápia, realizou-se: a contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos (em placas); a contagem de coliformes a 35°C e 45°C (pelo método no número mais provável - NMP); a contagem total de fungos filamentosos e leveduras; a contagem de *Staphylococcus aureus coagulase* positivo; e a detecção de *Salmonella* sp. Para cada análise, as amostras foram homogeneizadas e diluídas (Figura 29b) conforme metodologia descrita na Instrução Normativa nº 62, que estabelece os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 2003).

Estas análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Biologia e Fisiologia de Microrganismos, localizado no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), no município de Alfenas – MG. Para tanto as amostras de salsichas congeladas, de cada formulação, foram transportadas em caixa térmica contendo gelo (Figura 29a).



Figura 29 Análise microbiológica das amostras de salsichas de tilápia

## 2.9 Análise sensorial: teste de aceitação e intenção de compra

Previamente à realização da análise sensorial, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em seres humanos vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa da UFLA (CAAE: 31930114.3.0000.5148). O projeto foi aprovado em 30 de outubro de 2014, com parecer número 820.482.

Após aprovação realizou-se a análise sensorial com 100 provadores não treinados, de idades variadas, dentre eles estudantes, professores e funcionários da UFLA. As amostras foram oferecidas em copos plásticos descartáveis de 50 mL, codificados com números de três dígitos e apresentados aos provadores de forma balanceada e aleatorizada (STONE; SIDEL, 2004). Ofereceu-se também água mineral para limpeza das papilas gustativas (Figura 30). Todos os participantes receberam uma ficha (em anexo) para avaliar cada formulação de salsicha de tilápia, conforme sua preferência.



Figura 30 Avaliação sensorial: amostras codificadas e padronizadas

### 2.9.1 Preparo das amostras

As amostras foram descongeladas em temperatura de refrigeração por um período de 12 horas. Em seguida, para a realização da análise sensorial, foram aquecidas em água fervente por 2 minutos, cortadas em fatias

padronizadas (1 cm de comprimento), conforme representado na Figura 31, e mantidas em estufa a 40°C até o momento da análise.



Figura 31 Preparo das amostras de salsichas de tilápia para a avaliação sensorial

Para a avaliação do atributo aparência foram apresentadas, aos participantes, embalagens contendo cada formulação de salsicha de tilápia em sua forma integral (Figura 32).



Figura 32 Amostras de cada formulação de salsicha de tilápia para a avaliação sensorial

### 2.9.2 Teste de Aceitação

Na realização da análise sensorial aplicou-se o teste afetivo de aceitação, com o objetivo de determinar o quanto os provadores gostaram ou desgostaram

do produto final. Aos provadores foi solicitada a avaliação dos atributos sensoriais (cor, aroma, textura, sabor, impressão global e aparência), utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos (9 - gostei extremamente; 1 - desgostei extremamente), segundo metodologia de Stone e Sidel (2004).

### **2.9.3 Teste de intenção de compra**

A intenção de compra foi realizada juntamente com o teste de aceitação, utilizando-se a escala estruturada de cinco pontos, cujos extremos correspondem a certamente não compraria (1) e certamente compraria (5), conforme metodologia descrita por Stone e Sidel (2004).

## **2.10 Delineamento experimental e análise estatística**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos (formulações) e: 3 repetições para as análises químicas (composição centesimal, quantificação lipídica e conteúdo mineral); 3 repetições para as análises físico-químicas (pH e Aw); 3 repetições para a análise de rendimento; e 5 repetições para as análises físicas (cor instrumental, perfil de textura e estabilidade da emulsão). Para a pesquisa de mercado trabalhou-se com a frequência de julgamentos de cada categoria (perguntas).

Os efeitos dos diferentes tratamentos foram avaliados por análise de variância (ANAVA), seguida de regressão em casos significativos ( $p < 0,05$ ). Estas análises foram realizadas por meio do *software* Sisvar versão 5.4 *Build* 80 (FERREIRA, 2010). Além disso, foi aplicado o coeficiente de correlação de *Pearson* entre as variáveis estudadas (RODRIGUES; LEMMA, 2014).

A avaliação dos dados referentes à aceitação das amostras foi realizada por meio das análises: univariada (ANAVA) e teste de médias (Scott-Knott,

$p < 0,05$ ); multivariada (mapa de preferência interno, MPI e mapa de preferência externo, MPE); e de fatores paralelos (PARAFAC).

Para realizar a análise sobre os resultados dos atributos sensoriais de aceitação/preferência, obtidos a partir do teste afetivo, gerou-se o Mapa de Preferência Interno (MPI) vetorial. O conjunto de dados foi arranjado em uma matriz com 5 linhas (tratamentos F1 a F5) *versus* 100 colunas (consumidores).

Já a verificação dos dados sobre a aceitação global do produto, considerando a resposta individual de cada consumidor, em correlação aos dados obtidos nas análises químicas (composição centesimal) e físicas (cor instrumental, perfil de textura e estabilidade da emulsão), foi realizada através da análise multivariada denominada de Mapa de Preferência Externo (MPE) vetorial. O conjunto de dados foi arranjado em uma matriz com 5 linhas (tratamentos F1 a F5) *versus* 7 colunas (atributos avaliados). A confecção do MPI e do MPE tem como base a Análise de Componentes Principais (PCA).

Para representar a distribuição dos consumidores (vetores), as formulações (F1, F2, F3, F4 e F5) e os dados de aceitação em relação aos atributos sensoriais avaliados (cor, aroma, textura, sabor, impressão global e aparência), gerou-se o mapa de preferência interno de três vias, obtido através da análise de fatores paralelos (PARAFAC).

As plotagens dos mapas de preferência interno vetorial, do mapa de preferência externo vetorial e do mapa de preferência interno de três vias foram realizadas utilizando-se o *software SensoMaker* versão 1.8 (PINHEIRO; NUNES; VIETORIS, 2013).

Com base nos resultados do teste de intenção de compra (escala estruturada de cinco pontos), foram construídos histogramas de frequência utilizando-se a ferramenta Histograma do *Analysis ToolPak* no *Microsoft Office Excel* 2010. Para a construção, trabalhou-se com as porcentagens de julgamentos de cada categoria (nota) específica de acordo com as escalas utilizadas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises de caracterização química, física e físico-química, de uma maneira geral, as salsichas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) atenderam aos requisitos estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2000), podendo ser classificadas como embutidos cárneos cozidos tipo salsicha. Em relação à avaliação microbiológica e sensorial, as salsichas apresentaram alta qualidade e conseqüente aceitação pelos provadores. Os resultados encontrados estão expostos e discutidos nos itens a seguir.

#### 3.1 Pesquisa de mercado

A pesquisa foi realizada com 119 mulheres e 91 homens, totalizando 210 entrevistados, os quais variaram entre jovens, adultos e idosos, com predominância da faixa etária (68,57%) entre 21 e 50 anos. Em relação ao grau de escolaridade: 32 entrevistados apresentaram ensino fundamental completo e 14 ensino fundamental incompleto; 77 ensino médio completo e 16 médio incompleto; 37 ensino superior completo e 24 superior incompleto; e 10 apresentaram pós-graduação.

Em relação ao consumo de pescado, todos os entrevistados afirmaram consumir carne de peixe. Dentre estes, 133 apresentaram hábito de consumo de embutidos cárneos tipo salsicha e 77 alegaram não consumir. Para os que consomem embutidos, a frequência foi verificada em: 35,34% para 2x ao mês; 29,32% para menos de 1x ao mês; 14,29% para 1x ao mês; 12,03% para 1x por semana; 5,26% para consumo diário; e 3,76% para 3x por semana.

Dos participantes que afirmaram consumir embutidos, 84,21% demonstraram interesse pelo produto desenvolvido neste estudo. E dentre os entrevistados que alegaram não consumi-los 61% mostraram-se interessados

neste novo embutido. Assim, foi possível constatar uma taxa de 75,71% de pessoas entusiasmadas com a possibilidade de inserção desta salsicha de tilápia no mercado. Os principais motivos que levariam estas pessoas a comprar o referido produto dividiram as opiniões de 203 entrevistados em: sabor, qualidade nutricional e praticidade, nesta ordem. Enquanto o restante (7 pessoas) enxergaram a elaboração deste produto como uma nova opção de incremento à sua alimentação, uma vez que só consomem carne de peixe.

Uma alta porcentagem dos participantes (79%) garantiu que teriam preferência pelo embutido cárneo cozido tipo salsicha de tilápia ao invés dos embutidos tradicionais elaborados com carne de animais comercializados em açougue. Ao observar o produto desenvolvido (Figura 32), os entrevistados afirmaram em sua maioria (81,90%) que gostariam de consumir e/ou adquirir o produto sem tingimento da parte externa. Estes declararam associar a carne de peixe à coloração branca, portanto, se durante o processamento ocorresse tingimento das salsichas de tilápia haveria descaracterização do produto, com consequente perda de mercado.

Dentre os entrevistados, os de gênero masculino demonstraram maior interesse pelo novo produto. Entre os 70% que declararam consumir embutido cozido, 86% afirmaram que consumiriam este novo embutido e 96% teriam preferência por este produto em relação aos já existentes no mercado. Já em referência ao gênero feminino, entre os 58% que assumiram consumir algum tipo de embutido 83% apresentaram interesse pela nova salsicha e 91% declararam que teriam preferência pelo novo produto.

Com base nesta pesquisa foi possível perceber um nicho de mercado com alto potencial a ser explorado pela indústria pesqueira e/ou de embutidos, visto que existe um público com grande interesse em consumir novos produtos cárneos que tenham a carne de peixe como matéria-prima. Tal fato deve ser aproveitado como uma nova oportunidade para os profissionais da área.

### 3.2 Determinação da composição centesimal

Os valores médios e desvios padrão referentes à composição centesimal das matérias-primas utilizadas na elaboração das diferentes formulações das salsichas de tilápia estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 Composição centesimal média e desvio padrão, em porcentagem, das matérias primas (CMS e filé de tilápia).

Matéria-prima	Umidade (%)	Extrato Etéreo (%)	Proteína (%)	Resíduo Mineral (%)
CMS de tilápia	60,85±0,08	23,32±0,42	12,28±0,36	1,22±0,02
Filé de tilápia	76,32±0,24	2,42±0,45	16,79±0,26	1,09±0,02

Notam-se maiores valores médios para o grau de umidade e quantidade de proteína para a matéria-prima filé de tilápia. E maiores valores de extrato etéreo e resíduo mineral para a CMS.

Estes resultados refletem as diferenças encontradas em cada formulação do produto desenvolvido. Na Tabela 4 é possível observar as médias e desvio padrão de cada amostra em relação ao grau de umidade e, aos teores de extrato etéreo, de proteína bruta e de resíduo mineral fixo (cinzas).

Tabela 4 Valores médios e desvio padrão para os componentes centesimais das diferentes formulações das salsichas de tilápia.

Tratamentos	Umidade (%)	Extrato Etéreo (%)	Proteína (%)	Resíduo Mineral (%)
F1	60,33±0,11	18,96±0,78	14,74±0,99	3,67±0,09
F2	62,15±0,11	15,68±0,12	17,62±0,28	3,44±0,08
F3	63,18±0,02	13,57±0,39	19,51±0,10	3,34±0,01
F4	65,47±0,22	10,07±0,36	20,75±0,51	3,23±0,03
F5	70,09±0,09	5,39±0,16	21,32±0,31	2,93±0,18

F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

A substituição parcial ou total do filé de tilápia pela carne mecanicamente separada exerceu efeito significativo no grau de umidade e nos teores de gordura, proteína e resíduo mineral. Os modelos de regressão ajustados com os respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), para os resultados destas variáveis, encontram-se nas Figuras 33 a 36, respectivamente.

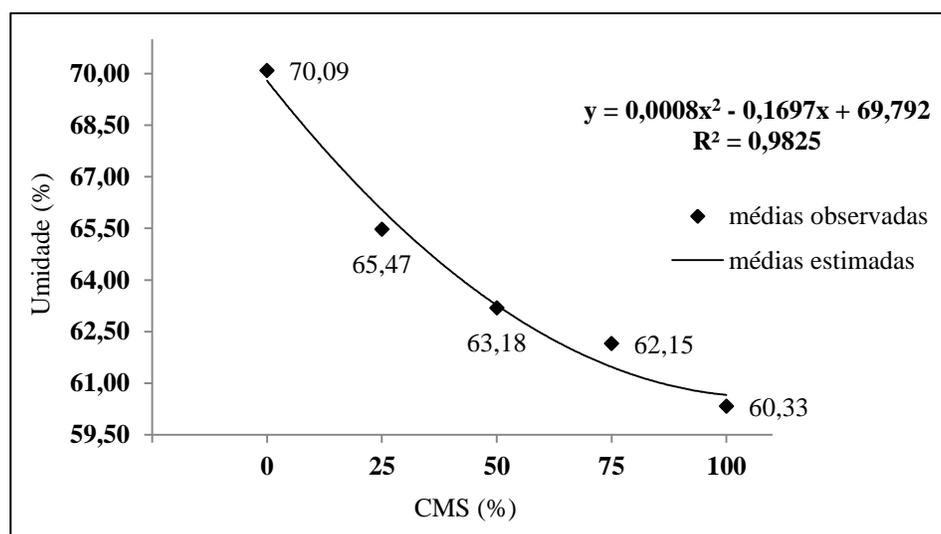


Figura 33 Gráfico e coeficiente de regressão do grau de umidade das formulações de salsicha

Na Figura 33, observa-se que a formulação F1 (adicionada de 100% de CMS) obteve menor valor de umidade seguida, em ordem crescente, das demais formulações F2, F3, F4 e F5. Este comportamento pode ser explicado em razão da CMS apresentar menor teor de água quando comparada ao filé (Tabela 3). Segundo Moura (2012) durante o processo de obtenção da CMS, devido à rigorosa moagem, ocorre a quebra da estrutura organizacional do músculo da carne acarretando a perda de água.

Em relação ao teor de extrato etéreo, as amostras foram influenciadas pela inclusão crescente de CMS, conforme elucidado na Figura 34.

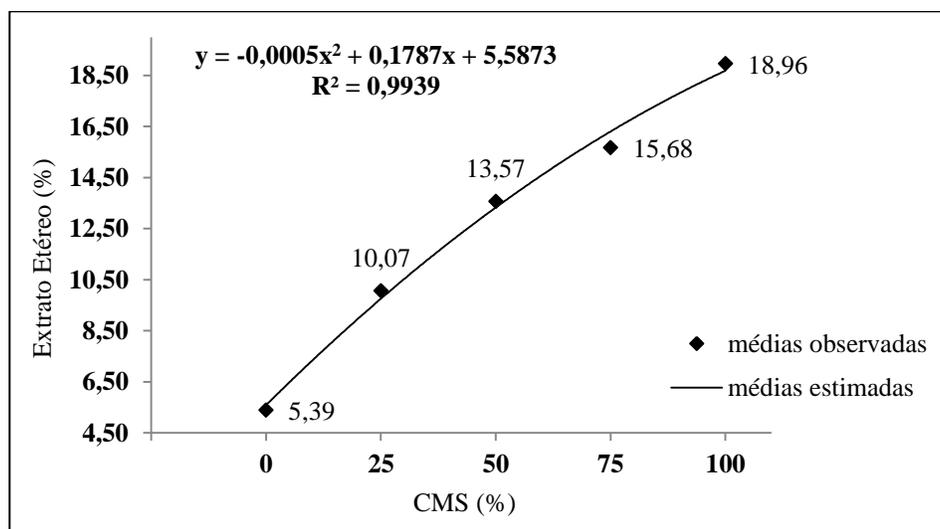


Figura 34 Gráfico e coeficiente de regressão do teor de extrato etéreo das formulações de salsicha

De acordo Ordóñez (2005), a umidade apresenta uma correlação inversa ao conteúdo de lipídeos. Essa afirmação condiz com os resultados encontrados no presente estudo, visto que, quando constatada uma elevada porcentagem de gordura, a umidade mostrou-se baixa e, assim reciprocamente. O teor de extrato etéreo das salsichas apresentou aumento de 5,39 para 18,96% e o grau de umidade apresentou diminuição de 60,33 para 70,09% conforme a substituição de 0 a 100% de CMS, nesta ordem.

Este elevado teor de lipídeos presente nas amostras adicionadas de maiores concentrações de CMS é explicado em razão da polpa de peixe ser extraída do músculo abdominal, o qual se encontra próximo à carcaça da tilápia que contém considerável adiposidade (BORDIGNON et al., 2010). Apesar do aumento na porcentagem de extrato etéreo, segundo Vidotti e Martins (2010), a gordura presente na cavidade abdominal e ventral do peixe é composta por ácidos graxos monoinsaturados, poli-insaturados totais, saturados e ômega-3, o que traz benefícios nutricionais ao produto.

O comportamento do conteúdo proteico está representado na Figura 35.

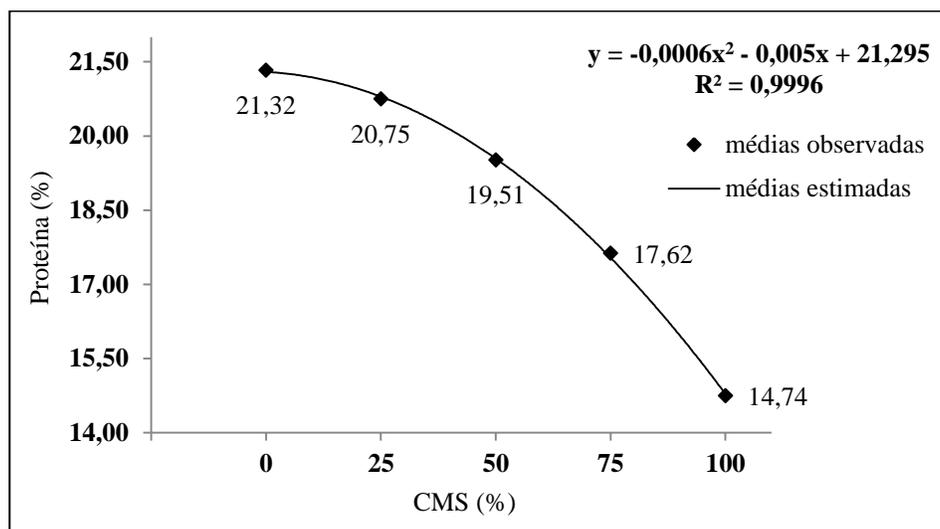


Figura 35 Gráfico e coeficiente de regressão do teor de proteína das formulações de salsicha

O teor de proteína bruta apresentou decréscimo de 21,32% (sem adição de CMS) para 14,74% (com adição de 100% de CMS). Os valores de proteína estão inversamente correlacionados com os valores de lipídeos das salsichas. Estes resultados confirmam a dependência da qualidade do produto final com a qualidade inicial das matérias-primas, uma vez que a CMS apresentou maior média para o teor de lipídeo e menor para o teor de proteína (Tabela 3). Resultado semelhante foi observado por Oliveira Filho et al. (2010), o qual determinou uma variação de 15,26% a 20,86% de proteína, em embutidos cozidos, à medida que ocorreu diminuição na adição de polpa de tilápia.

As médias obtidas para o teor do resíduo mineral fixo apresentaram variações significativas ( $p < 0,05$ ) entre as formulações de salsichas, à medida que houve aumento na inclusão da carne mecanicamente separada de tilápia. Estes resultados podem ser observados na Figura 36.

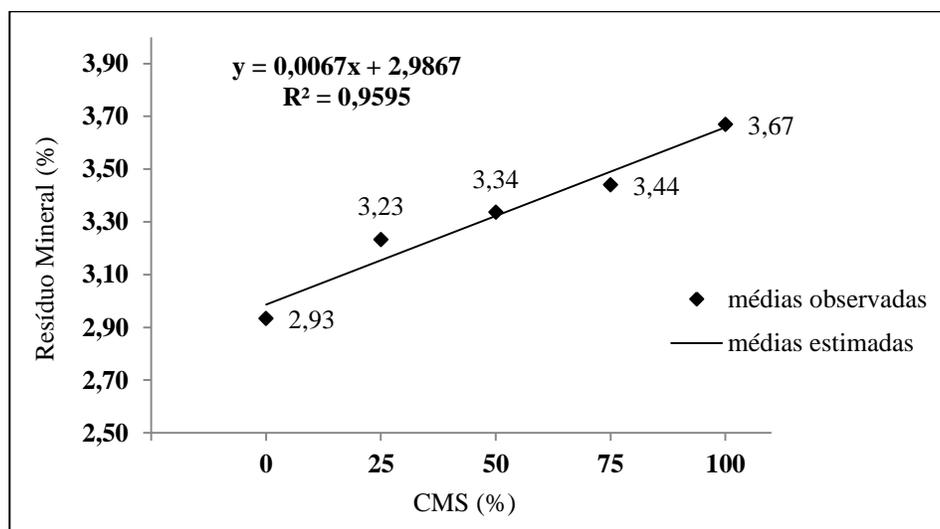


Figura 36 Gráfico e coeficiente de regressão do teor de proteína das formulações de salsicha

Os valores médios de cinzas (2,93 a 3,67%) nas salsichas foram comparativamente maiores que nas matérias-primas, filé (1,09%) e CMS (1,22%). Oliveira Filho (2009), observou resultados semelhantes para este atributo (3,40%) em embutidos cozidos. O autor afirmou que este fato deve-se à adição de alguns ingredientes à formulação das salsichas, como sal e aditivos. E, ainda assegurou que a maior porcentagem de resíduo mineral fixo presente na CMS pode ser atribuído ao seu processo de obtenção, uma vez que ocorre incorporação de fragmentos ósseos junto à massa, sendo, portanto, responsável por causar mudanças na composição desta variável.

A legislação brasileira regulamenta que as salsichas elaboradas com carne de animais de açougue (aves, suíno e bovino), devem possuir umidade máxima de 65%, gordura máxima de 30% e proteína mínima de 12% (BRASIL, 2000), porém o uso de carne de pescado na elaboração de produtos cárneos não está descrito na referida legislação. Considerando este regulamento, observa-se na Tabela 4 que todos os tratamentos estão dentro dos limites determinados para

os teores de gordura e proteína. Entretanto, em relação ao grau de umidade, os tratamentos F4 (elaborado com 25% de CMS) e F5 (sem adição de CMS) apresentarem-se acima do limite máximo permitido. Correia et al. (2001), atribuem tal fato ao baixo teor de gordura presente nas formulações, associado ao alto nível de umidade presente na matéria-prima utilizada. Esta afirmação fundamenta o presente estudo, visto que a matéria-prima, filé de tilápia, utilizada em maior proporção nessas formulações contém elevado teor de água (Tabela 3).

Gonçalves (2011), salienta também a importância de se conhecer a relação umidade/proteína (U/P) em embutidos cárneos, uma vez que, a mesma influencia a textura e a estabilidade do produto final. Segundo o autor, dentro de certos limites, quanto maior a relação, mais estável será a emulsão. O Decreto nº 1.255 de 25 de junho de 1962, que regulamenta a Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), permite uma relação máxima de 3,5 de água para 1,0 de proteína (3,5:1) em produtos cárneos emulsionados (BRASIL, 1962). Neste caso, apenas a formulação F1 (elaborada com 100% de CMS e 0% de filé) apresentou a relação U/P superior a 3,5:1, sendo de 4,09:1, enquanto as demais formulações obtiveram valores iguais a: 3,5:1 para a F2 (elaborada com 75% de CMS e 25% de filé); 3,23:1 para a F3 (elaborada com 50% de CMS e 50% de filé), 3,15:1 para a F4 (elaborada com 50% de CMS e 50% de filé); e 3,28:1 para a F5 (elaborada com 0% de CMS e 100% de filé).

### **3.3 Oxidação lipídica**

Durante o processo oxidativo ocorre a formação de malonaldeído. Considerado como um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poliinsaturados, pode ser quantificado pela análise de TBARS, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (ST ANGELO et

al., 1996). Os valores médios e os desvios padrão encontrados de malonaldeído (mgMDA/kg de amostra) estão representados na Tabela 5. Verifica-se que as porcentagens de inclusão de CMS exerceram efeito ( $p < 0,05$ ) sobre a oxidação lipídica das amostras, conforme demonstrado na Figura 37.

Tabela 5 Teor médio e desvio padrão de malonaldeído, em miligramas por quilograma de amostra, das salsichas de tilápia.

Tratamentos	Malonaldeído (mgMDA/kg de amostra)
F1	0,210±0,004
F2	0,199±0,004
F3	0,176±0,004
F4	0,166±0,004
F5	0,152±0,004

F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

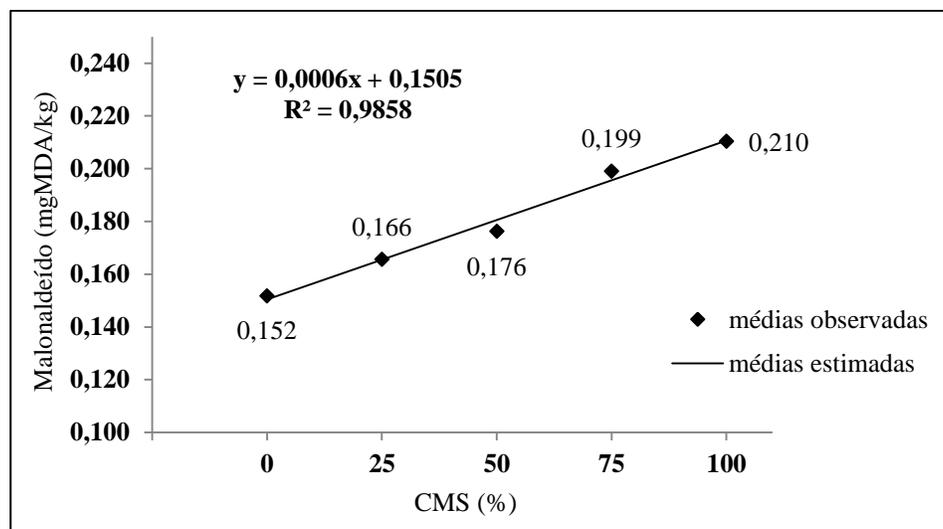


Figura 37 Gráfico e coeficiente de regressão do conteúdo de malonaldeído das formulações de salsicha

Observou-se (Figura 37) que houve acréscimo linear ( $p < 0,05$ ) nos valores de malonaldeído (mgMDA/kg de amostra) à medida que houve aumento da porcentagem de inclusão de CMS no produto desenvolvido.

Este fato, provavelmente, ocorreu devido ao maior teor de lipídeos presente na CMS (23,32%) em comparação ao filé de tilápia (2,42%), utilizados como matérias-primas. Segundo Pelsler et al. (2007), os produtos que contém alta composição em ácidos graxos poliinsaturados são mais susceptíveis ao processo de rancificação (oxidação). Ademais, de acordo com Freitas (2002), a oxidação lipídica é a principal causa de deterioração da CMS, bem como de produtos cárneos que a contenham em sua formulação. Kuhn e Soares (2002), explicam que no processo de obtenção da CMS de pescado pode ocorrer ruptura do tecido muscular, tornando o produto mais facilmente deteriorável por facilitar a interação de agentes oxidantes com os ácidos graxos poliinsaturados, resultando na propagação das reações oxidativas.

A legislação vigente não indica um limite de oxidação lipídica avaliada pelo índice de TBARS para produtos cárneos. No entanto, Araújo (2011) afirma que a oxidação é responsável por uma série de alterações que proporcionam: perda do valor nutricional do alimento; rejeição do produto devido às mudanças nas suas características sensoriais (surgimento de odor e sabor de ranço); e, eventualmente, formação de compostos tóxicos (aldeídos, cetonas, álcool, ácidos e hidrocarbonetos).

As concentrações de malonaldeído das diferentes formulação de salsicha de tilápia, de um modo geral, variaram entre 0,152 mgMDA/kg a 0,210 mgMDA/kg. Considerando-se a matéria-prima empregada na elaboração dos produtos, CMS e filé de tilápia, pode-se afirmar que o produto está apto para consumo uma vez que, segundo Al-Kahtani et al. (1996), o pescado pode ser considerado inapropriado quando apresentar valores acima de 3 mgMDA/kg de amostra.

Os resultados encontrados neste experimento também estão abaixo dos encontrados por Kirschnik (2007) e Oliveira Filho (2009). O primeiro autor encontrou em seu experimento com *nuggets* elaborados com CMS de tilápia, valores de 0,99 e 1,22 mgMDA/kg. Já o segundo autor encontrou maiores valores (de 0,67 mgMDA/kg para 1,24 mgMDA/kg) à medida que foi adicionado maior porcentagem de CMS em embutidos cozidos de tilápia.

### 3.4 Determinação do conteúdo mineral: cálcio e fósforo

Os valores médios e desvios padrão encontrados na quantificação do conteúdo mineral, para os componentes cálcio (Ca) e fósforo (P), estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 Conteúdo mineral médio (cálcio e fósforo) e desvio padrão das salsichas de tilápia.

Tratamentos	Cálcio (%)	Fósforo (%)
F1	1,471±0,007	0,301±0,004
F2	1,331±0,003	0,280±0,003
F3	0,150±0,001	0,270±0,003
F4	0,000	0,260±0,002
F5	0,000	0,241±0,008

F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

Verifica-se que as porcentagens de inclusão de CMS exerceram efeito ( $p < 0,05$ ) sobre o conteúdo mineral (cálcio e fósforo) das diferentes formulações de embutido cozido tipo salsicha de tilápia, conforme demonstrado na Figura 38 e Figura 39, respectivamente.

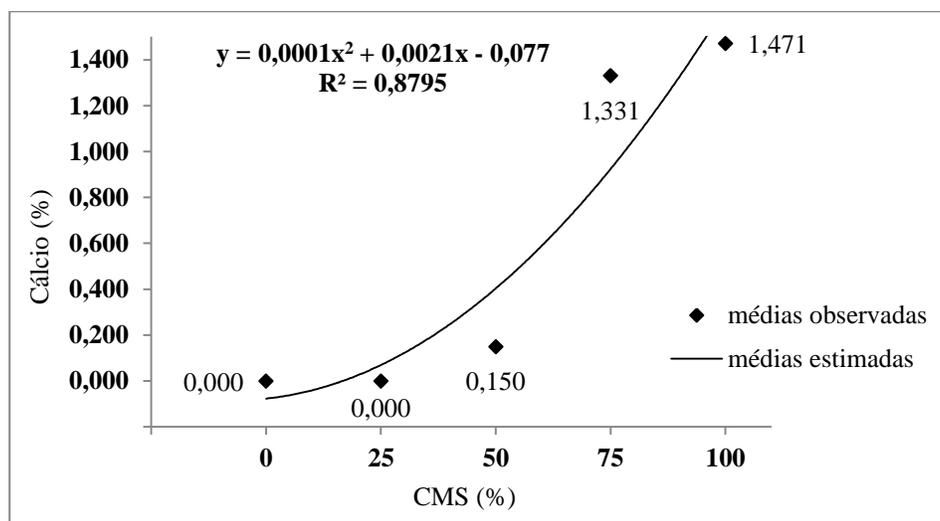


Figura 38 Gráfico e coeficiente de regressão do conteúdo do mineral cálcio das formulações de salsicha

As amostras de salsicha de tilápia apresentaram maiores médias para o mineral cálcio à medida que se aumentou a porcentagem de inclusão de CMS em substituição ao filé de tilápia. Assim sendo, as formulações adicionadas de 100% de CMS (F1) apresentaram maiores valores médios (1,471%), seguidas das formulações: F2 elaborada com 75% de CMS (1,331%) e F3 elaborada com 50% de CMS (0,150%). Resultado similar foi constatado por Oliveira Filho (2009), em embutido cárneo de tilápia, onde o teor de cálcio das amostras aumentou com a adição de 60% a 100% de CMS.

A legislação brasileira regulamenta que as salsichas elaboradas com carne de animais de açougue (aves, suíno e bovino), devem possuir teor máximo de cálcio igual 0,9%, expressos na base seca (BRASIL, 2000), porém o uso de carne de pescado na elaboração de produtos cárneos não está descrito na referida legislação. Considerando este regulamento, observa-se na Tabela 6 e na Figura 38 que os tratamentos F1 e F2 ultrapassaram o limite estabelecido.

Esses resultados podem ser explicados devido aos peixes conterem três tipos de tecidos duros: esmalte, dentina e osso, que são constituídos de cristais

alongados de hidroxiapatita, formada por fosfato de cálcio cristalino (COSTA; ROMANELLI; TRABUCO, 2008; HILDEBRAND, 1995). Tal fato justifica o aumento desses minerais encontrados nas amostras adicionadas com maior porcentagem de CMS, pois conforme Gonçalves (2011), para a obtenção da carne mecanicamente separada utiliza-se um processo mecanizado que raspa as espinhas separando-as da carne.

