

UFRRJ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS

Dissertação

Embutido tipo salsicha de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) com adição de farinha do resíduo do processamento de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill)

Selmir José de Freitas

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**Embutido tipo salsicha de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo
(*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) com adição de farinha do resíduo
do processamento de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill)**

Selmir José de Freitas

Sob a Orientação da Professora Dra.
Gesilene Mendonça de Oliveira

Co-orientação da Pesquisadora Dra.
Renata Torrezan

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção de grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Tecnologia de alimentos.

Seropédica, RJ
Janeiro/2020

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Biblioteca
Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F862e Freitas, Selmir José de, 1968-
Embutido tipo salsicha de carne mecanicamente
separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*,
Linnaeus, 1758) com adição de farinha do resíduo do
processamento de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill)
/ Selmir José de Freitas. - Rio de Janeiro, 2020.
69 f.: il.

Orientadora: Gesilene Mendonça de Oliveira.
Coorientadora: Renata Torrezan.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2020.

1. Embutido de peixe. 2. Resíduos sólidos. 3. Fibra
dietética. 4. Alimento saudável. I. Oliveira,
Gesilene Mendonça de, 1972-, orient. II. Torrezan,
Renata, 1963-, coorient. III Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS

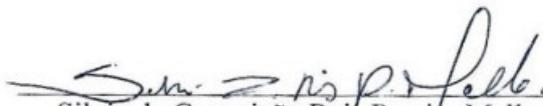
SELMIR JOSÉ DE FREITAS

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Tecnologia de Alimentos.

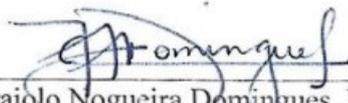
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28/01/2020



Renata Torrezan. Dr^a. Embrapa Agroindústria de Alimentos
(Co-orientadora e Presidente da Banca)



Silvia da Conceição Reis Pereira Mello. Dr^a. FIPERJ
(Membro Externo)



Alessandra Ferraiolo Nogueira Domingues. Dr^a. Embrapa Amazônia Oriental
(Membro Externo)

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa aos meus pais Ercílio e Benis (*in memoriam*), com todo o meu afeto e gratidão, pelos ensinamentos e incondicional apoio que foram decisivos pilares na formação da minha índole. Desejo poder ter sido merecedor do amor e tamanha abnegação de vocês em todos os aspectos da minha vida. Obrigado!

AGRADECIMENTOS

À minha família Erineusa, Leticia e demais parentes pela paciência, cumplicidade e torcida, que revigoravam as minhas forças para concluir mais essa jornada acadêmica.

À minha orientadora Profa. Dra. Gesilene Mendonça de Oliveira, pela espontaneidade em aceitar o desafio de me acompanhar sob condições tão adversas, confiar no meu compromisso acadêmico e transmitir seus conhecimentos com simplicidade e empenho.

À minha co-orientadora, pesquisadora Dra. Renata Torrezan, pela paciência, carinho e zelo comigo, sendo solícita sempre que necessário. Sua dedicação, conhecimento e profissionalismo fizeram muita diferença para o sucesso desta pesquisa.

À pesquisadora Dra. Daniela Freitas, pelas orientações durante o planejamento e execução da análise instrumental e sensorial.

À pesquisadora Dra. Angela Furtado, por possibilitar uma gratificante vivência durante os processos realizados, estando sempre disposta a ajudar.

Ao Prof. Dr. Rômulo Cardoso, por sempre ajustar a sua disputada agenda acadêmica para prestar o seu apoio e transmitir seus conhecimentos sem hesitar fazer o bem, para eu chegar à melhor interpretação estatística.

Ao Prof. Dr. Juarez Vicente, pelo suporte continuamente dado ao entendimento das análises laboratoriais, com o impecável empenho que todos reconhecem.

À técnica do ToxMar Elizete Amorim, por compreender as minhas demandas durante realização das análises e me amparar “ombro a ombro”, independente do tempo e espaço disponível.

Ao técnico da Embrapa Agroindústria de Alimentos Sérgio Pontes (Filé), que através da sua serenidade, disponibilidade, respeito e hombridade, pelo o apoio na execução dos experimentos, sempre com paciência, profissionalismo e bom humor.

Ao técnico da Embrapa Agroindústria de Alimentos Rodrigo, pelo o apoio à análise sensorial e instrumental e à doutoranda Aline Oliveira pelo o acompanhamento da análise sensorial.

À minha irmãzinha de mestrado Layla Tinoco, pelas trocas de experiências, cumplicidade e agradáveis momentos de descontração e sinergia.

À empresa Gelopolpas-Artpolpas, Distribuidora de Gêneros Alimentícios Ltda, por gentilmente ceder o insumo para o processamento da farinha de resíduo de abacaxi.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos, por viabilizar a execução de todos os experimentos, cumprindo com a sua missão de desenvolver e inovar em prol da ciência e sociedade.

Ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES);

À Secretaria de Agricultura e Pesca (SAP)/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA);

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro e provisão de bolsa DTI-C vinculado ao projeto BRS-Aqua, PC - Tecnologia de Pescado, Processo de produção de salsicha de tilápia a base de CMS e fibras;

À UFRRJ, especialmente ao PPGCTA pela oportunidade de cursar o mestrado nessa importante e respeitada casa do saber e;

E enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

FREITAS, Selmir José de. **Embutido tipo salsicha de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) com adição de farinha do resíduo do processamento de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill)**. 2020. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

A geração de resíduos orgânicos decorrentes do processamento de alimentos é um dos problemas enfrentados pelas empresas processadoras e o seu aproveitamento no desenvolvimento de novos produtos é uma importante estratégia à mitigação destes. Neste sentido, o objetivo do estudo foi desenvolver um embutido tipo salsicha cozida de carne mecanicamente separada (CMS) do espinhaço de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) com adição de farinha do resíduo do processamento de abacaxi (FRA) (*Ananas comosus* (L.) Merrill). Com o intuito de alcançar uma formulação ótima para o produto foi empregado o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) em 11 ensaios, cujas variáveis independentes foram o amido de milho e a farinha do resíduo do processamento de abacaxi (FRA), utilizados nas faixas de 0,29 a 2 % e 3 a 8 %, respectivamente. As médias dos resultados experimentais das variáveis respostas (umidade, rendimento no cozimento, fator de encolhimento, capacidade de retenção de água, cor e textura) foram avaliadas pela Metodologia de Superfície de Resposta (MSR). A partir dos melhores resultados apontados pelo modelo matemático foram selecionadas três formulações: T-1 (1,7 % amido e 3,73 % FRA, T-2 (1 % amido e 3 % FRA) e T-3 (1 % amido e 8 % FRA), e foi utilizada também uma formulação controle (T-C) sem adição de amido e FRA, para as comparações entre estas formulações na análise sensorial. As características físico-químicas e microbiológicas da matéria-prima e dos embutidos foram satisfatórias e obteve o teor de fibras alimentares superior a 3 %, que conferiu à salsicha o atributo de “fonte” de fibras, de acordo com a RDC nº 54/2012, da ANVISA. Quanto aos resultados da análise sensorial, não houve diferença significativa ($p < 0,01$) das amostras T-1 e T-2 com a amostra T-C, que obteve a maior média no teste de aceitação global na escala hedônica de 9 pontos, estando na faixa entre as notas 6 (“gostei ligeiramente”) e 7 (“gostei moderadamente”). Já amostra T-3 (média 4,1) foi avaliada na faixa de pontuação 4, que corresponde a (“desgostei ligeiramente”). As salsichas adicionadas de FRA apresentaram qualidade nutricional proteica na faixa de 10,87 a 11,81 %, teor de lipídeos de 7,02 a 8,49 %, variação de fibras de 4,14 a 8,30 % e de calorias de 133,30 a 139,41 kcal/100 g, sendo considerado um alimento nutritivo e funcional.

Palavras-chave: Embutido de peixe, resíduos sólidos, fibra dietética, alimento saudável.

ABSTRACT

FREITAS, Selmir José de. **Embutido tipo salsicha de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) com adição de farinha do resíduo do processamento de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill)**. 2020. 69 p. Dissertation (Master in Food Science and Technology Education). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

The generation of organic residues resulting from food processing is one of the problems faced by processing companies and its use in the development of new products is an important strategy for their mitigation. In this sense, the aim of this study was to develop a sausage type cooked from, mechanically separated meat (MSM) of the Nile Tilapia spine (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758), with the addition of flour from pineapple processing residue (*Ananas comosus* (L.) Merrill). In order to achieve an optimal formulation for the product, the Central Rotational Compound Design (CRCD) was used in 11 tests, whose independent variables were corn starch and pineapple processing residue flour (PRF), used in the ranges of 0.29 to 2 % and 3 to 8 %, respectively. The averages of the experimental results of the response variables (moisture, cooking performance, shrinkage factor, water-holding capacity, color and texture) were evaluated by the Response Surface Methodology (RSM). From the best results indicated by the mathematical model, three formulations were selected: T-1 (1.7 % starch and 3.73 % PRF, T-2 (1 % starch and 3 % PRF) and T-3 (1 % starch and 8 % PRF), and a control formulation (TC) without addition of starch and PRF was also used for comparisons between these formulations in sensory analysis. The physical-chemical and microbiological characteristics of the raw material and sausages were satisfactory and obtained a dietary fiber content higher than 3 %, which gave the sausage the attribute of “fiber”, according to Resolution of the Collegiate Board (RCB) n° 54/2012, of ANVISA (National Health Surveillance Agency). As for the results of the sensory analysis, there was no significant difference ($p < 0.01$) of the T-1 and T-2 samples with the TC sample, which obtained the highest average in the global acceptance test on the 9 point hedonic scale, being in the range between the notes 6 (“liked it slightly”) and 7 (“liked it moderately”). The T-3 sample (average 4.1) was evaluated in the score range shall 4 which corresponds to (“disliked slightly”). Sausages added with PRF showed protein nutritional quality in the range of 10.87 to 11.81 %, lipid content from 7.02 to 8.49 %, fiber variation from 4.14 to 8.30 % and calories from 133.30 to 139.41 kcal/100 g, being considered a nutritious and functional food.

Keywords: Fish sausage, solid waste, dietary fiber, healthy food.