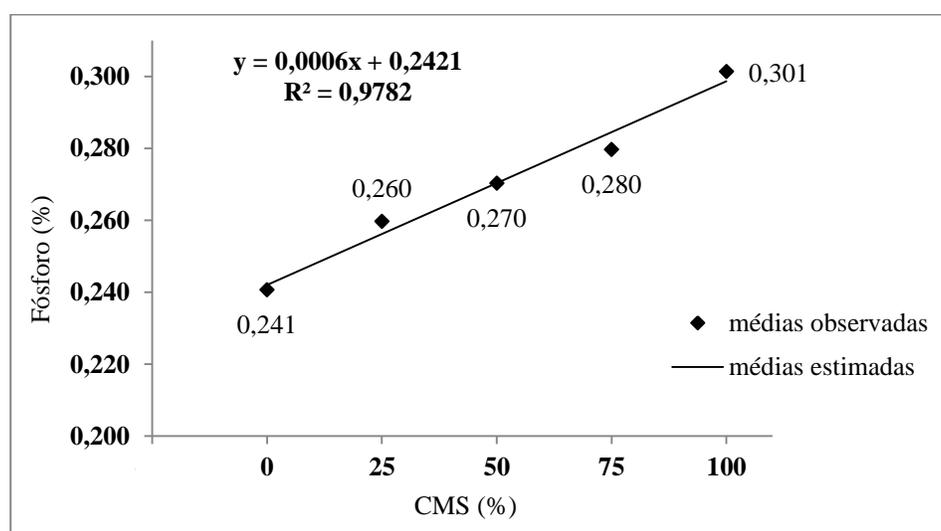


Figura 39 Gráfico e coeficiente de regressão do conteúdo do mineral fósforo das formulações de salsicha

Para a porcentagem de mineral fósforo (Figura 39), foi possível observar que a formulação adicionada de 100% de CMS (F1) apresentou maior porcentagem (0,301%) desse mineral. Os teores encontrados neste estudo foram inferiores: aos 0,151% encontrado por Kirschnik (2007) em *nuggets* de tilápia; ao menor valor 0,153% determinado por Oliveiro Filho (2009) em embutidos cárneos de tilápia; e semelhante ao valor médio de 0,306% encontrado por Amaral (2012) em patê de carne de ovino.

### 3.5 Determinação do perfil de ácidos graxos

Os teores de ácidos graxos (AG), saturados e insaturados, das diferentes salsichas de tilápia analisadas foram expressos em g/100g (Tabela 7).

Tabela 7 Perfil de ácidos graxos e desvio padrão das salsichas de tilápia.

Ácidos Graxos (g/100g)	Formulações				
	F1**	F2**	F3**	F4**	F5**
<i>Saturados (AGS)</i>					
C14:0 Mirístico	0,51±0,31	0,35±0,12	0,25±0,23	0,18±0,28	0,04±0,03
C16:0 Palmítico	13,94±0,6	13,16±0,3	13,05±0,2	13,07±0,3	12,35±0,2
C17:0 Margárico	0,48±0,22	0,44±0,14	0,38±0,17	0,41±0,08	0,29±0,04
C18:0 Esteárico	9,12±0,15	8,81±0,43	7,05±0,22	4,97±0,21	4,74±0,10
C20:0 Araquídico	0,84±0,55	0,82±0,32	0,64±0,92	0,37±0,33	0,34±0,09
C22:0 Behênico	0,03±0,11	0,03±0,08	0,02±0,05	0,02±0,21	-
$\Sigma AGS$	24,92	23,61	21,39	19,02	17,76
<i>Monoinsaturados (AGMI)</i>					
C16:1 Palmitoléico	0,31±0,32	0,25±0,43	0,23±0,11	0,24±0,19	-
C17:1 Heptadecenóico	0,51±0,42	0,47±0,88	0,48±0,21	0,21±0,13	0,29±0,04
C18:1n9c Oléico cis	29,27±1,5	27,83±0,6	25,58±0,3	24,92±1,1	21,34±0,9
C22:1n9 Erúico	0,11±0,22	0,10±0,01	0,10±0,05	0,14±0,14	0,15±0,08
$\Sigma AGMI$	30,20	28,65	26,39	25,51	21,78
<i>Polinsaturados (AGPI)</i>					
C18:2n6c Linoleico cis	18,63±0,6	17,49±0,4	18,30±0,2	17,32±0,1	16,17±0,2
C18:3n3 $\alpha$ -Linolênico	0,56±0,26	0,47±0,17	0,48±0,05	-	-
C18:3n6 $\gamma$ -Linolênico	0,67±0,16	0,37±0,10	0,26±0,36	0,20±0,12	0,02±0,04
C20:2 Eicosadienóico	0,16±0,07	0,11±0,21	0,09±0,15	0,02±0,01	0,01±0,03
C20:4n6 Araquidônico	1,01±0,12	0,75±0,07	0,68±0,04	-	-
C20:5n3 EPA*	0,017±0,0	0,013±0,0	0,011±0,0	0,009±0,0	0,003±0,0
$\Sigma AGPI$	21,05	19,19	19,82	17,55	16,20
<i>Insaturado Trans (AGT)</i>					
$\Sigma AGT$	-	-	-	-	-

\*EPA - Eicosapentaenóico. \*\*F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

De modo geral, as salsichas de tilápia com diferentes inclusões de CMS apresentaram quantidades consideráveis de ácidos graxos. As formulações de salsichas desenvolvidas não apresentaram ácidos graxos *trans* (Tabela 7).

O ácido palmítico foi majoritário dentre os ácidos graxos saturados (AGS), seguido pelo ácido esteárico, contribuindo para a somatória desta fração, cujas determinações variaram entre 24,92 e 17,76 g/100g. Minozzo (2010), observou comportamento semelhante em patês elaborados com tilápia do Nilo, embora tenha obtido menor valor na  $\sum$ AGS, o qual foi igual a 11,87 g/100g.

Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) apresentaram uma variação de 30,20 g/100g a 21,78 g/100g para as amostras, sendo o ácido oléico *cis* o maior responsável pela  $\sum$ AGMI. Dentre os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), o mais abundante foi o ácido linoléico *cis*, pertencente à família ômega-6. Esse AG representou de 99,81% a 88,50% do total dos AGPI. Druziani, Marchesi e Scamparini (2007) mencionaram que quanto maior os valores de monoinsaturados e poliinsaturados, melhor a qualidade nutricional do produto.

Segundo os mesmos autores, os ácidos graxos, pertencentes à família ômega-3, como o ácido  $\alpha$ -linolênico e, particularmente, os ácidos eicosapentaenóico (EPA) e o docosahexaenóico (DHA), têm recebido maior atenção. Neste trabalho, foi possível identificar o ácido  $\alpha$ -linolênico e o EPA em todas as formulações de salsicha, ainda que em pequenas quantidades.

Os valores das razões da  $\sum$ AGPI/ $\sum$ AGS foram de 0,84 (100% CMS), 0,81 (75% CMS), 0,93 (50% CMS), 0,92 (25% CMS) e 0,91 (0% CMS) para as diferentes formulações de salsichas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Conforme o *Department of Health and Social Security* (1984), as dietas que apresentarem razão de  $\sum$ AGPI/ $\sum$ AGS superior a 0,45 são consideradas saudáveis sob o ponto de vista nutricional para humanos. Assim sendo, todas as formulações desenvolvidas apresentaram excelente qualidade nutricional, com destaque para a F3 elaborada com 50% de CMS e 50% de filé de tilápia.

### 3.6 Leituras do pH e da atividade de água

É fundamental o conhecimento dos valores de pH e atividade de água ( $A_w$ ), dados que influenciam diretamente nas modificações físicas e químicas dos alimentos, por estarem correlacionados com o desenvolvimento dos microrganismos e com as suas atividades metabólicas, alterando assim na qualidade e estabilidade dos produtos finais (CHIRIFE; BUERA, 1996). As leituras médias de pH e  $A_w$  das matérias-primas, utilizadas na elaboração dos diferentes tratamentos de salsicha de tilápia, estão representadas na Tabela 8.

Tabela 8 Leitura média e desvio padrão de pH e atividade de água ( $A_w$ ) das matérias primas (CMS e filé de tilápia).

Matéria-prima	pH	$A_w$
CMS de tilápia	6,62±0,01	0,9854±0,0014
Filé de tilápia	6,15±0,03	0,9860±0,0012

Os valores médios encontrados de pH para as matérias-primas CMS e filé de tilápia foram de 6,62 e 6,15, respectivamente. 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. Lee (1984), afirmou que o pH ótimo da carne de pescado, para que se obtenha o máximo de retenção de água, situa-se entre 6,5 a 7,0, embora a legislação determine que o limite máximo de pH aceitável para o consumo da carne seja de 6,8 (BRASIL, 1962).

Para a atividade de água os valores de 0,9854 (CMS) e 0,9860 (Filé) encontrados para a carne de pescado, estão de acordo com o descrito por Fellows (2006), o qual estabeleceu que as carnes frescas deveriam apresentar a  $A_w$  em cerca de 0,985.

Os resultados referentes ao pH e a atividade de água ( $A_w$ ) não apresentaram diferença significativa ( $p>0,05$ ) com a inclusão da CMS nas salsichas de tilápia. Os valores médios e desvio padrão destes parâmetros podem ser observados na Tabela 9.

Tabela 9 Leitura média e desvio padrão de pH e atividade de água ( $A_w$ ) das salsichas de tilápia.

Tratamentos	pH	$A_w$
F1	6,24±0,01	0,9756±0,0014
F2	6,23±0,01	0,9754±0,0007
F3	6,23±0,03	0,9763±0,0009
F4	6,22±0,02	0,9758±0,0004
F5	6,23±0,03	0,9760±0,0008

F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

A média de pH (6,232) está próxima da faixa indicada por Terra (2003), que determina para produtos cárneos pH entre 5,8 e 6,2. Conforme estudos realizados por Moura (2012), em salsichas elaboradas com inclusão de polpa de peixe em substituição a carne suína, a leitura de pH encontrada variou entre 6,08 a 6,25. Os valores determinados estão em conformidade também com Martins et al. (2011), o qual analisou salsichas comercializadas em embalagem à vácuo, independentemente do tipo, e encontrou média de pH igual a 6,27.

Observa-se que as diferentes formulações de salsicha apresentaram média de 0,9758, portanto, se classificam como alimentos de alta atividade de água, por este valor ser ligeiramente inferior a 1,0 (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Este resultado mostrou-se próximo ao estabelecido por Fellows (2006), para salsichas cozidas (0,95). Segundo o autor, valores de atividade de água acima de 0,90 e pH acima de 4,5 propiciam condições ótimas para que o *Clostridium botulinium* assuma a forma vegetativa e produtora de toxina. Sendo

assim, faz-se necessário a adoção de cuidados do ponto de vista higiênico-sanitário durante a elaboração e armazenamento do produto, devendo ocorrer a criação de barreira adicional ao crescimento deste microrganismo, como a utilização de embalagens apropriadas e congelamento a baixas temperaturas.

### 3.7 Medição da cor instrumental

Os valores obtidos dos parâmetros  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (intensidade da cor vermelha e verde) e  $b^*$  (intensidade da cor amarela e azul) das matérias-primas, estão representadas na Tabela 10.

Tabela 10 Cor instrumental média e desvio padrão, dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  das matérias primas (CMS e filé de tilápia).

Matéria-prima	$L^*$	$a^*$	$b^*$
CMS de tilápia	$58,63 \pm 1,54$	$5,18 \pm 0,32$	$14,51 \pm 0,06$
Filé de tilápia	$62,29 \pm 0,03$	$0,34 \pm 0,01$	$15,94 \pm 0,05$

Observa-se que a CMS apresentou maior média para o padrão  $a^*$  (maior intensidade da coloração vermelha) e menor média para o padrão  $L^*$  (menor luminosidade, isto é, coloração mais escura) em relação ao filé. Estas diferenças não são apenas observadas através da medição da cor por equipamentos específicos, podem ser facilmente detectadas visualmente (Figura 40).



Figura 40 Matérias-primas utilizadas na elaboração das salsichas de tilápia: (a) CMS de tilápia; (b) filé de tilápia

Sánchez-Alonso e Borderias (2008), justificam a coloração mais escura encontrada na CMS pela presença de hemopigmentos que são incorporados durante seu processamento. As diferenças entre as médias das duas matérias-primas interferiram significativamente na cor do produto final desenvolvido neste estudo.

A avaliação da cor instrumental, das amostras dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha de tilápia do Nilo, foi realizada com a finalidade de verificar se houve mudanças na intensidade da cor entre as diferentes formulações, devido à adição crescente de CMS de tilápia do Nilo. A Tabela 11 demonstra as médias obtidas nesta análise e através das Figuras 41, 42 e 43, observa-se que a crescente inclusão de carne mecanicamente separada influenciou os parâmetros L\*, a\* e b\*.

Tabela 11 Cor instrumental média e desvio padrão, dos parâmetros L\* (luminosidade), a\* (intensidade da cor vermelha e verde) e b\* (intensidade da cor amarelo e azul), das salsichas de tilápia.

Tratamentos	L*	a*	b*
F1	67,12±0,03	4,44±0,01	14,39±0,03
F2	69,99±0,05	4,08±0,02	14,52±0,07
F3	72,03±0,05	3,61±0,04	15,05±0,09
F4	72,20±0,05	2,99±0,04	15,51±0,03
F5	74,56±0,02	2,49±0,01	15,60±0,03

F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

Em relação aos parâmetros L\* (luminosidade) e b\* (intensidade de amarelo), representados pelas Figuras 41 e 42 nesta ordem, nota-se um decréscimo de forma quadrática e de maneira linear dos seus valores, respectivamente.

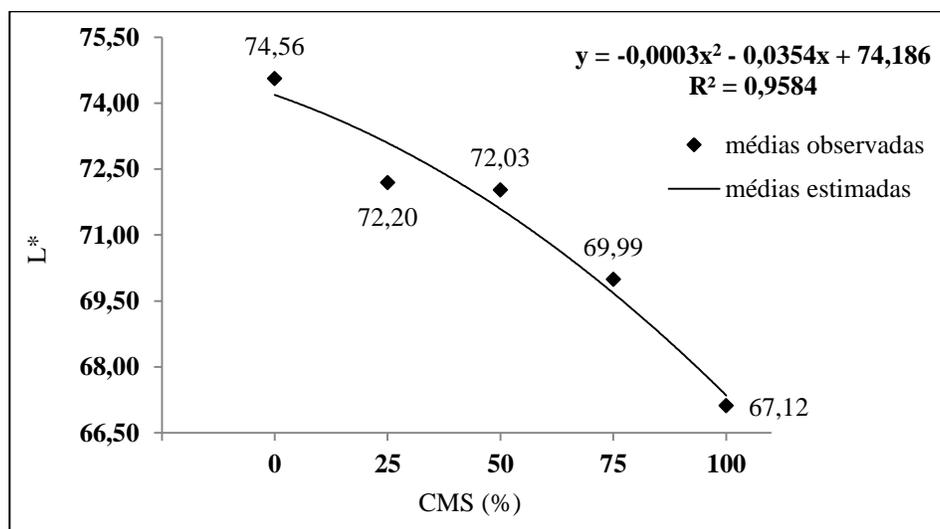


Figura 41 Valores médios de L\* (luminosidade) das formulações de salsicha

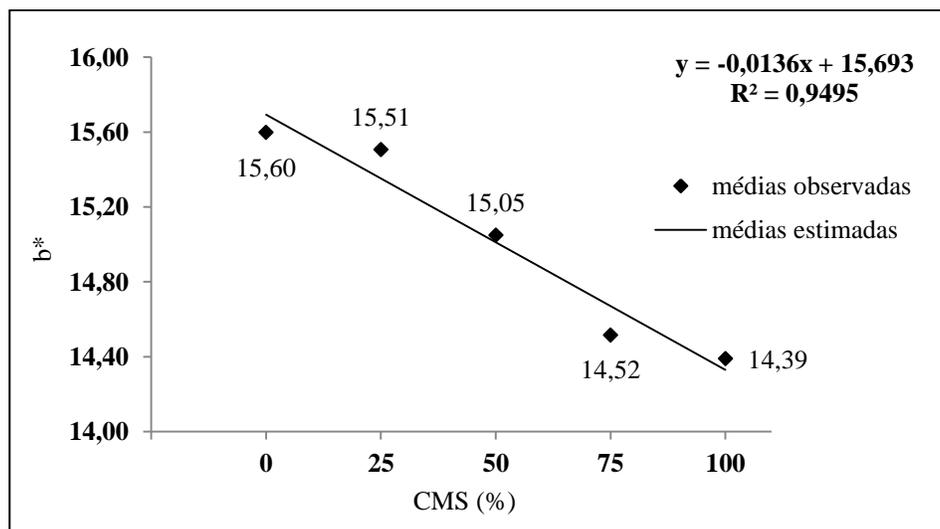


Figura 42 Valores médios de b\* (intensidade da cor amarela) das formulações de salsicha

Na Figura 43, pode-se observar um acréscimo no valor de a\* (intensidade de vermelho), representado por uma regressão linear.

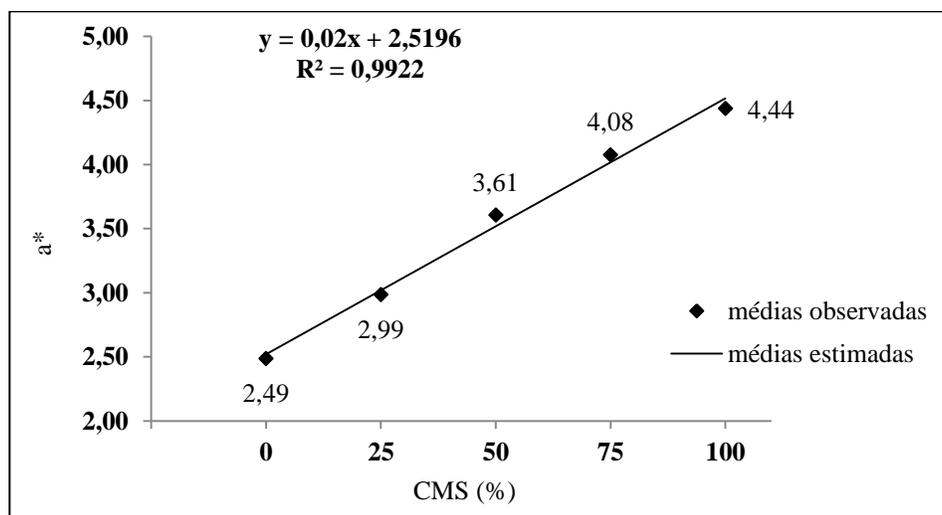


Figura 43 Valores médios de a\* (intensidade de vermelho) das formulações de salsicha

O valor de L\* (luminosidade) das salsichas de tilápia foi influenciado ( $p < 0,005$ ) pelas variações dos teores de CMS. Nota-se que houve aumento neste parâmetro à medida que se aumentou a porcentagem de filé em relação à CMS. Resultados semelhantes foram constatados por Minozzo (2010), em patês de tilápia, o qual observou maior luminosidade quanto menor a quantidade de CMS adicionada à formulação, e por Moreira (2005), que encontrou valor de L\* de 72,28 em estudo com salsicha formulada com filé de tilápia.

Quanto ao parâmetro a\* foi possível observar um decréscimo quadrático da intensidade de vermelho com a inclusão de 100% (F1) para 0% (F5) de CMS de tilápia. Uyhara et al. (2008), constatou também que o uso de CMS provocou o escurecimento de salsichas de peixe, e justificou tal fato devido a incorporação de pigmentos das nadadeiras e restos de pele presentes nas carcaças durante a passagem dos resíduos pela máquina separadora de carne e ossos.

Para o valor de b\* (intensidade da cor amarela) verificou-se também influência do teor de CMS ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. Moura (2012), analisando embutidos cárneos elaborados com resíduos da filetagem de jundiá (*Rhamdia*

*quelen*), não constatou diferença entre as amostras adicionadas de CMS e a amostra controle para este atributo. Entretanto, Oliveira Filho et al. (2010), trabalhando com embutidos de tilápia, observou que o valor de  $b^*$  diminuiu com a adição de CMS, passando de 16,18% (sem adição de CMS) para 11,98% (com 100% de CMS).

A coloração definida pelos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , das salsichas de tilápia desenvolvidas, representada, na Tabela 11 e nas Figuras 41 a 43, pode ser confirmada visualmente, através da Figura 44.



Figura 44 Diferentes formulações das salsichas de tilápia: F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

### 3.8 Análise de perfil de textura

A análise do perfil de textura (TPA) é um método objetivo para avaliar as propriedades sensoriais dos alimentos. O teste consiste na compressão da amostra em dois ciclos consecutivos com a finalidade de imitar a ação da mandíbula. Durante sua realização ocorre uma compressão inicial, seguida de um relaxamento e uma segunda compressão. Este teste gera um gráfico da força em função do tempo (Figura 45), a partir da qual os parâmetros de textura

(dureza, adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade) foram calculados (HERRERO et al. 2007; LAI; WONG; LII, 2000).

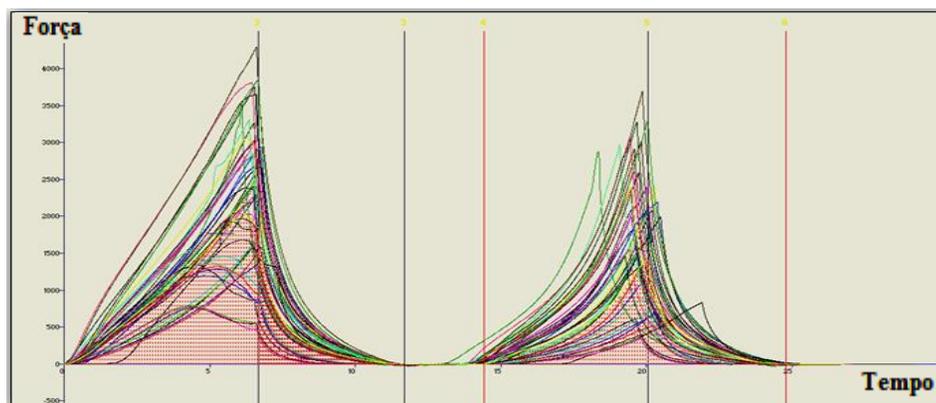


Figura 45 Gráfico (força versus tempo) obtido no teste de análise do perfil de textura das salsichas de tilápia

As Tabelas 12 e 13 apresentam as médias e os desvios padrão da análise do perfil de textura dos diferentes tratamentos das salsichas de tilápia. Observou-se nas Figuras 46 a 49 que a inclusão da CMS de tilápia causou diminuição linear ( $p < 0,05$ ) nos valores de dureza, mastigabilidade, elasticidade e coesividade. Já o parâmetro adesividade apresentou aumento cúbico ( $p < 0,05$ ) com a adição da CMS (Figura 50).

Tabela 12 Perfil de textura (dureza, mastigabilidade e elasticidade) das salsichas de tilápia.

Tratamentos	Dureza (g)	Mastigabilidade (g.mm)	Elasticidade (mm)
F1	1550,2±124,1	865,4±97,24	0,842±0,02
F2	2447,8±155,5	1369,4±97,38	0,848±0,01
F3	2867,4±171,8	1412,2±299,32	0,859±0,01
F4	3192,8±216,5	1744,0±289,42	0,866±0,02
F5	3877,4±246,9	1961,2±194,25	0,870±0,02

F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

Os parâmetros dureza, mastigabilidade e elasticidade foram ajustados através de modelos lineares.

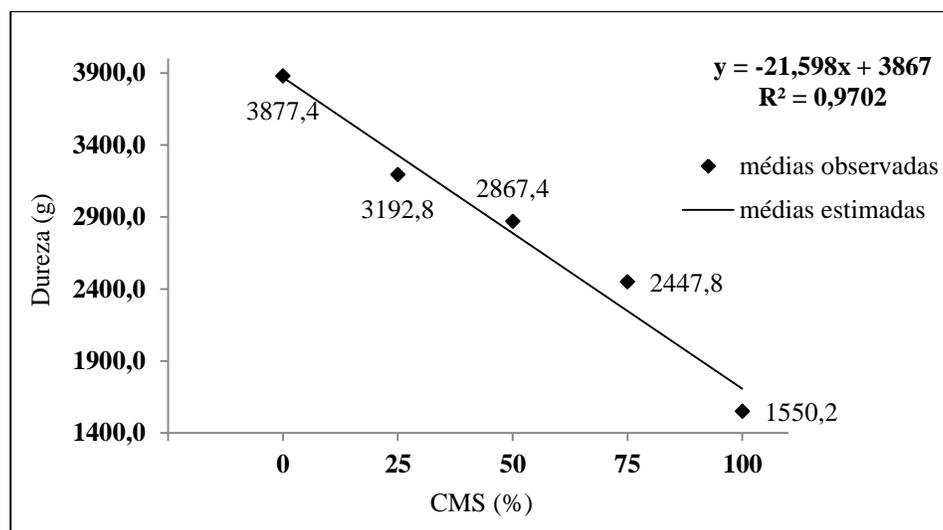


Figura 46 Valores médios da dureza das formulações de salsicha

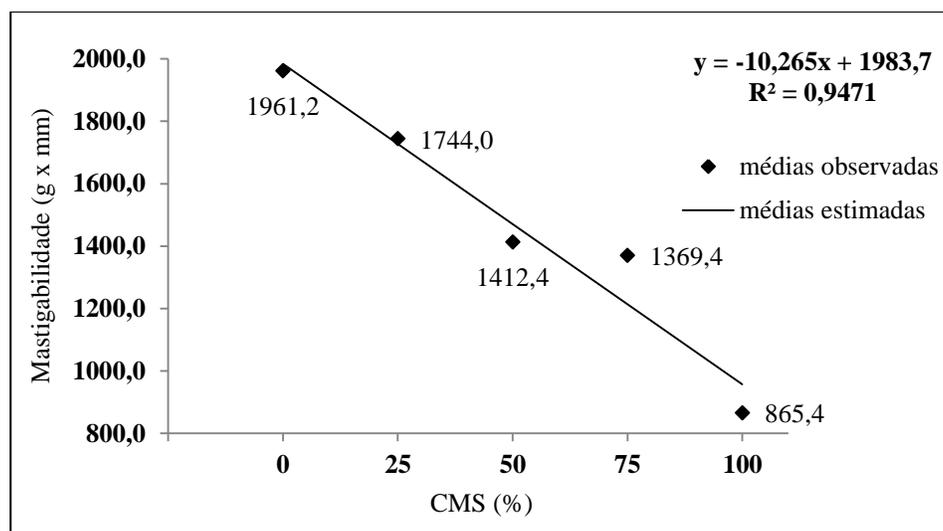


Figura 47 Valores médios da mastigabilidade das formulações de salsicha

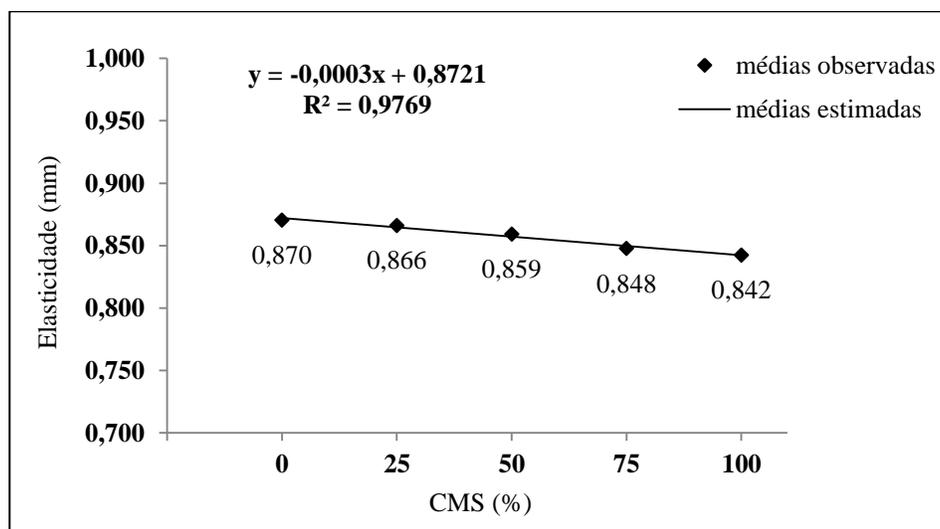


Figura 48 Valores médios da elasticidade das formulações de salsicha

A dureza das salsichas de tilápia diminui linearmente ( $p < 0,05$ ) de 3877,4 g (0% de CMS) para 1550,2 g (100% de CMS). Este comportamento pode ser explicado devido a maior quantidade de proteína presente nas salsichas sem adição de CMS (Figura 35). Segundo Hedrick et al. (1994), a proteína cárnea, representada principalmente pelas proteínas miofibrilares (actina e miosina), é o principal responsável pela dureza das salsichas. Colmonero et al. (1995) e Pereira (2010), também confirmaram esta relação em seus experimentos com salsichas, os quais verificaram que quanto maior o teor de proteína maior a firmeza obtida no produto final.

Para o parâmetro mastigabilidade, observam-se também médias inferiores para as formulações adicionadas de menores porcentagens de CMS, as quais variaram de 1961,2 g.mm a 865,5 g.mm. Atribui-se este resultado ao elevado teor de gordura presente nas salsichas adicionadas de maiores concentrações de CMS (Figura 34). Pietrasik (1999), afirma que o aumento nas porcentagens de gordura adicionadas em salsichas, acarreta na redução das forças de mastigabilidade, supostamente por proporcionar maior maciez e

suculência aos produtos desenvolvidos. Resultado semelhante foi observado por Oliveira Filho (2010), em embutidos cozidos de peixe, que notou uma diminuição neste parâmetro (7347,3 para 163,3 g.mm) com o aumento da inclusão de CMS.

Quanto à elasticidade ou flexibilidade das salsichas de tilápia, houve um discreto decréscimo linear nas médias das formulações F5 (adicionada de 0% de CMS) a F1 (adicionada de 100% de CMS). De acordo com Rocha (2013), apesar de estatisticamente significativas, essas diferenças na elasticidade da amostra não devem ter significância prática, pois a variação foi muito pequena. Assim como neste trabalho, Ignácio (2011), associou os maiores valores médios determinados para a elasticidade aos menores níveis de gordura e óleo em salsichas.

A Tabela 13 contém os valores médios encontrados para os parâmetros coesividade e adesividade. Para o atributo coesividade (Figura 49) os dados foram ajustados em modelo de regressão linear. Já os dados do parâmetro adesividade (Figura 50) ajustaram-se em modelo cúbico. A adesividade é uma grandeza negativa, contudo, para melhor entendimento e representação gráfica foi utilizado seu valor absoluto.

Tabela 13 Perfil de textura (coesividade e adesividade) das salsichas de tilápia.

Tratamentos	Coesividade	Adesividade (g.s)
F1	0,580±0,03	-10,97±1,52
F2	0,591±0,05	-9,90±0,14
F3	0,627±0,05	-8,86±0,31
F4	0,651±0,01	-8,29±0,31
F5	0,661±0,03	-4,35±0,40

F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

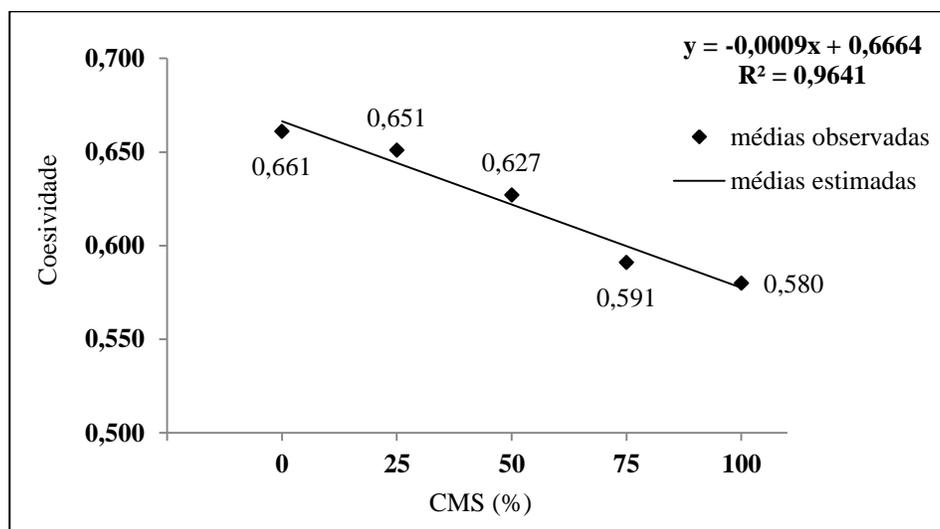


Figura 49 Valores médios da coesividade das formulações de salsicha

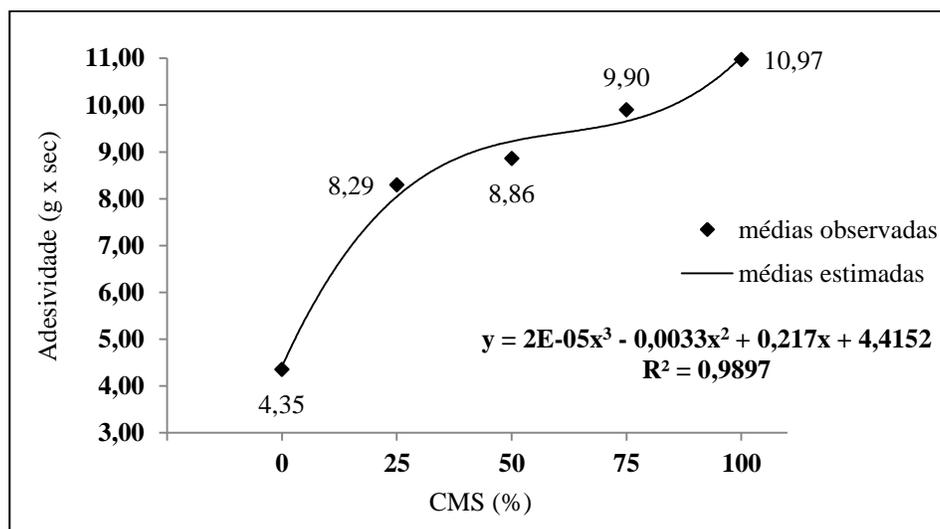


Figura 50 Valores médios da adesividade das formulações de salsicha

A coesividade das amostras apresentou maiores médias para as formulações F3, F4 e F5 ( $p > 0,05$ ). As maiores inclusões de CMS (75% e 100%) acarretaram em uma diminuição linear deste parâmetro. Pereira (2010),

evidencia que o produto 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, o que reduz os valores de coesividade e consequentemente aumenta o valor de adesividade. Tal comportamento foi observado nas amostras de salsichas de tilápia desenvolvidas neste trabalho (Figuras 49 e 50).