LISTA DE TABELAS

| | Página |
|---|---------------|
| Tabela 1 Métodos de inativação da bromelina, segundo a literatura | 7 |
| Tabela 2 Variáveis de processo e níveis utilizados no Delineamento Composto Central Rotacional para a formulação da salsicha de tilápia com FRA | 12 |
| Tabela 3 Matriz do delineamento, com os níveis codificados das variáveis independentes e seus valores reais em % de amido e % de FRA | 12 |
| Tabela 4 Concentrações dos ingredientes e aditivos usados na formulação da salsicha de tilápia com FRA | 13 |
| Tabela 5 Caracterização físico-química da FRA | 17 |
| Tabela 6 Composição centesimal da CMS de tilápia | 18 |
| Tabela 7 Valores da composição química para CMS de tilápia encontradas na literatura | 19 |
| Tabela 8 Qualidade microbiológica da CMS de tilápia do Nilo | 20 |
| Tabela 9 Valores obtidos nos ensaios experimentais para variáveis respostas estudadas (% Umidade, CRA, Rendimento, Encolhimento, Textura e Cor) em função da concentração de amido e farinha do resíduo de abacaxi (FRA) | 21 |
| Tabela 10 Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta umidade na formulação de salsichas de tilápia com adição de fibras | 22 |
| Tabela 11 Análise de variância do DCCR para concentração de amido de milho e FRA na umidade | 22 |
| Tabela 12 Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA de resíduo de abacaxi, sob a variável resposta CRA das salsichas de tilápia | 24 |
| Tabela 13 Análise de variância do DCCR para a variável FRA na CRA da salsicha de tilápia | 24 |
| Tabela 14 Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta rendimento nas formulações de salsichas de tilápia | 26 |
| Tabela 15 Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA sob a variável resposta encolhimento nas formulações de salsichas de tilápia | 27 |
| Tabela 16 Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta dureza nas formulações de salsichas de tilápia | 28 |
| Tabela 17 Análise de variância do DCCR para as variáveis amido e FRA na variável resposta dureza | 28 |
| Tabela 18 Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta elasticidade nas formulações de salsichas de tilápia | 30 |
| Tabela 19 Análise de variância do DCCR para as variáveis amido e FRA na variável resposta elasticidade | 30 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Tabela 20 | Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta mastigabilidade nas formulações de salsichas de tilápia | 31 |
| Tabela 21 | Análise de variância do DCCR para as variáveis amido e FRA na variável resposta mastigabilidade | 31 |
| Tabela 22 | Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta cor L* nas formulações de salsichas de tilápia | 33 |
| Tabela 23 | Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta cor a* nas formulações de salsichas de tilápia | 33 |
| Tabela 24 | Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta cor b* nas formulações de salsichas de tilápia | 34 |
| Tabela 25 | Formulação para repetição dos ensaios com base na predição do modelo matemático | 34 |
| Tabela 26 | Composição centesimal, fibras e valor calórico da salsicha de tilápia do Nilo, com adição de FRA e da amostra controle | 35 |
| Tabela 27 | Valores de pH salsicha de tilápia após o cozimento | 36 |
| Tabela 28 | Qualidade microbiológica das salsichas de tilápia do Nilo | 37 |
| Tabela 29 | ANOVA do parâmetro cor dos parâmetros L*, a* e b* | 37 |
| Tabela 30 | Umidade obtida experimentalmente e previstos pelo modelo matemático | 38 |
| Tabela 31 | CRA obtida experimentalmente e previstos pelo modelo matemático | 39 |
| Tabela 32 | Dureza obtida experimentalmente e previstos pelo modelo matemático | 39 |
| Tabela 33 | Mastigabilidade obtida experimentalmente e previstos pelo modelo matemático | 40 |
| Tabela 34 | Perfil da faixa etária e sexo dos avaliadores | 40 |
| Tabela 35 | Perfil da frequência no consumo de salsicha pelos avaliadores | 41 |
| Tabela 36 | Resultado dos escores do teste de aceitação global realizado nas salsichas de tilápia | 41 |
| Tabela 37 | Intenção de compra das salsichas pelos avaliadores | 42 |

LISTA DE FIGURAS

| | | Página |
|-----------------|---|---------------|
| Figura 1 | Fluxograma operacional para o processamento da salsicha com adição de farinha do resíduo de abacaxi (FRA), segundo adaptado de Gonçalves (2011) | 11 |
| Figura 2 | Superfície de resposta para umidade em função da variável independente amido e FRA, para a salsicha de CMS de tilápia | 23 |
| Figura 3 | Superfície de resposta para CRA em função da variável independente amido e FRA, para a salsicha de CMS de tilápia | 25 |
| Figura 4 | Superfície de resposta para variável dureza em função da variável independente amido e FRA, para a salsicha de CMS de tilápia | 29 |
| Figura 5 | Superfície de resposta mastigabilidade em função da variável independente amido e FRA, para a salsicha de CMS de tilápia | 32 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| TPA | Análise do Perfil de Textura |
| ANOVA | Análise de Variância |
| AOAC | Association of Official Analytical Chemists |
| CHO | Carboidrato |
| CMS | Carne Mecanicamente Separada |
| CRA | Capacidade de Retenção de Água |
| CTP | Carne Triturada de Pescado |
| PEIXESUL | Cooperativa de Aquicultura do Sul Fluminense |
| DCCR | Delineamento Composto Central Rotacional |
| DTA | Departamento de Tecnologia de Alimentos |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| SOFIA | Estado Mundial da Pesca e Aquicultura |
| FD | Fibra Dietética |
| BHT | Hidroxitolueno butilado |
| FRA | Farinha do resíduo do processamento de abacaxi |
| FCA | Farinha da casca do abacaxi |
| IAL | Instituto Adolfo Lutz |
| IN | Instrução Normativa |
| INC | Informação Nutricional Complementar |
| IT | Instituto de Tecnologia |
| MSR | Metodologia de Superfície e Resposta |
| MAPA | Ministério da Agricultura Pesca e Abastecimento |
| TGI | Trato Gastrointestinal |
| MTGase | Transglutaminase microbiana |
| OMS | Organização Mundial de Saúde |
| FAO | Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura |
| RTIQ | Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade |
| RIISPOA | Regulamento Técnico Industrial e Sanitário de Produtos de Origem Animal |
| RDC | Resolução da Diretoria Colegiada |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 OBJETIVOS | 2 |
| 2.1 Objetivo Geral..... | 2 |
| 2.2 Objetivos Específicos..... | 2 |
| 3 REVISÃO DA LITERATURA | 3 |
| 3.1 Breve Cenário da Pesca no Mundo e no Brasil..... | 3 |
| 3.1.2 A importância da tilápia na aquicultura brasileira..... | 3 |
| 3.1.3 Qualidade e composição química do pescado..... | 4 |
| 3.1.4 Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758)..... | 5 |
| 3.2 Abacaxi (<i>Ananas comosus</i> (L) Merrill)..... | 6 |
| 3.2.1 Bromelina..... | 6 |
| 3.2.2 Farinha de abacaxi..... | 7 |
| 3.3 Fibras Alimentares..... | 7 |
| 3.4 Salsicha de Carne Mecanicamente Separada de Pescado..... | 8 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 10 |
| 4.1 Material..... | 10 |
| 4.1.1 Matéria-prima..... | 10 |
| 4.2 Métodos..... | 10 |
| 4.2.1 Processamento da farinha do resíduo do abacaxi (FRA)..... | 10 |
| 4.2.2 Preparação e cozimento da salsicha de tilápia com FRA..... | 10 |
| 4.2.3 Planejamento experimental..... | 11 |
| 4.2.4 Formulação da salsicha de tilápia com adição de FRA..... | 12 |
| 4.2.5 Seleção dos ensaios apontados pelo modelo matemático..... | 13 |
| 4.3 Caracterização Físico-química..... | 13 |
| 4.3.1 Umidade..... | 13 |
| 4.3.2 Cinzas..... | 13 |
| 4.3.3 Lipídeos..... | 13 |
| 4.3.4 Proteínas..... | 13 |
| 4.3.5 Fibras..... | 14 |
| 4.3.6 Carboidratos..... | 14 |
| 4.3.7 Valor calórico..... | 14 |
| 4.4 Análise do pH..... | 14 |
| 4.5 Avaliação da Qualidade Microbiológica..... | 14 |
| 4.6 Análises Instrumentais..... | 14 |
| 4.6.1 Cor..... | 14 |
| 4.6.2 Textura..... | 15 |
| 4.7 Análises Físicas..... | 15 |
| 4.7.1 Capacidade de retenção de água..... | 15 |
| 4.7.2 Fator de rendimento no cozimento..... | 15 |
| 4.7.3 Fator de encolhimento..... | 15 |
| 4.8 Análise Sensorial..... | 15 |
| 4.9 Análise Estatística..... | 16 |
| 5 RESULTADO E DISCUSSÃO | 17 |
| 5.1 Caracterização Centesimal da Matéria-prima..... | 17 |
| 5.1.1 Caracterização centesimal da FRA..... | 17 |
| 5.1.2 Caracterização centesimal da CMS de tilápia do Nilo..... | 18 |
| 5.2 Avaliação do pH da CMS de Tilápia..... | 19 |
| 5.3 Qualidade Microbiológica da CMS..... | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 5.4 Variáveis Respostas..... | 21 |
| 5.4.1 Umidade..... | 22 |
| 5.4.2 Capacidade de retenção de água (CRA)..... | 24 |
| 5.4.3 Percentual de rendimento após cozimento..... | 26 |
| 5.4.4 Percentual de encolhimento..... | 27 |
| 5.5 Análise do Perfil de Textura (TPA)..... | 27 |
| 5.5.1 Dureza..... | 28 |
| 5.5.2 Elasticidade..... | 29 |
| 5.5.3 Mastigabilidade..... | 31 |
| 5.6 Medição da Cor Instrumental (L^* , a^* e b^*)..... | 32 |
| 5.7 Avaliação das Amostras Seleccionadas..... | 34 |
| 5.8 Caracterização Centesimal, pH, Análises Microbiológicas e de Cor das Salsichas de Tilápia | 34 |
| 5.9 Comparação dos Valores Experimentais aos Modelos Matemáticos Obtidos..... | 38 |
| 5.9.1 Resposta umidade..... | 38 |
| 5.9.2 Resposta CRA..... | 39 |
| 5.9.3 Resposta dureza..... | 39 |
| 5.9.4 Resposta mastigabilidade..... | 40 |
| 5.10 Análise Sensorial..... | 40 |
| 5.10.1 Perfil dos avaliadores..... | 40 |
| 5.10.2 Teste de aceitação global..... | 41 |
| 5.10.3 Intenção de compra..... | 41 |
| 6 CONCLUSÃO..... | 43 |
| 7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS..... | 44 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 45 |
| 9 ANEXOS..... | 52 |

1 INTRODUÇÃO

O crescimento exponencial demográfico humano abarca a necessidade de maior demanda por alimentos e gerenciamento de resíduos sólidos, e são objetos de preocupação no cenário mundial, na medida em que, constituem fatores de risco para a segurança alimentar e impactos ambientais. A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) estimou que no ano de 2050 o número de habitantes será de 9,6 bilhões, requerendo uma produção de alimentos 70 % maior que a atual (FAO, 2016).

Neste cenário, a cadeia produtiva de pescado tem uma importante relevância econômica para a economia global, com a expansão projetada para 195,9 toneladas em 2025, representando um aumento de 16 % em relação à produção alcançada em 2014 que foi de 164 milhões de toneladas impulsionada pela produção em cativeiro. Dentre as fontes de proteína animal, a do pescado possui excelente valor biológico, elevada digestibilidade, considerável teor de ácidos graxos poliinsaturados e baixo teor de colesterol (FAO, 2016; FAO, 2018).

Entre as diversas atividades econômicas que provocam impacto ambiental o setor pesqueiro e a aquicultura, apresentam elevada geração de resíduos sólidos orgânicos em diversas fases do processo produtivo. Desta forma, do aumento da produção ao consumo do pescado, existem gargalos a serem superados como a exploração desmedida das espécies de relevância econômica, o que ocasiona instabilidade e conseqüente redução das espécies de pescado cobijados. O descarte da fauna acompanhante das espécies alvo, por conta do baixo ou nenhum valor comercial e a geração de grandes volumes de resíduos provenientes de seu beneficiamento, requer um correto manejo e deposição no meio ambiente (FAO, 2018).

A tilápia do Nilo é um tipo de pescado com expressiva importância para a expansão da aquicultura no mundo, haja vista, a sua boa adaptação a diversos ambientes de criação e carne com boa aceitação pelo consumidor, razões que corroboram com o seu potencial mercadológico; sendo essencialmente apreciada no corte de filé, mas com um baixo rendimento de 30 % a 37 % e elevada geração de resíduos em relação ao peso médio de abate, que são subutilizados para a produção farinácea destinada à alimentação animal ou desprezados no meio ambiente (BESSA, 2014).

No entanto, o resíduo proveniente da filetagem da tilápia, o espinhaço, ou seja, a carne aderida a carcaça depois da retirada do filé, contém proteínas de alto valor biológico, elevada digestibilidade e potencial valor agregado, com capacidade e funcionalidades específicas, podendo ser convertida em coprodutos para a alimentação humana, mitigar desperdício desse importante nutriente e também o descarte no meio ambiente (GONÇALVES, 2011). No processamento do abacaxi para extração de seu suco, também há uma expressiva geração de resíduo orgânico na média de 50 % da fruta, que são destinados ao descarte pela indústria. No entanto, o bagaço de abacaxi é fonte de fibras alimentares e, em vista disso, este tipo de resíduo possui potencial tecnológico e nutricional ao desenvolvimento de alimentos aplicáveis à nutrição humana (FONSECA *et al.*, 2011; MOREIRA, 2017).

A conversão desses resíduos em coprodutos por meio de novas tecnologias é uma estratégia importante para a alimentação humana, pelo seu elevado valor nutricional e enfrentamento à fome, considerando o baixo custo do produto final como à mitigação do impacto ambiental, na promoção da sustentabilidade. Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo desenvolver um embutido de salsicha a partir de CMS de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758), com adição de farinha do resíduo de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um embutido tipo salsicha de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758), cozida, adicionada de farinha do resíduo do processamento do abacaxi (FRA) (*Ananas comosus* (L.) Merrill), com o intuito de agregar valor.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar a caracterização química e microbiológica da FRA;
- ✓ Realizar a caracterização química e microbiológica da CMS de tilápia e do produto salsicha;
- ✓ Analisar por metodologia de superfície de resposta a influência dos teores de amido e FRA na formulação de salsichas, e sua interferência nas características químicas e físicas do produto final (capacidade de retenção de água (CRA), umidade, cor, textura, encolhimento e rendimento) quanto a sua viabilidade tecnológica;
- ✓ Propor uma formulação para elaboração de salsicha de CMS de tilápia do Nilo, com farinha do resíduo de abacaxi (FRA);
- ✓ Efetuar a avaliação sensorial do produto salsicha de acordo com modelo estatístico específico.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Breve Cenário da Pesca e Aquicultura no Mundo e no Brasil

A produção mundial de pescado tem demonstrado um crescimento exponencial nas últimas décadas, atingindo o recorde de 171 milhões de toneladas em 2016, das quais 88 % foram destinadas à dieta humana. O consumo *per capita* médio no mundo foi de 20,5 kg em 2017, garantindo o crescimento médio anual de 3,2 % no consumo de peixe comestível desde o ano de 1961, mesmo com a estagnação da produção pesqueira de captura (FAO, 2018).

O aumento da demanda universal por proteína de pescado pode estar associado ao crescimento populacional, maior poder de compra e acessibilidade do consumidor, eficiência da cadeia logística desde a captura ou despesca ao consumidor final e também, por conta das inovações tecnológicas, que apresentam novos produtos ao mercado (FAO, 2016; DUARTE, 2017).

Neste cenário, a aquicultura foi responsável pela garantia do histórico incremento na produção de pescado, que duplicou em 55 anos logrando uma produção global de 80 milhões de toneladas de peixes comestíveis em 2016, sendo a China a maior protagonista, acompanhada pela Índia, Indonésia, Vietnã, Bangladesh, Egito e Noruega. O Brasil ocupa a 13ª colocação no ranking da aquicultura sendo superado por: Chile, Myanmar, Tailândia, Filipinas e Japão (FAO, 2016).

A disponibilidade hídrica brasileira de aproximadamente 13 % de toda água doce disponível no planeta, constituída de rios, lagos, represas e aquíferos, juntamente, com a biodiversidade aquícola, mão de obra farta, condições ambientais e climáticas favoráveis, bem como, as extensas áreas cultiváveis em águas continentais e marinhas, além da liderança na produção de grãos, somam um conjunto de atributos que potencializam o Brasil para ser um grande produtor na aquicultura.

Apesar disto, o consumo anual de pescado no Brasil é baixo (14,5 kg/ano) quando comparado ao consumo *per capita* global (20,5 kg) e, dos países do Mediterrâneo europeu, os maiores consumidores de pescado do mundo. A região tem um consumo médio anual de 33,4 kg de peixe *per capita*. Em Portugal, o número é de 56,8 kg, mais de um quilo peixe por pessoa na semana, e o segundo maior consumo ocorre na Espanha com o consumo de 42,4 kg. Porém, o Brasil pode atingir o equilíbrio universal no consumo de pescado, através da academia e indústria, no desenvolvendo novos produtos para a alimentação humana, provenientes de sobras do seu beneficiamento e/ou processamento, com potencial nutricional, fácil preparo e conveniência, valor agregado, baixo custo e de menor impacto ambiental. (RESENDE, 2013; IBGE, 2015; FAO, 2016; PINTO *et al.*, 2017; FAO, 2018).

Sá Vieira *et al.* (2015), ilustraram bem o raciocínio anterior ao discutirem sobre as potencialidades do beneficiamento da Carne Mecanicamente Separada de Pescado (CMSP), em especial da tilápia do Nilo, considerando se tratar do pescado de cativeiro de maior produtividade na atualidade, com alta rusticidade, fácil adaptabilidade, ótima qualidade sensorial e aceitação no mercado consumidor, apesar de seu baixo rendimento na filetagem e elevada geração de resíduos.

3.1.2 A importância da tilápia na aquicultura brasileira

As tilápias são originárias da África e do Oriente Médio, e as primeiras pesquisas, com ênfase à sua criação, tiveram início no Zaire (antigo Congo Belga) no início do século XIX. A sua produção foi intensificada pelo Quênia, contudo, foi difundida aos demais continentes a partir da Malásia (COLPINI *et al.*, 2017). Existem aproximadamente 112 espécies e

subespécies dos gêneros *Oreochromis*, *Sarotherodone* tilápia, entretanto, somente algumas possuem importância comercial na piscicultura, como a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a tilápia Azul ou tilápia Áurea (*O. aureus*), a tilápia de Moçambique *Oreochromis mossambicus*, além de outras espécies de fácil adaptação para diferentes sistemas de produção. No Brasil, a tilápia do Congo (*Tilápia rendalli*) foi a primeira espécie produzida, seguidas da tilápia de Zanzibar (*Oreochromis urolepishornorum*) e da tilápia do Nilo, no nordeste brasileiro, em 1953 e 1971, respectivamente (CYRINO *et al.*, 2004).

A produção comercial de tilápias teve uma rápida adesão e atualmente é o segundo grupo de peixes mais cultivados no mundo depois das carpas, com uma produção de 5,7 milhões de toneladas. No Brasil é a principal espécie reproduzida em cativeiro, liderando em 2017 com 357.639 mil toneladas (51,7 %) de todo o volume de pescado produzido (691.700 t) vem 2017, e a previsão de atingir a despesca de 500 mil toneladas em 2020. Estes valores colocam a produção brasileira como a quarta potência no mercado global, atrás da China, Indonésia e Egito (INTRAFISH, 2018).

A tilápia do Nilo pode ser encontrada praticamente em todo o território nacional, mas os maiores produtores estão na região Sul, com o estado do Paraná (112 mil toneladas) na liderança nacional, região Norte com o estado de Rondônia (77 mil toneladas) e logo após o estado de São Paulo (69 mil toneladas) representando a região Sudeste (PEIXE BR, 2018). Considerando a imensidão continental do território brasileiro (8 milhões m²), esses resultados positivos de produção vão ao encontro da literatura que versa sobre a resistência da tilápia, quanto a sua capacidade de se adaptar e resistir em ambientes diferentes em clima, pH, patologias e nutrição, dentre outros. Essas características intrínsecas garantem ao peixe, alto desempenho produtivo e rusticidade, dando aos pequenos, médios e grandes produtores facilidade de manejo, custo benefício e segurança ao investimento (PEIXE BR, 2018).

3.1.3 Qualidade e composição química do pescado

A inclusão do pescado na dieta humana é considerada uma importante aliada na promoção de um estilo de vida saudável, pois contribui para o bom funcionamento de órgãos, previne e controla doenças. O conjunto de nutrientes distribuídos na musculatura do pescado confere à esse alimento características como qualidade nutricional, digestibilidade e biodisponibilidade, com uma composição química constituída de proteínas, lipídios, vitaminas, minerais, carboidratos e água (BRITTO *et al.*, 2014; SANTOS, 2016; MATTOS, 2017).

Para Gonçalves (2011), a determinação da composição química do pescado permite classificá-lo em grandes grupos de alimentos, de acordo com os teores de água, proteínas, gorduras e minerais. A água é o principal constituinte do pescado, chegando até 80 % da sua porção comestível. Enquanto, as proteínas apresentam alto valor biológico e digestibilidade e presença equilibrada dos aminoácidos essenciais (metionina, fenilalanina, lisina, histidina, isoleucina, leucina, treonina, triptofano e valina), e os lipídeos são fontes de ácidos graxos (AG) essenciais para o organismo humano, trazendo vários benefícios para a saúde de consumidores regulares.

As proteínas são divididas conforme suas solubilidades em: proteínas sarcoplasmáticas (20 a 30 %), que são solúveis em água e têm atividade enzimática, as proteínas miofibrilares (65 a 75 %), que são solúveis em soluções salinas de alta força iônica, com relevância tecnológica e nutricional, e as proteínas do estroma (15 a 20 %), que são insolúveis e atuam na sustentabilidade do corpo do animal na textura do pescado; onde também, estão presentes as vitaminas B₆ (hidrossolúvel), A e D (lipossolúveis) (SCHIMIDT *et al.*, 2015; GONÇALVES, 2011).