Desta forma, as salsichas apresentaram maior adesividade com o crescente aumento de CMS, entre 4,35 e 10,97 (de 0% a 100%). Carneiro et al. (2011), definem adesividade como a força necessária para remover um material que adere à boca, assim quanto mais difícil for para desprender o alimento dos dentes, maior será a sua adesividade. Segundo Campos et al. (1989), o esperado para salsichas é que este parâmetro não seja elevado, uma vez que este produto deve apresentar superfície lisa e firme, sem aderência ao toque.

Na prática, a maior inclusão de CMS, contribuiu para a formação de produtos com textura mais pastosa, os quais apresentaram tendência a se desagregar durante o fatiamento. Este acontecimento pode ser observado, principalmente, na formulação F1 elaborada com 100% de CMS, conforme ilustrado na Figura 51. Moura (2012), constatou o mesmo comportamento em estudo com embutido cárneo de resíduos da filetagem de jundiá.



Figura 51 Salsicha elaborada com 100% de CMS tilápia (F1)

### 3.9 Avaliação da estabilidade da emulsão

A estabilidade da emulsão (EE) expressa a quantidade de líquido (água e/ou gordura) exsudado após o cozimento do produto. Quanto maior a estabilidade da emulsão, menor é a perda de líquidos e mais estável é o produto em relação ao tratamento térmico (BARRETO, 2007). Na Tabela 14 e Figura 52, estão representados os resultados encontrados nesta análise.

Tabela 14 Estabilidade média e desvio padrão da emulsão, em porcentagem, das salsichas de tilápia.

Tratamentos	Estabilidade da emulsão (%)
F1	92,30±1,03
F2	93,98±0,56
F3	98,23±0,10
F4	98,66±0,05
F5	98,75±0,05

F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

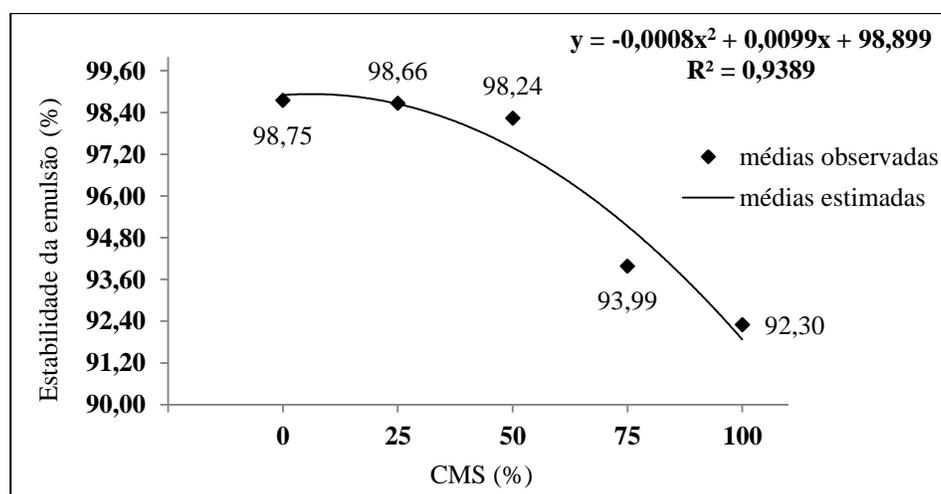


Figura 52 Valores médios da estabilidade da emulsão das formulações de salsicha

A estabilidade da emulsão dos diferentes tratamentos de salsicha foi influenciada pela porcentagem de CMS adicionada (Figura 52). Nota-se que houve um decréscimo quadrático para a estabilidade, onde a variação dos dados foi explicada em 93,88%. As formulações F3, F4 e F5, elaboradas com 50%, 25% e 0% de CMS, respectivamente, apresentaram médias bem próximas entre si, ou seja, houve linearidade entre os resultados. Para estas formulações constataram-se elevados valores de estabilidade da emulsão, os quais variaram entre 98,24% a 98,75%. Barreto (2007), avaliou mortadelas formuladas com carne bovina com adição de fibra e encontrou valores médios acima de 98,4%. Já Nascimento et al. (2007), determinaram valores de estabilidade da emulsão que variaram de 94,06% a 94,86% em embutidos cozidos tipo mortadela elaborados com carne de aves.

Neste trabalho verificou-se que acima de 50% de adição de CMS foi possível notar um decréscimo significativo ( $p < 0,05$ ) na porcentagem de estabilidade da emulsão. As formulações F1 (elaborada com 100% de CMS) e F2 (elaborada com 75% de CMS), apresentaram valores inferiores (92,30% e 93,98%, nesta ordem) de EE quando comparadas com as outras formulações. Este resultado foi similar ao encontrado por Trindade, Contreras e Felício (2005), uma vez que estes autores afirmaram que a utilização de grandes concentrações de CMS em embutidos pode acarretar alguns problemas sensoriais devido à baixa estabilidade desta matéria-prima.

A menor estabilidade das formulações F1 e F2 pode ser explicada devido ao alto teor de lipídeo presente na matéria-prima CMS (Tabela 3). Durante o processo de cocção as amostras de salsichas destas formulações eliminaram expressiva porcentagem de gordura, o que contribuiu para a perda de peso do produto após tratamento térmico. Resultado semelhante foi observado por Jorge (2014), o qual observou que níveis acima de 35% de adição de CMS aumentaram linearmente a perda da estabilidade da emulsão cárnea.

De acordo com Yossef e Barbut (2009), devido à presença de grandes quantidades de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados, não houve, possivelmente, proteínas suficientes para recobrir a superfície dos glóbulos de gordura, o que acarretou em uma redução na estabilidade da emulsão cárnea. Esta afirmação condiz com o resultado encontrado na Figura 34 e 35, na qual nota-se que houve um aumento quadrático ( $p < 0,05$ ) do teor de gordura e um decréscimo quadrático ( $p < 0,05$ ) do teor de proteína, respectivamente, com a adição crescente de CMS na elaboração das salsichas.

Tal comportamento pode ser explicado através do cálculo do coeficiente de correlação produto-momento ( $-1 \leq r \leq 1$ ) de *Pearson*, o qual quantifica a relação entre as variáveis (RODRIGUES; LEMMA, 2014). Segundo Lira (2004), a correlação é linear perfeita positiva quando  $r=1$ , linear perfeita negativa quando  $r=-1$  e não existe correlação linear entre as variáveis quando  $r=0$ . Assim sendo, constatou-se que a estabilidade da emulsão apresentou uma correlação forte negativa com o teor de extrato etéreo ( $r = -0,8638$ ), indicando que quanto maior o teor de gordura presente na salsicha de tilápia menor a estabilidade da emulsão. Observou-se também uma correlação muito forte positiva com o conteúdo proteico ( $r = 0,9627$ ), apontando que quanto maior o teor de proteína do embutido melhor a estabilidade da emulsão.

### **3.10 Análise de rendimento e estimativa de custo**

As porcentagens de rendimento de cada formulação de salsicha de tilápia estão descritas na Tabela 15. Segundo Silva (2013), o rendimento de produção é o índice resultante entre o que entra e o que sai de um processo produtivo. Este parâmetro é útil em indústrias químicas, alimentícias, metalúrgicas, entre outras, onde as matérias-primas e/ou ingredientes são utilizados, e no final do processo obtém-se um produto processado.

Tabela 15 Rendimento médio e desvio padrão, em porcentagem, das salsichas de tilápia.

Tratamentos	Rendimento ( $\eta$ )
F1	74,86±2,57
F2	77,93±1,62
F3	81,86±1,85
F4	76,70±0,72
F5	75,40±2,21

\*F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

Na Figura 53, está representado o comportamento quadrático da variável rendimento, observa-se que a variabilidade dos dados foi explicada em 72,98%.

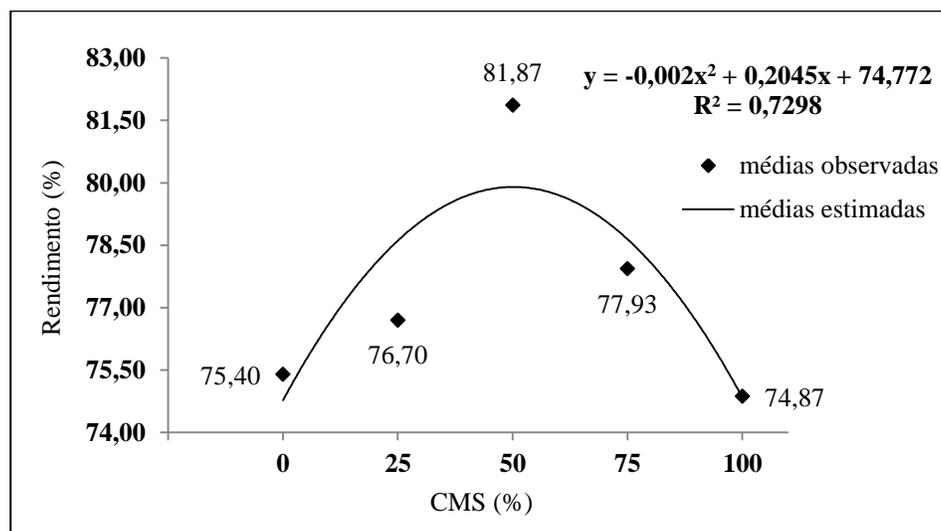


Figura 53 Valores médios do rendimento das formulações de salsicha

As formulações de salsichas F1, F2, F4 e F5 apresentaram valores próximos de rendimento, enquanto a formulação F3 mostrou-se superior ( $p < 0,05$ ) quando comparada aos outros tratamentos. No decorrer do processo de obtenção da amostra F3 foi possível notar que esta apresentou ideal consistência

para embutimento e menores perdas durante o processo de obtenção. Acredita-se que este melhor desempenho pode estar relacionado com as quantidades equilibradas de matérias-primas, CMS e filé de tilápia, utilizadas em sua elaboração, visto que o produto final apresentou valores intermediários de umidade, gordura e proteína, conforme especificado na (Tabela 4 e Figuras 33 a 35). Além de esta formulação dispor de excelente estabilidade de emulsão (Tabela 14 e Figura 52).

Durante o processo de transformação, são perdidos de alguma forma, cerca de 230 gramas de emulsão cárnea, levando-se em consideração o rendimento médio de 77% encontrado entre as formulações. Na prática, estas perdas podem ser explicadas pelo processo manual utilizado neste experimento. Foram percebidos, no decorrer do processo, prejuízos relevantes com: I) a transferência da emulsão cárnea do *cutter* para a embutidora; II) o rompimento da tripa de colágeno durante o embutimento, acarretando em perdas da emulsão; III) a sobra da emulsão aderida na embutidora em quantidade insuficiente para embutimento; IV) a desidratação do produto durante o tratamento térmico, principalmente nas amostras com maior grau de umidade (F4 e F5); e V) a expressiva eliminação do conteúdo lipídico nas formulações com elevadas porcentagens de CMS (F1 e F2), durante embutimento e cozimento.

O levantamento de custo (estimativa), das diferentes formulações das salsichas de tilápia desenvolvidas, neste estudo, refere-se a 1kg de emulsão cárnea, preparada e embutida, para a produção de cada tratamento.

O preço estimado de cada amostra (Tabela 16) foi calculado levando-se em consideração os preços das matérias-primas (carne mecanicamente separada e filé de tilápia do Nilo), dos ingredientes e aditivos empregados na elaboração de cada formulação do produto, com exceção do ingrediente gelo, uma vez que foi fabricado no próprio laboratório da UFLA, portanto, seu valor não foi incluído na estimativa de custo.

Tabela 16 Estimativa de custo para produção de 1kg de embutido cárneo tipo salsicha de tilápia.

Ingredientes	Custo (R\$)				
	F1**	F2**	F3**	F4**	F5**
CMS de tilápia	3,60	2,70	1,80	0,90	0,00
Filé de tilápia	0,00	4,00	8,00	12,00	16,00
PTS*	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Fécula	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Sal refinado	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sal de cura	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Antioxidante	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Estabilizante	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Condimento	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Gordura vegetal	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Gelo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 4,93</b>	<b>R\$ 8,03</b>	<b>R\$ 11,13</b>	<b>R\$ 14,23</b>	<b>R\$ 17,33</b>

\*Proteína texturizada de soja. \*\*F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

Os preços de produção da CMS da carcaça e filé de tilápia foram adquiridos mediante consulta com a empresa COPACOL (Cooperativa Agroindustrial Consolata), localizada no estado do Paraná - PR. Os valores dos demais ingredientes foram obtidos através de consultas com fornecedores.

Observa-se que a adição do filé de tilápia contribui para elevar o custo de produção das salsichas. Houve um acréscimo de 71,54% (F1), 53,66% (F2), 35,77% (F3) e 17,89 (F4) no custo do produto final destas formulações quando comparadas com a formulação F5, elaborada apenas com filé de tilápia. Segundo Bartolomeu (2011), o filé é o principal produto obtido no beneficiamento da tilápia no Brasil, e apresenta menor rendimento, em torno de 37%, quando comparado ao do processo da CMS, tornando-se uma matéria-prima mais onerosa para o desenvolvimento de novos produtos.

Dessa maneira, formulações à base de carne mecanicamente separada (CMS) apresentam menores estimativas de custo, fornecendo às indústrias de pescado uma oportunidade de utilização rentável dos resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Além de fortalecer o aproveitamento de resíduos agroindustriais contribui, conseqüentemente, para a diminuição do impacto ambiental e enriquece a alimentação humana.

### 3.11 Qualidade microbiológica das salsichas

Na Tabela 17 estão representados os critérios e os resultados encontrados para as análises preconizadas pela Resolução – RCD n° 12, de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001), para produtos à base de pescados: Coliformes a 45°C, *Staphylococcus coagulase* positiva e *Salmonella* sp, além dos resultados encontrados para a contagem dos microrganismos aeróbios mesófilos, coliformes a 35°C, e fungos filamentosos e leveduras.

Tabela 17 Padrão microbiológico das salsichas de tilápia.

Análises	<i>Staphylococcus coagulase</i> positiva (UFC g <sup>-1</sup> )	<i>Salmonella</i> sp. (UFC g <sup>-1</sup> )	Coliformes 35 e 45°C (NMP g <sup>-1</sup> )	Fungos e leveduras (UFC g <sup>-1</sup> )	Mesófilos aeróbios (UFC g <sup>-1</sup> )
Limite	3 x 10 <sup>3</sup> ( <sup>1</sup> )	Ausente( <sup>1</sup> )	10 <sup>3</sup> ( <sup>1</sup> )	--( <sup>2</sup> )	--
F1**	Negativo	Ausente	<10 <sup>*</sup> ( <sup>3</sup> )	1x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>
F2**	Negativo	Ausente	<10 <sup>*</sup>	1x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>
F3**	Negativo	Ausente	<10 <sup>*</sup>	1x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>
F4**	Negativo	Ausente	<10 <sup>*</sup>	1x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>
F5**	Negativo	Ausente	<10 <sup>*</sup>	1x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>

(<sup>1</sup>) Resolução RDC n.12 (ANVISA, 2001), (<sup>2</sup>) -- Sem limite estabelecido pela legislação,

(<sup>3</sup>)\* Valor estimado, pois não foram encontradas colônias nas diluições (10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup> e 10<sup>-3</sup>)

\*\*F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

A legislação brasileira vigente, RDC n.º 12/2001, não especifica limites de tolerância para a contagem total de fungos filamentosos e leveduras, e microrganismos mesófilos aeróbicos. Contudo a contagem encontrada, neste estudo, para estes microrganismos deteriorantes pode ser considerada baixa, pois Forsythe (2005), sugere como limite máximo, para alimentos cozidos, uma contagem de  $10^6$  UFC/g para aeróbios mesófilos e de  $5 \times 10^2$  UFC/g para fungos e leveduras.

Com base nos resultados encontrados pode-se afirmar que todas as amostras de salsichas de tilápia atenderam aos padrões estabelecidos, indicando que todo o processo, inclusive o acondicionamento, foi conduzido em condições higiênicas. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira Filho et al. (2010), em embutidos cárneos de tilápia e por Bartolomeu (2011), em embutido defumado tipo mortadela elaborado com CMS de tilápia do Nilo.

### **3.12 Análise sensorial: teste de aceitação e intenção de compra**

Os embutidos cárneos cozidos desenvolvidos, neste estudo, foram caracterizados quanto aos seus atributos sensoriais (cor, aroma, textura, sabor, impressão global e aparência).

#### **3.12.1 Perfil dos provadores**

Os resultados do levantamento de dados referentes ao gênero, a faixa etária e a frequência de consumo de peixe dos participantes da análise sensorial (teste de aceitação e intenção de compra) estão elucidados na Figura 54, Figura 55 e Figura 56, respectivamente.

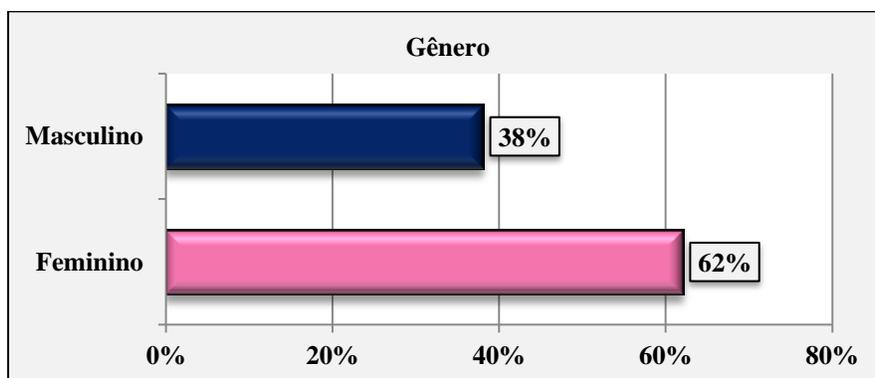


Figura 54 Gênero dos participantes da análise sensorial das salsichas de tilápia

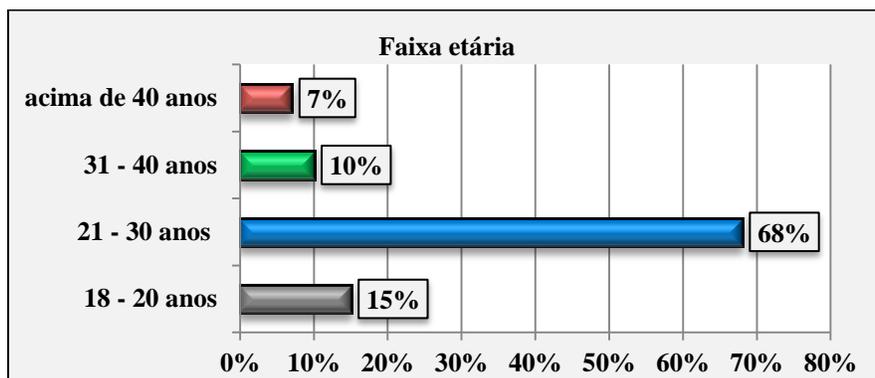


Figura 55 Faixa etária dos participantes da análise sensorial das salsichas de tilápia

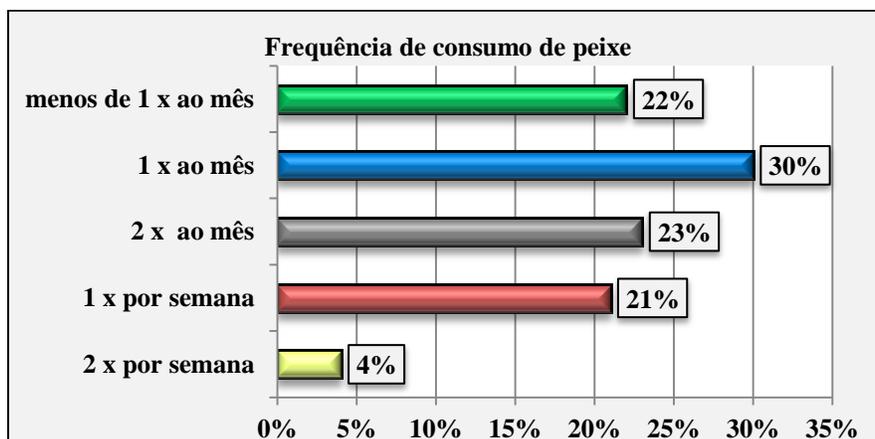


Figura 56 Frequência de consumo de peixe dos participantes da análise sensorial das salsichas de tilápia

Do total de 100 provadores que participaram deste teste 62% eram do gênero feminino e 68% apresentaram idade entre 21 e 30 anos. Quando questionados sobre a frequência de consumo de carne de peixe, 30% afirmaram consumir pelo menos uma vez ao mês e 23% duas vezes ao mês. Nota-se que não houve nenhum participante que alegou consumir carne de peixe diariamente.

### 3.12.2 Aceitação sensorial

Os valores médios das notas de aceitação atribuídas pelos provadores encontram-se na Tabela 18. Observou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na aceitação das diferentes formulações de salsichas de tilápia em relação a todos os atributos sensoriais avaliados.

Tabela 18 Notas médias atribuídas pelos provadores às salsichas de tilápia quanto aos atributos sensoriais (cor, aroma, textura, sabor e impressão global) e desvio padrão.

Tratamentos	Cor*	Aroma*	Textura*	Sabor*	Impressão Global*
F1**	6,15±1,05 <sup>a</sup>	6,71±1,10 <sup>b</sup>	6,02±1,45 <sup>a</sup>	6,96±0,93 <sup>b</sup>	6,46±1,05 <sup>b</sup>
F2**	6,22±1,27 <sup>a</sup>	6,89±1,61 <sup>b</sup>	6,11±1,63 <sup>a</sup>	6,77±1,22 <sup>b</sup>	6,34±1,23 <sup>b</sup>
F3**	7,08±1,21 <sup>b</sup>	7,09±0,97 <sup>c</sup>	7,54±1,02 <sup>c</sup>	7,33±1,11 <sup>c</sup>	7,29±1,10 <sup>c</sup>
F4**	6,09±1,31 <sup>a</sup>	6,33±1,43 <sup>a</sup>	6,58±1,54 <sup>b</sup>	6,19±1,49 <sup>a</sup>	6,08±1,18 <sup>a</sup>
F5**	6,01±1,54 <sup>a</sup>	6,23±1,39 <sup>a</sup>	6,38±1,74 <sup>b</sup>	6,07±1,52 <sup>a</sup>	6,01±1,05 <sup>a</sup>

\*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott - Knott ( $p < 0,05$ ). \*\*F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

Observou-se que o tratamento F3 destacou-se em todos os atributos sensoriais (cor, aroma, textura, sabor e impressão global), apresentando valores médios superiores e diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) das demais. Verifica-se, portanto, que os provadores tiveram preferência pela formulação que

apresentou equilíbrio entre a adição de CMS e filé de tilápia. Este resultado, além de possibilitar a utilização de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo em embutidos cárneos cozidos, está assegurado pela legislação brasileira (BRASIL, 2000), na qual é estabelecida a taxa máxima de inserção de CMS em 60%, na elaboração de salsichas de animais de açougue.

A maior aceitação dos provadores pela amostra F3 (elaborada com 50% de CMS) pode ser justificada uma vez que, conforme Pereira (2010), grande parte das indústrias fabricantes de salsicha utilizam quantidades de CMS próximas ou iguais ao permitido pela legislação (60%). Segundo a mesma autora, tal fato faz com que os consumidores associem os padrões de qualidade (atributos sensoriais) encontrados nos produtos que já se acostumaram a consumir aos novos produtos desenvolvidos em laboratórios.

Quanto ao atributo cor, as formulações F1, F2, F4 e F5 foram consideradas estatisticamente semelhantes ( $p > 0,05$ ). As menores médias dos ensaios F4 (100% CMS) e F5 (75% CMS) podem ser relacionadas com a maior luminosidade ( $L^*$ ) e menor intensidade de vermelho ( $a^*$ ) observadas nestas amostras, o que proporcionou coloração mais clara às salsichas. Já as médias encontradas para as amostras F1 e F2 são justificadas pelo comportamento contrário em relação à análise de cor, ou seja, verificou-se menor luminosidade e maior intensidade de vermelho com conseqüente escurecimento da salsicha (Figuras 41, 43 e 44). Assim sendo, as duas colorações extremas, encontradas interferiram diretamente na aceitação pelos provadores.

Em relação aos atributos aroma, textura, sabor e impressão global as amostras F1 e F2 (elaboradas com maiores concentrações de CMS), diferiram estatisticamente dos tratamentos F4 e F5 (elaboradas com menores concentrações de CMS), em nível de 5% de significância.

Na avaliação referente ao atributo textura as formulações F1 e F2 apresentaram menores notas médias, o que pode ser explicado pelo resultado

encontrado na análise de perfil de textura, demonstrado nas Figuras 46 a 50. Nestas foi constatado que tais tratamentos apresentaram menores valores médios para os parâmetros dureza, mastigabilidade e coesividade, e maior valor para adesividade, o que contribuiu para uma textura mais macia e pastosa no produto final. Estas características provavelmente não agradaram ao paladar dos provadores. Resultado similar foi observado por Moura (2012), o qual constatou que as formulações, de embutidos cárneos tipo apresuntado de jundiá, adicionadas de altas concentrações de polpa obtiveram menores notas médias para este atributo. Já as amostras F4 e F5 mesmo sendo elaboradas com menores teores de CMS, também não foram preferidas pelos provadores, visto que maiores concentrações de filé proporcionaram maiores índices de dureza e mastigabilidade às salsichas de tilápia.

Para os atributos aroma, sabor e impressão global as amostras F1 (100% de CMS) e F2 (75% de CMS) apresentaram maiores médias em comparação as amostras F4 (25% de CMS) e F5 (0% de CMS). Acredita-se que o menor teor de gordura determinado nas amostras F4 e F5 podem ter contribuído para sua menor aceitação (Figura 34), uma vez que Shimokomaki et al. (2006), afirmam que a gordura é o componente responsável por proporcionar características desejáveis de suculência, sabor e aroma aos embutidos. Na prática, foi possível perceber que as amostras F4 e F5 apresentaram-se mais secas e com aroma mais acentuado de peixe, o que contribuiu para sua menor preferência pelos consumidores. Já nas amostras F1 e F2 foi possível perceber maior oleosidade, acarretando na menor aceitação destas em relação à amostra F3.

Oliveira Filho et al. (2010), em estudos com embutidos cárneos de tilápia, demonstraram que a maior aceitação global dos produtos variou entre as formulações elaboradas com 40 e 60% de adição de CMS, que receberam notas 6,1 e 6,2, respectivamente. Nota-se que o score maior foi determinado neste

estudo, onde a formulação F3 (elaborada com 50% de CMS) obteve média de 7,29 para a impressão global.

Na Tabela 19, verificam-se os valores médios encontrados para o atributo aparência das diferentes formulações de salsicha. Para a determinação da aceitabilidade os participantes da análise sensorial foram convidados a avaliar o produto já embalado e na sua forma integral.

Tabela 19 Notas médias atribuídas pelos provadores às salsichas de tilápia quanto ao atributo sensorial aparência e desvio padrão.

Tratamentos	Aparência*
F1**	6,06±1,71 <sup>a</sup>
F2**	6,15±1,43 <sup>a</sup>
F3**	7,02±1,08 <sup>b</sup>
F4**	6,25±1,50 <sup>a</sup>
F5**	6,10±1,75 <sup>a</sup>

\*Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste Scott - Knott ( $P < 0,05$ ). \*\*F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

Nota-se que o tratamento F3 se destacou novamente por apresentar maior média ( $p < 0,05$ ), o que confirma sua maior preferência pelos provadores frente às demais formulações. Já amostras F1, F2, F4 e F5 não diferiram significativamente ( $p > 0,05$ ) entre si. Este resultado pode ser relacionado também à análise de cor instrumental, onde as amostras F1 e F2 apresentaram coloração mais escurecida e as formulações F4 e F5 coloração mais clara, como observado na Figura 32 (item 2.9.1).

Um dos fatores críticos para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios é a aceitabilidade por parte dos consumidores (CORREIA et al, 2001). Em geral, os escores médios das amostras para os atributos sensoriais situaram-se na escala hedônica entre 6 e 8, região da categoria gostei

ligeiramente e gostei muito, respectivamente. Dessa forma, pode-se afirmar que as diferentes formulações de salsichas de tilápia, elaboradas com inclusão de CMS, apresentaram resultado satisfatório, pois conforme Oliveira et al. (2012), quando os provadores atribuem notas de 9 – 6 pela escala hedônica, pode-se considerar o produto como aceito. A elaboração deste produto pode, portanto, ser considerada como uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos da espécie de pescado tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

### **3.12.3 Avaliação dos atributos sensoriais das salsichas de tilápia: PCA e mapa de preferência**

Com o intuito de validar os resultados obtidos na ANAVA e no teste de média, realizou-se a Análise dos Componentes Principais (*Principal Component Analysis* – PCA) e do Mapa de Preferência Interno (MPI) vetorial. O MPI foi ajustado por meio dos dados de aceitação em relação a cada atributo analisado: cor (Figura 57), aroma (Figura 58), textura (Figura 59), sabor (Figura 60) e aparência (Figura 61), levando-se em consideração a resposta individual de cada provador, e não somente a média do grupo.

Segundo Reis et al. (2010), para o sucesso da metodologia da análise de componentes principais, é desejável que os primeiros componentes acumulem uma porcentagem de variância igual ou superior a 70%. Tal fato foi observado em todos os mapas gerados para os atributos cor, aroma, textura, sabor, aparência e impressão global. Observa-se nos mapas que cada consumidor é representado por um vetor e as amostras encontram-se dispersas entre eles.

Na Figura 57 e Figura 58, os mapas (MPI) foram gerados para explicar a variação existente entre as amostras de salsichas de tilápia em relação ao atributo cor e aroma, respectivamente.

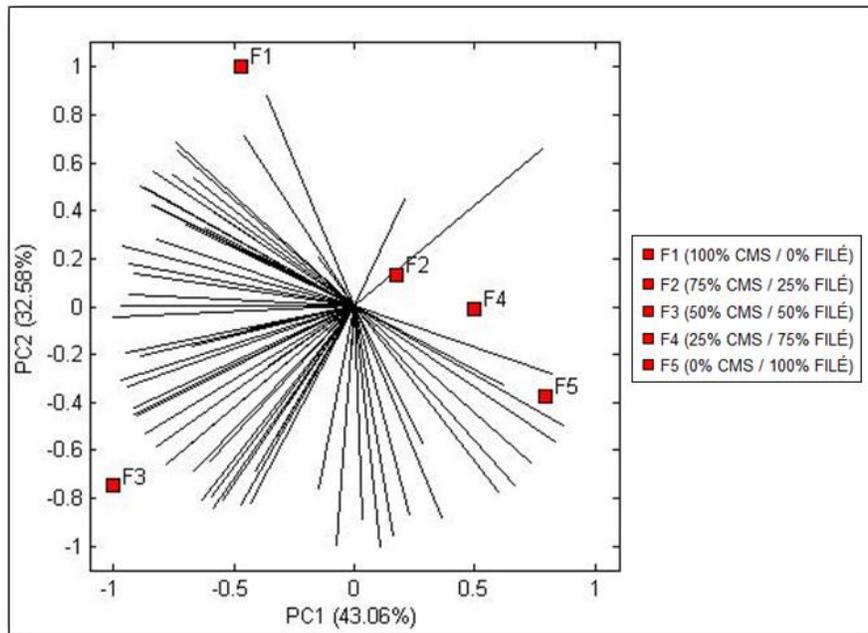


Figura 57 Mapa de preferência interno para o atributo cor das salsichas de tilápia

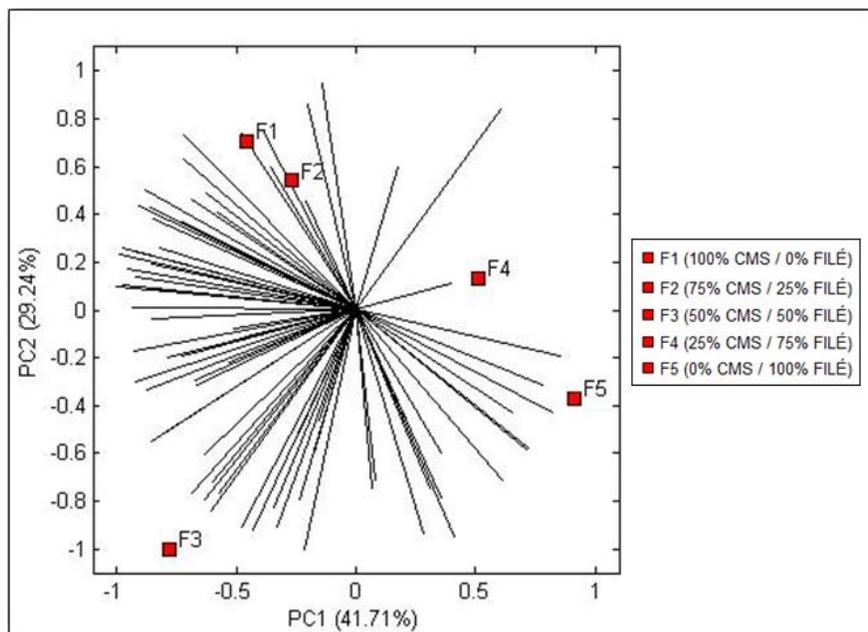


Figura 58 Mapa de preferência interno para o atributo aroma das salsichas de tilápia

Observa-se nos mapas (MPI) uma maior densidade de vetores envolvendo o ensaio F3, o que indica a preferência dos consumidores por esta formulação quanto à cor e aroma. Já a localização dos ensaios F1, F2, F4 e F5 no mapa sugere que estas foram menos aceitas por parte dos consumidores, visto que estão em áreas com baixa concentração de vetores.