O teor de lipídios varia de 0,1 a 22 %, com destaque para os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa da família ômega 3, ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA), também são sujeitos às variações consideráveis de acordo com a época do ano, espécie, estado fisiológico, salinidade e temperatura da água, porção de músculo do corpo analisado e alimentação. De acordo com a literatura, os lipídios do pescado são importantes para o controle e prevenção da dislipidemia, reações inflamatórias, doenças cardiovasculares, artrite, *Alzheimer*, déficit de atenção e hiperatividade (GONÇALVES, 2011). Na elaboração de produtos derivados, as características tecnológicas podem ser afetadas principalmente pelo teor de lipídeos presentes no músculo do peixe, assim como, a qualidade sensorial e prazo de vida útil. Por esta razão, classifica-se o pescado quanto ao seu teor de lipídeos em peixes magros (com menos de 2 % de gordura) e peixes gordos (com mais de 2 % de gordura).

Quanto ao teor de vitaminas e minerais, o pescado é uma boa fonte destes nutrientes, porém, a quantidade é específica da espécie e pode variar com a época do ano. Em relação às vitaminas, suas ações fisiológicas são variadas e algumas têm função de coenzimas sendo indispensáveis ao metabolismo corporal. São classificadas em lipossolúveis e hidrossolúveis. As vitaminas hidrossolúveis são encontradas em maior quantidade no músculo escuro, fígado, olhos e ovas. As vitaminas lipossolúveis são mais encontradas nas vísceras. A vitamina A e D são encontradas no fígado e no músculo escuro e geralmente as espécies gordas contêm níveis mais elevados no fígado (OGAWA; MAIA, 1999; GONÇALVES, 2011).

Os minerais sobre os pontos de vista química e nutricional são respectivamente compostos orgânicos e elementos que permanecem nas cinzas após a incineração dos tecidos. A variação da concentração é influenciada mais pelo tipo de alimentação e o ambiente em que esse peixe foi capturado do que pela idade, sexo, tamanho e etc. A carne do pescado possui todos os elementos químicos. Os mais abundantes são Ca, P, Na, K, Mg. E em quantidades residuais ou traços temos: iodo, ferro, cobre, flúor, cobalto e zinco. Os peixes de água salgada têm um alto conteúdo de iodo que é importante na síntese de hormônios da tireóide. Enquanto o Ferro e Cobre desempenham papéis importantes como componentes de pigmentos protéicos respiratórios (como exemplo: hemoglobina, mioglobina, hemocianina) (OGAWA; MAIA, 1999; GONÇALVES, 2011; YARNPAKDEE *et al.*, 2014; NOGUEIRA, 2016).

3.1.4 Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758)

Um dos grandes desafios da piscicultura é o de produzir comercialmente pescados semelhantes nutricionalmente e sensorialmente aos peixes da pesca extrativa, visto que, existem variações quanto à composição de nutrientes, propriedades físico-químicas e sensoriais, entre a carne de peixes "selvagens" e os provenientes da aquicultura, sendo a dieta destes um dos fatores principais que afetam tais propriedades (COLPINI *et al.*, 2017).

A tilápia do Nilo é considerada um peixe de água doce, sendo sua principal espécie a *Oreochromis niloticus* Linnaeus. Apresenta pele escamada, listras verticais na nadadeira caudal, colorações esbranquiçada na região do ventre e cinza-azulada no dorso pouco brilhante. Este pescado pode atingir 2,5 kg e 45 cm de comprimento e sua carne atende preferência do consumidor, pelo o seu sabor e odor suave, coloração branca, baixo teor de gordura, textura firme, fibrosa e suculenta. A tilápia não apresenta espinho intramuscular em forma "Y", sendo de fácil filetagem e adequada para o processamento industrial, sendo apreciada no mercado varejista e gastronômico, com ótima competitividade entre os peixes de captura (BARTOLOMEU, 2011; BRUM; AUGUSTO, 2015; DUARTE, 2017).

Para Mattos (2017) cabe destacar também, outros atributos da tilápia como o alto desempenho produtivo e boa taxa de crescimento, resistência ao superpovoamento e doenças, sendo omnívoro, herbívoro ou fitoplanctófago, apresentando ótimas condições para o cultivo

em sistema intensivo e facilitando diretamente no custo benefício de produção, dando ao pequeno, médio e grande produtor a predileção pela espécie.

O rendimento do filé de tilápia é dependente de algumas condicionantes como a estrutura anatômica, dimensão da cabeça, espinhaço, vísceras, pele, escamas e nadadeiras, sexo, linhagem, assim como, da habilidade do manipulador e da regulagem das máquinas filetadoras. O peso médio para despesca da tilápia é de 1,1 kg e tem habitualmente o rendimento da filetagem manual entre de 32 a 38 %, enquanto o processo efetuado por uma filetadora é de apenas 30 a 31 % (MORANDI; FILHO, 2015).

3.2 Abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill)

O abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) integra a família Bromeliaceae, sendo uma das principais frutas da América tropical e subtropical e uma das mais apreciadas no mundo, estando o Brasil entre os três maiores centros produtores da espécie. A planta abacaxizeiro é perene e pode durar muitos anos, dando origem a outros frutos por meio de uma ou mais gemas auxiliares e recebem a classificação de não climatéricos (MORENO, 2016).

O abacaxi tem o formato cilíndrico ou cônico, é constituído de 100 a 200 frutinhos (frutos simples), unidos entre si e sobre uma haste central em disposição espiralada, e sua massa varia de 1 a 3 kg. É um fruto muito apreciado pelo consumidor devido ao seu sabor agradável e polpa suculenta e carnuda, sendo uma importante fonte de açúcares, ácidos orgânicos (cítricos), minerais essenciais (Cu, Mg, Mn, Ca, K) e vitaminas (A, B e C) e fibras, importantes à nutrição humana (ANCOS *et al.*, 2016). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estimou uma produção nacional de abacaxis em torno de 1,7 bilhão de frutos em 2017, com destaque aos estados da Paraíba (19,8 %), Minas Gerais (13,9 %), Pará (13,3 %), Bahia (8,4 %) e Rio de Janeiro (6,7 %) (LIMA *et al.*, 2017; UFRGS, 2018; IBGE, 2017).

O cultivo do abacaxizeiro no Brasil tem como base o destino da produção, com uma grande demanda do abacaxi no mercado frutícola interno, visto que, existem várias aplicações de consumo tanto no estado *in natura*, quanto industrializado, no beneficiamento de produtos tais; como suco integral, polpas (congelada, cristalizada e desidratada), sorvete, geléia, xarope, licor, vinho, aguardente, vinagre, entre outros, sendo 88 % de abacaxi Pérola ou Branco Pernambuco juntamente, com a sua variante Jupi e 12 % de *Smooth Cayenne* dentre as espécies mais utilizadas (MATOS *et al.*, 2018; MORENO, 2016).

No processamento do abacaxi, as cascas, folhas, caules, coroas e bagaços, além dos frutos estragados representam cerca de 40 a 50 % de resíduos que são depositados no meio ambiente (MANDEY *et al.*, 2017).

Conforme Campos *et al.* (2019), os resíduos de abacaxi são fontes potenciais de compostos alimentares importantes como, sacarose, glicose, frutose, bromelina, fenólicos e fibras, produtos estes com valor agregado, porém a maioria deles ainda é desenvolvida apenas em escala de laboratório. Todavia, se trata de um insumo de baixíssimo custo e fácil disponibilidade, o que favorece a sua viabilidade em escala comercial, reduzindo o desperdício (DORTA; SOGI, 2016; KHEDKAR *et al.*, 2018).

O bagaço de abacaxi, resíduo sólido resultante do processamento industrial da fruta, oriundo da extração de suco ou polpa, quando esgotado das despulpadeiras é caracterizado como “torta”. Apresenta elevada umidade e é rica fonte de material lignocelulósico, com alta fração de hemicelulose 40 %, celulose 30 %, lignina 5 % e pectina, tendo a destinação pouco efetiva com uma alternativa mais nobre o arraçoamento de animais, quando não são descartados como resíduos no meio ambiente (SILVA, 2011).

3.2.1 Bromelina

De acordo com Coêlho (2016), bromelina é o nome genérico comumente empregado ao conjunto de endopeptidases oriundas dos tecidos vegetais como casca, caule, raízes, coroa e frutos da família *Bromeliaceae*, da qual pertence o abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill). Nesta fruta as porções que mais apresentam as enzimas são o talo (bromelina do talo EC 3.4.22.32) e o fruto (bromelina do fruto EC 3.4.22.33), que variam conforme o grau de maturação, porém, são mais concentradas no fruto maduro, o que é uma vantagem tecnológica, porque as proteases de outros frutos como, a papaína do mamão e a ficina do figo são altas quando estão verdes, mas reduzem a traços quando amadurecem (CHAURASIYA, 2013; ARSHAD, 2014).

Por conta dos importantes desempenhos fisiológicos das enzimas, a indústria farmacêutica e a medicina, exploram o amplo espectro de aplicações terapêuticas comprovadas pela ciência, das quais, se pode destacar, a resposta anti-inflamatória, antitumoral, cicatrizante e o aumento do débito cardiorrespiratório, além da indicação da nutrição para ingestão da fruta *in natura* ou de seu suco no auxílio digestivo (hidrólise proteica). As bromelinas também são exploradas na gastronomia, na manufatura de perfumes e cosméticos, e amplamente pela indústria de alimentos. No entanto, na elaboração de produtos embutidos como a mortadela e a salsicha, e assim por diante, que contenham em suas formulações ingredientes de frutos da família *Bromeliaceae*, terão a emulsão comprometida pela ação da bromelina no agente emulsificante que, neste caso, são os substratos comuns como caseína, gelatina, colágeno, globulinas e fibra muscular (ELIAS; ARCURI; TAMBOURGI, 2011; COELHO, 2016).

A inativação da bromelina em resíduos de abacaxi para o desenvolvimento de coprodutos emulsionados é um importante desafio tecnológico ao agronegócio e indústria, considerando a necessidade de racionalizar custos e processos com eficácia. Várias pesquisas sugerem a destruição enzimática no resíduo de abacaxi através do branqueamento e a elevação do pH (Tabela 1).

Tabela 1. Métodos de inativação da bromelina, segundo a literatura

| Autor (es) | Método de Inativação | Eficácia do Processo |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| Anwar; Ahmad; Younus (2007) | 60 °C/3h | 78 % |
| Hale <i>et al.</i> (2005) | 100 °C/10 min. | 100 % |
| Novaes (2013) | 55 °C - pH 8 | 100 % |
| Xue <i>et al.</i> (2010) | 90 °C - pH 7 | 100 % |
| Vallès e Cantera (2018) | 75 °C/5min. – pH 9 | 100 % |

3.2.2 Farinha de abacaxi

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define farinha, como o produto de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos (BRASIL, 2005).

A designação de farinha deve ser seguida do nome do vegetal de origem, se respeitando o teor máximo de 15 % de umidade. De acordo com as suas características, as farinhas são classificadas como: simples, quando obtida da moagem ou raladura dos grãos, rizomas, ou tubérculos de uma só espécie vegetal e; mista, para a mistura de farinhas de diferentes espécies vegetais, sendo isentas de matéria terrosa, parasitos, fermentação e rancificação (BRASIL, 2005).

As principais etapas do processamento de farinha convencional são a secagem, trituração, moagem e peneiramento. É escassa a literatura que contemple a resposta de outras características físico-químicas e sensoriais desse farináceo no desenvolvimento de coprodutos, se caracterizando como mais um desafio tecnológico à pesquisa.

3.3 Fibras Alimentares

As fibras alimentares (FAs) são uma classe de polímeros constituídos de diversos polissacarídeos e oligossacarídeos de origem vegetal ou sintéticos, que apresentam em comum a peculiaridade de não serem hidrolisados e absorvidos no trato gastrointestinal (TGI) superior, mas são disponíveis para fermentação na porção inferior digestiva e promovem benefícios à saúde quando ingeridas regularmente na dieta (CODEX, 2009; TOBARUELA, 2016; DREW *et al.*, 2018).

São obtidas essencialmente de vegetais, frutas e grãos integrais, sementes, exsudados de plantas, algas marinhas e raízes tuberosas, se encontrando distribuídas em sua maioria na parede, no cimento intercelular e em determinados tecidos de reserva das plantas. Habitualmente são classificadas como fibra dietética solúvel ou fibra dietética insolúvel em termos de solubilidade em água, e nos últimos anos vêm ganhando cada vez mais atenção em todo o mundo como um alimento funcional e promissor para a manutenção das condições fisiológicas e de saúde humana, por ser capaz de prevenir patologias, dentre elas, a síndrome metabólica, colesterolemia, constipação, aterosclerose, cardiopatias e câncer colorretal. As fibras também se destacam como um atributo importante, pela capacidade em promover a “saciedade” ou “satisfação da fome” pós-prandial, não são digeridas pelo sistema digestivo (sem valor energético e de nutrientes) ajudando na formação do “bolo fecal”, sendo imprescindíveis à dieta (VILHALVA *et al.*, 2011; BORRAJO; LIMA; TRINDADE, 2016).

Nesse universo, a indústria farmacêutica e de alimentos, principalmente, tem despertado muitos interesses pelos atributos tecnológicos nas matrizes dos fármacos e alimentares das FDs, considerando a sua capacidade de reter água e óleo, formar espumas e filmes, estabilizar emulsões, controlar cristalização e encapsular, sendo de vital importância para manter e modificar as texturas das formulações (SHARMA *et al.*, 2016).

Ainda sob a ótica da indústria de alimentos, para atender os requisitos das Declarações de Propriedades Nutricionais de “Fonte de fibra alimentar” e “Alto teor de fibra” é necessário alcançar as doses de 3 g e 6 g de fibra alimentar, respectivamente, por 100 g do alimento produzido. No entanto, para atingir esses níveis é crucial investigar a qualidade sensorial do produto, que poderá sofrer influência por conta da adição das fibras, considerando a grande oferta de alimentos refinados atrativos no mercado e a resistência do consumidor em efetuar trocas inteligentes por alimentos enriquecidos com fibras, apesar da recomendação do Guia Alimentar para a População Brasileira à ingestão diária de pelo menos 25 g/dia de fibras para a dieta do adulto saudável (BRASIL, 2012; BRASIL, 2014; SHARMA *et al.*, 2016).

3.4 Salsicha de Carne Mecanicamente Separada de Pescado

No segmento de carnes industrializadas, a salsicha é um dos produtos emulsionados mais importante e conhecido pela população. As propriedades sensoriais, rapidez e facilidade no preparo e o baixo custo de venda são fatores que estimulam cada vez mais sua aceitação pelo consumidor (PARK *et al.*, 2012; LAGO *et al.*, 2018). Segundo Galvão *et al.* (2016), produtos embutidos emulsionados como mortadela e salsicha, correspondem a cerca de 60 % da categoria de produtos cárneos consumidos pelo brasileiro através de variadas formas de preparo como, petiscos, lanches, saladas, nas grandes refeições, colazione, lanches da tarde, além dos *fast foods*, independente da faixa etária e classe socioeconômica, indicando se tratar

de um alimento estratégico ao fomento da ingestão de fibras alimentares, além da porção proteica já existente, representando um importante produto na dieta humana e também à economia global (ORSOLIN *et al.*, 2015).

Nesse segmento, a indústria de pescado se apresenta bastante aberta às tecnologias inovadoras, como a transformação de resíduos de suas atividades tradicionais em coprodutos. Contudo, se trata de um imenso desafio para a área de manufatura de pescado, no desenvolvimento de novos produtos com boa estabilidade e, aceitação sensorial como no caso das salsichas (MATTOS, 2017).

O Regulamento de Inspeção Industrial de Origem Animal (RIISPOA) reconhece e define CMS de Pescado (Art. 338) e embutido de pescado (Art. 344) respectivamente, conforme a seguir:

Art. 338. Para os fins deste Decreto, carne mecanicamente separada de pescado é o produto congelado obtido de pescado, envolvendo o descabeçamento, a evisceração, a limpeza destes e a separação mecânica da carne das demais estruturas inerentes à espécie, como espinhas, ossos e pele e;

Art. 344. Para os fins deste Decreto, embutido de pescado é aquele produto elaborado com pescado, com adição de ingredientes, curado ou não, cozido ou não, defumado ou não, dessecado ou não, utilizados os envoltórios previstos neste Decreto (BRASIL, 2017).

É importante ressaltar, que a salsicha de pescado não é claramente contemplada no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (BRASIL, 2017), apesar de ser um embutido emulsionado e elaborado a partir de CMS de pescado, necessita de um Regulamento Técnico que defina as características de identidade e qualidade deste produto. Desta forma, Gonçalves (2011) recomenda consultar os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para os produtos convencionais mortadela, linguiça e salsicha (MAPA, 2000) no desenvolvimento de coprodutos com CMS de peixe.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Matéria-prima

O resíduo do processamento de polpa de abacaxi foi doado pela empresa Gelopolpas-Artpolpas, Distribuidora de Gêneros Alimentícios Ltda - Me, situada no bairro de Campo Grande, município do Rio de Janeiro. Estes resíduos se restringem ao material que fica retido nas despoldadeiras após a extração da polpa de abacaxi. Este material foi congelado e conduzido até a Embrapa Agroindústria de Alimentos em caixas de isopor onde passou por devido processamento. Os demais insumos necessários para o desenvolvimento da salsicha foram providenciados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), na Unidade de Agroindústria de Alimentos, no bairro de Guaratiba, município do Rio de Janeiro, RJ e adquiridos no comércio local. A CMS de espinhaço de tilápia foi adquirida na Cooperativa de Aquicultores do Sul Fluminense Ltda (PEIXESUL), no município de Piraí, RJ, na forma fracionada em embalagens de 1 kg e transportada até a Embrapa em caixas de isopor e mantida em *freezer* à temperatura de -18 °C.

4.2 Métodos

4.2.1 Processamento da farinha do resíduo do abacaxi (FRA)

Para o processamento da FRA, foram coletados cinco lotes de resíduos de abacaxis provenientes da empresa fornecedora, totalizando 123,25 kg. Este material permaneceu congelado a fim de evitar fermentações e passaram pelo processo de degelo sob refrigeração a 5 °C, por 24 horas, antes da sua utilização. Este material foi separado em 6 porções de aproximadamente 20 kg cada e submetidos à lavagem em água potável em sacos de *nylon* de malhas finas, de tamanho grande com capacidade para 10 kg.

Após este procedimento o resíduo passou por tratamento térmico por 15 minutos, a 90 °C, para inativação enzimática da bromelina de acordo com Xue *et al.*, (2010), com modificações no tempo de tratamento. A seguir, os resíduos foram transferidos para outros sacos de *nylon* de malha fina de 10 kg e dispostos gradativamente num cesto de aço inox com alça e resfriado por aspersão até a temperatura ambiente. A água foi escoada por gravidade e o seu excesso retirado manualmente. O resíduo foi distribuído em bandejas revestidas com tela de *nylon* para desidratação em secador de frutas com circulação de ar forçada e convectiva desenvolvido pela Embrapa Agroindústria de Alimentos, à temperatura de 50 °C, até o peso constante pelo período de 48 horas, alcançando o teor de, no máximo, 15 % de umidade, conforme preconizado pela RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005).

O resíduo de abacaxi desidratado foi triturado em moinho de faca/martelo (Trell, modelo 112M-989, Brasil) e passou por uma peneira de 1 mm a fim de uniformizar o tamanho das partículas. Logo após, a farinha foi acondicionada em embalagens plásticas aluminizadas de 500 g, selada a vácuo e armazenada em temperatura ambiente até o momento de sua utilização.

4.2.2 Preparação e cozimento da salsicha de tilápia com FRA

A CMS foi descongelada sob refrigeração a 7 °C. Todos os ingredientes foram pesados, conforme previsto nas formulações e as salsichas foram elaboradas conforme o

fluxograma apresentado na Figura 1. A mistura e homogeneização dos ingredientes foi realizada em *cutter* (Geiger, modelo UM 12, Brasil). A temperatura da massa na saída do *cutter* foi de 1 °C, evitando o risco de quebra de emulsão.

Em seguida, a massa foi embutida com o auxílio de uma embutideira manual (CAF, modelo manual E-8, Brasil) e as salsichas envasadas em tripas sintéticas plástica de calibre nº 24. Ao término do embutimento as tripas foram amarradas com barbante, com o intervalo de 8 cm de comprimento. As salsichas foram cozidas num tacho encamisado (INCAL, modelo 99, Brasil), sob vapor, por cerca de 1 hora e 20 minutos, até que a temperatura interna do produto atingisse 72 °C, sob monitoramento de termopar. Após o cozimento, as salsichas foram resfriadas por aspersão de água até a temperatura interna de 40 °C. A seguir, as tripas foram removidas manualmente e as salsichas embaladas em embalagens plásticas e seladas a vácuo (Selovac – MI 60, Brasil) e estocadas sob a refrigeração a 5 °C até seguirem para as análises laboratoriais.