Logo abaixo nas Figuras 59 e 60, foram gerados os mapas de preferência interno referente ao atributo textura e sabor, nesta ordem.

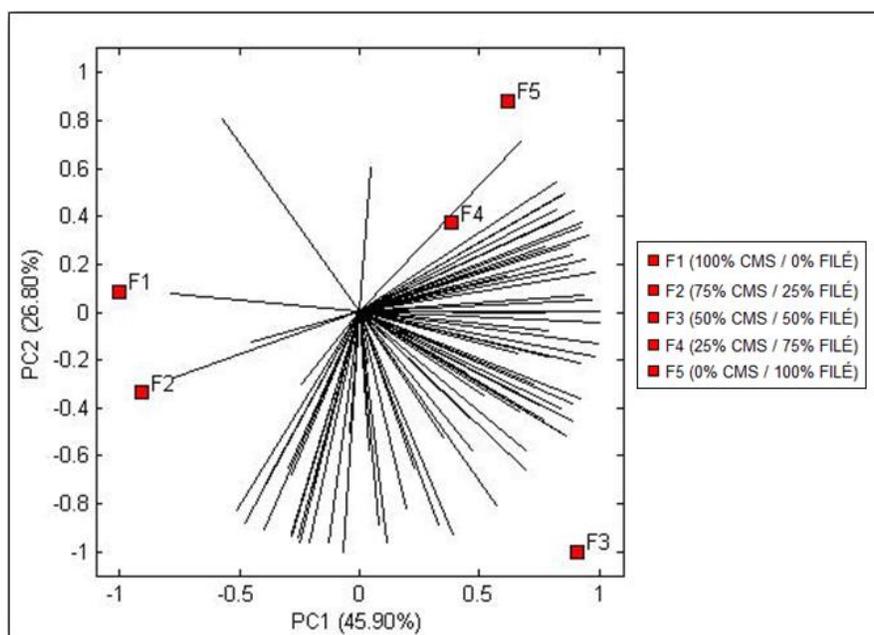


Figura 59 Mapa de preferência interno para o atributo textura das salsichas de tilápia

A separação espacial das amostras, plotada sobre o mapa de preferência, sugere a existência de três grupos distintos em relação ao atributo textura. O primeiro pode ser representado pela amostra F3, o qual apresentou uma tendência a maior aceitação por parte dos provadores, uma vez que está situado em uma região com elevada concentração de vetores. Um segundo grupo composto pelas amostras F4 e F5, e um terceiro grupo representado pelas

formulações F1 e F2. Estima-se que este último, por estar localizado em região de maior dispersão dos vetores, apresentou menor aceitação para este atributo.

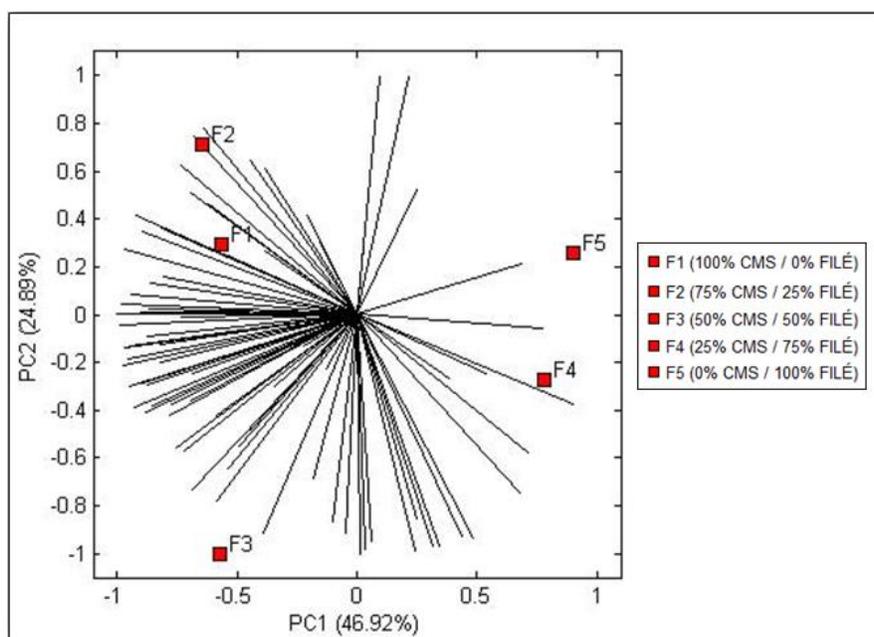


Figura 60 Mapa de preferência interno para o atributo sabor das salsichas de tilápia

Verificou-se que a dispersão das amostras para o atributo sabor apresentou mesmo comportamento quando comparado ao atributo textura (MPI - Figura 59), isto é, ocorreu a formação de três diferentes grupos. No entanto, neste mapa, as formulações F4 e F5 podem ser apontadas como menos preferidas pelos consumidores por estarem identificadas em área de maior dispersão vetorial.

Esses resultados representados nos mapas de preferência interno (análise multivariada), corroboram com aqueles obtidos pela análise de variância (univariada) e pelo teste de média (Tabela 18), nos quais a formulação F3 apresentou maiores médias de aceitação destacando-se entre as demais para todos os atributos analisados.

Para o atributo aparência as amostras foram avaliadas sem processamento prévio, ou seja, na forma comercializável (Figura 32). A avaliação dos dados, por meio da análise multivariada, gerou um MPI sobre a aceitação dos consumidores em relação à aparência (Figura 61) das salsichas.

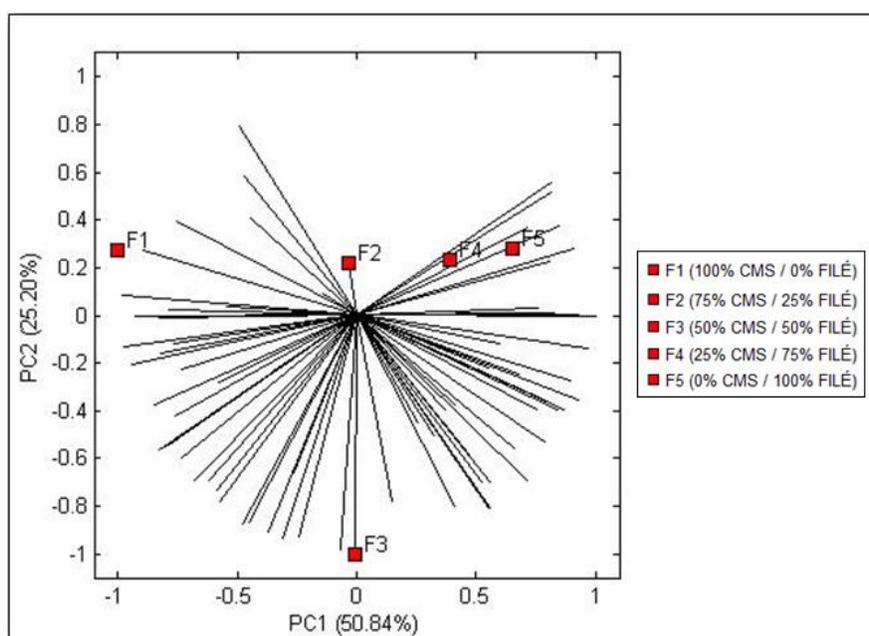


Figura 61 Mapa de preferência interno para o atributo aparência das salsichas de tilápia na forma comercializável

Através da separação espacial das amostras e da distribuição dos vetores, sugere-se que a amostra F3 apresentou maior tendência de aceitação pelos consumidores em comparação às demais formulações. Tal afirmação condiz com o teste de média (Tabela 19) realizado anteriormente, uma vez que as amostras apresentaram médias decrescentes da formulação F3 a F5. As formulações F1, F2, F4 e F5 não apresentaram diferença significativa entre si, o que pode ser visualizado também no MPI em razão de estas estarem igualmente dispersas entre os vetores.

A fim de avaliar a aceitação global das amostras levando-se em consideração a opinião de cada provador e, ainda, correlacionar esta preferência com os dados das análises química e tecnológicas, realizou-se a análise multivariada denominada de Mapa de Preferência Externo (MPE) vetorial. Para a confecção do MPE foram escolhidos os parâmetros de dureza e mastigabilidade (perfil de textura),  $L^*$  e  $a^*$  (cor objetiva), umidade e gordura (componentes centesimais) e estabilidade da emulsão, uma vez que, na prática, estes são facilmente perceptíveis e influem diretamente na aceitação sensorial do produto desenvolvido. Através do MPE (Figura 62) foi possível a visualização dos atributos que caracterizaram cada amostra.

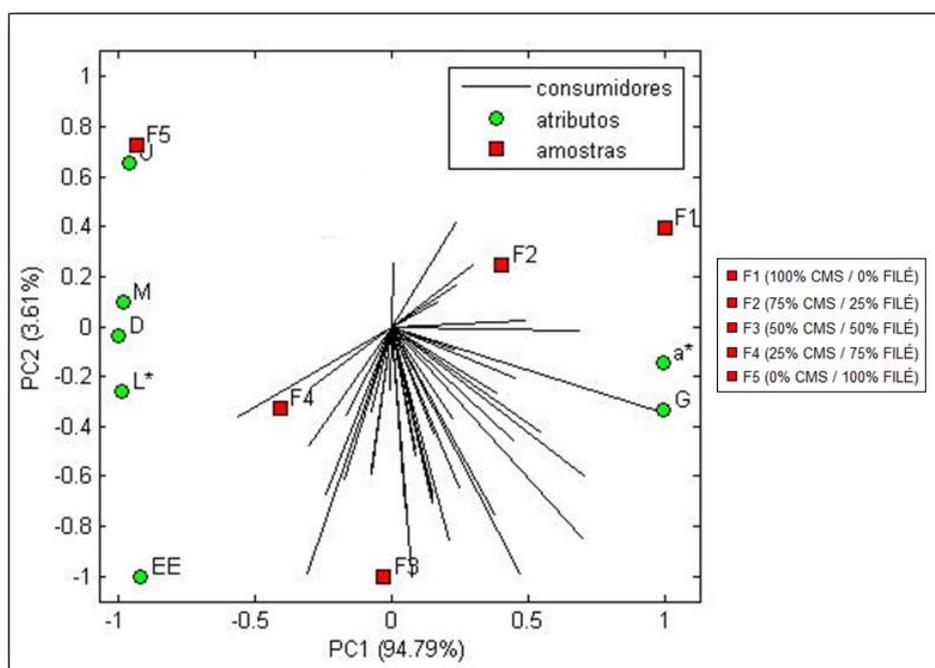


Figura 62 Mapa de preferência externo para o atributo impressão global das salsichas de tilápia correlacionado com os parâmetros químicos e tecnológicos determinados: cor instrumental -  $L^*$  (luminosidade) e  $a^*$  (intensidade de vermelho); perfil de textura - D (dureza) e M (mastigabilidade); componentes centesimais – U (umidade) e G (gordura); e EE (estabilidade da emulsão)

Observando-se os vetores (consumidores) representados no MPE, pode-se apontar a formulação F3 com maior tendência de aceitação, seguida pelas amostras F2 e F1, e das formulações F4 e F5. Embora a F5 seja estatisticamente semelhante à formulação F4, foi possível verificar no mapa um afastamento entre elas. Este fato pode ser explicado pela menor média apresentada pela formulação F5, conforme especificado na Tabela 18.

De acordo com o MPE, a distribuição espacial das amostras F1 e F2 foi influenciada pela intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e pelo maior teor de gordura (G) presente em suas formulações. Já F4 e F5 apresentaram-se sob influência dos parâmetros  $L^*$  (luminosidade), D (dureza) e M (mastigabilidade). O ensaio F5 ainda foi influenciado pelo alto grau de umidade presente em sua composição centesimal, destacando-se das demais amostras. Já o parâmetro estabilidade da emulsão influenciou a aceitação dos consumidores em relação às formulações F3, F4 e F5. Nota-se que estes parâmetros estudados foram correlacionados, tanto positivamente quanto negativamente, ao atributo impressão global, uma vez que se deve observar as duas extremidades dos vetores.

Estes resultados extraídos do mapa de preferência externo (MPE) concordam com aqueles obtidos pela análise de variância e pelo teste de média, visto que as amostras apresentaram maiores valores médios para os atributos que as influenciaram diretamente, conforme representado nas Tabelas 4, 11, 12 e 14.

Com o propósito de representar a distribuição dos consumidores (vetores), as formulações (F1, F2, F3, F4 e F5) e os dados de aceitação em relação aos atributos sensoriais avaliados (cor, aroma, textura, sabor, impressão global e aparência), gerou-se o mapa de preferência interno de três vias (Figura 63), obtido através da análise de fatores paralelos (PARAFAC). Escolheu-se um modelo de 2 fatores, o qual explicou 37,24% da variabilidade e apresentou um valor de corcondia igual a 65,76%.

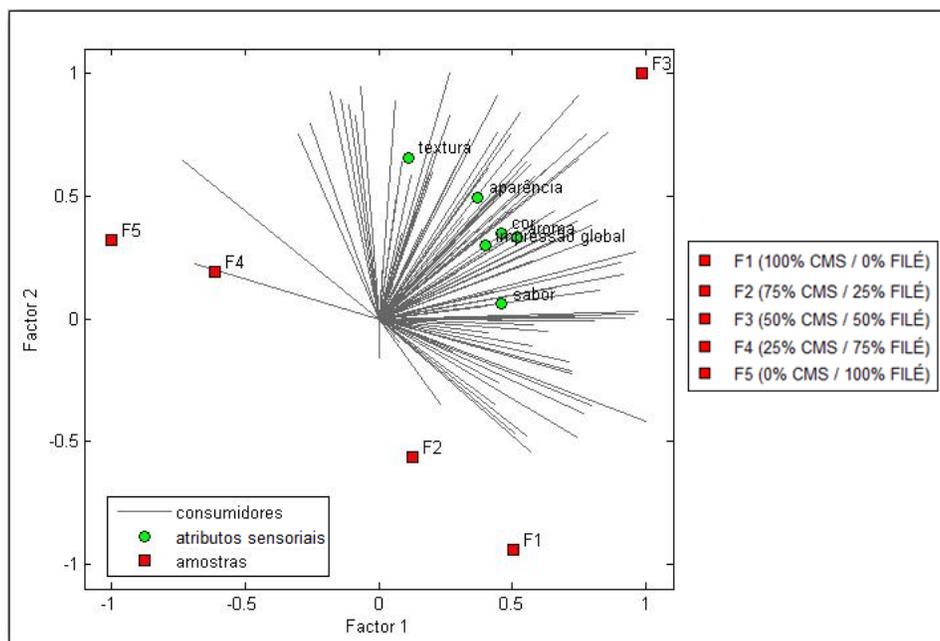


Figura 63 Mapa de preferência interno de três vias para os atributos sensoriais (cor, aroma, textura, sabor, impressão global e aparência) obtidos para as salsichas de tilápia

Pode-se observar que os atributos textura e sabor influenciaram a preferência da formulação F3 em relação às demais. No entanto, os atributos cor, aroma, impressão global e aparência ressaltaram maior influência na distinção da amostra F3. Este resultado indica que a F3 foi preferida, tendo recebido maior quantidade de notas altas. Esta constatação está de acordo com a ANAVA e teste de média (Tabelas 18 e 19), e pode ser observado nos MPI gerados.

#### 3.12.4 Avaliação da intenção de compra: histograma de frequência

Os resultados obtidos para a intenção de compra, durante o teste sensorial das amostras de salsicha de tilápia, estão apresentados na Tabela 20. Para a análise dos dados foram construídos histogramas de frequência.

Tabela 20 Notas médias da intenção de compra atribuídas pelos provadores e desvio padrão.

Tratamentos	Intenção de compra
F1*	3,50±1,11
F2*	3,38±1,00
F3*	4,08±0,62
F4*	3,24±0,87
F5*	3,12±0,92

\*F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

Em geral, as médias das notas para o parâmetro intenção de compra, variaram de 3,12 a 4,08, situando-se na escala hedônica de 5 pontos entre 3 e 5, região da categoria correspondente a “tenho dúvidas se compraria” e “certamente compraria” o produto, respectivamente.

A formulação F3 (elaborada com 50% de CMS e 50% de filé de tilápia) destacou-se entre as demais por apresentar maior média e estar situada na região entre 4 (provavelmente compraria) e 5 (certamente compraria). Isto confirma os resultados encontrados no teste de aceitação, no qual esta amostra obteve maiores médias para todos os atributos avaliados (Tabelas 18 e 19). Observa-se também que a formulação F5 (elaborada com 100% de filé de tilápia) apresentou menor valor médio de atitude de compra, seguida em ordem decrescente pelas formulações F4 (elaborada com 25% de CMS e 75% de filé de tilápia), F2 (elaborada com 75% CMS e 25% de filé) e F1 (elaborada com 100% de CMS).

Para a análise e melhor visualização dos resultados, na Figura 64 estão expressos os dados de intenção de compra, por meio de histograma de frequência por formulação.

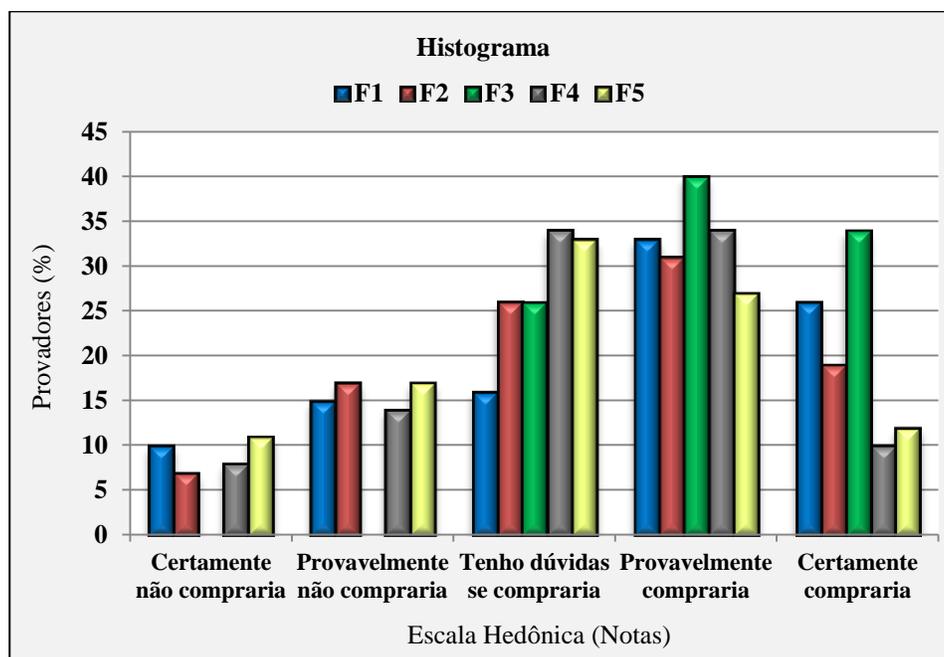


Figura 64 Histograma de frequência da intenção de compra das salsichas de tilápia por formulação: F1 - salsicha com 100% CMS; F2 - salsicha com 75% CMS e 25 % filé; F3 - salsicha com 50% CMS e 50 % filé; F4 - salsicha com 25% CMS e 75 % filé; F5 - salsicha com 100% filé

No histograma de frequência pode-se observar que a formulação F3 apresentou o maior índice de intenção de compra, já que 74% dos provadores certamente comprariam ou provavelmente comprariam o produto. A amostra F1 apresentou 59% de intenção de compra, seguida da amostra F2 com 50%. Enquanto as amostras F4 e F5 apresentaram índice igual a 44% e 39%, respectivamente. Segundo Ferreira (2009), para que um produto seja considerado aceito pelos consumidores seu índice de aprovação deve ser igual ou superior a 50%, levando-se em consideração as porcentagens obtidas para as notas 4 – provavelmente compraria e 5 – certamente compraria.

Moreira (2005), constatou índice de aceitação menor que 40% em experimento com salsicha de tilápia, valor semelhante ao encontrado para as

amostras F4 e F5, no entanto, salienta-se que estas foram as menos aceitas neste estudo. Este mesmo autor determinou uma tendência de compra por 53% dos provadores para embutido tipo mortadela de tilápia, este valor assemelha-se ao obtido para a amostra F2.

Estes resultados confirmam a maior aceitabilidade das amostras F1, F2 e F3 e demonstram a preferência dos provadores pela formulação F3 (elaborada com 50% de CMS e 50% de filé). Associa-se ao atributo sabor, o maior índice de aceitação encontrado para às formulações F1 e F2 em comparação as formulações F4 e F5, uma vez que este atributo teve influência direta nestas formulações. Tal afirmação pode ser verificada no MPI (Figura 60).

Em geral, o resultado encontrado demonstra que as salsichas foram bem aceitas e que, se disponíveis no mercado, possivelmente seriam adquiridas.

#### 4 CONCLUSÃO

Em termos tecnológicos e nutricionais a utilização de CMS de tilápia, na produção de salsichas, não depreciou a qualidade do produto final. Verificou-se que, em geral, as salsichas desenvolvidas atenderam aos requisitos estabelecidos pela legislação, referente aos embutidos cárneos cozidos. Com exceções ao conteúdo de cálcio nas amostras F1 (100% CMS) e F2 (75% CMS) e ao grau de umidade na amostra F5 (0% CMS) que se apresentaram acima do permitido.

Os resultados apontam que todas as amostras de salsichas atenderam aos padrões microbiológicos estabelecidos, indicando que todo o processo, inclusive o acondicionamento, foi conduzido em condições higiênicas.

Em relação à análise sensorial, constatou-se que os consumidores revelaram um maior índice de aceitabilidade pela formulação que apresentou equilíbrio entre a adição de CMS e filé de tilápia (50%). Pode-se afirmar ainda que as diferentes formulações de salsichas de tilápia, elaboradas com inclusão de CMS apresentaram resultado satisfatório. Isto demonstra que se o produto fosse disponibilizado no mercado, possivelmente seriam adquiridos pelos consumidores.

Portanto, a elaboração deste produto vem a ser uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos da espécie de pescado tilápia do Nilo.

A formulação selecionada para a etapa de vida útil foi aquela elaborada com 50% de carne mecanicamente separada (CMS), proveniente do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por ter se destacado entre as demais, no que diz respeito a todos os parâmetros analisados neste estudo.

## REFERÊNCIAS

AL-KAHTANI, H. A.; ABUTARBOUSH, H. M.; BAJABER, A. S.; ATIA, M.; ABOU-ARAB, A. A.; EL-MOJADDIDI, M. A. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in tilapia and spanish mackerel. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 4, p. 729-733, 1996.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos, revogando a Portaria SVS/MS 451, de 19 de setembro de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2001. Disponível em: <<http://goo.gl/YI4uzr>>. Acesso em: 04 dez. 2014.

AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 17 ed. Washington, DC: Association of Analytical Communities, 2000. 570 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2011. 601 p.

BARRETO, A. C. S. **Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em mortadela**. 2007. 163 f. Doutorado (Tese em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

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 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BORDIGNON, A. C. SOUZA, B. E.; BOHNENGERGER, L.; HILBIG, C. C.; FREIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em ‘V’ do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa, n. 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, 5 abr. 2000. Disponível em: <<http://goo.gl/22hg22>>. Acesso em: 25 out. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 set. 2003. Seção 1, p.14. Disponível em: <<http://goo.gl/faEqTR>>. Acesso em: 24 nov. 2014.

BRASIL. Presidência da República. Decreto Federal nº 1.255 de 25 de junho de 1962. Altera Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, que aprovou o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 4 jul. 1962. Seção I. Parte I. Disponível em: <<http://goo.gl/qqQLih>>. Acesso em: 25 out. 2014.

CAMPOS, S. D. S.; GONÇALVES, J.; MORI, E.; GASPARETTO, C. **Reologia e textura em alimentos**. Campinas: ITAL, 1989. 83 p.

CARNEIRO, A. P. G.; FONTELES, T. V.; COSTA, M. G. M.; ROCHA, E. M. F. F.; RODRIGUES, M. C. P. **Parâmetros de textura em barras de chocolate ao leite**. Alim. Nutri., Araraquara, v. 22, n. 2, p. 259-264, 2011.

CARVALHO FILHO, E. V. **Caracterização da carne de avestruz (*Struthio camelus*) e desenvolvimento de embutido emulsificado defumado (mortadela)**. 2011. 107 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

CHIRIFE, J.; BUERA, M. P. Water Activity, Water Glass Dynamics, and the Control of Microbiological Growth in Foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 36, n. 5, p. 465-513, 1996.

CIE. Commission Internationale D'le Ecleraige. **Colorimetry**. 2. ed. Vienna: CIE Central Bureau, 1986.

COLMONERO, F. J.; BARRETO, G.; MOTA, N.; CARBALLO, J. Influence of protein and fat content and cooking temperature on texture and sensory evaluation of bologna sausage. **Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 5, p. 481-487, 1995.

CORREIA, R. T. P.; MENDONÇA, S. C.; LIMA, M. L.; SILVA, P. D. Avaliação química e sensorial de linguiças de pescado tipo frescal. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 183-192, 2001.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. Diet and cardiovascular disease. **Meat Science**, London, v. 42, p. 443-456, 1984.

DRUZIANI, J. I.; MARCHESI, C. M.; SCAMPARINI, A. R. P. Perfil de ácidos graxos e composição centesimal de carpas (*Cyprinus carpio*) alimentadas com ração e com dejetos suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 539-544, 2007.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR - **Sistema de análise de variância**. Versão 5.4, Build 80. Lavras-MG: UFLA, 2010.

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**, Baltimore, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 424 p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. F. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, SP: Editora Atheneu, 2008, 182p.

FREITAS, M. Q. **Caracterização e aceitação sensorial de mortadelas produzidas com carne mecanicamente separada de frango**. 2002. 114 f. Tese (Doutorado Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

GONÇALVES A. A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. 608 p.

GONÇALVES, A. C. A.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, L. A.; MININ, V. P. R. Pesquisa de mercado aplicada à indústria de alimentos. In: MINIM, V. P. R (Org.). **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. 2 ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2010. p. 214-257.

GUERREIRO, L. **Dossiê Técnico: produção de salsicha**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006. 42 p.

HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; LUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Principles of Meat Science**. 3 ed. Dubuque: Kenda/Hunt, 1994. 354 p.

HERRERO, A. M.; ORDÓÑEZ, J. A.; AVILA, R.; HERRANZ, B.; HOZ, L. CAMBERO, M. I. Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. **Meat Science**, Barking, v. 77, n. 3, p. 331-338, 2007.

IGNÁCIO, A. K. F. **Reformulação do perfil lipídico de produto cárneo emulsionado adicionado de óleo de linhaça e ervas e especiarias: avaliação das características físico-químicas e sensoriais**. 2011. 137 f. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – Campinas, 2011.

JORGE, E. C. **Caracterização de mortadelas formuladas com extrato e farinha de yacon (*Smallantus sonchifolius*)**. 2014. 148 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 102 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

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, 2002.

LAI, V. M. F.; WONG, PA.-L.; LII, C.-Y. Effects of cation properties on sol-gel transition and gel properties of kappa carrageenan. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 8, p. 1332-1337.

LEE, C. M. Surimi process technology. **Food Technology**, Chicago, v. 38, n. 11, p. 69-80, 1984.

LIRA, S. A. **Análise de correlação: abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações**. 2004. 196 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

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

MARTINS, L. L.; SANTOS, I. F.; FRANCO, R. M.; OLIVEIRA, L. A. T.; BEZZ, J. Determinação de pH e atividade de água (Aa) e sua inter-relação com o perfil bacteriológico de salsichas tipo “hot dog” comercializadas nos municípios do Rio de Janeiro e Niterói – RJ. **R. Bras. Ci. Vet.**, Niterói, v. 18, n. 2/3, p 92-96, 2011.

MINOZZO, M.G. **Patê de pescado: alternativa para incremento da produção nas indústrias pesqueiras**. 2010. 206 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MOREIRA, R. T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (*Oreochromis niloticus* L.) estabilizado com hidrocolóides**. 2005. 156 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MORRISON, G. S.; WEBB, N. B.; BLUMER, T. N.; IVEY, F. J.; HAQ, A. Relationship between composition and stability of sausage-type emulsions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 36, n. 3, p. 426-430, 1971.

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

NASCIMENTO, R.; CAMPAGNOL, P. C. B.; MONTEIRO, E. S.; POLLONIO, M. A. R. Substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio: influência sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 297-302, 2007.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo**. 2009. 115 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; NETTO, F. M.; RAMOS, K. K.; TRINDADE, M. A. VIEGAS, EÇ M. M. Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. **Braz. arch. biol. technol.**, Curitiba, v. 53, n. 6, 2010.

OLIVEIRA, M. C.; CRUZ, G. R. B.; ALMEIDA, N. M. Características Microbiológicas, Físico-Químicas e Sensoriais de “Almôndegas” à Base de Polpa de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). UNOPAR. **Cient. Ciênc. Biol. Saúde**, Londrina, v. 14, n. 1, p. 37-44, 2012.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de alimentos: alimentos de origem de animal**. Porto Alegre: Artmed, v. 2, 2005. 279 p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2. ed. rev. ampl. Goiânia: Ed. UFG, v. 2, 2007. 1150 p. PELSER, W. M.; LINSSEN, J. P. H.; LEGGER, A.; HOUBEN, J. H. Lipid oxidation in n-3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. **Meat Science**, Barking, v. 75, p. 11, 2007.

PEREIRA, A. G. T. **Uso de carne mecanicamente separada de aves e fibra de colágeno na elaboração de salsichas**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PIETRASIK, Z. Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages. **Meat Science**, Barking, v. 51, n. 1, p. 17-25, 1999.

PINHEIRO A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 3, p. 199-201, 2013.

RAMOS, E. M. **Emulsão cárnea: processamento**. Lavras: UFLA, 2013. (Notas de aula). Disponível em: <<http://goo.gl/VHyhsE>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

REIS, R. C.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R. Mapa de preferência. In: MINIM, V. P. R (Org.). **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. 2 ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2010. p. 214-257.

ROCHA, L. O. F. **Utilização de soro lácteo, goma xantana e amido modificado na elaboração de doce de leite com café.** 2013. 204 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

RODRIGUES, M. I.; LEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos.** 3ª ed. rev. Campinas, SP: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2014. 358 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, p.1009-1018, 2008.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes.** São Paulo: Varela, 2006. 236 p.

SILVA, A. L. **Custos industriais: o que os livros não mostram. A importância do cálculo dos rendimento de produção (*production yield*).** 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/BgHQfg>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

SILVA, E. V. C; SILVA, G. F.; AMARAL, A. J. L.; SANTANA, M. E. B. Elaboração e caracterização do fiambre de peixe a partir da gurijuba (*Arius parkeri*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 2, n. 2, p 15-24, 2008.

SILVA, E. V. C; SILVA, G. F; JOELE, M. R. S. Avaliação da utilização de óleo essencial e oleoresina de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) em salsicha de frango. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p 48-60, 2007.

ST ANGELO, A. J.; VERCELLOTTI, J.; JACKS, T.; LEGENDRE, M. Lipid oxidation in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 36, n. 3, p. 175-224, 1996.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3 ed. London: Elsevier Academic Press, 2004. 377 p.

SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, n. 4, p. 385-389, 1963.

TARLADGIS, B. G.; WATTS, B. M.; YOUNATHAN, M. T.; GUGAN, L. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, Champaign, v. 37, n. 1, p. 44-48, 1960.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo. RS: Unisinos, 2003. 216 p.