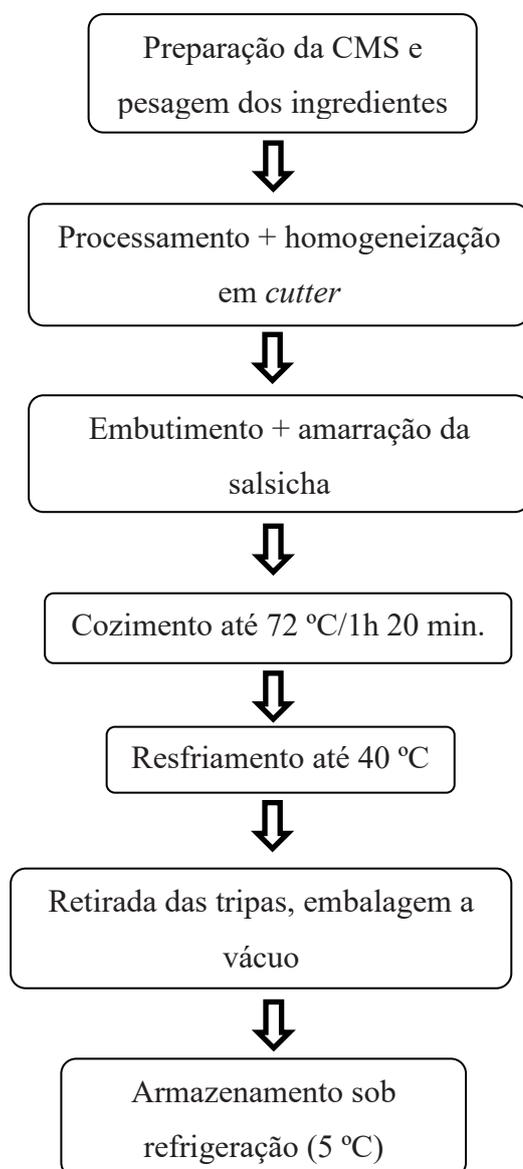


Figura 1. Fluxograma operacional para o processamento da salsicha com adição de farinha do resíduo de abacaxi (FRA), adaptado de Gonçalves (2011).

4.2.3 Planejamento experimental

O planejamento experimental utilizado neste estudo foi o modelo de superfície de resposta (MSR), através do Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), com duas variáveis independentes (fatores). O DCCR pode conter 2^k pontos fatoriais, mais $2 \times K$ pontos axiais e um número arbitrários de pontos centrais (RODRIGUES; IEMA, 2005). Assim, o modelo de DCCR utilizado neste estudo foi composto por quatro experimentos, equivalente a um ensaio fatorial completo, acrescido de quatro pontos axiais e três pontos centrais, totalizando 11 ensaios. As médias dos resultados experimentais das respostas (umidade das salsichas, rendimento no cozimento, fator de encolhimento, capacidade de retenção de água, cor e textura) foram utilizadas para a Metodologia de Superfície de Resposta (MSR). As variáveis independentes investigadas foram as quantidades de Farinha do Resíduo de Abacaxi (FRA) e de amido. Os níveis de adição de amido e farinha foram contemplados em conformidade à legislação vigente (BRASIL, 2000). Os níveis +1 e -1 corresponderam aos pontos fatoriais, e 0 (zero) ao dos pontos centrais. Os pontos axiais foram obtidos através de $\pm \alpha$, onde $\alpha = (2^k)^{1/4}$. Deste modo, para dois fatores $\alpha = 1,41$ (Tabela 2).

Tabela 2 - Variáveis de processo e níveis utilizados no Delineamento Composto Central Rotacional para a formulação da salsicha de tilápia com FRA

| Variáveis de processo | $-\infty$ | -1 | 0 | +1 | $+\infty$ |
|---------------------------------------|-----------|------|------|------|-----------|
| % Amido | 0 | 0,29 | 1,00 | 1,70 | 2 |
| % Farinha de resíduo de abacaxi (FRA) | 3 | 3,73 | 5,50 | 7,27 | 8 |

As variáveis respostas investigadas foram: umidade, capacidade de retenção de água (CRA), fator de encolhimento, fator de rendimento, perfil de textura (dureza, elasticidade e mastigabilidade) e cor (L^* , a^* e b^*). A matriz de delineamento empregada está especificada na Tabela 3.

Tabela 3 - Matriz do delineamento, com os níveis codificados das variáveis independentes e seus valores reais em % de amido e % e FRA

| Ensaio | Níveis codificados | Amido (%) | Níveis codificados | FRA (%) |
|--------|--------------------|-----------|--------------------|---------|
| 1 | -1 | 0,29 | -1 | 3,73 |
| 2 | +1 | 1,70 | -1 | 3,73 |
| 3 | -1 | 0,29 | +1 | 7,27 |
| 4 | +1 | 1,70 | +1 | 7,27 |
| 5 | -1,41 | 0 | 0 | 5,50 |
| 6 | +1,41 | 2,00 | 0 | 5,50 |
| 7 | 0 | 1,00 | -1,41 | 3,00 |
| 8 | 0 | 1,00 | +1,41 | 8,00 |
| 9 | 0 | 1,00 | 0 | 5,50 |
| 10 | 0 | 1,00 | 0 | 5,50 |
| 11 | 0 | 1,00 | 0 | 5,50 |

4.2.4 Formulação da salsicha de tilápia com adição de FRA

Para o desenvolvimento das salsichas foi adaptada a metodologia descrita por Gonçalves (2011). Não obstante, os percentuais dos ingredientes (variáveis) amido e FRA, foram empregados na formulação de acordo com o indicado no planejamento experimental apresentado na Tabela 3 e, em conformidade com as legislações RDC nº 54 de 12 de

novembro de 2012, da ANVISA (BRASIL, 2012), que discorre sobre a Informação Nutricional Complementar (INC), para a alegação de alimento como “fonte” de fibras ou conter “alto teor” de fibras e ser considerado um produto funcional e, também; a Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000, do MAPA (BRASIL, 2000). Porém, esta IN não contempla a proteína de pescado para o desenvolvimento de embutidos. Desta forma, se empregou em todas as formulações apenas a CMS de tilápia do Nilo, além dos aditivos tradicionais, visando agregar valor a este coproduto.

Na Tabela 4 estão as concentrações dos ingredientes utilizados nas formulações. As concentrações de água gelada, óleo vegetal, proteína isolada de soja, sal, outros ingredientes e aditivos foram fixas, sendo a quantidade de CMS ajustada de acordo com as variações do amido de milho e FRA, até completar 100 % nas formulações.

Tabela 4 Concentrações dos ingredientes utilizados nas formulações de salsicha de tilápia com adição de farinha do resíduo de abacaxi FRA

| Ingredientes | Concentrações (%) |
|--------------------------|--------------------------|
| CMS de tilápia | 56,25 a 65,25 % |
| FRA | 3,00 a 8,00 % |
| Amido | 0,29 a 1,00 % |
| Água gelada | 17,00 % |
| Óleo vegetal | 8,00 % |
| Proteína isolada de soja | 4,00 % |
| Sal | 1,05 % |
| Outros condimentos | 1,75 % |
| Aditivos | 2,95 % |

4.2.5 Seleção dos ensaios apontados pelo modelo matemático

Com base na predição do modelo matemático, os tratamentos com as respostas para % Umidade, CRA, Rendimento, Encolhimento, Textura (dureza, elasticidade e mastigabilidade) e Cor (L^* , a^* e b^*) serão avaliados para a análise sensorial, caracterização química e avaliação da qualidade físico-química e microbiológica.

4.3 Caracterização Físico-química

4.3.1 Umidade

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico com o emprego de estufa a 105 °C, até atingir peso constante (IAL, 2008).

4.3.2 Cinzas

O conteúdo de cinzas foi determinado através do método gravimétrico da AOAC (2011). Foram pesadas 10 g da amostra em uma cápsula de porcelana de 50 mL e incinerada em mufla a 550 °C, até a eliminação do carvão e as cinzas ficarem brancas ou ligeiramente acinzentadas.

4.3.3 Lipídios

Para a determinação dos lipídios se empregou o método Soxhlet por extração com solvente éter de petróleo em refluxo descontínuo e intermitente, segundo descrito por AOAC (2011).

4.3.4 Proteínas

A proteína foi determinada pela taxa de nitrogênio total efetuada utilizando o método de Kjeldahl, conforme descrito por AOAC (2011), aplicando o fator empírico de conversão de 6,25 a fim de transformar o nitrogênio em proteínas totais.

4.3.5 Fibras

A determinação das fibras alimentares da farinha do resíduo de abacaxi e na salsicha se deu pelo o método enzimático-gravimétrico, de acordo com o definido pela AOAC (2011).

4.3.6 Carboidratos

Para determinação de carboidratos (CHO) se utilizou a fórmula descrita por Triki *et al.* (2013), baseada na diferença entre os componentes quantificados, de acordo com o cálculo abaixo:

$$\text{CHO} = 100 - (\text{U} + \text{Lip} + \text{Ptn} + \text{Cnz})$$

Onde: U= Umidade; Lip= Lipídeo; Ptn= Proteína; Cnz= Cinzas (equação 1).

4.3.7 Valor calórico

A quantificação do valor calórico foi realizada utilizando-se a fórmula proposta por Triki *et al.* (2013), influenciado pelo teor de lipídios, proteínas e carboidratos, conforme abaixo:

$$\text{VL} = 9,1 \times \text{Lip} + 4,1 \times \text{Ptn} + 4,1 \times \text{CHO}$$

Onde: VL= valor calórico em Kcal/g; Lip= Lipídios; Ptn= Proteína; CHO= Carboidratos (equação 2).

4.4 Análise do pH

A análise do pH da CMS de tilápia e da salsicha foi efetuada a leituras logarítmica em uma amostra de 50 g, através de um medidor de pH de bancada (Nova Instruments - NI PHM, Brasil), conforme previsto na metodologia descrita pela AOAC (2011), previamente calibrado com soluções-tampão de pH 4,7 e 10.

4.5 Avaliação da Qualidade Microbiológica

A análise microbiológica da CMS de tilápia foi realizada conforme a metodologia estabelecida pela Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2018) e também os métodos preconizados para o estabelecimento do estado sanitário deste tipo de produto, como a contagem Padrão de Bactérias Aeróbias Mesófilas (UFC/mL); contagem de fungos filamentosos e leveduras (UFC/mL), Determinação e contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e detecção de *Salmonella* spp. (BRASIL, 2001).

No coproduto salsicha foi realizada a Enumeração dos Coliformes a 45 °C, Contagem Padrão de Bactérias Aeróbias Mesófilas (UFC/mL); contagem de Bactérias Lácticas (UFC/mL), Determinação e contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e Detecção de *Salmonella* spp.

4.6 Análises Instrumentais

4.6.1 Cor

A avaliação da cor da salsicha foi realizada com o colorímetro Espectrofotômetro (HunterLab – Color Quest XE, England) por meio do sistema de cores CieLab, definido pela coordenadas regulares L*, a* e b*, onde: L* mede a luminosidade e varia de 100 (cem) para superfícies perfeitamente brancas até 0 (zero) para o preto; a* mede a intensidade de vermelho (+) e verde (-); e b* mede a intensidade de amarelo (+) e azul (-).