TRINDADE, M.A.; CONTRERAS, C.C.; FELÍCIO, P.E. Mortadella sausage formulations with partial and total replacement of beef and pork backfat with mechanically separated meat from spent layer hens. **Journal of Food Science**, Chicago, v.70, n.3, p.236-241, 2005.

UYHARA, C. N. S.; OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; TRINDADE, M. A.; VIEGAS, E. M. M. Adição de corantes em salsichas de tilápia do Nilo: efeito sobre a aceitação sensorial. **Braz. J. Food. Technol.**, Campinas, v. 11, n. 4, p. 271-276, 2008.

VOGEL, C. C.; PAZUCH, C. M.; SARMENTO, C. M. P.; BACK, L. SECCO, T. H. Desenvolvimento de salsicha com teor de sódio reduzido (sal *light*). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 13, n. 3, edição especial, p. 305-316, 2011.

VIDOTTI, R. M.; MARTINS, M. I. E. Aproveitamento da carne de tilápia mecanicamente separada (CMS). **Feed & Food**, v. 39, Sorocaba, 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, 1994.

YOUSSEF, M. K.; BARBUT, S. Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. **Meat Science**, Barking, v. 82, p. 228-233, 2009.

**CAPÍTULO 3** Determinação da vida útil do embutido cárneo cozido tipo salsicha elaborado com CMS de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetido ao armazenamento a  $-10^{\circ}\text{C}$

## RESUMO

Vida útil é o intervalo de tempo que os produtos possuem antes de serem considerados inadequados ao consumo. Este período inicia-se a partir do instante em que o alimento é produzido, sendo o fim dependente de diversos fatores: de caráter químico, físico, microbiológico ou dependente do tipo de produto, do processo, das embalagens e das condições de armazenamento. Com este estudo, objetivou-se verificar o efeito do tempo de armazenamento nas características qualitativas dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha, elaborados com 50% de CMS, proveniente de resíduos oriundos do beneficiamento de tilápia, a fim de estabelecer a vida útil do produto desenvolvido. Para tanto, submeteu-se o produto ao congelamento à temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$ , e avaliaram-se as características químicas, físicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do produto, em intervalos de 15 dias. Verificou-se que o tempo de estocagem exerceu efeito significativo nas características químicas (composição centesimal, conteúdo mineral e oxidação lipídica), físicas (variáveis da cor, parâmetros de textura, estabilidade da emulsão e presença de suco exsudado na embalagem), e no pH do produto final. Observou-se diminuição no grau de umidade, no conteúdo proteico e na porcentagem de resíduo mineral fixo com consequente aumento no teor de extrato etéreo com o passar do tempo. Houve diminuição nos parâmetros luminosidade e intensidade de vermelho, e aumento no parâmetro intensidade de amarelo, determinados na análise de cor instrumental. A análise de perfil de textura apontou menores índices de dureza, mastigabilidade, e aumento expressivo no parâmetro adesividade. Constatou-se maior índice de oxidação lipídica, menor conteúdo de ácidos graxos e perda de peso por exsudação ao final do congelamento. Contudo, a qualidade nutricional e microbiológica da salsicha de tilápia foi mantida dentro do estabelecido pela legislação brasileira vigente, ao longo dos dias de armazenamento. A aceitação do produto não foi comprometida pelo período de estocagem, embora a ação do tempo tenha surtido efeito nos atributos cor, textura e impressão global. No entanto, a qualidade sensorial da salsicha continuou sendo aprovada pelos consumidores. Diante dos resultados apresentados, pode-se garantir a vida útil do embutido cárneo tipo salsicha de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), desenvolvido neste estudo, em 60 dias.

Palavras-chave: Qualidade sensorial. Segurança Alimentar. Vida útil.

## 1 INTRODUÇÃO

Produtos a base de pescado são altamente perecíveis e, dependendo de suas propriedades químicas, físicas e as condições de estocagem, chegará uma ocasião (final da vida útil), em que suas qualidades serão inaceitáveis e até mesmo, prejudiciais ao consumidor. A capacidade de prever até qual data o alimento ainda é próprio ao consumo, é de suma importância para as empresas alimentícias que trabalham no segmento de desenvolvimento de novos produtos.

A vida útil de um produto pode ser determinada por meio de uma série de análises, realizadas em conjunto, em tempos fixados previamente. Alguns fatores devem ser considerados ao determinar a vida útil de um alimento, com vista a garantir sua ótima qualidade e segurança: I) as modificações químicas que resultam na perda do sabor, odor e cor; II) o crescimento microbiológico, que pode levar a uma contaminação precoce; III) as modificações de temperatura, que podem levar ao aumento ou diminuição da velocidade de deterioração; IV) os prejuízos físicos decorrentes da má armazenagem; V) a perda ou ganho de umidade, que podem resultar no decréscimo de nutrientes e aparecimento de compostos desagradáveis; e VI) as modificações induzidas pela claridade que levam à perda de nutrientes e rancificação do produto.

Se atendidas as condições higiênico-sanitárias e consideradas os fatores acima citados, as alterações ocorridas durante o tempo de armazenamento estarão dentro do planejado, atendendo a legislação vigente e, sobretudo contando com a aceitação do consumidor. Estes, cada vez mais exigentes quanto à qualidade dos alimentos, possuem expectativas de que, estas mesmas qualidades, serão mantidas durante o período entre compra e consumo. Estas expectativas são consequentes não apenas da exigência de que o alimento deva permanecer em condições de segurança, como também da necessidade de minimizar as alterações indesejadas em seus atributos sensoriais.

Os atributos sensoriais orientam, mas não definem rigorosamente a qualidade do produto. Já a avaliação microbiológica, a alteração na composição nutricional e a interação com os componentes da embalagem são os parâmetros de maior importância para a legislação de segurança alimentar. Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo, determinar a vida útil dos embutidos cárneos tipo salsicha de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por meio do acompanhamento e avaliação do produto durante 60 dias de armazenamento. Para tanto, foram analisadas as condições químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais do novo produto desenvolvido.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A formulação que obteve resultados satisfatórios, nas análises químicas, físicas, físico-químicas e microbiológicas, e na avaliação sensorial, foi conduzida para a determinação da vida útil. O desenvolvimento, obtenção e avaliação sensorial do embutido cárneo cozido tipo salsicha de tilápia do Nilo, ocorreram na Planta Piloto de Processamento de Pescado, enquanto a realização das análises químicas, físicas e físico-químicas nos Laboratórios de Análise Avançadas e de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos, no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais (MG).

A metodologia, utilizada para a realização das análises referentes à determinação da vida útil da salsicha de tilápia, baseia-se nas técnicas apresentadas no Capítulo 2. Portanto, as fotos descrevendo cada etapa de processamento e de realização das análises poderão ser consultadas no referido Capítulo.

### 2.1 Matérias-primas e demais ingredientes

A matéria-prima, resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), foi doada pela Piscicultura Recanto Cajuru situada no município de Guapé, MG. Os resíduos, compostos por espinhaço da coluna vertebral sem cabeça, pele e vísceras, foram lavados no próprio local de coleta. Em seguida, as carcaças foram cobertas com gelo e plástico, acondicionadas em caixas isotérmicas tampadas, e transportadas até a Planta Piloto de Processamento de Pescado da UFLA. Já na Planta Piloto os resíduos foram submetidos à mesa serra fita (modelo 1,69, CAF Máquinas) para a retirada das nadadeiras. Logo após, lavados com água corrente e acondicionados novamente nas caixas térmicas.

Uma vez que as carcaças apresentaram boa qualidade, com características de cor, odor e textura inerentes ao pescado, foram processadas em despoldadora elétrica (modelo HT 100C, *High Tech*), obtendo-se a carne mecanicamente separada (CMS), com rendimento próximo de 72%. A CMS de tilápia do Nilo foi embalada em sacos plásticos de polietileno contendo 1000 g de massa e imediatamente armazenadas em câmara fria (modelo C-EC-U, Dânica) à temperatura de -35°C.

Os filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) congelados, também utilizados como matéria-prima foram adquiridos em estabelecimento comercial localizado na cidade de Lavras, MG. Para a elaboração do embutido cozido tipo salsicha, além das matérias-primas (CMS e filé) de tilápia do Nilo, foram utilizados os seguintes ingredientes: proteína texturizada de soja; fécula de mandioca; sal refinado iodado; sal de cura (sal refinado, INS 250 - nitrito de sódio, INS 251 - nitrato de sódio); antioxidante (INS 316 - isoascorbato de sódio); estabilizante (ET. IV – polifosfatos; mistura condimentada para salsicha (fornecido pela empresa *Kerry*); gordura vegetal hidrogenada e gelo. Esses ingredientes, em geral, foram adquiridos em estabelecimentos comerciais dos municípios de Lavras e Belo Horizonte, MG.

## **2.2 Desenvolvimento dos embutidos cárneos cozidos tipo salsicha de tilápia**

A formulação F3 foi escolhida como preferida pelos provadores e se destacou entre as demais nas análises laboratoriais. Para a obtenção desta formulação, os embutidos cárneos cozidos tipo salsicha de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foram elaborados com 50% de inclusão de CMS de resíduos de filetagem em substituição ao filé, como descrito na Tabela 1. Os demais ingredientes utilizados na elaboração da salsicha foram adicionados nas mesmas proporções, como apresentado no Capítulo 2.

Tabela 1 Formulação do embutido cárneo cozido tipo salsicha elaborado com 50% de inclusão de CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo.

<b>Ingredientes</b>	<b>Formulação (%)</b>
CMS de tilápia	40
Filé de tilápia	40
PTS*	3,00
Fécula de mandioca	2,00
Sal refinado	1,50
Sal de cura	0,25
Antioxidante	0,50
Estabilizante	0,25
Condimento	1,00
Gordura vegetal	4,50
Gelo	7,00

\* Proteína texturizada de soja

Em suma, as etapas para o desenvolvimento, do embutido cárneo cozido tipo salsicha elaborado com 50% de concentração de CMS de tilápia (*Oreochromis niloticus*), estão representadas no fluxograma abaixo (Figura 1).

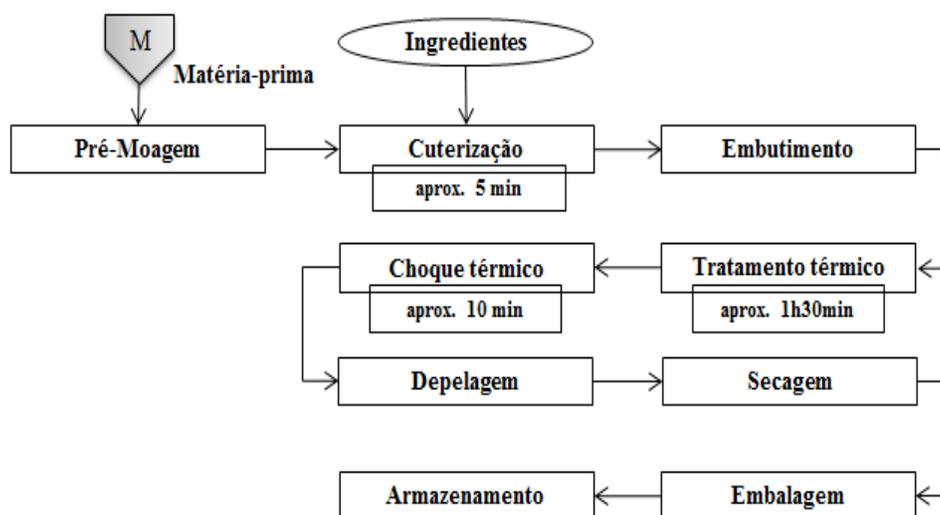


Figura 1 Fluxograma das etapas para desenvolvimento do embutido cárneo cozido tipo salsicha de tilápia para determinação da vida útil

No processamento deste tratamento, a salsicha foi elaborada a partir da proporcionalização das matérias-primas (CMS e filé de tilápia). Ambas fragmentadas com faca de inox, estando congeladas, para que a temperatura da emulsão se mantivesse dentro de uma margem de segurança.

Posteriormente à combinação das matérias-primas cárneas de tilápia, realizou-se a adição dos demais ingredientes em equipamento *cutter* (bacia rotativa modelo R5 Plus, *Robot Coupe*), onde foram triturados rapidamente por aproximadamente 5 minutos, até completa homogeneização da mistura. A temperatura final da emulsão não ultrapassou 10°C, pois conforme descrito por Gonçalves (2011), o controle da temperatura no processo de emulsão é de extrema importância, visto que sua elevação proporciona a desnaturação das proteínas solúveis, diminuição da viscosidade da emulsão e fusão das partículas de gordura.

Após o início da coterização cárnea acrescentou-se cada ingrediente em intervalos aproximados de 30 segundos. Para a elaboração da salsicha, todo o fosfato, sal e condimento foram adicionados nos estágios iniciais do processo de emulsificação da carne, uma vez que segundo Pardi et al. (2007), estes ingredientes contribuem para a completa extração das proteínas miofibrilares. Em seguida, adicionou-se a água em forma de gelo para evitar o aumento da temperatura da massa e favorecer a solubilização das proteínas cárneas. E, por último, após a matriz proteica estar estabilizada em decorrência da adição da proteína texturizada de soja, já na forma hidratada, e da fécula de mandioca, acrescentou-se a gordura vegetal hidrogenada. Segundo metodologia descrita por Ramos (2013), antes da adição da gordura, a velocidade da mistura manteve-se rápida, como forma de garantir máxima fragmentação do tecido muscular e maior extração proteica. Após o acréscimo, a velocidade do *cutter* foi reduzida, para evitar excessiva particularização dos glóbulos de gordura e consequente instabilidade da emulsão.

A adição e trituração, das matérias-primas e dos ingredientes, foram realizadas conforme representado no fluxograma abaixo (Figura 2).

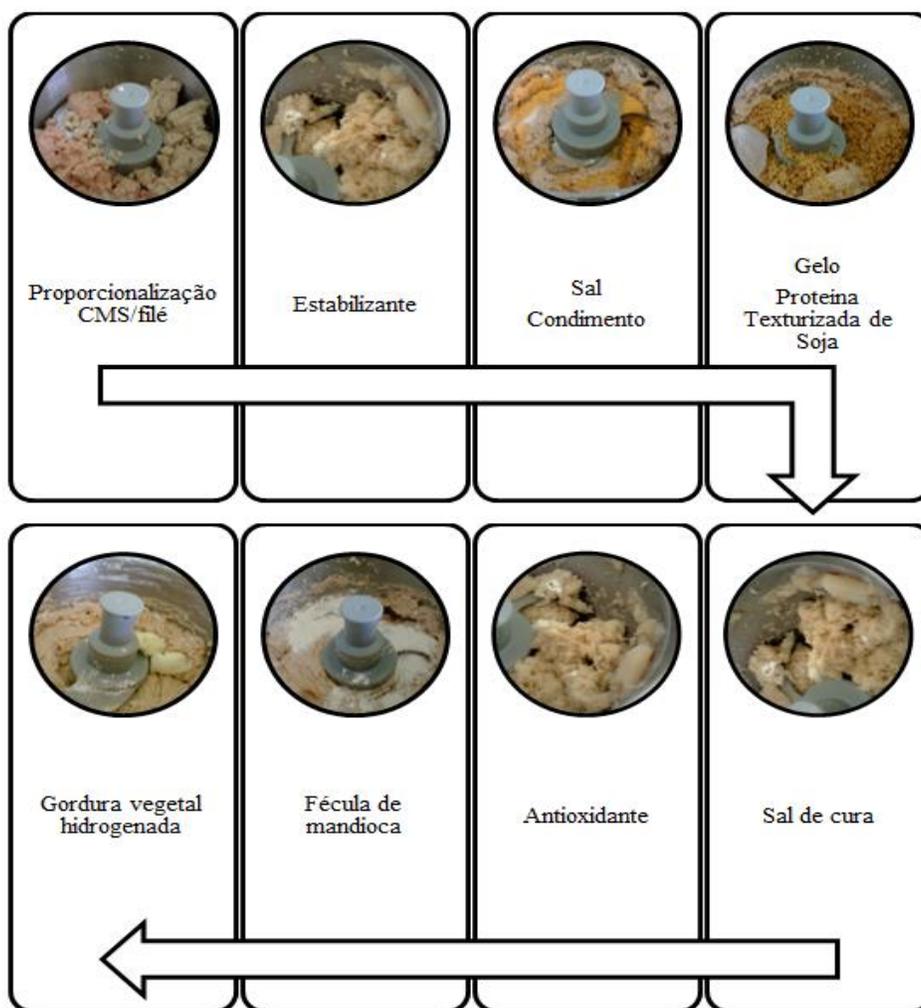


Figura 2 Fluxograma para obtenção da emulsão cárnea

Consequente a elaboração, a emulsão cárnea foi embutida em tripa artificial de colágeno, com diâmetro de 22 mm, com o auxílio de uma embutidora manual (modelo E-8, CAF Máquinas). As salsichas foram então

amarradas com linha, em gomos entre 12 a 13 cm, e imediatamente submetida a tratamento térmico em estufa microprocessadora de secagem (modelo Q317M-12, Quimis) com vapor direto.

A temperatura da estufa foi aumentada gradativamente até que a temperatura interna dos produtos atingisse 72°C, como especificado na Tabela 2. De acordo com Órdeñez et. al (2005), nesta temperatura ocorre coagulação total das proteínas cárneas, inativação das formas vegetativas dos microrganismos (pasteurização do produto), inativação de enzimas cárneas, e desenvolvimento das características sensoriais desejadas, como sabor, textura e cor.

Tabela 2 Etapas de cozimento das salsichas de tilápia desenvolvidas

Etapas	Especificações		
	Temperatura Estufa	Tempo	Temperatura Interna
1 <sup>a</sup>	45°C	20 minutos	-
2 <sup>a</sup>	55°C	20 minutos	-
3 <sup>a</sup>	65°C	20 minutos	-
4 <sup>a</sup>	75°C	20 minutos	-
5 <sup>a</sup>	85°C	-	Até atingir 72°C

Fonte: Adaptado de Vogel et al. (2011)

Finalizado o cozimento, a formulação de salsicha de tilápia (elaborada com 50% de CMS) foi submetida a choque térmico em banho de água fria por cerca de 10 minutos, tempo suficiente para que as peças atingissem temperatura interna de 40°C. Segundo Gonçalves (2011), o resfriamento rápido consiste em inibir a ação bioquímica e microbiana. Guerreiro (2006), acrescenta que esta etapa facilita a retirada da tripa. Como foram utilizados envoltórios artificiais, após o resfriamento, realizou-se a depelagem dos embutidos cárneos de pescado.

Por fim, o produto desenvolvido foi exposto à secagem em incubadora B.O.D. (modelo CA705, CAL TECH LAB) com circulação de ar frio, e acondicionado em embalagens de nylon-poli (espessura 18 micra), em razão da

sua baixa permeabilidade ao oxigênio. Os pacotes contendo as salsichas foram submetidos ao processo de vácuo em embaladora elétrica (modelo TM-150, TecMaq), e em seguida armazenados sob congelamento em *freezer* vertical (modelo GTPC555, Gelopar) a  $-10^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises.

Os embutidos cárneos cozidos foram selecionados, embalados, etiquetados de acordo com o tempo correspondente (Figura 3), e estocados. Em cada embalagem foram acondicionados 5 unidades de salsicha de tilápia, com peso médio unitário entre 50 e 55 gramas, proporcionando um peso médio total entre 250 a 275 gramas por pacote. A formulação apresentou rendimento médio de 81,86%, portanto a cada 1 kg de emulsão cárnea obteve-se em média de 15 a 17 unidades de salsicha.



Figura 3 Salsichas de tilápia acondicionadas e etiquetadas: T1 (0 dia); T2 (15 dias); T3 (30 dias); T4 (45 dias); e T5 (60 dias)

As salsichas foram submetidas às análises (químicas, físicas, físico-químicas e microbiológicas) quinzenalmente até o final do armazenamento, sob temperatura de congelamento. Para tanto, cada pacote contendo a salsicha de tilápia foi retirado na data específica de sua utilização: T1 (0 dia); T2 (15 dias); T3 (30 dias); T4 (45 dias); e T5 (60 dias), e descongeladas à temperatura de refrigeração por 12 horas.

## **2.3 Caracterização química**

Cada tempo da formulação de salsicha foi avaliado em 3 repetições (triplicata) para as análises de determinação da composição centesimal, quantificação da oxidação lipídica, determinação do conteúdo mineral e de perfil de ácidos graxos. Previamente à realização destas análises químicas, fragmentou-se 250 gramas da salsicha de tilápia, aproximadamente, em multiprocessador (modelo RI7620, Philips) para maior homogeneização.

### **2.3.1 Determinação da composição centesimal**

A avaliação centesimal das amostras de salsichas de tilápia, elaboradas com 50% de CMS, foi realizada determinando-se o grau de umidade e os teores de extrato etéreo, proteína bruta e resíduo mineral fixo (cinzas), conforme os métodos propostos pela AOAC (2000).

#### **2.3.1.1 Grau de umidade**

A quantidade de umidade presente nas amostras, em cada tempo, foi determinada pelo método gravimétrico. Cerca de 5 g do material homogeneizado foram pesados em cápsula de porcelana contendo uma camada de areia lavada e um bastão de vidro, previamente secos em estufa. Com a ajuda do bastão de vidro misturou-se a amostra com a areia, antes de submetê-los à secagem em estufa regulada a 105°C. Após um período de 24 horas, as cápsulas foram retiradas com auxílio de pinça tipo tenaz e acondicionadas em dessecador contendo sílica por 30 minutos, para serem novamente pesadas em balança analítica. Por meio da diferença entre o peso da cápsula com a amostra integral, e o peso da cápsula com a amostra seca, obteve-se o grau de umidade.

### 2.3.1.2 Teor de extrato etéreo

Para a determinação do teor de extrato etéreo de cada tempo da amostra, utilizou-se o método de Soxhlet. Todo o conteúdo seco obtido na análise de umidade (item 2.3.1.1) inclusive os resquícios presentes no bastão de vidro foram transferidos para cartuchos de papel filtro semi-qualitativo. Em um extrator de Soxhlet (TE-044, Tecnal) os cartuchos foram submersos em éter etílico dentro de *reboilers*, previamente secos e de peso conhecido. Após refluxo constante de 3 horas, os cartuchos contendo as amostras secas e desengorduradas foram suspensos para drenagem do excesso de solvente e/ou óleo, por 30 minutos. Na sequência, os *reboilers* foram submetidos à secagem em estufa regulada a 105°C, por um período de 12 horas, para completa evaporação do éter. Por fim, os *reboilers* foram retirados, com auxílio de pinça tipo tenaz e acondicionados em dessecador contendo sílica, até que esfriassem para pesagem logo em seguida. O cálculo da diferença, entre o peso do reboiler com o extrato etéreo e o peso do reboiler vazio, forneceu a quantidade lipídica.

### 2.3.1.3 Teor de proteína bruta

O conteúdo de proteína bruta presente em cada tempo da amostra foi determinado através do método de Microkjeldhal. Aproximadamente 50 mg de amostra foram pesadas (balança analítica) em papel manteiga e transferidas para os tubos digestor, aos quais foram adicionados 600 mg de sulfato de potássio, 300 mg de sulfeto de cobre e 5 mL de ácido sulfúrico. Os tubos contendo as amostras e os reagentes foram submetidos à digestão em bloco digestor a 400°C, por um período de 4 horas. Após esfriarem, em temperatura ambiente, os tubos foram acoplados ao aparelho de destilação Microkjeldhal (TE-0363, Tecnal), ao qual foram acrescentados 25 mL de hidróxido de sódio (50%) e cerca de

5 mL de água destilada. O destilado foi recebido em *erlenmeyers* (250 mL) contendo 10 mL de solução saturada de ácido bórico com 1% de solução indicadora (verde de bromocresol-vermelho de metila). Em seguida, titulou-se o destilado com ácido clorídrico (0,02 N) até aparecimento da cor vermelha, obtendo-se assim o conteúdo de nitrogênio total na amostra. Considerando que uma proteína de alto valor biológico apresenta 16% de nitrogênio, foi utilizado para cálculo do teor de proteína o fator de conversão 6,25.

#### **2.3.1.4 Teor de resíduo mineral fixo**

O teor de resíduo mineral fixo ou cinzas, foi determinado pelo método gravimétrico. Para tanto, cerca de 1,5 g de amostra foram pesados em cadinhos calcinados, previamente secos e pesados. Em seguida, incinerou-se o material em fogão sobre telas de amianto até completa carbonização, para então transferi-los para a mufla a 550°C, onde permaneceram por 12 horas. Após esperar a temperatura da mufla baixar para 80°C retirou-se os cadinhos que foram acondicionados em dessecador até que se esfriassem (30 minutos). Por último, os cadinhos foram novamente pesados em balança analítica, visto que a diferença entre o peso do cadinho com as cinzas e o peso dos cadinhos vazios fornece o conteúdo de resíduo mineral fixo em cada tempo da amostra.

#### **2.3.1.5 Quantificação da oxidação lipídica**

A análise de oxidação lipídica foi realizada utilizando-se a determinação de TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico), conforme metodologia proposta por Tarladgis et al. (1960) com algumas modificações. Foram pesados aproximadamente 10 g de amostra de salsicha de tilápia e adicionados 40 ml de ácido tricloroacético (TCA 5%) e 1 ml de antioxidante BHT (0,15%). Após

serem homogeneizadas em agitador mecânico, as misturas foram filtradas em filtro de papel semi-qualitativo e logo após, o filtrado foi completado em balão volumétrico (50 mL) com TCA 5%. Dois mililitros do filtrado foram pipetados em tubo de ensaio, adicionados de 2 mL de ácido tiobarbitúrico (0,08 M) e mantidos por 5 minutos em banho-maria em água fervente. Por fim, foram realizadas as leituras em espectrofotômetro com comprimento de onda estabelecido em 525 nm. Os valores obtidos das leituras das absorbâncias foram multiplicados pelo fator de correção 7,38, os resultados foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (mgMDA/kg).

#### **2.3.1.6 Determinação do conteúdo mineral: cálcio e fósforo**

Conforme metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1989), para a determinação do conteúdo mineral (cálcio e fósforo) foram pesados em tubos de digestão 0,5 g de amostra de salsicha de tilápia e adicionados 6 ml da mistura de ácido nítrico e ácido perclórico na proporção 2:1 (v/v). Os tubos foram levados para o bloco digestor, que teve a sua temperatura aumentada gradativamente até que se atingisse 160°C e fosse observada a redução do volume pela metade, em seguida aumentou-se a temperatura para 210°C até o extrato apresentar-se incolor. Após repouso de aproximadamente 1 hora e 30 minutos, para que os tubos esfriassem, as amostras foram transferidas para potes de vidro com tampas, onde se adicionou água destilada até volume final de 15 gramas, para ser realizada a leitura em fotômetro de chama.

As leituras de minerais foram realizadas no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Química (DQI) da UFLA.

### 2.3.1.7 Determinação do perfil de ácidos graxos

De cada amostra de salsicha de tilápia extraíram-se os ácidos graxos seguindo metodologia descrita por Folch, Lees e Sloaney (1957). Para tanto, homogeneizaram-se, por aproximadamente 3 minutos em agitador mecânico, 5 gramas de amostra com 50mL de solução clorofórmio e metanol na proporção de 2:1 (v/v) adicionado de butilhidroxitolueno (BHT 0,025M). Em seguida, procedeu-se a filtração da mistura em funil de separação (500 mL), utilizando filtros de papel semi-qualitativos. Adicionaram-se ao funil, junto ao filtrado, 10 mL de solução de cloreto de potássio (0,72%), e após agitação manual a solução permaneceu em repouso por 3 horas.

Terminado o repouso, foi possível observar a formação de 2 fases, assim sendo, recolheu-se a parte inferior e descartou-se a superior. A fase inferior foi devolvida ao funil de separação e acrescentaram-se 6 mL da solução de cloreto de potássio, deixando que a mistura permanecesse por mais 12 horas em repouso. Após esse período, recolheu-se a parte inferior em balão volumétrico (50 mL) e o volume foi completado com clorofórmio.

Para a esterificação, 5 mL da solução obtida ao final das etapas anteriores foram transferidos para tubos de ensaio, os quais foram submetidos a banho-maria (45-55°C) para total evaporação do clorofórmio, utilizando-se nitrogênio gasoso. Na sequência, foram adicionados 4 mL de hidróxido de sódio (0,5 M) em metanol e levaram-se os tubos a banho fervente por 5 minutos para posteriormente resfriá-los com água gelada. Em seguida, foram adicionados 5 ml do reagente esterificante (10 g de cloreto de amônia, 300 mL de metanol e 15 mL de ácido sulfúrico) às amostras, levando-as por mais 5 minutos ao banho fervente e novamente resfriando-se em água gelada. Após resfriamento, foram adicionados 4 mL de solução de cloreto de sódio saturada e 5 mL de hexano. O sistema resultante permaneceu em repouso por 10 minutos, e posteriormente a

parte sobrenadante foi recolhida em frasco âmbar. Por último, o hexano foi evaporado com nitrogênio gasoso, em banho-maria a (45-55°C).

Os ésteres metílicos resultantes do processo de esterificação foram submetidos à análise de cromatografia gasosa (CG), em aparelho Shimadzu (modelo CG-17A), com detector de ionização em chama (FID), utilizando-se coluna capilar Carbowax (30m x 0,25mm). Foram utilizadas as seguintes condições cromatográficas, baseadas em testes realizados no referido aparelho:

- D) Injetor: trabalhou em sistema "split = 5", utilizando o nitrogênio como gás de arraste, com velocidade linear programada de 37,8 cm/s num fluxo de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>. Foi injetado 1 µL de amostra com auxílio de seringa de 10 µL. As temperaturas do injetor e detector foram controladas isotermicamente em 220°C e 240°C, respectivamente;
- II) Coluna: a temperatura inicial de 100°C foi mantida por 2 minutos, aumentando-se em uma taxa de 4°C.min<sup>-1</sup> até atingir 240°C.

Para registro e análise dos cromatogramas, o cromatógrafo encontra-se acoplado a um microcomputador, podendo ser executado utilizando o programa GC Solution. A identificação dos compostos foi realizada através do tempo de retenção do padrão correspondente e a porcentagem em função da área dos compostos. O perfil de ácidos graxos, a partir dos ésteres resultantes da esterificação das amostras de cada tempo, foi determinado no Centro de Análise e Prospecção Química (CAPQ) do DQI da UFLA.

#### **2.4 Caracterização físico-química**

Para a realização das análises físico-químicas, as amostras foram avaliadas em triplicata para determinar o pH e a atividade de água (Aw). As salsichas foram preparadas como descrito no item 2.3, deste Capítulo 3.

#### **2.4.1.1 Determinação do pH**

A leitura do pH foi realizada diretamente por processo eletrométrico, em potenciômetro digital (modelo Tec-3MP, *Tecnal*) utilizando eletrodo de imersão, de acordo com a metodologia apresentada por Oliveira Filho (2009). Previamente, pesaram-se em potes plásticos as amostras processadas sob proporção de 10 g de amostra para 40mL de água destilada. Em seguida a mistura foi homogeneizada em agitador mecânico enquanto aferia-se o equipamento com soluções tampão padronizadas.

#### **2.4.1.2 Determinação da atividade de água**

As amostras processadas foram submetidas à análise de atividade de água em aparelho específico (modelo 3 TE, Aqualab®). Utilizaram-se alíquotas de 10 g com temperatura padronizada de  $25^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Esta análise foi realizada segundo metodologia descrita por Carvalho Filho (2011) com adaptações.

### **2.5 Caracterização física**

As avaliações físicas nas amostras de salsicha foram realizadas em 3 repetições para a determinação da cor instrumental, do perfil de textura, da estabilidade da emulsão (EE) e da perda de peso por exudação (PPE).

Para a realização da análise de cor instrumental as amostras de salsichas foram preparadas como descrito no item 2.3 deste mesmo Capítulo 3. Na determinação do perfil de textura, *texture perfil analysis* (TPA), as formulações de salsicha de tilápia foram submetidas à cocção em banho fervente por 2 minutos, cortadas em fatias de 25 mm de comprimento e mantidas em

temperatura de 25°C até o momento da análise. Para as análises da EE e PPE as amostras foram utilizadas sem processamento prévio (inteiras).

#### **2.5.1.1 Medição da cor instrumental**

A análise de cor foi realizada em colorímetro (modelo CM5, *Konica Minolta Spectrophotometer*), por meio do sistema de cores CIELab, definindo o espaço cromático em coordenadas retangulares ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), onde: I)  $L^*$  mede a luminosidade e varia de 100 (cem) para superfícies perfeitamente brancas até 0 (zero) para o preto; II)  $a^*$  mede a intensidade de vermelho (+) e verde (-); e III)  $b^*$  mede a intensidade de amarelo (+) e azul (-). Conforme especificações da *Commission Internationale de L'Eclairage* (CIE, 1986), fixou-se as seguintes condições: iluminante D65 (luz do dia), ângulo de visão 8°; ângulo do observador 10°; abertura de célula de medida de 30 mm; e especular incluída. O aparelho foi calibrado com um padrão branco e outro preto antes de ser utilizado. As amostras processadas foram acondicionadas em placa de Petri, de forma que não fossem observados espaços vazios no fundo da placa como tentativa de impedir interferências no resultado da análise.