A metodologia empregada está em conformidade *Commission Internationale de L'Eclairage* (CIE) (1978), que fixou as seguintes condições: iluminante D-65 (luz do dia), ângulo de visão 8°; ângulo do observador 10°; abertura de célula de medida de 30 mm; e especular incluída. O equipamento foi calibrado com um padrão branco e outro preto antes de ser utilizado. As amostras processadas foram acondicionadas em cubeta de absorção retangular de quartzo, de forma que não sejam observados espaços vazios no fundo da placa como tentativa de impedir interferências no resultado da análise.

4.6.2 Textura

Para avaliar a textura das salsichas após o seu cozimento utilizou-se a metodologia de Bourne (1978). As amostras fracionadas em cubos e nas medidas aproximadas de 1 cm x 1 cm, passaram pelo teste de dois ciclos de compressão através de uma sonda cilíndrica de 36 mm de diâmetro do Analisador de Textura (Stable Micro Systems – TA.XT plus C, England), na velocidade de 2 mm/s e com 50 % de deformação. Os procedimentos foram realizados com as amostras a temperatura ambiente ($\cong 25$ °C).

4.7 Análises Físicas

4.7.1 Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) foi analisada conforme o método adaptado de Troy *et al.* (1999). Em potes de vidros tipo geléia de 40 mL foram pesados 10 g das amostras os quais eram tampados com rolhas plásticas vedantes e submetidos ao banho-maria à 90 °C/10min. Expirado o tempo, os potes foram resfriados até a temperatura ambiente e as amostras removidas com ajuda de uma pinça e alocadas em tubos para centrífuga, com papel filtro quantitativo *Whatman* nº 40 e algodão. As amostras foram centrifugadas a 3000 rpm/15 min., no centrifugador da (FANEN, modelo 204.N, Brasil). Em seguida, foram repesadas frias. Os resultados foram adquiridos mediante a seguinte fórmula:

$\% \text{ CRA} = 1 - \frac{A-D}{U} \times 100$, (equação 3) nas quais, A é igual ao peso da amostra antes do aquecimento; D é o peso das amostras pós aquecimento + centrifugação e; U é o total de umidade na amostra em %.

4.7.2 Fator de rendimento no cozimento

O cozimento das salsichas foi realizado conforme descrito no item 4.2.2. O fator de rendimento da salsicha foi obtido pela metodologia descrita por Angiolillo *et al.* (2015) e adaptada para avaliar o produto. As amostras foram pesadas em balança digital (Toledo, modelo 9094, Brasil) antes do tratamento térmico e pesadas novamente após o resfriamento com as tripas sintéticas plásticas. O resultado foi mensurado através da equação: % de rendimento = (Peso da amostra cozida / Peso da amostra crua) x 100 (equação 4).

4.7.3 Fator de encolhimento

Para determinar o fator de encolhimento das amostras os diâmetros da salsicha foram aferidos com um paquímetro digital (Starret, modelo 799A-6/150, Brasil), antes e depois do cozimento, como já relatado no subitem anterior. Para tanto, o resultado foi mensurado através da equação (ANGIOLILLO *et al.*, 2015):

% Encolhimento= [(diâmetro da amostra crua – diâmetro da amostra cozida) / diâmetro da amostra crua] x 100 (equação 5).

4.8 Análise Sensorial

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental, da Embrapa Agroindústria de Alimentos, em Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ. Esta dissertação integra o projeto de produtos de tilápia em execução na Embrapa, validado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), via Plataforma Brasil, sob o protocolo: 11121419.7.0000.5257.

A análise sensorial consistiu em um teste de aceitação e intenção de compra (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991) e contou com a participação de 103 consumidores, sadios, de ambos os gêneros, não treinados, maiores de 18 anos, dentre eles, funcionários da área administrativa, técnica, logística, conservação e limpeza, pesquisa e estagiários da Embrapa, que apreciam a categoria do produto de pescado. Cada avaliador recebeu quatro amostras, sendo uma amostra “controle”, sem adição de amido de milho e FRA, e as outras amostras com adição de amido e FRA, conforme a melhor tendência ou resposta do modelo matemático aplicado estatisticamente pela Superfície de Resposta (DCCR) para cada resposta avaliada (% Umidade, CRA, Rendimento, Encolhimento, Textura e Cor).

Foi utilizada a escala hedônica estruturada de nove pontos variando de: 1 – desgostei muitíssimo a 9 – gostei muitíssimo, para avaliação dos atributos sensoriais de cor, aroma, sabor, aparência e textura e também, a escala de sete pontos, variando de 1 – certamente não compraria a 7 – certamente compraria para a intenção de compra, de acordo com a proposta metodológica descrita por Macfie *et al.* (1989) e Minim *et al.* (2013).

As amostras de salsichas de tilápia foram previamente fervidas por 3 minutos e cortadas em cilindros de aproximadamente 1,5 cm de altura e sem as extremidades para a padronização das porções. As amostras foram pré-aquecidas em forno micro-ondas por oito segundos, e apresentadas aos consumidores em pratos de louça brancos (pires) codificados com números aleatórios de três dígitos, de forma monádica, acompanhadas de um copo com água, para remoção do sabor residual e lavagem do palato entre uma amostra e outra. As ordens de apresentação foram balanceadas entre os avaliadores, com o intuito de minimizar o efeito da ordem de apresentação.

4.9 Análise Estatística

Para a análise dos dados de composição centesimal foram aplicadas a média e desvio padrão, e os testes de média de Tukey ($p < 0,05$) utilizando o Software STATISTICA[®] (STATSOFT, 2007). Para a metodologia de superfície de resposta utilizou-se o Software STATISTICA[®] (STATSOFT, 2007). Os resultados dos testes sensoriais e de cor foram analisados aplicando-se ANOVA e testes de média de Tukey, sendo $p \leq 0,05$, utilizando-se Software STATISTICA[®] (STATSOFT, 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização Centesimal da Matéria-prima

5.1.1 Caracterização centesimal da FRA

A composição centesimal da FRA está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Caracterização físico-química da FRA

| Composição g/100 g | Farinha* |
|---------------------------|-----------------|
| Umidade | 4,33 ± 0,2 |
| Cinzas | 1,15 ± 0,0 |
| Proteínas | 2,93 ± 0,2 |
| Lipídios | 1,15 ± 0,5 |
| Carboidratos | 90,44 ± 0,0 |
| Fibras | 85,2 ± 0,0 |
| VC** | 43,03 kcal |

*Médias ± desvio padrão, **VC= Valor calórico – kcal/g

A taxa de umidade da FRA deste trabalho foi de 4,33 % e está em conformidade com o preconizado pela Resolução nº 263, de 2005 da ANVISA, que estabelece o limite máximo de 15 % de umidade para farinhas, amidos de cereais e farelos (BRASIL, 2005).

Nas pesquisas realizadas por Silva, *et al.* (2013), Damasceno *et al.* (2016) e Oliveira (2018) com resíduos de abacaxis foram encontradas as taxas de umidades de 2,7 %, 6,3 % e 6,78 %, respectivamente. Os resultados obtidos após a desidratação não são similares, provavelmente, em função da diferença e eficiência dos equipamentos utilizados, diferença entre os valores adotados de temperatura, velocidade do ar e tempo de secagem, além da altura e espaçamento do material distribuído nas bandejas do equipamento e frequência de movimentação das mesmas.

Os teores de cinzas encontrados numa alíquota de um determinado alimento apontam a presença de minerais, sendo neste estudo encontrado 1,15 % de cinzas na FRA analisada. Valores superiores foram encontrados por Selani *et al.* (2016) na farinha de casca e bagaço de abacaxi (2,4 %) e Lima (2017) e Oliveira (2018) verificaram os percentuais de 2,1 e 3,1 %, respectivamente, no processamento de farinha da casca do abacaxi. Contudo, a literatura aponta que as concentrações de minerais no resíduo de farinha de abacaxi são dependentes das partes (casca e polpa) do fruto que foram utilizados os resíduos, além das condições climáticas, genética, nutrição do solo e até no manejo pós-colheita (ERKEL *et al.*, 2015; MORENO, 2016).

Com relação aos teores de proteínas encontrados, foram observados 2,93 %. Este percentual é inferior aos estudos de Selani *et al.* (2016) 4 %, Oliveira (2018) 4,6 % e Moreno (2016) com 7,08 %. Estas diferenças também têm como possíveis causas as condições de cultivo, a qualidade da adubação do solo, excepcionalmente, de nitrogênio, bem como, nas variações do estado de maturação do fruto (OLIVEIRA, 2018). Esta diferença é compensada, uma vez que, a proteína de pescado é de alto valor biológico.

Para os valores de lipídeos, que são dependentes do grau de maturação dos frutinhos, o valor encontrado nessa pesquisa foi de 1,15 %. Este percentual foi maior que o encontrado por Mandey (2017) de 0,52 % e Lima (2017) 0,74 %, mas semelhante aos teores obtidos nas pesquisas de Selani *et al.* (2016), Damasceno *et al.* (2016) e Oliveira (2018) de, respectivamente, 1,32 %, 1,17 % e 1,2 %. Moreno (2016) destaca a importância dos lipídios

em farinhas vegetais, posto que, exerce influência tecnológica na textura e sabor, além contribuição calórica no desenvolvimento de novos produtos.

Para as farinhas de fruta, habitualmente, os valores de carboidratos são elevados, sendo aferido neste trabalho o percentual de 90,44 %. Outros autores encontraram na farinha da casca do abacaxi os valores para carboidratos de 77,94 % (ERKEL *et al.*, 2015), 74 % (REIS JR., 2017) e 96,92 % (LIMA, 2017). Estas respostas diferem devido a utilização dos resíduos de diferentes cultivares, a metodologia de secagem e, sobretudo, o grau de maturação dos frutos comercializados pelos produtores: subgrupo verde ou verdoso, fruto com casca completamente verde; sub-grupo pintado, fruto com o centro dos frutinhos amarelos (REIS JUNIOR., 2017).

A capacidade calórica total percebida na FRA foi de 43,03 kcal/100 g, todavia, outros trabalhos alcançaram valores superiores: Reis Junior. (2017), 143,8 kcal/100 g e Lima (2017) 387,51 kcal/100 g. As calorias dos alimentos estão diretamente relacionadas às presenças de proteínas, lipídios e principalmente, carboidratos. As disparidades de carboidratos e calórica registradas entre os autores e a presente pesquisa, tanto para os percentuais de carboidratos, como para as calorias pode estar relacionada com o a lavagem do material que carrou os açúcares durante este processo, além das outras variáveis já comentadas no parágrafo anterior.

O teor de fibras registrada na FRA dessa pesquisa foi de 85,2 % e atende as recomendações da RDC nº 54, de 2012, da ANVISA, às alegações nutricionais para o alimento ser considerado “fonte de fibra alimentar”, no mínimo de 3 g de fibra por 100 g em pratos preparados, e “alto teor de fibra”, no mínimo 6 g fibra por 100 g em pratos preparados (BRASIL, 2012). Cabe destacar, que a FRA foi processada para ser um ingrediente da formulação da salsicha de tilápia para agregar fibras e este coproduto. Logo, o seu elevado teor de fibras é um importante atributo nutricional e um potencial atributo tecnológico para o alimento desenvolvido.

5.1.2 Caracterização centesimal da CMS de tilápia do Nilo

Conforme Gonçalves (2011) o entendimento da composição química da CMS de pescado reflete na importância tecnológica e nutricional dos produtos derivados. A composição centesimal da CMS de tilápia utilizada nesta pesquisa foi apresentada em valores de gramas para cada 100 g de amostra, e os resultados obtidos foram representados na Tabela 6, com variações semelhantes aos valores dos constituintes encontrados na literatura e apresentados na Tabela 7.

Tabela 6. Composição centesimal da CMS de tilápia

| COMPOSIÇÃO (g/(100g)) | CMS* |
|-----------------------|--------------|
| Umidade | 85,78 ± 0,39 |
| Proteínas | 12,50 ± 0,04 |
| Lipídeos | 1,02 ± 0,01 |
| Cinzas | 0,24 ± 0,00 |

*Médias ± desvio padrão

Tabela 7. Valores da composição química para CMS de tilápia encontradas na literatura

| Umidade % | Proteína % | Lipídios % | Cinzas % | Autores |
|-----------|------------|------------|----------|-----------------------------------|
| 73,40 | 8,30 | 16,20 | 0,90 | MUZZOLON <i>et al.</i> (2016) |
| 71,01 | 12,92 | 16,28 | 0,95 | HAGUIWARA (2016) |
| 82,53 | 15,49 | 2,17 | 1,08 | PINTO (2017) |
| 85,00 | 12,50 | 0,80 | 1,10 | COSTA (2017) |
| 84,78 | 13,02 | 0,96 | 0,88 | SIGNOR (2018) |
| 76,00 | 21,00 | 2,30 | 0,70 | LUSTOSA-NETO <i>et al.</i> (2018) |

De acordo com Ordóñez (2005), Gonçalves (2011) e Yarnpakdee *et al.* (2014) na composição centesimal do músculo do pescado pode conter de 60 a 85 % de umidade; aproximadamente 20 % de proteína bruta, 0,6 a 36 % de lipídeos e de 1 a 2 % da fração cinza. Ainda segundo os autores citados anteriormente a composição química do pescado varia em decorrência da sazonalidade, temperatura da água, estado nutricional e fisiológico, espécie, idade, tamanho, porções do corpo e condições gonoadais.

Outro fator que provavelmente corrobora com a diferença centesimal é a dificuldade de remoção do excesso de água que é incorporada durante o processo de lavagem da CMS, e que pode ser aumentado em razão das repetições desse processo. É importante também destacar, a capacidade de higroscopicidade inerente à carne de pescado causada pelas proteínas miofibrilares, o que reforça a elevação da umidade (GONÇALVES, 2011; MUZZOLON *et al.*, 2016). Observa-se na Tabela 7 que nos achados não têm valores lineares entre si. Nesta pesquisa a composição química da CMS de tilápia ficou próxima dos valores descritos por Gonçalves (2011) umidade 85,78 % proteína 12,5 %, lipídeos 1,02 % e cinzas 0,24 %.

Os valores de cinzas analisados estão dentro dos padrões mesmo se tratando de CMS, considerando que pode conter um valor mais elevado de cálcio proveniente de espinhas trituradas durante o processo de despulpamento das musculaturas aderidas nas mesmas, aumentando assim a matéria mineral.

A água é o constituinte em maior proporção do pescado tendo uma relação inversamente proporcional com a quantidade de lipídeos do mesmo (ORDÓÑEZ, 2005; MINOZZO, 2010). Conforme Góes (2017) esta relação foi observada quando comparou os teores umidade (78,09 e 66,68 %) e lipídios (1,77e 14,78 %) em filé de tilápia e CMS de pacu, respectivamente.

5.2 Avaliação do pH da CMS de Tilápia

A determinação do pH retrata um dado importante à qualidade do pescado, pois é considerado um alimento com baixa acidez e próximo da neutralidade (GONÇALVES, 2011). O resultado de pH da CMS de tilápia deste estudo foi de 6,69. De acordo com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), de 29 de março de 2017, artigo 211, inciso I, o pH da carne fresca para as espécies de pescado pertencentes ao grupo dos peixes deverá ser inferior a 7, evidenciando desta forma, a qualidade da matéria-prima quanto ao seu grau de frescor para o processamento. Desta forma, verifica-se que o resultado de pH da CMS de tilápia apresenta padrão aceitável de qualidade para esse parâmetro (BRASIL, 2017).

5.3 Qualidade Microbiológica da CMS

A Tabela 8 mostra os resultados obtidos para as análises microbiológicas da CMS de tilápia do Nilo, utilizada como matéria-prima para elaboração das salsichas.

Tabela 8. Qualidade microbiológica da CMS de tilápia do Nilo

| Análises | Resultados | Legislação** |
|---|--------------------|------------------|
| <i>Salmonella</i> ssp. | Ausência | Ausência em 25 g |
| Bactérias aeróbias mesófilas (UFC*/mL) | $1,2 \times 10^5$ | Não referenciado |
| Fungos filamentosos e leveduras (UFC/mL) | $7,8 \times 10^3$ | Não referenciado |
| Staphylococcus coagulase positiva/Staphylococcus aureus (UFC/g) | $<1,0 \times 10^1$ | 10^3 UFC/g |

*UFC: Unidade Formadora de Colônia; **Estabelecido pela RDC nº 12, de 12 de janeiro de 2001 (ANVISA).

Os resultados obtidos na análise microbiológica da CMS de tilápia (Tabela 8) estão de acordo com os padrões legais exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da RDC nº 2, de 12 de Janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). Não foi observada presença de *Salmonella* ssp. neste trabalho e a contagem para *Staphylococcus* coagulase positiva (UFC/g) foi de $<1,0 \times 10^1$. A ausência de *Salmonella* indica a qualidade microbiológica satisfatória da matéria-prima para a elaboração das salsichas dentro das condições higiênicas sanitárias estabelecidas para a comercialização do produto.

No presente estudo, a contagem de Bactérias Aeróbias Mesófilas foi de $1,2 \times 10^5$ UFC/g, e para fungos filamentosos e leveduras de $7,8 \times 10^3$ UFC/g. A presença de Bactérias Aeróbias Mesófilas e Fungos Filamentosos e Leveduras em produtos cárneos tipo salsichas podem fornecer informações sobre as condições higiênicas de equipamentos, de manipuladores, falhas no processamento e estocagem, influenciando na redução do prazo de vida útil do produto. A legislação vigente não estabelece um limite para contagem destes microrganismos, porém, a literatura sugere o limite de 10^6 UFC/g e 5×10^3 UFC/g, respectivamente (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

5.4 Variáveis Respostas

As médias das avaliações de umidade, CRA, encolhimento, rendimento, dureza, elasticidade, mastigabilidade e cor L*, a* e b* da salsicha de tilápia, dos 11 ensaios propostos (Tabela 3) pelo modelo matemático foram realizadas em triplicata e estão representados na Tabela 9.

Tabela 9. Valores obtidos nos ensaios experimentais para variáveis respostas estudadas (% Umidade, CRA, Rendimento, Encolhimento, Textura e Cor) em função da concentração de amido e farinha do resíduo de abacaxi (FRA)

| Ensaio | Amido % | FRA % | Rendimento % | Encolhimento % | Umidade % | CRA % | Dureza kgf.mm | Elasticidade mm | Mastigabilidade kgf.mm | Cor L* | Cor a* | Cor b* |
|--------|---------|-------|--------------|----------------|-----------|-------|---------------|-----------------|------------------------|--------|--------|--------|
| 1 | 0,29 | 3,73 | 99,98 | -2,44 | 73,14 | 24,14 | 1,43 | 0,61 | 0,16 | 63,62 | 2,35 | 14,75 |
| 2 | 1,70 | 3,73 | 104,40 | -3,29 | 69,73 | 24,83 | 1,25 | 0,55 | 0,15 | 62,91 | 2,33 | 14,98 |
| 3 | 0,29 | 7,27 | 90,56 | -0,75 | 69,28 | 18,28 | 1,83 | 0,58 | 0,20 | 60,54 | 2,47 | 14,92 |
| 4 | 1,70 | 7,27 | 100,78 | -2,56 | 68,56 | 15,64 | 1,51 | 0,72 | 0,21 | 57,73 | 2,81 | 15,02 |
| 5 | 0,00 | 5,50 | 94,11 | -1,24 | 68,79 | 15,86 | 0,80 | 0,50 | 0,10 | 57,11 | 2,79 | 15,20 |
| 6 | 2,00 | 5,50 | 100,95 | -2,11 | 69,82 | 20,88 | 1,45 | 0,61 | 0,17 | 57,58 | 2,91 | 15,96 |
| 7 | 1,00 | 3,00 | 100,80 | 0,21 | 69,17 | 23,39 | 1,46 | 0,64 | 0,17 | 64,45 | 2,28 | 16,11 |
| 8 | 1,00 | 8,00 | 93,96 | -2,15 | 70,40 | 27,49 | 2,69 | 0,63 | 0,33 | 59,85 | 3,05 | 16,95 |
| 9 | 1,00 | 5,50 | 99,07 | -3,97 | 68,06 | 19,05 | 0,73 | 0,58 | 0,09 | 59,89 | 3,10 | 16,19 |
| 10 | 1,00 | 5,50 | 104,07 | -2,53 | 69,54 | 19,98 | 0,73 | 0,63 | 0,11 | 58,87 | 3,13 | 16,61 |
| 11 | 1,00 | 5,50 | 99,72 | -1,03 | 69,67 | 21,06 | 0,68 | 0,59 | 0,08 | 57,61 | 2,94 | 16,04 |

5.4.1 Umidade

O monitoramento da estabilidade através do controle de umidade nos produtos alimentícios é muito importante em todas as fases, desde a seleção dos ingredientes até o seu consumo. Variações descontroladas podem promover alterações físicas e químicas no produto, alterar as propriedades sensoriais, como sabor, cor e textura e promover a deterioração enzimática, microbiológica e química, assim como, impactar no seu processamento, distribuição, estocagem, gerar desperdícios e ainda, provocar agravos na saúde do consumidor (SILVA; TASSI; PASCOAL, 2016; BRASIL, 2018).

A influência da concentração do amido e da FRA na resposta umidade foram avaliadas e o resultado de regressão (R^2) foi igual a 0,76, demonstrando que o modelo matemático explicou 76 % da variância do experimento e desvio padrão com 5 % de significância (Tabela 10).

Tabela 10. Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta umidade na formulação de salsichas de