#### **2.5.1.2 Verificação do perfil de textura**

As mensurações do perfil de textura (TPA) foram determinadas, segundo Nascimento et al. (2007), utilizando texturômetro (modelo TA.XT Plus/50, *Stable Micro Systems*) previamente calibrado com peso de 5 kg. Para a realização dos testes as condições de medidas foram padronizadas em: I) velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 2 mm/s; II) distância de compressão de 25 mm; III) compressão axial de 50% do tamanho de cada

amostra (25 mm) em dois ciclos consecutivos; e IV) probe cilíndrica de aço inox de 36 mm de diâmetro (P/36R).

Os 5 parâmetros analisados foram descritos por Szczesniak (1963), como sendo: I) dureza (D) - força necessária para produzir deformação na amostra; II) coesividade (C) - extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura; III) elasticidade (E) - velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada depois de removida a força; IV) adesividade (A) - energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a de outros materiais com os quais o alimento está em contato; e V) mastigabilidade (M) - energia requerida para desintegrar um alimento em estado sólido até estar pronto para a deglutição. A coleta de dados e a construção das curvas de TPA foram realizadas pelo programa *Exponent Lite Express* (versão 5.1).

### **2.5.1.3 Avaliação da estabilidade da emulsão**

Para a determinação da estabilidade da emulsão (EE), de cada formulação, utilizou-se o método empregado por Morrison et al. (1971), os quais relacionaram os pesos das salsichas após e antes do processo de cozimento, multiplicado por 100.

### **2.5.1.4 Quantificação do suco exsudado presente na embalagem**

Durante o armazenamento sob congelamento, de acordo com cada tempo de estocagem, o suco exsudado das salsichas embaladas a vácuo foi pesado (Figura 4). Posteriormente, calculou-se sua porcentagem em relação ao peso inicial da embalagem contendo a salsicha, multiplicado por 100 (MOREIRA, 2005).



Figura 4 Suco exsudado presente na embalagem das salsichas após armazenamento

## 2.6 Avaliação da qualidade microbiológica

Para garantir a qualidade microbiológica do embutido cárneo cozido tipo salsicha de tilápia, realizou-se: a contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos (em placas); a contagem de coliformes a 35°C e 45°C (pelo método no número mais provável - NMP); a contagem total de fungos filamentosos e leveduras; a contagem de *Staphylococcus aureus coagulase* positivo; e a detecção de *Salmonella* sp. Para cada análise, as amostras foram homogeneizadas e diluídas conforme metodologia descrita na Instrução Normativa nº 62, que estabelece os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 2003).

Estas análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Biologia e Fisiologia de Microrganismos, localizado no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), no município de Alfenas – MG. Para tanto as amostras de salsichas congeladas, de cada tempo, foram transportadas em caixa térmica contendo gelo.

## 2.7 Análise sensorial: teste de aceitação

Previamente à realização da análise sensorial, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em seres humanos vinculado à Pró-Reitoria

de Pesquisa da UFLA (CAAE: 31930114.3.0000.5148). O projeto foi aprovado em 30 de outubro de 2014, com parecer número 820.482. Após aprovação realizou-se a análise sensorial com 50 provadores não treinados, de idades variadas, dentre eles estudantes, professores e funcionários da UFLA.

Ao longo do período de vida útil ocorreu a fabricação quinzenal das salsichas para realização da análise sensorial. Deste modo, os ensaios foram montados de maneira inversa, isto é, o primeiro produto elaborado correspondeu ao último tempo avaliado, totalizando assim cinco ensaios e cinco tempos de armazenamento (0, 15, 30, 45 e 60 dias).

Para a realização da análise sensorial, as amostras foram aquecidas em água fervente por 2 minutos, cortadas em pedaços padronizados (1 cm de comprimento), e mantidas em estufa a 40°C até o momento da análise. Em seguida, foram oferecidas em copos plásticos descartáveis de 50 mL, codificados com números de três dígitos e apresentados aos provadores de forma balanceada (aproximadamente 5 gramas) e aleatorizada. Ofereceu-se também água mineral para limpeza das papilas gustativas, conforme demonstrado no Capítulo 2 (Figuras 30 e 31, itens 2.9 e 2.9.1, nesta ordem). Todos os participantes receberam uma ficha (em anexo) para avaliar cada tempo da formulação de salsicha de tilápia, conforme sua preferência.

#### **2.7.1.1 Teste de Aceitação**

Na realização da análise sensorial aplicou-se o teste afetivo de aceitação, com o objetivo de determinar o quanto os provadores gostaram ou desgostaram, das amostras em cada tempo de armazenamento. Aos provadores foi solicitada a avaliação dos atributos sensoriais (cor, aroma, textura, sabor e impressão global) utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos (9 - gostei extremamente; 1 - desgostei extremamente), segundo metodologia de Stone e Sidel (2004).

## 2.8 Delineamento experimental e análise estatística

Para a avaliação do efeito do tempo de armazenamento nas características da salsicha de tilápia, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos (tempos) e 3 repetições para as análises: químicas (composição centesimal, conteúdo mineral e quantificação lipídica); físico-químicas (pH e  $A_w$ ); e físicas (cor instrumental, perfil de textura, estabilidade da emulsão e perda de peso por exudação).

No intuito de determinar o efeito do tempo nas características do produto, os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA), seguida de regressão em casos significativos ( $p < 0,05$ ). Estas análises foram realizadas por meio do *software* Sisvar versão 5.4 *Build* 80 (FERREIRA, 2010). Além disso, foi aplicado o coeficiente de correlação de *Pearson* entre as variáveis estudadas (RODRIGUES; LEMMA, 2014).

A avaliação dos dados referentes à aceitação das amostras foi realizada por meio das análises: univariada (ANAVA) e teste de médias (Scott-Knott,  $p < 0,05$ ); em casos significativos foram ajustados modelos de regressão para os atributos avaliados; e multivariada (mapa de preferência externo, MPE).

A verificação dos dados sobre a aceitação global do produto, considerando a resposta individual de cada consumidor, em correlação aos dados obtidos nas análises químicas (composição centesimal e oxidação lipídica) e físicas (cor instrumental e perfil de textura), foi realizada através da análise multivariada denominada de Mapa de Preferência Externo (MPE) vetorial. O conjunto de dados foi arranjado em uma matriz com 5 linhas (tempos T1 a T5) *versus* 8 colunas (atributos avaliados). A confecção do MPE tem como base a Análise de Componentes Principais (PCA) e sua plotagem foi realizada utilizando-se o *software* *SensoMaker* versão 1.8 (PINHEIRO; NUNES; VIETORIS, 2013).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio das análises de caracterização química, física, físico-química, microbiológica e sensorial, realizadas em períodos quinzenais, foi possível caracterizar a salsicha de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) ao longo do período de armazenamento. Nos itens a seguir estão expostos e discutidos os resultados encontrados durante estes 60 dias de congelamento a  $-10^{\circ}\text{C}$ .

#### 3.1 Determinação da composição centesimal

O tempo de armazenamento exerceu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) no grau de umidade e nos teores de gordura, proteína e resíduo mineral. O modelo ajustado com o respectivo coeficiente de determinação ( $R^2$ ), para os resultados destas variáveis, encontra-se nas Figuras 5 a 8, respectivamente.

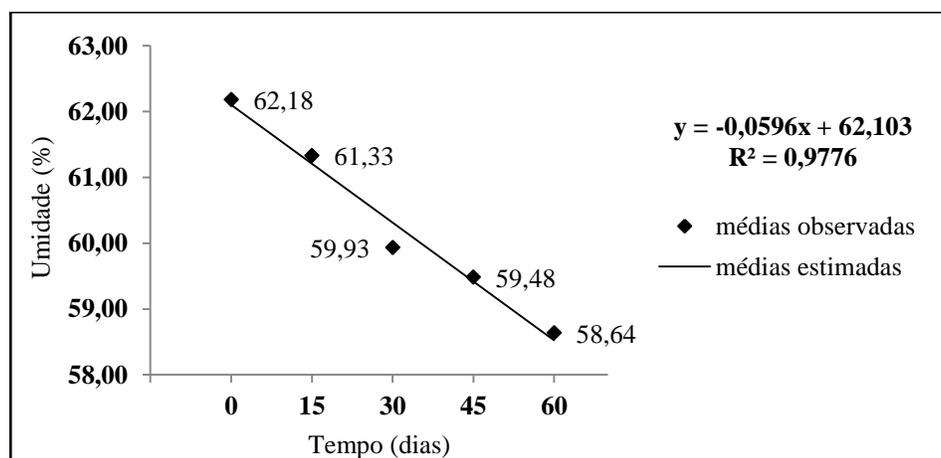


Figura 5 Valores médios de umidade da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

Observa-se na Figura 5 que o grau de umidade diminuiu de maneira linear ( $p < 0,05$ ) durante o período de estocagem, variando de 62,18% (zero dia)

para 58,64% (60 dias). Durante o período de congelamento e armazenamento de produtos cárneos podem ocorrer perdas no percentual de umidade em razão da diminuição da força iônica e desnaturação dos sistemas proteicos que, com o decorrer do tempo, perdem a capacidade de retenção de água, liberando-a (CLAUS; KASTNER; KROPF, 1990; LANIER, 1986; WIRTH, 1988). Tal afirmação condiz com o resultado encontrado neste trabalho, visto que o grau de umidade diminui linearmente com o aumento do tempo de estocagem. Resultado similar foi determinado por Santos (2011), em produto cárneo cozido, que constatou perda de umidade de 62,05% para 59,03% ao final dos 60 dias de conservação do alimento em temperaturas baixas.

O teor de extrato etéreo aumentou de forma quadrática (Figura 6), passando de 13,57% para 19,43%.

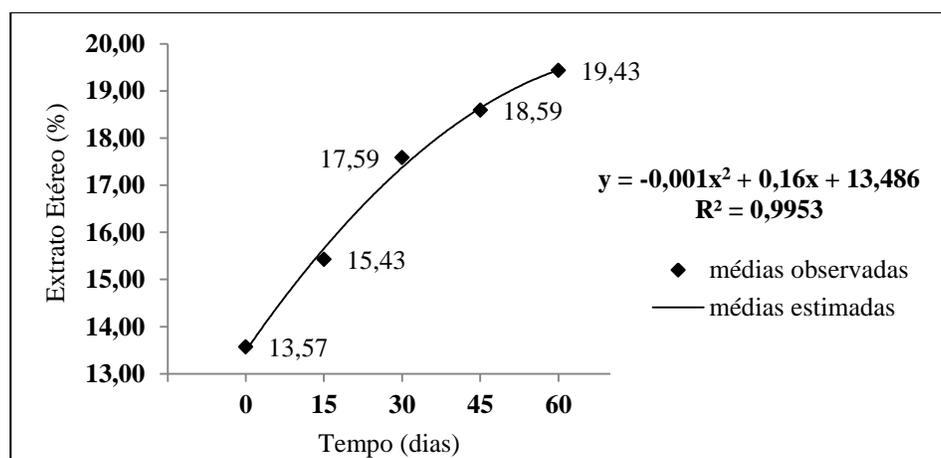


Figura 6 Valores médios de extrato etéreo da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

O congelamento da salsicha de tilápia alterou significativamente ( $p < 0,05$ ) o conteúdo de lipídeo, o qual aumentou gradualmente com o tempo. Este acréscimo pode ser atribuído à redução do grau de umidade, uma vez que segundo Ordóñez (2005), a umidade apresenta uma correlação inversa ao

conteúdo de lípideos. Do mesmo modo, segundo Carmo (2009), à medida que outros participantes da composição centesimal são perdidos (como a proteína), o conteúdo de extrato etéreo em relação ao total (100%) aumenta.

Observa-se nas Figuras 7 e 8 que o teor de proteína da salsicha armazenada decresceu de forma quadrática ( $p < 0,05$ ) de 19,51% para 12,57%, e o conteúdo resíduo mineral fixo decresceu linearmente de 3,34% para 3,16%.

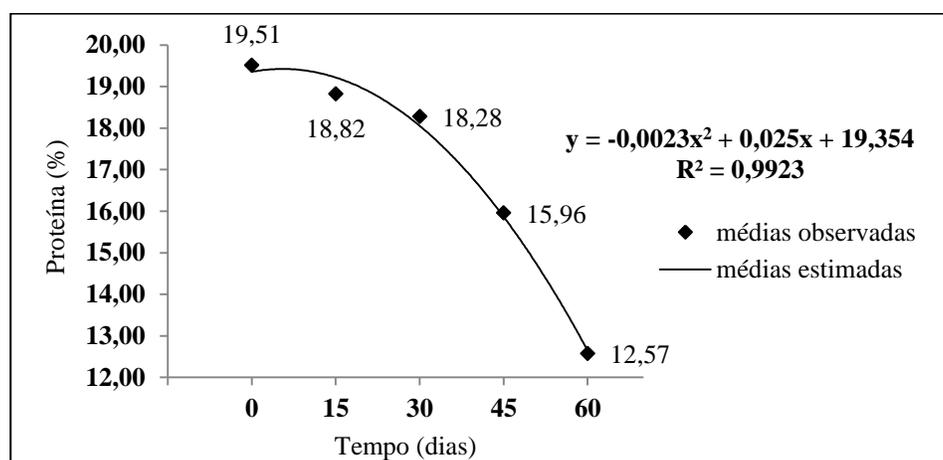


Figura 7 Valores médios de proteína bruta da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

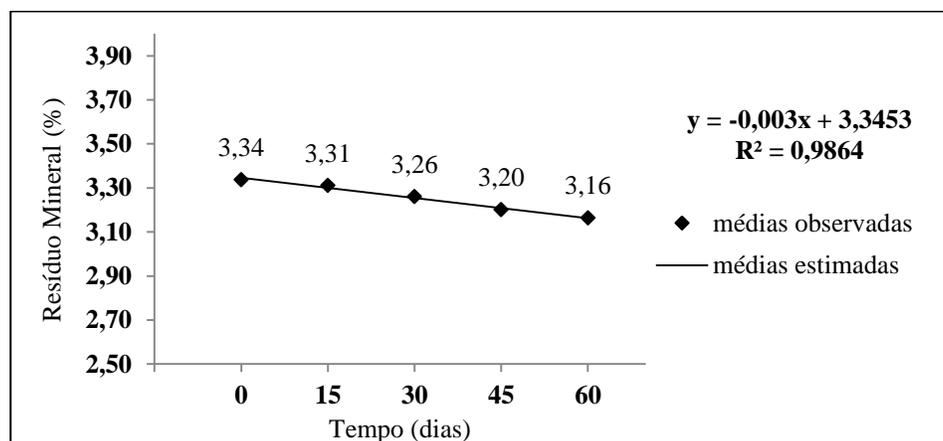


Figura 8 Valores médios de resíduo mineral fixo da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

Pode-se afirmar que o líquido exsudado da salsicha, em consequência da perda de umidade, contribuiu para o decréscimo nos teores de cinzas e proteínas. Kondo (2014), em experimento com embutido de carne de peru, determinou perdas de sólidos solúveis e de proteínas hidrossolúveis junto ao líquido liberado. O teor de proteína ainda pode ser afetado, conforme descrito por Steele (2004), pelas reações enzimáticas, oxidação e ação de microrganismos deteriorantes no decorrer da estocagem. Cabe ressaltar que mesmo havendo diminuição do teor de proteína ao longo dos 60 dias de armazenamento, o conteúdo remanescente (12,57%) ainda está acima do mínimo estabelecido, que é de 12%, pela legislação brasileira (BRASIL, 2000) para embutidos cárneos cozidos tipo salsicha, elaboradas com carnes de animais de açougue.

### 3.2 Oxidação lipídica

Na Figura 9 está representada a variação do conteúdo de malonaldeído, quantificado nesta análise, ao longo do armazenamento.

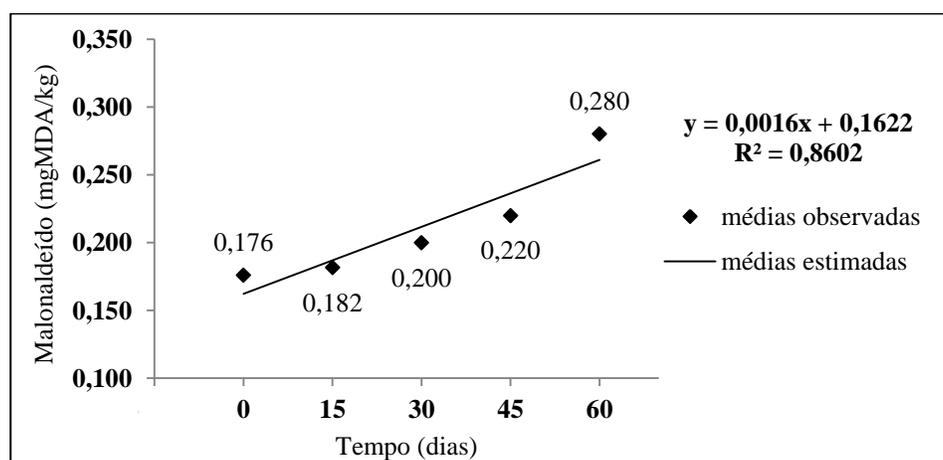


Figura 9 Valores médios de conteúdo de malonaldeído quantificado na análise de oxidação lipídica da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

Verifica-se (Figura 9) que houve um acréscimo linear ( $p < 0,05$ ) nos valores de malonaldeído (mgMDA/kg de amostra). O valores de MDA da salsicha de peixe oscilaram durante o período de armazenamento apresentando aumento de 0,176 mgMDA/kg de amostra para 0,280 (mgMDA/kg de amostra). Resultados superiores foram encontrados por Casarotto (2013), a qual verificou valores entre 2,13 a 4,73 de mgMDA/kg de amostra em salsichas elaboradas com carne bovina, ao final de 60 dias de estocagem em baixa temperatura.

Segundo Murphy et al. (2004), a susceptibilidade à oxidação lipídica nas salsichas pode estar relacionada à quantidade de lipídeos e ácidos graxos presentes nos produtos. Nota-se que a oxidação lipídica na salsicha de tilápia teve acréscimo assim como o teor de lipídeo (Figura 6), possivelmente em decorrência da perda de umidade durante o armazenamento.

A oxidação lipídica é uma das principais causas de deterioração de produtos gordurosos durante o processamento e armazenamento (RICHARDS; HULTIN, 2002). No entanto, os valores encontrados nesta pesquisa estão de acordo com o valor recomendado para o bom estado de conservação, com relação às alterações oxidativas em produtos cárneos que é inferior a 3 mg/kg (AL-KAHTANI et al., 1996). Das et al. (2008), afirma que valores acima de 1 mgMDA/kg de amostra são suficientes para prejudicar as propriedades sensoriais do produto, devido a percepção de odor e sabor de ranço.

Rubio et al. (2008), atribuíram a maior oxidação lipídica à presença de maior nível de oxigênio na embalagem, ao avaliarem a estabilidade lipídica de salsicha embalada à vácuo. Neste contexto, pode-se constatar que o processo de embalagem a vácuo utilizado, neste experimento, mostrou-se eficiente em manter o conteúdo de malonaldeído da salsicha de tilápia dentro dos limites aceitáveis durante o tempo de estocagem. Verifica-se também o bom desempenho do antioxidante adicionado ao produto, uma vez que o conteúdo de malonaldeído foi mantido bem abaixo dos critérios estabelecidos.

### 3.3 Determinação do conteúdo mineral: cálcio e fósforo

Nas Figuras 10 e 11, observam-se os dados obtidos na análise para determinação do conteúdo mineral: cálcio (Ca) e fósforo (P), respectivamente.

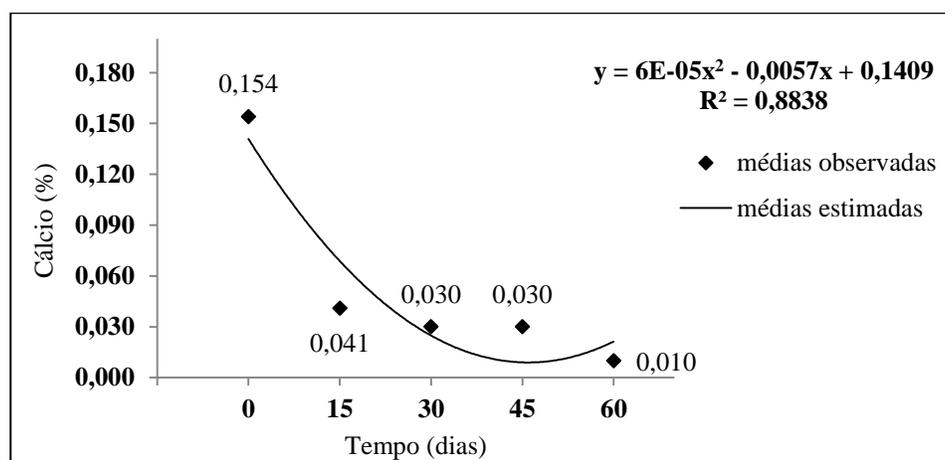


Figura 10 Valores médios do conteúdo do mineral cálcio da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

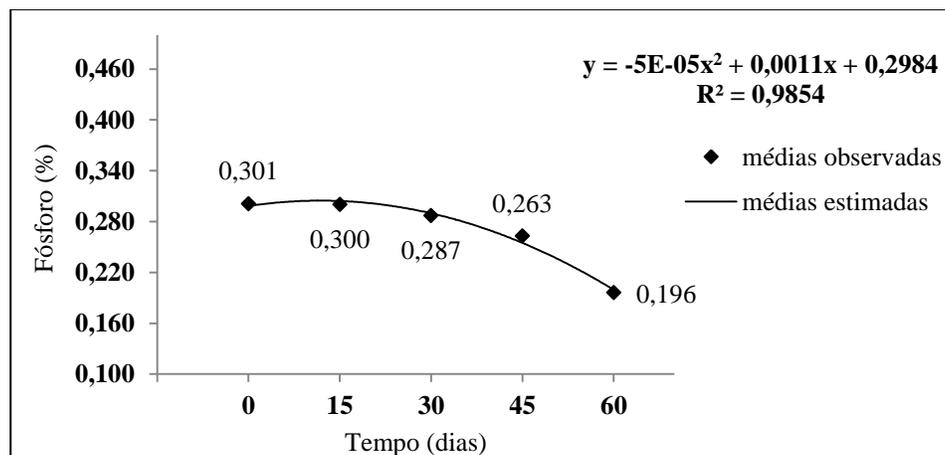


Figura 11 Valores médios do conteúdo do mineral fósforo da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

Nota-se que os componentes, cálcio e fósforo, representados nas Figuras 10 e 11, apresentaram diminuição quadrática nos seus valores com o passar do tempo. O mineral cálcio variou de 0,154% (zero dia) para 0,010% (60 dias). Já para o mineral fósforo (Figura 11), verificou-se diminuição de 0,301% (zero dia) para 0,196% (60 dias).

Tal comportamento pode ser explicado, provavelmente, devido ao arraste de sólidos solúveis pelo líquido exsudato das salsichas durante o tempo de estocagem. No intuito de comprovar esta afirmação, pode-se observar nas Figuras 5 e 8 que ocorreu perda de umidade e diminuição no conteúdo de resíduo mineral fixo, respectivamente, ao longo dos 60 dias.

### **3.4 Determinação do perfil de ácidos graxos**

Os teores de ácidos graxos (AG), saturados e insaturados, das salsichas de tilápia analisadas, ao longo do armazenamento, foram expressos em g/100g. De modo geral, as salsichas de tilápia elaboradas com 50% de CMS apresentaram quantidades consideráveis de ácidos graxos (Tabela 3). No decorrer da estocagem, foi possível identificar os AG, pertencentes à família ômega-3, como o ácido  $\alpha$ -linolênico (até 30 dias) e o ácido eicosapentaenóico (EPA) (ao final dos 60 dias), ainda que em pequenas quantidades.

Nota-se que houve uma diminuição nos teores de ácidos graxos poliinsaturados durante o congelamento. Segundo Chávez-Servín, Castellote e López-Sabater (2008), decorrente do longo tempo de vida útil, os AGPI podem ser oxidados, ocasionando a perda do valor nutricional e gerando compostos voláteis. Tal fato, pode ser confirmado através da correlação produto-momento de *Pearson* entre o conteúdo de malonaldeído e o teor de AGPI, o qual foi de  $r = -0,7848$ , indicando que quanto maior a oxidação lipídica presente no produto menor o conteúdo de AGPI.

Tabela 3 Perfil de ácidos graxos e desvio padrão da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento.

Ácidos Graxos (g/100g)	Formulações				
	0 dia	15 dias	30 dias	45 dias	60 dias
<i>Saturados (AGS)</i>					
C14:0 Mirístico	0,25±0,23	0,07±0,19	0,05±0,08	0,04±0,03	0,04±0,01
C16:0 Palmítico	13,05±0,2	13,12±0,2	12,55±0,2	12,14±0,1	12,35±0,2
C17:0 Margárico	0,38±0,06	0,37±0,17	0,23±0,11	0,15±0,10	0,08±0,05
C18:0 Esteárico	7,05±0,22	7,15±0,26	6,98±0,19	7,07±0,33	7,19±0,12
C20:0 Araquídico	0,64±0,39	0,21±0,12	0,14±0,09	-	-
C22:0 Behênico	0,02±0,03	0,03±0,05	0,03±0,02	0,01±0,01	-
$\Sigma$ AGS	21,39	20,95	19,98	19,41	19,66
<i>Monoinsaturados (AGMI)</i>					
C16:1 Palmitoléico	0,23±0,11	-	-	-	-
C17:1 Heptadecenóico	0,48±0,21	0,31±0,01	0,32±0,03	0,28±0,04	0,27±0,03
C18:1n9c Oléico cis	25,58±0,3	23,80±0,2	23,27±1,2	23,34±0,5	22,94±0,7
C22:1n9 Erúico	0,10±0,05	0,13±0,07	0,11±0,02	0,18±0,10	0,05±0,01
$\Sigma$ AGMI	26,39	24,24	23,70	23,80	23,26
<i>Poliinsaturados (AGPI)</i>					
C18:2n6c Linoleico cis	18,30±0,2	15,13±0,2	12,72±0,4	11,98±0,5	11,44±0,7
C18:3n3 $\alpha$ -Linolênico	0,48±0,05	0,27±0,08	0,09±0,02	-	-
C18:3n6 $\gamma$ -Linolênico	0,26±0,36	0,25±0,16	0,26±0,07	0,14±0,03	0,04±0,05
C20:2 Eicosadienóico	0,09±0,15	0,09±0,12	0,15±0,09	0,03±0,01	0,02±0,03
C20:4n6 Araquidônico	0,68±0,04	0,32±0,05	0,18±0,04	-	-
C20:5n3 EPA*	0,011±0,0	0,012±0,0	0,010±0,0	0,007±0,0	0,003±0,0
$\Sigma$ AGPI	19,82	16,07	13,41	12,16	11,50
<i>Insaturado Trans (AGT)</i>					
$\Sigma$ AGT	-	-	-	-	-

\*EPA - Eicosapentaenóico

A relação  $\Sigma$ AGPI/ $\Sigma$ AGS apresentou decréscimo ao longo do armazenamento, os valores encontrados foram de: 0,75 (0 dia); 0,66 (15 dias); 0,57 (30 dias); 0,51 (45 dias); e 0,49 (60 dias). Ressalta-se que o produto final apresentou, aos 60 dias de congelamento, valor acima do mínimo recomendado (0,45) pelo *Department of Health and Social Security* (1984), para que os alimentos sejam considerados com melhor qualidade nutricional.

### 3.5 Leituras do pH e da atividade de água

Observou-se que o tempo de armazenamento não influenciou ( $p > 0,05$ ) a atividade de água das amostras. Em geral, a média de  $A_w$  presente nas salsichas foi de 0,9774. Cárceres, Garcia e Selgas (2008), reportaram valores entre 0,96 e 0,98 para mortadela adicionada de óleo de peixe, e Bartolomeu (2011), em estudos com mortadela defumada de tilápia, encontrou valores de atividade de água que variam de 0,979 a 0,982, resultados estes semelhantes ao encontrado nesta pesquisa durante a estocagem da salsicha de tilápia.

Em relação ao pH constatou-se comportamento linear crescente ( $p < 0,05$ ) ao longo do período de armazenamento a temperatura de  $-10^\circ\text{C}$ . As médias dessa variável para cada tempo de estocagem (0, 15, 30, 45 e 60 dias), bem como seu comportamento podem ser observadas na Figura 12.

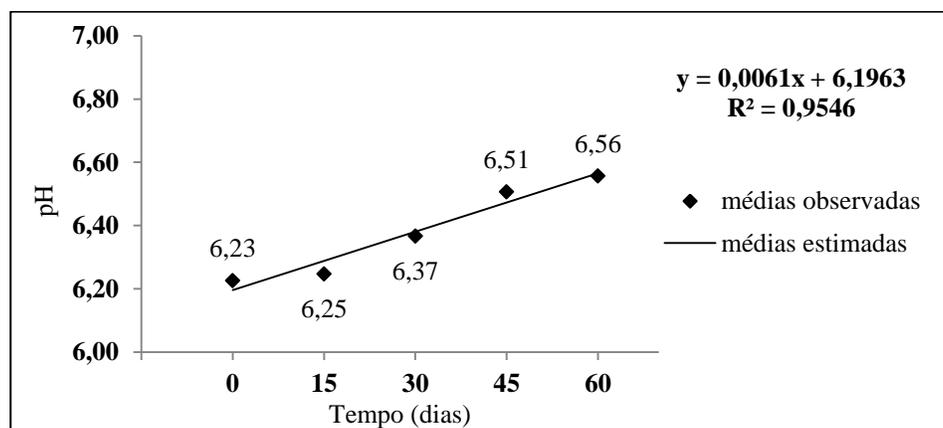


Figura 12 Valores médios de pH da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

Durante a vida útil de produtos cárneos, as quedas de pH podem ser associadas à acidificação provocada pelo crescimento de bactérias lácticas, enquanto o aumento no pH possivelmente é decorrente da presença de compostos alcalinos oriundos da decomposição proteica (MOHAN et al., 2008).

Casarotto et al. (2013), descreveu mesmo comportamento em estudo com salsichas com diferentes antioxidantes, e associou o aumento de pH ao final da estocagem à presença de metabólitos resultantes da ação de microrganismos deteriorantes. Contudo, os valores de pH determinados ao final da estocagem (6,51 e 6,56) ainda classifica a salsicha de tilápia como admissível para o consumo, uma vez que o valor máximo de pH para a aceitação do pescado, segundo a legislação (BRASIL, 1962), corresponde a 6,8. Em estudos com apresetados adicionados de polpa de jundiá, Moura (2012), da mesma forma, determinou seu produto como próprio para consumo, em razão do pH 6,65 encontrado ao final da vida útil ser inferior à 6,8.

Diante desses resultados, segundo Sabatakou (2001), o produto pode ser classificado como muito perecível, visto que apresentou  $\text{pH} > 5,2$  e  $A_w > 0,95$ , assim a temperatura de armazenamento recomendada deve ser  $\leq 5^\circ\text{C}$ .

### 3.6 Medição da cor instrumental

Nas Figuras 13, 14 e 15 estão representados os comportamentos das variáveis  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , respectivamente, ao longo do armazenamento.

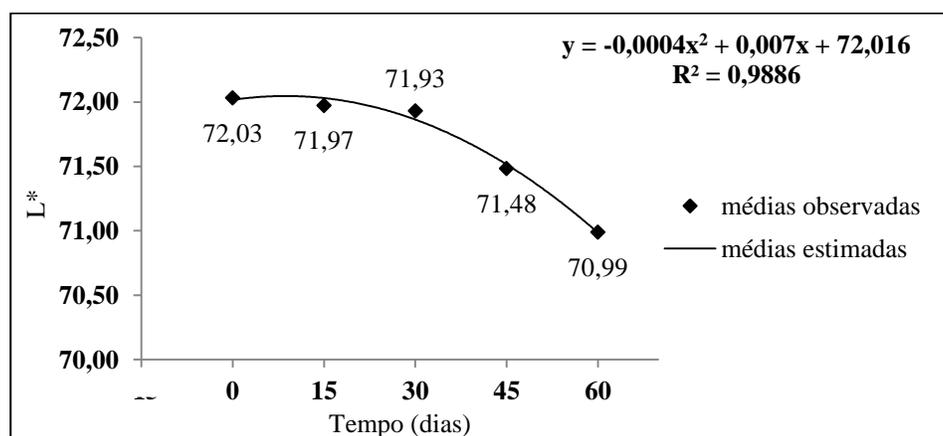


Figura 13 Valores médios de  $L^*$  da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

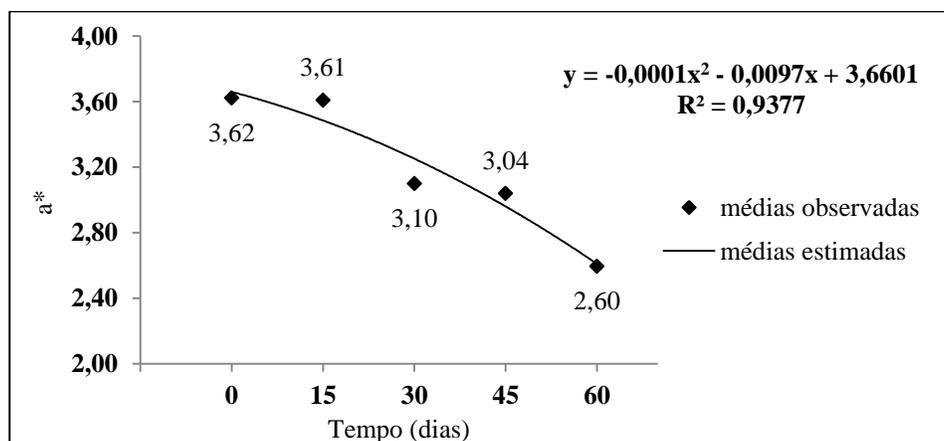


Figura 14 Valores médios de a\* da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

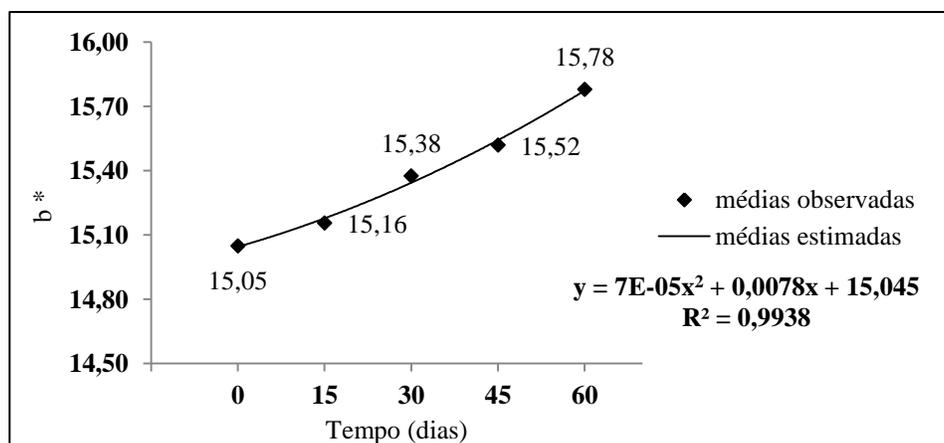


Figura 15 Valores médios de b\* da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

Os valores de L\* (luminosidade) apresentaram diminuição ( $p < 0,05$ ) de 72,02% (zero dia) para 70,99% (60 dias), o que indica uma tendência no escurecimento do produto armazenado a  $-10^{\circ}\text{C}$ . Comportamento semelhante foi observado por Casarotto (2013), em salsichas adicionadas de diferentes oxidantes, nas quais os valores de L\* diminuíram também de forma quadrática ao longo da vida útil do produto. Conforme Rodríguez-López et al. (1992), a

modificação nos valores de  $L^*$  é provocada pela retrogradação dos hemopigmentos causada pela luz e oxigênio.

Quanto ao parâmetro  $a^*$  (intensidade de vermelho) observou-se um decréscimo quadrático significativo ( $p < 0,05$ ) nas salsichas de tilápia, variando entre 3,62 (zero dia) a 2,60 (60 dias) ao longo do armazenamento. Já o atributo de cor  $b^*$  (intensidade de amarelo) apresentou uma tendência de acréscimo quadrática em função do tempo, com maior grau aos 60 dias de vida útil, onde a amostra tende a apresentar maior palidez. Amaral (2012), apontou o mesmo comportamento nestes parâmetros em patês, elaborados com carne de ovinos. A autora relacionou esta conduta à intensidade do processo oxidativo que ocorre durante o armazenamento.

De acordo com Selani et al. (2011), a oxidação do pigmento pode estar relacionada com o processo de oxidação lipídica, posto que durante a estocagem dos alimentos, os radicais livres formados a partir dos ácidos graxos podem reagir com os átomos de ferro da mioglobina e assim, alterar a coloração do alimento. Segundo Araújo (2011), os peróxidos (produtos primários da oxidação) ou os produtos secundários de sua degradação podem interagir com as proteínas e aminoácidos formando pigmentos mais escuros. Tal constatação corrobora com os resultados encontrados neste trabalho, visto que a diminuição nos valores médios de  $L^*$  e  $b^*$ , assim como o aumento do valor de  $a^*$ , coincidem com o maior pico de oxidação lipídica (Figura 9), ao final dos 60 dias de armazenamento.

### **3.7 Verificação do perfil de textura instrumental**

As Figuras abaixo apontam que todos os parâmetros da análise de perfil de variância - TPA (dureza, mastigabilidade, elasticidade, coesividade e adesividade), sofreram influência do tempo de armazenamento.

As Figuras de 16 a 20 apresentam a variação de cada parâmetro (TPA) do embutido carne cozido tipo salsicha de tilápia, submetido à temperatura de congelamento a  $-10^{\circ}\text{C}$ . Nota-se nas Figuras 16, 17 e 18 mesmo comportamento dos parâmetros dureza, mastigabilidade e elasticidade em função do tempo de estocagem. Inicialmente a salsicha continha valores médios consideravelmente mais altos que os valores encontrados no final da vida útil do produto analisado.

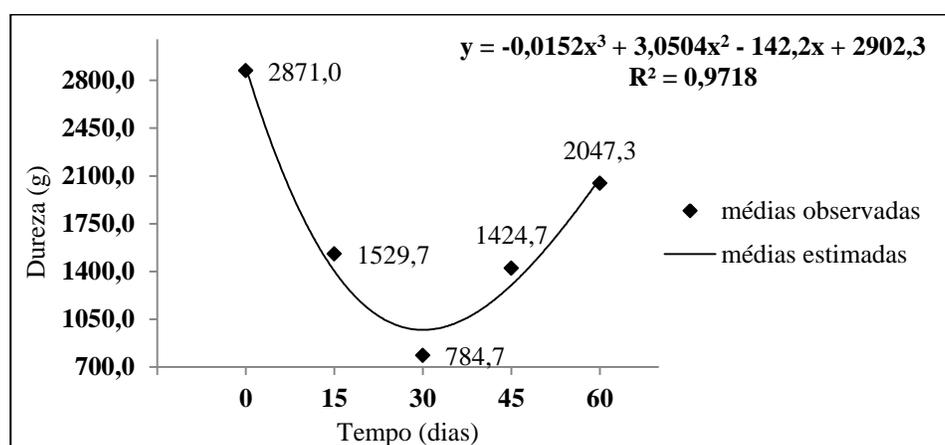


Figura 16 Valores médios do parâmetro dureza da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

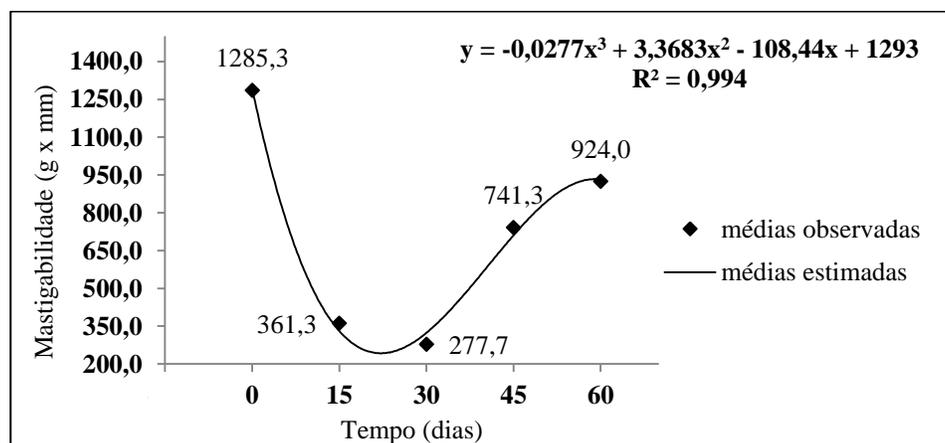


Figura 17 Valores médios do parâmetro mastigabilidade da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

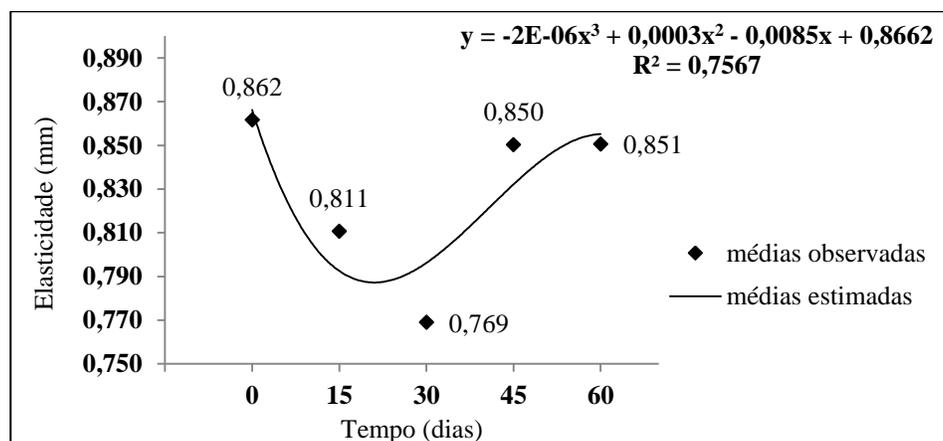


Figura 18 Valores médios do parâmetro elasticidade da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

Observa-se um decréscimo nos valores dos parâmetros dureza, mastigabilidade e elasticidade no decorrer dos primeiros 30 dias, após esse período de tempo ocorreu aumento nos valores médios. De acordo com Fernandez-Lopes et al. (2004) e Fernandez-Ginés et al. (2003), este comportamento pode estar relacionado com o processo de desestabilidade da emulsão devido à separação da água e da gordura da matriz proteica, provocada principalmente pela perda da funcionalidade da proteína e a formação de ligações cruzadas entre elas. Rocha (2013), associa o aumento da intensidade destes parâmetros a uma pequena exsudação da água, o que resulta em produtos de textura mais firme. Resultados semelhantes foram observados por Amaral (2012), em patê de ovinos e por Fernandez-Ginés (2003), em salsichas.

Com base neste contexto, pode-se relacionar o comportamento destes parâmetros (dureza, mastigabilidade e elasticidade) com a Figura 7, na qual constatou-se que o teor de proteína apresentou discreto decréscimo até o 30º dia, seguido de significativa perda em seu conteúdo até o final dos 60 dias. E com a Figura 5, onde é possível verificar uma diminuição no teor de umidade, confirmando assim a influência destes componentes na textura final do produto.

Para o atributo coesividade, a Figura 19 descreve a redução deste parâmetro, que alterou de 0,595 para 0,264.

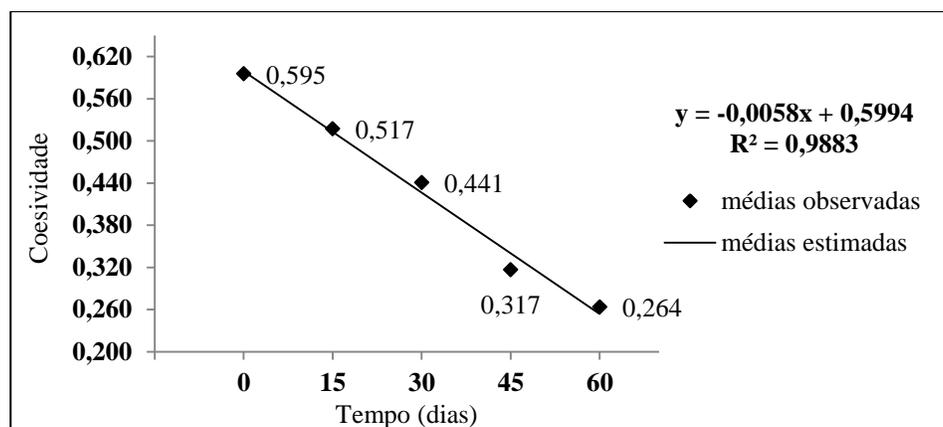


Figura 19 Valores médios do parâmetro coesividade da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

O comportamento da coesividade apresenta relação inversa à adesividade (Figura 20), o que pode ser percebido ao final do acondicionamento. O parâmetro adesividade é uma grandeza negativa, contudo, para melhor entendimento e representação gráfica foi utilizado seu valor absoluto.

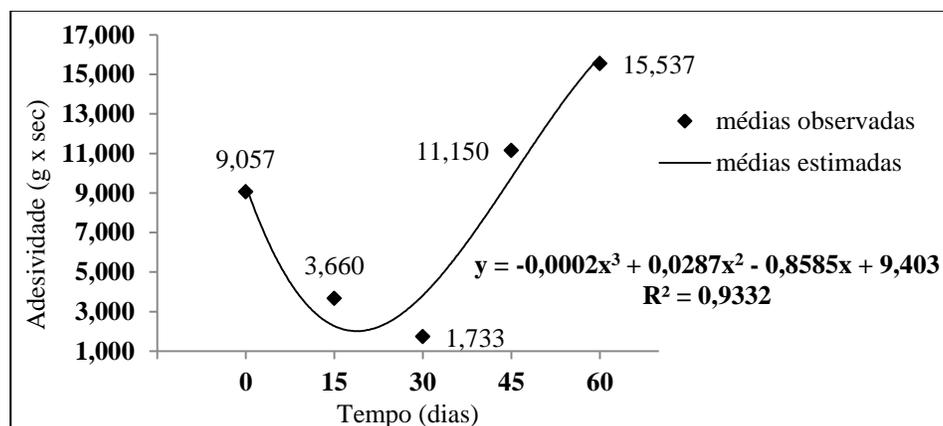


Figura 20 Valores médios do parâmetro adesividade da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

A adesividade do produto, assim como as demais variáveis com exceção da coesividade, apresentou decréscimo nos primeiros 30 dias e aumentou consideravelmente até o final da estocagem. Tal fato pode ser relacionado também à instabilidade proteica e a redução do teor de umidade, com consequente aumento no teor de gordura (Figura 6). Estévez, Ventanas e Cava (2006), evidenciam que emulsões mais estáveis reduzem o teor de gordura na superfície do produto, favorecendo a baixa adesividade. Em efeito contrário a esta afirmação, o valor médio final deste atributo (15,537) pode ter contribuído para uma textura mais pastosa, dado que o produto final apresentou maior teor de gordura (19,43%) em relação aos primeiros dias de armazenamento.

### **3.8 Quantificação do suco exsudado presente na embalagem e avaliação da estabilidade da emulsão**

Os autores Cheftel, Cuq e Lorient (1989), e Kimura e Itokawa (1990), relataram que um maior tempo de armazenamento pode proporcionar uma maior desnaturação proteica, o que contribui com a diminuição da estabilidade da emulsão, perda de exsudado e alguns nutrientes solúveis como os minerais. Esta afirmação comprova o comportamento observado nas variáveis analisadas (proteína e resíduo mineral fixo) da salsicha de tilápia ao longo do congelamento, conforme representado nas Figuras 7 e 8.

Tal comportamento pode ser comprovado através do cálculo do coeficiente de correlação produto-momento ( $-1 \leq r \leq 1$ ) de *Pearson*, o qual quantifica a relação entre as variáveis (RODRIGUES; LEMMA, 2014). Segundo Lira (2004), a correlação é linear perfeita positiva quando  $r=1$ , linear perfeita negativa quando  $r=-1$  e não existe correlação linear entre as variáveis quando  $r=0$ . Os autores Callegari-Jacques (2003), classificaram qualitativamente o coeficiente de correlação linear em: fraca ( $0 \leq |r| \leq 0,30$ );

moderada ( $0,30 \leq |r| \leq 0,60$ ); forte ( $0,60 \leq |r| \leq 0,90$ ); e muito forte ( $0,90 \leq |r| \leq 1,00$ ). Assim sendo, constatou-se que a estabilidade da emulsão apresentou uma correlação muito forte positiva com o teor de proteína ( $r = 0,9591$ ) e com o teor de cinzas ( $r = 0,9934$ ), indicando que quanto maior o conteúdo destas substâncias presente na salsicha de tilápia melhor a estabilidade da emulsão. No entanto, a quantificação de suco exsudado apresentou uma correlação muito forte negativa com os teores de proteína ( $r = -0,9777$ ) e cinzas ( $r = -0,9519$ ), mostrando que quanto maior a porcentagem de suco exsudado presente na embalagem da salsicha de tilápia menor o conteúdo destas variáveis.

As Figuras 21 e 22 representam a variação da avaliação da estabilidade da emulsão e a quantificação do suco exsudado presente na embalagem, nesta ordem, da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento.

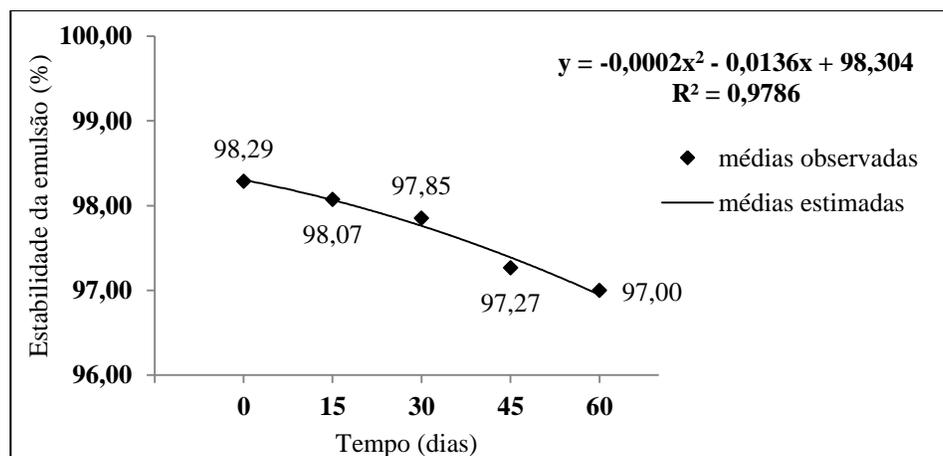


Figura 21 Valores médios da estabilidade da emulsão da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

Nota-se que houve um decréscimo quadrático para a estabilidade da emulsão (Figura 21) com um conseqüente aumento quadrático na porcentagem de suco exsudado (Figura 22) das salsichas.

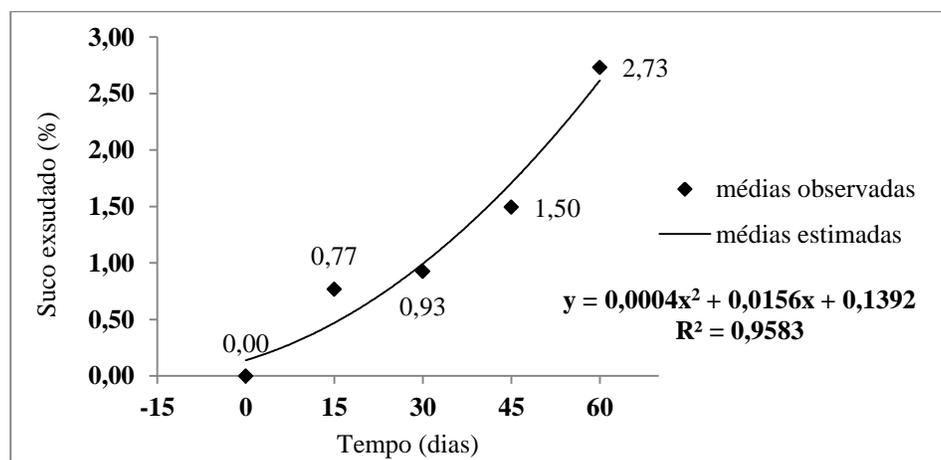


Figura 22 Valores médios do suco exsudado da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

O produto apresentou 98,29% de estabilidade no início do congelamento e 97% ao final da vida útil. Para o líquido exsudado considerou-se 0% no dia zero e ao final da estocagem quantificaram-se 2,73% em relação ao peso da salsicha. Determinou-se uma correlação muito forte negativa produto-momento de *Pearson* ( $r = -0,9542$ ) entre estes dois parâmetros, apontando que quanto maior o suco exsudado presente na embalagem da salsicha de tilápia menor a estabilidade da emulsão.

Pereira (2010), trabalhando com salsichas elaboradas com carne mecanicamente separada de aves, determinou a estabilidade média de emulsão inicial do produto em 97,87%. Valor este próximo ao observado neste trabalho em 30 dias de vida útil. Trindade et al. (2008), verificou a porcentagem de líquido exsudado termicamente em emulsão igual a 2,59, valor semelhante ao encontrado em 60 dias de vida útil da salsicha de tilápia.

Em estudos com salsichas elaboradas com CMS de frango, Yamada et al. (2010), avaliaram a estabilidade da emulsão e quantificaram o suco exsudado do produto embalado a vácuo e armazenado. Os autores determinaram

estabilidade média de 98,6% e valor médio de 0,4% de líquido exsudado no interior da embalagem, após 30 dias de estocagem.

Conforme Pedroso e Demiate (2008), a perda de água ou material solúvel durante o processamento de um produto cárneo é importante do ponto de vista tecnológico, sensorial e econômico. Esta perda pode gerar acúmulo de líquidos em embalagens, causando má impressão ao consumidor.

### 3.9 Qualidade microbiológica das salsichas

Na Tabela 4 estão representados os critérios e os resultados encontrados para as análises microbiológicas. A qualidade microbiológica da salsicha submetida ao armazenamento a  $-10^{\circ}\text{C}$  foi verificada a cada 15 dias. Nestes períodos realizaram-se as análises preconizadas pela Resolução – RCD n° 12, de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001), para produtos à base de pescados: Coliformes a  $45^{\circ}\text{C}$ , *Staphylococcus coagulase* positiva e *Salmonella* sp, além das análises para a contagem dos microrganismos aeróbios mesófilos, coliformes a  $35^{\circ}\text{C}$ , e fungos filamentosos e leveduras.

Tabela 4 Padrão microbiológico da salsicha de tilápia durante o tempo de armazenamento a  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Análises	<i>Staphylococcus coagulase</i> positiva (UFC g <sup>-1</sup> )	<i>Salmonella</i> sp. (UFC g <sup>-1</sup> )	Coliformes 35 e 45°C (NMP g <sup>-1</sup> )	Fungos e leveduras (UFC g <sup>-1</sup> )	Mesófilos aeróbios (UFC g <sup>-1</sup> )
Limite	3 x 10 <sup>3</sup> (1)	Ausente(1)	10 <sup>3</sup> (1)	--(2)	--
0 dia	Negativo	Ausente	<10 <sup>3</sup> (3)	1x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>
15 dias	Negativo	Ausente	<10*	2x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>
30 dias	Negativo	Ausente	<10*	2x10 <sup>-2</sup>	1x10 <sup>-2</sup>
45 dias	Negativo	Ausente	<10*	4x10 <sup>-2</sup>	9x10 <sup>-2</sup>
60 dias	Negativo	Ausente	<10*	4x10 <sup>-2</sup>	9x10 <sup>-2</sup>

(1) Resolução RDC n.12 (ANVISA, 2001), (2) -- Sem limite estabelecido pela legislação,

(3)\* Valor estimado, pois não foram encontradas colônias nas diluições (10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup> e 10<sup>-3</sup>)

As contagens de *Staphylococcus coagulase* positiva, e coliformes a 35°C e 45°C permaneceram dentro do permitido estabelecido pela legislação no decorrer da vida útil do produto, assim como foi constatado ausência de *Salmonella* sp. nos dias analisados (0, 15, 30, 45 e 60).

Nota-se que houve aumento na contagem dos microrganismos mesófilos aeróbios de  $1 \times 10^{-2}$  UFC/g para  $4 \times 10^{-2}$  UFC/g, e na contagem de fungos filamentosos e leveduras de  $1 \times 10^{-2}$  UFC/g para  $9 \times 10^{-2}$  UFC/g, como observado no primeiro dia e após 60 dias, respectivamente. A legislação brasileira vigente, RDC n.º 12/2001, não especifica limites de tolerância para a contagem destes microrganismos. Contudo, os valores encontrados, neste estudo, podem ser considerados baixos, pois Forsythe (2005), sugere como limite máximo, para alimentos cozidos, uma contagem de  $10^6$  UFC/g para aeróbios mesófilos e de  $5 \times 10^2$  UFC/g para fungos e leveduras. A elevação na contagem dos microrganismos deteriorantes justifica o aumento mais acentuado do pH, a partir de 30 dias de armazenagem, como representado na Figura 12.

A excelente qualidade microbiológica apresentada pela salsicha de tilápia, durante todo o tempo de estocagem, pode ser relacionada ao efeito combinado entre: o tratamento térmico, o qual elimina as formas vegetativas; o uso do sal (NaCl) que reduz a atividade de água e inibe o crescimento de microrganismos; e a adição do nitrito (sal de cura) que atua inibindo o crescimento de bactérias anaeróbicas e impedindo a germinação dos esporos (SANTOS et al., 2005; HONIKEL, 2008; SEBRANEK, BACUS, 2007). Somada a estes fatores a aplicação de boas práticas de fabricação (BPF) durante todo o processamento (obtenção e processamento das matérias-primas, elaboração da salsicha e armazenamento a baixas temperaturas) foi essencial para a segurança microbiológica do produto final.

Resultados semelhantes foram encontrados por Amaral (2012) em patês de carne ovina, o qual não verificou alteração microbiológica em 90 dias de

armazenagem, e Bartolomeu (2011), em embutido defumado tipo “mortadela” elaborado com CMS de tilápia do Nilo, o qual assegurou a estabilidade microbiológica do produto durante o período de 30 dias de estocagem.

### 3.10 Análise sensorial: teste de aceitação ao final do armazenamento

As notas médias atribuídas pelos provadores no teste de aceitação estão representadas na Tabela 5.

Tabela 5 Médias das notas atribuídas pelos provadores para os atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global da salsicha de tilápia e desvio padrão, após armazenamento.

Amostra Tempo	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global
0 dia	7,50±0,79	7,42±0,97	7,58±0,99	7,56±0,97	7,54±0,91
15 dias	7,42±1,03	7,34±0,82	7,40±1,07	7,38±1,03	7,32±0,94
30 dias	7,40±0,76	7,28±1,01	7,38±0,78	7,36±0,85	7,30±0,81
45 dias	7,02±0,84	7,24±0,89	7,18±1,29	6,88±1,83	7,00±1,37
60 dias	7,00±0,86	7,12±0,92	6,94±1,43	6,66±1,45	6,84±1,40

Em geral, os valores médios situaram-se na escala hedônica (9 pontos) entre gostei moderadamente e gostei muito. As amostras com 45 dias e 60 dias de armazenamento apresentaram notas entre gostei ligeiramente e gostei muito. Sendo assim, não se verificou rejeição do produto, pois de acordo com Rocha (2013), escores acima de 6 indicam “gostar do produto”.

O tempo de estocagem não influenciou ( $p>0,05$ ) os atributos sensoriais aroma e sabor. Já os atributos cor, textura e impressão global decresceram linearmente ( $p<0,05$ ) ao longo dos 60 dias de congelamento.

Na Figura 23, pode-se observar o comportamento linear do atributo sensorial cor.

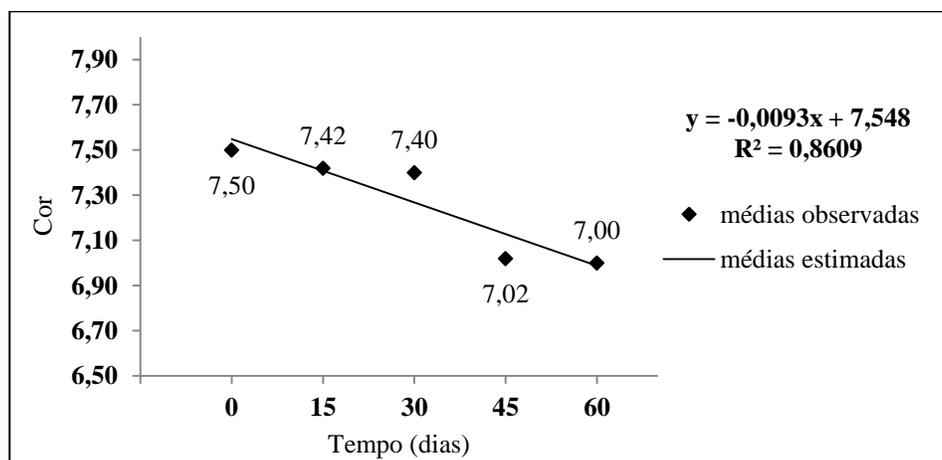


Figura 23 Valores médios do atributo sensorial cor da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

Pode-se associar o decréscimo na nota do atributo cor à diminuição quadrática do parâmetro  $L^*$  (luminosidade) e da intensidade de vermelho ( $a^*$ ), assim como ao aumento quadrático do parâmetro  $b^*$  (intensidade de amarelo), como demonstrado nas Figuras 13, 14 e 15, respectivamente. Esta afirmação condiz com os valores encontrados para o coeficiente de produto-momento de *Pearson*, uma vez que foi determinada uma correlação linear muito forte positiva ( $r = 0,9290$ ) e uma correlação linear forte positiva ( $r = 0,8455$ ) entre o atributo de cor e os parâmetros  $L^*$  e  $a^*$ , nesta ordem. Tal resultado indica que quanto menor a luminosidade e intensidade de vermelho encontrado no produto final menor a aceitação deste em relação a sua coloração. Já para o parâmetro  $b^*$ , foi apontado que quanto maior a intensidade de amarelo da salsicha de tilápia menor será sua aceitação por parte dos consumidores, visto que houve uma correlação forte negativa ( $r = -0,8989$ ).

Na prática, observou-se que o produto apresentou leve escurecimento no final do armazenamento (45 e 60 dias), conforme demonstrado na Figura 24, logo abaixo. Este escurecimento contribuiu para a menor nota deste atributo nos últimos dias de armazenamento, variando de (7,50 para 7,00).

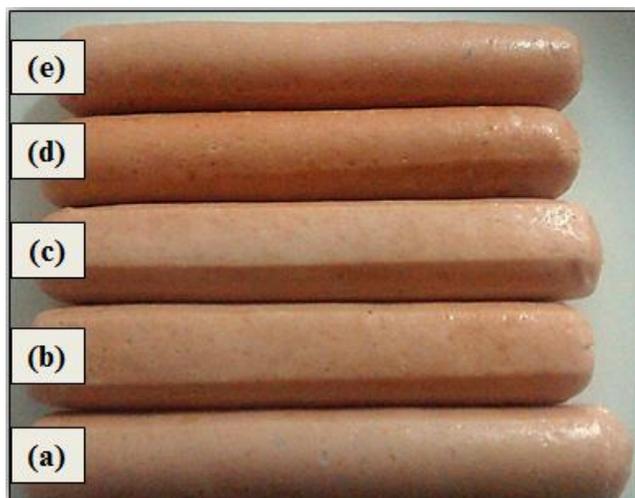


Figura 24 Amostras das salsichas de tilápia em cada tempo de armazenamento: (a) zero dia; (b) 15 dias; (c) 30 dias; (d) 45 dias; e (e) 60 dias

A Figura 25 demonstra a variação dos resultados, decréscimo linear, para o atributo textura.

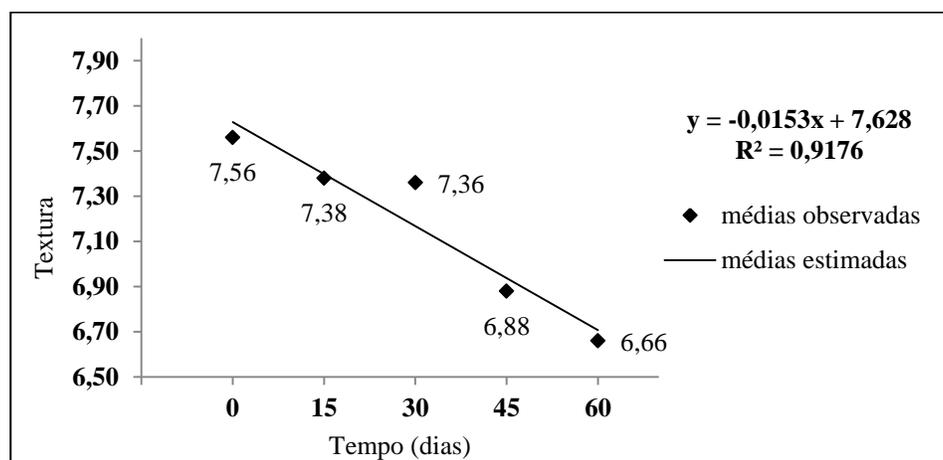


Figura 25 Valores médios do atributo sensorial textura da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

Para o atributo textura acredita-se que o aumento quadrático no componente centesimal extrato etéreo (Figura 6), com conseqüente aumento da

adiposidade (Figura 20), contribuiu para a menor tendência de aceitação da salsicha de tilápia, no final da vida útil. Verificou-se uma forte correlação linear negativa ( $r = -0,8947$ ) entre o componente extrato etéreo e o atributo textura, confirmando que quanto maior a porcentagem final de gordura menor a aceitação do produto por parte dos provadores. Pode-se notar visualmente que o embutido cárneo apresentou-se mais pastoso, com a textura menos firme, o que dificultou seu fatiamento.

A Figura 26 elucida o comportamento do atributo impressão global, o qual apresentou decréscimo linear.

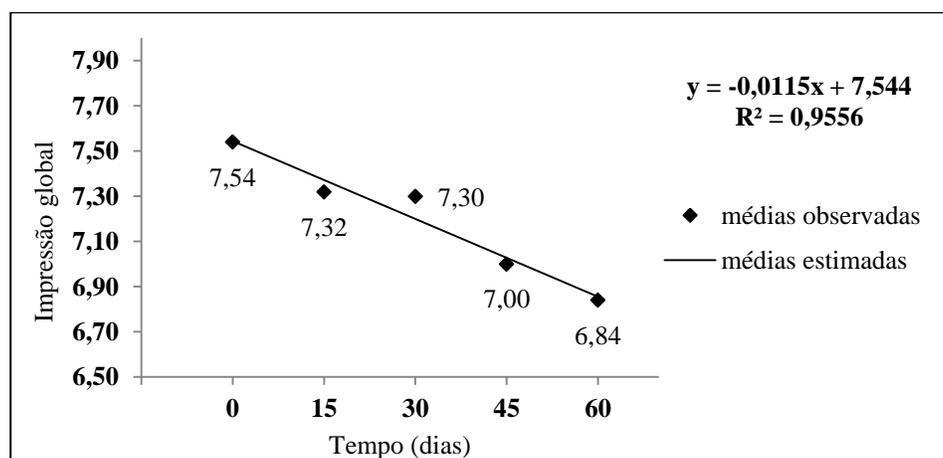


Figura 26 Valores médios do atributo sensorial impressão global da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

A fim de avaliar a aceitação global das amostras levando-se em consideração a opinião de cada provador e, ainda, correlacionar esta preferência com os dados das análises químicas e tecnológicas, realizou-se a análise multivariada denominada de Mapa de Preferência Externo (MPE). No MPE (Figura 27) os dois primeiros componentes principais PC1 (61,78%) e PC2 (34,40%) acumularam 96,18% da variância explicada.

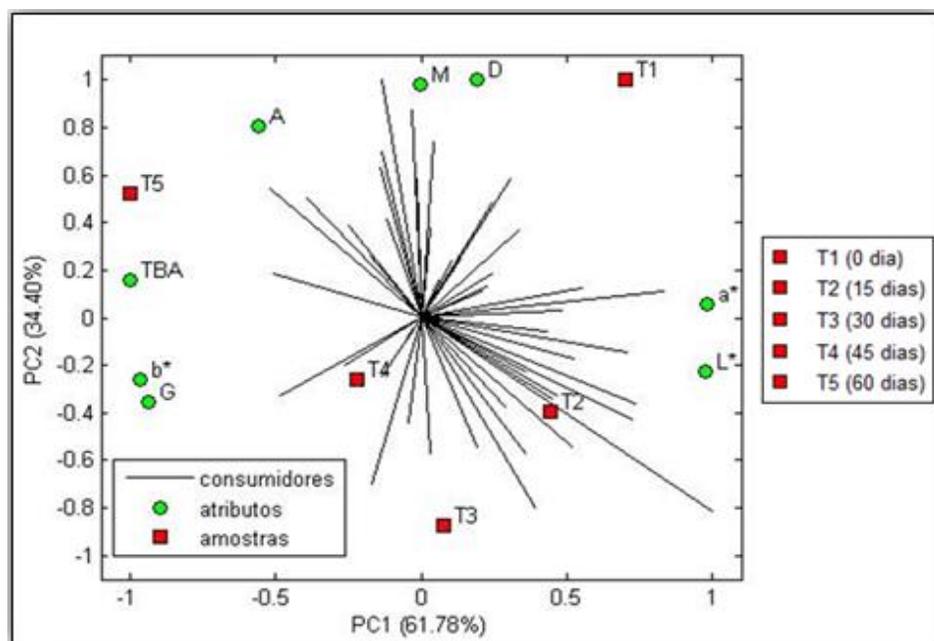


Figura 27 Mapa de preferência externo para o atributo impressão global da salsicha de tilápia, durante armazenamento, correlacionado com os parâmetros químicos e tecnológicos determinados: cor instrumental - L\* (luminosidade), a\* (intensidade de vermelho) e b\* (intensidade de amarelo); perfil de textura - D (dureza); M (mastigabilidade) e A (adesividade); componentes químicos - G (gordura) e TBA (oxidação lipídica)

A separação espacial das amostras, plotada sobre o mapa de preferência, sugere a existência de três grupos distintos em relação ao atributo impressão global. O primeiro pode ser representado pela amostra T1 (0 dia), o qual apresentou uma tendência a maior aceitação por parte dos provadores, uma vez que está situado em uma região com elevada concentração de vetores. Um segundo grupo composto pelas amostras T2 (15 dias) e T3 (30 dias), e um terceiro grupo representado pelas amostras T4 (45 dias) e T5 (60 dias). Estima-se que este último, por estar localizado em região de maior dispersão dos vetores, apresentou menor aceitação para este atributo.

De acordo com o MPE, a distribuição espacial das amostras T1 e das amostras do segundo grupo (T2 e T3) foi influenciada pela intensidade de

vermelho ( $a^*$ ) e  $L^*$  (luminosidade). Já a distribuição das amostras T1 e o terceiro grupo (T4 e T5) apresentaram-se sob influência dos parâmetros físicos D (dureza), M (mastigabilidade) e A (adesividade). O terceiro grupo (T4 e T5) é também influenciado pelo parâmetro  $b^*$  (intensidade de amarelo) e pelos componentes químicos: G (gordura) e TBA (quantificação da oxidação lipídica). Nota-se que estes parâmetros estudados foram correlacionados, tanto positivamente quanto negativamente, uma vez que se deve observar as duas extremidades dos vetores.

Estes resultados extraídos do mapa de preferência externo (MPE) concordam com aqueles obtidos pela representação gráfica dos modelos de regressão, visto que as amostras apresentaram acréscimo ou decréscimo significativo ( $p < 0,05$ ) em função dos atributos que as influenciaram diretamente.

### **3.11 Determinação da vida útil da salsicha de tilápia**

Diante dos resultados, pode-se determinar a vida útil do embutido cárneo cozido tipo salsicha de tilápia em sessenta dias, visto que até o final do armazenamento o produto apresentou-se apto para o consumo humano, em termos de qualidade microbiológica, nutricional e sensorial.

O fator determinante para o fim da vida útil foi o componente centesimal proteína bruta, visto que, aos 60 dias de armazenamento a  $-10^{\circ}\text{C}$ , obteve-se um conteúdo remanescente de 12,57%. Este valor mostrou-se bem próximo ao mínimo estabelecido (12%) pela legislação brasileira (BRASIL, 2000), para embutidos cárneos cozidos tipo salsicha elaboradas com carnes de animais de açougue. Portanto, limitou-se a vida útil do produto final, salsicha de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em 60 dias de estocagem.

Oliveira Filho (2010), estabeleceu 40 dias de vida útil para embutidos formulados com CMS de tilápia. Já Bartolomeu (2011), em estudos com

mortadelas elaboradas com polpa de tilápia e Minozzo (2010), em pesquisas com patês de tilápia, verificaram estabilidade dos produtos durante 30 dias.

Com base em todos os resultados apresentados para as análises químicas, físicas, físico-químicas e avaliação sensorial, o modelo de regressão escolhido pode ser considerado plausível para explicar a variação dos parâmetros estudados. Visto que, segundo Ferreira (2000), os modelos apresentaram todas as características desejáveis de um modelo ajustado: I) desvio não significativo; II) todos os termos do modelo, explicando uma fração significativa ( $p < 0,05$ ) da variação total da variável dependente; e III) elevado valor de coeficiente de variação ( $R^2$ ) maior que 70%.

#### 4 CONCLUSÃO

Verificou-se que o tempo de armazenamento exerceu influência significativa nas características químicas (composição centesimal, conteúdo mineral e oxidação lipídica), físicas (variáveis da cor, parâmetros de textura, estabilidade da emulsão e presença de suco exsudado na embalagem), e no pH do produto final. Contudo, a qualidade nutricional e microbiológica da salsicha de tilápia foi mantida dentro do estabelecido pela legislação brasileira vigente, ao longo dos sessenta dias de estocagem.

A aceitação do produto não foi comprometida pelo período de armazenamento, embora o tempo tenha ocasionado modificações nos atributos cor, textura e impressão global. No entanto, a qualidade sensorial da salsicha continuou sendo aprovada pelos consumidores.

Limitou-se a vida útil do produto final com base no conteúdo remanescente de proteína bruta, que se apresentou bem próximo ao mínimo estabelecido pela legislação. Deste modo, diante dos resultados apresentados, pode-se garantir a vida útil do embutido cárneo tipo salsicha de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), desenvolvido neste estudo, em 60 dias de armazenamento a -10°C.

## REFERÊNCIAS

AL-KAHTANI, H. A.; ABUTARBOUSH, H. M.; BAJABER, A. S.; ATIA, M.; ABOU-ARAB, A. A.; EL-MOJADDIDI, M. A. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in tilapia and spanish mackerel. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 4, p. 729-733, 1996.

AMARAL, D. S. **Qualidade e vida de prateleira de patê elaborado com subprodutos comestíveis do abate de ovinos**. 2012. 124 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos, revogando a Portaria SVS/MS 451, de 19 de setembro de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2001. Disponível em: <<http://goo.gl/YI4uzr>>. Acesso em: 04 dez. 2014.

AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 17 ed. Washington, DC: Association of Analytical Communities, 2000. 570 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2011. 601 p.

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 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa, n. 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, 5 abr. 2000. Disponível em: <<http://goo.gl/22hg22>>. Acesso em: 25 out. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 set. 2003. Seção 1, p.14. Disponível em: <<http://goo.gl/faEqTR>>. Acesso em: 24 nov. 2014.

BRASIL. Presidência da República. Decreto Federal nº 1.255 de 25 de junho de 1962. Altera Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952, que aprovou o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 4 jul. 1962. Seção I. Parte I. Disponível em: <<http://goo.gl/qqQLih>>. Acesso em: 25 out. 2014.

CÁCERES, E.; GARCÍA, M. L.; SELGAS, M. D. Effect of pre-emulsified fish oil – as source of PUFA n<sub>3</sub> – on microstructure and sensory properties of mortadella, a Spanish bologna-type sausage. **Meat Science**, Barking, v. 80, p.183-193, 2008.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255p.

CARMO, J. R. **Qualidade de silagens ácidas de resíduos da filetagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*) elaboradas com ácidos orgânicos**. 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

CARVALHO FILHO, E. V. **Caracterização da carne de avestruz (*Struthio camelus*) e desenvolvimento de embutido emulsificado defumado (mortadela)**. 2011. 107 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

CASAROTTO, J. **Uso de antioxidantes naturais na preservação do estado oxidativo de salsichas**. 2013. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

CHÁVEZ-SERVÍN, J. L.; CASTELLOTE, A. I.; LÓPEZ-SABATER, C. Volatile compounds and fatty acid profiles in commercial milkbased infant formulae by static headspace gas chromatography: Evolution after opening the packet. **Food Chemistry**, London, v. 107, n. 1, p. 558-569, 2008.

CHEFTEL, J. C., CUQ, J. L., LORIENT, D. **Proteínas alimentarias:** bioquímica-propiedades funcionales-valor nutritivo-modificaciones químicas. Zaragoza : Acribia, 1986. 346 p.

CIE. Comission Internationale D'le Ecleraige. **Colorimetry**. 2. ed. Vienna: CIE Central Bureau, 1986.

CLAUS, J. R.; KASTNER, C. L.; KROPF, D. H. Low fat, high added water bologna effects of massing, pre-blending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n. 2, p. 338-345, 1990.

COSTA, D. P. S.; ROMANELLI, P. F.; TRABUCO, E. Aproveitamento de vísceras não comestíveis de aves para elaboração de farinha de carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 746-752, 2008.

DAS, A. K.; ANJANEYULU, A. S. R.; GADEKAR, Y. P.; SINGH, R. P. PRAGATI, H. Effect of full-fat soy paste and textured soy granules o quality and shelf-life of goat meat muggets in frozen storage. **Meat Science**, Barking, v. 80, n. 3, p. 607-614, 2008.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. Diet and cardiovascular disease. **Meat Science**, London, v. 42, p. 443-456, 1984.

ESTÉVEZ, M.; VENTANAS, S.; CAVA, R. Effect of natural and synthetic antioxidants on protein oxidation and colour and texture changes in refrigerated stored porcine liver patê. **Meat Science**, Barking, v. 74, p. 396-403, 2006.

FERNÁNDEZ-GINÉS, J. M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, M. E.; SENDRA, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Effects of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fiber. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, p. 710-715, 2003.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, M. E.; SENDRA, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Quality characteristics of ostrich liver pâté. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 69, n. 2, snq85-snq91, 2004.

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

FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.4, Build 80. Lavras-MG: UFLA, 2010.

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**, Baltimore, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

GONÇALVES A. A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011. 608 p.

GUERREIRO, L. **Dossiê Técnico: produção de salsicha**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006. 42 p.

HILDEBRAND, M. **Análise da estrutura dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1995. 700 p.

HONIKEL, K. O. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. **Meat Science**, Barking, v. 78, p. 68-76, 2008.

KIMURA, M., ITOKAWA, Y. Cooking losses of minerals in foods and its nutritional significance. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, Tokyo, v. 36, n. 4-Supplementl, p. S25-S33, 1990.

KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. 2007. 102 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

KONDO, H. **Uso de carne ácida de peito de peru em embutido: impacto da formulação nas características tecnológicas do produto**. 51 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Londrina, 2014.

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

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

MINOZZO, M.G. **Elaboração de patê cremoso a partir de filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MOHAN, C. O.; RAVISHANKAR, C. N.; SRINIVASAGOPAL, K. Effect of O<sub>2</sub> scavenger on the shelf-life of catfish (*Pangasius sutchi*) steaks during chilled storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture.**, London, v. 88, n. 3, p. 442-448, 2008.

MOREIRA, R. T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (*Oreochromis niloticus* L.) estabilizado com hidrocolóides**. 2005. 156 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MORRISON, G. S.; WEBB, N. B.; BLUMER, T. N.; IVEY, F. J.; HAQ, A. Relationship between composition and stability of sausage-type emulsions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 36, n. 3, p. 426-430, 1971.

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

MURPHY, S. C.; GILROY, D.; KERRY, J. F.; BUCKLEY, D. J.; KERRY, J. P. Evaluation of surimi, fat and water content in a low/no added pork sausage formulation using response surface methodology. **Meat Science**, Barking, v. 66, n. 3, p. 689-701, 2004.

NASCIMENTO, R.; CAMPAGNOL, P. C. B.; MONTEIRO, E. S.; POLLONIO, M. A. R. Substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio: influência sobre as características físico-químicas e sensoriais de salsichas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 297-302, 2007.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo**. 2009. 115 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; NETTO, F. M.; RAMOS, K. K.; TRINDADE, M. A. VIEGAS, E. M. M. Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. **Braz. arch. biol. technol.**, Curitiba, v. 53, n. 6, 2010.

OLIVO, R. Alterações oxidativas em produtos cárneos. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006. p. 155-163.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de alimentos:** alimentos de origem de animal. Porto Alegre: Artmed, v. 2, 2005. 279 p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne.** 2. ed. rev. ampl. Goiânia: Ed. UFG, v. 2, 2007. 1150 p.

PEDROSO, Ricardo Alexandre; DEMIATE, Ivo Mottin. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 24-31, 2008.

PEREIRA, A. G. T. **Uso de carne mecanicamente separada de aves e fibra de colágeno na elaboração de salsichas.** 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PINHEIRO A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 3, p. 199-201, 2013.

RAMOS, E. M. **Emulsão cárnea:** processamento. Lavras: UFLA, 2013. (Notas de aula). Disponível em: <<http://goo.gl/VHyhsE>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

RICHARDS, M. P.; HULTIN, H. O. Contributions of blood components to lipid oxidation in fish muscle. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, Washington, v. 50, n. 3, p. 555-564, 2002.

ROCHA, L. O. F. **Utilização de soro lácteo, goma xantana e amido modificado na elaboração de doce de leite com café.** 2013. 204 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

RODRIGUES, M. I.; LEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 3ª ed. rev. Campinas, SP: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2014. 358 p.

RODRÍGUEZ-LÓPEZ, A.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A.; SAYAS-BARBERÁ, M. E.; PAGÁN-MORENO, M. J.; GAGO-GAGO, M. A.; ARANDA-CATALÁ, V. **Colour and colour stability of dry-cured ham**. In: INTERNATIONAL CONGRESS MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 38., 1992, Clermont-Ferrand. **Anais...** France: Clermont Ferrand, v. 3, p. 583-586. 1992.

SABATAKOU, O. Classification of Greek meat products on the basis of pH and Aw values. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 18, n. 8, p. 91-95, 2001.

SANTOS, B. A. **Reformulação de produto cárneo fermentado cozido: redução de gordura e sódio**. 2011. 122 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

SANTOS, N. M.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N.; MADRUGA, M. S.; GONZAGA NETO, S. Caracterização dos componentes comestíveis não constituintes da carcaça de caprinos e ovinos. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 26, n. 2, p. 77-85, 2005.

SELANI, M. M; CONTRERAS-CASTILLO, C. J.; SHIRAHIGUE, L. D.; GALLO, C. R.; PLATA-OVIEDO, M.; MONTES-VILLANUEVA, N. D. Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. **Food Chemistry**, Oxford, v. 135, n. 3, p. 1383-1390, 2012.

SEPRANEK, J. G.; BACUS, J. N. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? **Meat Science**, Barking, v. 77, p. 136-147, 2007.

STEELE, R. **Understanding and measuring the shelf of food**. Boca Raton: CRC Press, 2004.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3 ed. London: Elsevier Academic Press, 2004. 377 p.

SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 28, n. 4, p. 385-389, 1963.

TARLADGIS, B. G.; WATTS, B. M.; YOUNATHAN, M. T.; GUGAN, L. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **J. American Oil Chemists Society**, Champaign, v. 37, n. 1, p. 44-48, 1960.

TRINDADE, M. A.; NUNES, T. P. CONTRERAS-CASTILHO, C. J. FELÍCIO, P. E. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a -18°C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 160-168, 2008.

VOGEL, C. C.; PAZUCH, C. M.; SARMENTO, C. M. P.; BACK, L. SECCO, T. H. Desenvolvimento de salsicha com teor de sódio reduzido (sal light). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 13, n. 3, edição especial, p. 305-316, 2011.

WIRTH, F. Reducing the fat and sodium content of meat products. **Fleischwirtsch**, Frankfurt, v. 71, n. 3, p. 294-297, 1991.

YAMADA, E. A.; CIPOLLI, K. M. A. V. B.; HARADA, M. M.; SGARBIERI, V. C. Utilização de extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.) de destilaria de álcool em salsicha. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 197-204, 2010.

## ANEXOS

<b>PESQUISA DE MERCADO</b>	
<b>PRODUTO: SALSICHA DE TILÁPIA</b>	
1) VOCÊ CONSOME PEIXE?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
2) VOCÊ CONSOME EMBUTIDO TIPO SALSICHA?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
3) COM QUE FREQUÊNCIA CONSOME EMBUTIDO TIPO SALSICHA?	<input type="checkbox"/> Diariamente <input type="checkbox"/> 3 vezes por semana <input type="checkbox"/> 2 vezes por semana <input type="checkbox"/> 1 vez por semana <input type="checkbox"/> 2 vezes por mês <input type="checkbox"/> 1 vez por mês <input type="checkbox"/> Menos de 1 vez por mês <input type="checkbox"/> Não consumo
4) VOCÊ COMPRARIA/CONSUMIRIA ESSE NOVO PRODUTO (EMBUTIDO TIPO SALSICHA DE TILÁPIA)?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
5) O QUE TE LEVARIA A COMPRAR/CONSUMIR O NOVO PRODUTO (EMBUTIDO TIPO SALSICHA DE TILÁPIA)?	<input type="checkbox"/> Sabor <input type="checkbox"/> Odor <input type="checkbox"/> Cor <input type="checkbox"/> Textura <input type="checkbox"/> Praticidade <input type="checkbox"/> Qualidade nutricional <input type="checkbox"/> Consumo apenas carne de peixe
6) VOCÊ TERIA PREFERÊNCIA PELO NOVO PRODUTO AO INVÉS (EMBUTIDO TIPO SALSICHA DE TILÁPIA) DAS SALSICHAS TRADICIONAIS?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
7) VOCÊ CONSUMIRIA ESSE NOVO PRODUTO (EMBUTIDO TIPO SALSICHA DE TILÁPIA):	<input type="checkbox"/> Tingido na parte externa <input type="checkbox"/> Sem tingimento na parte externa
8) SEXO:	<input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino
9) IDADE:	<input type="checkbox"/> 18-20 anos <input type="checkbox"/> 21-30 anos <input type="checkbox"/> 31-40 anos <input type="checkbox"/> 41-50 anos <input type="checkbox"/> 51-60 anos <input type="checkbox"/> Acima de 60 anos
10) 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

Figura 1A Questionário aplicado para a realização da pesquisa de mercado

<b>FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL</b>						
Nome: _____						
Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino.			Data: ___/___/_____.			
Faixa etária: ( ) 18-20 anos; ( ) 21-30 anos; ( ) 31-40 anos; ( ) acima de 40 anos;						
Com que frequência você consome peixe:						
( ) Diariamente;		( ) 2x por semana;		( ) 1x por semana;		
( ) 2x por mês;		( ) 1x por mês;		( ) menos de 1x por mês;		
Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e avalie, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou de cada uma delas. Lave a boca com água entre uma amostra e outra.						
9 - Gostei extremamente	Nº					Impressão
8 - Gostei muito	Amostra	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Global
7 - Gostei moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
6 - Gostei ligeiramente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
5 - Nem gostei/nem desgostei	_____	_____	_____	_____	_____	_____
4 - Desgostei ligeiramente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3 - Desgostei moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2 - Desgostei muito	_____	_____	_____	_____	_____	_____
1 - Desgostei extremamente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Agora avalie, de acordo com a escala abaixo, a intenção de compra para cada amostra.						
	Nº	Intenção de				
	Amostra	Compra				
5 - Certamente compraria	_____	_____				
4 - Provavelmente compraria	_____	_____				
3 - Tenho dúvidas se compraria	_____	_____				
2 - Provavelmente não compraria	_____	_____				
1 - Certamente não compraria	_____	_____				
<b>ESTA PRÓXIMA ETAPA DEVERÁ SER FEITA FORA DA CABINE.</b>						
<b>FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL</b>						
Avalie, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou de cada das amostras.						
9 - Gostei extremamente	Nº					Impressão
8 - Gostei muito	Amostra	Cor				
7 - Gostei moderadamente	_____	_____				
6 - Gostei ligeiramente	_____	_____				
5 - Nem gostei/nem desgostei	_____	_____				
4 - Desgostei ligeiramente	_____	_____				
3 - Desgostei moderadamente	_____	_____				
2 - Desgostei muito	_____	_____				
1 - Desgostei extremamente	_____	_____				

Figura 2A Ficha utilizada na realização da análise sensorial das diferentes formulações de salsicha de tilápia

**FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL**

Nome: \_\_\_\_\_.

Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino. Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_.

Faixa etária: ( ) 18-20 anos; ( ) 21-30 anos; ( ) 31-40 anos; ( ) acima de 40 anos;

Com que frequência você consome peixe:

( ) Diariamente; ( ) 2x por semana; ( ) 1x por semana;  
 ( ) 2x por mês; ( ) 1x por mês; ( ) menos de 1x por mês;

Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e avalie, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou de cada uma delas. Lave a boca com água entre uma amostra e outra.

	Nº					
	Amostra	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
9 – Gostei extremamente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
8 – Gostei muito	_____	_____	_____	_____	_____	_____
7 – Gostei moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
6 – Gostei ligeiramente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
5 – Nem gostei/nem desgostei	_____	_____	_____	_____	_____	_____
4 – Desgostei ligeiramente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3 – Desgostei moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2 – Desgostei muito	_____	_____	_____	_____	_____	_____
1 – Desgostei extremamente	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Figura 3A Ficha utilizada na realização da análise sensorial da salsicha de tilápia após armazenamento

Tabela 1A Resumo da análise de variância para os componentes centesimais das diferentes formulações da salsicha de tilápia

FV	GL	Quadrados médios			
		Umidade (%)	Extrato Etéreo (%)	Proteína (%)	Resíduo Mineral (%)
Tratamento	4	42,321577*	81,878023*	21,379617*	0,220623*
Erro	10	0,031707	0,189347	0,289873	0,010220
CV (%)		0,28	3,42	2,87	3,04
Média Geral		64,2486667	12,7340000	18,7900000	3,3226667

\*Significativo a 1% de probabilidade (P&lt;0,01)

Tabela 2A Resumo da análise de variância para o conteúdo de malonaldeído das diferentes formulações da salsicha de tilápia

FV	GL	Quadrados médios
		Malonaldeído (mgMDA/kg de amostra)
Tratamento	4	0,001725*
Erro	10	0,000053
CV (%)		4,02
Média Geral		0,1805667

\*Significativo a 1% de probabilidade (P&lt;0,01)

Tabela 3A Resumo da análise de variância para o conteúdo mineral (cálcio e fósforo) das diferentes formulações da salsicha de tilápia

FV	GL	Quadrados médios	
		Cálcio	Fósforo
Tratamento	4	1,661431*	0,001532*
Erro	10	0,000012	0,000023
CV (%)		0,60	1,76
Média Geral		0,5903333	0,2703333

\*Significativo a 1% de probabilidade (P&lt;0,01)

Tabela 4A Resumo da análise de variância para as variáveis pH e atividade de água das diferentes formulações da salsicha de tilápia

FV	GL	Quadrados médios	
		pH	Atividade de água
Tratamento	4	0,000160	3.37333333E-0007
Erro	10	0,000580	8.34666667E-0007
CV (%)		0,39	0,09
Média Geral		6,2320000	0,9758600

\*Significativo a 1% de probabilidade (P&lt;0,01)

Tabela 5A Resumo da análise de variância para as variáveis L\* (luminosidade), a\* (intensidade de vermelho) e b\* (intensidade de amarelo) das diferentes formulações da salsicha de tilápia

FV	GL	Quadrados médios		
		L*	a*	b*
Tratamento	4	38,839234*	3,141944*	1,527220*
Erro	20	0,001508	0,000558	0,002246
CV (%)		0,05	0,67	0,32
Média Geral		71,1804000	3,5184000	15,0120000

\*Significativo a 1% de probabilidade (P&lt;0,01)

Tabela 6A Resumo da análise de variância para os componentes do perfil de textura (dureza, mastigabilidade e elasticidade) das diferentes formulações da salsicha de tilápia

FV	GL	Quadrados médios		
		Dureza (g)	Mastigabilidade (g x mm)	Elasticidade (mm)
Tratamento	4	3756050,960000*	869193.540000*	0,000708**
Erro	20	35389,240000	46006.600000	0,000232
CV (%)		6,75	14,59	1,78
Média Geral		2787,1200000	1470,4400000	0,8572000

\*Significativo a 1% de probabilidade (P&lt;0,01)

\*\*Significativo a 5% de probabilidade (P&lt;0,05)

Tabela 7A Resumo da análise de variância para os componentes do perfil de textura (coesividade e adesividade) das diferentes formulações da salsicha de tilápia

FV	GL	Quadrados médios	
		Coesividade	Adesividade (g x sec)
Tratamento	4	0,006385*	31,762536*
Erro	20	0,001247	0,254934
CV (%)		5,68	5,96
Média Geral		0,6220000	-8,4748000

\*Significativo a 1% de probabilidade (P<0,01)

Tabela 8A Resumo da análise de variância para as variáveis estabilidade da emulsão e rendimento das diferentes formulações da salsicha de tilápia

FV	GL	Quadrados médios		
		Estabilidade da Emulsão (%)	GL	Rendimento (%)
Tratamento	4	45,797024*	4	23,349333*
Erro	20	0,211768	10	3,616000
CV (%)		0,48		2,46
Média Geral		96,3876000		77,3533333

\*Significativo a 1% de probabilidade (P<0,01)

Tabela 9A Resumo da análise de variância para os atributos sensoriais (cor, aroma, sabor e textura) das diferentes formulações da salsicha de tilápia

FV	GL	Quadrados médios			
		Cor	Aroma	Sabor	Textura
Tratamento	4	19,125000*	13,340000*	27,998000*	37,038000*
Erro	495	1,657475	1,758364	1,627394	2,239414
CV (%)		20,40	19,94	19,14	22,93
Média Geral		6,3100000	6,6500000	6,6640000	6,5260000

\*Significativo a 1% de probabilidade (P<0,01)

Tabela 10A Resumo da análise de variância para os atributos sensoriais (impressão global e aparência) e intenção de compra das diferentes formulações da salsicha de tilápia

FV	GL	Quadrados médios		
		Impressão Global	Aparência	Intenção de Compra
Tratamento	4	26,183000*	15,993000*	13,908000*
Erro	495	1,273172	2,303232	1,237818
CV (%)		17,53	24,03	32,12
Média Geral		6,4360000	6,3160000	3,4640000

\*Significativo a 1% de probabilidade (P<0,01)

Tabela 11A Resumo da análise de variância para os componentes centesimais da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios			
		Umidade (%)	Extrato Etéreo (%)	Proteína (%)	Resíduo Mineral (%)
Tratamento	4	6,086277*	16,959960*	23,986490*	0,015857*
Erro	10	0,475193	0,225013	0,118813	0,000473
CV (%)		1,14	2,82	2,02	0,67
Média Geral		60,3180000	16,8413333	17,0293333	3,2540000

\*Significativo a 1% de probabilidade (P<0,01)

Tabela 12A Resumo da análise de variância para o conteúdo de malonaldeído da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios
		Malonaldeído (mgMDA/kg de amostra)
Tratamento	4	0,005320*
Erro	10	0,000883
CV (%)		14,02
Média Geral		0,2116000

\*Significativo a 1% de probabilidade (P<0,01)

Tabela 13A Resumo da análise de variância para o conteúdo mineral (cálcio e fósforo) da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios	
		Cálcio	Fósforo
Tratamento	4	0,009974*	0,005731*
Erro	10	0,000007	0,000100
CV (%)		4,90	3,70
Média Geral		0,0534667	0,2699333

\*Significativo a 1% de probabilidade (P&lt;0,01)

Tabela 14A Resumo da análise de variância para as variáveis pH e atividade de água da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios	
		pH	Atividade de água
Tratamento	4	0,074640*	8.75000000E-0007
Erro	10	0,010913	3.69333333E-0007
CV (%)		1,64	0,06
Média Geral		6,3606667	0,9774333

\*Significativo a 1% de probabilidade (P&lt;0,01)

Tabela 15A Resumo da análise de variância para as variáveis L\* (luminosidade), a\* (intensidade de vermelho) e b\* (intensidade de amarelo) da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios		
		L*	a*	b*
Tratamento	4	0,591110*	0,560057*	0,253750*
Erro	10	0,019000	0,006193	0,018493
CV (%)		0,19	2,46	0,88
Média Geral		71,6820000	3,1940000	15,3766667

\*Significativo a 1% de probabilidade (P&lt;0,01)

Tabela 16A Resumo da análise de variância para os componentes do perfil de textura (dureza, mastigabilidade e elasticidade) da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios		
		Dureza (g)	Mastigabilidade (g x mm)	Elasticidade (mm)
Tratamento	4	1822190,766667*	514464,066667*	0,004445*
Erro	10	17005,466667	11771,066667	0,000109
CV (%)		7,53	15,11	1,26
Média Geral		1731,466667	717,9333333	0,8284667

\*Significativo a 1% de probabilidade (P<0,01)

Tabela 17A Resumo da análise de variância para os componentes do perfil de textura (coesividade e adesividade) da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios	
		Coesividade	Adesividade (g x sec)
Tratamento	4	0,056605*	94,266523*
Erro	10	0,001809	1,494840
CV (%)		9,97	14,86
Média Geral		0,4266667	-8,2273333

\*Significativo a 1% de probabilidade (P<0,01)

Tabela 18A Resumo da análise de variância para as variáveis estabilidade da emulsão e perda de peso por exsudação da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios	
		Estabilidade da Emulsão (%)	Perda de Peso por Exsudação (%)
Tratamento	4	0,891277*	3,102120*
Erro	20	0,009047	0,001370
CV (%)		0,10	3,12
Média Geral		97,6946667	1,1849800

\*Significativo a 1% de probabilidade (P<0,01)

Tabela 19A Resumo da análise de variância para os atributos sensoriais (cor, aroma, sabor e textura) da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios			
		Cor	Aroma	Sabor	Textura
Tratamento	4	2,846000*	0,630000	2,984000	7,206000*
Erro	245	0,741469	0,856653	1,290449	1,633143
CV (%)		11,85	12,71	15,57	17,83
Média Geral		7,2680000	7,2800000	7,2960000	7,1680000

\*Significativo a 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ )

Tabela 20A Resumo da análise de variância para o atributo sensorial impressão global da salsicha de tilápia ao longo do armazenamento

FV	GL	Quadrados médios
		Impressão global
Tratamento	4	3,870000**
Erro	245	1,242939
CV (%)		15,48
Média Geral		7,2000000

\*\*Significativo a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ )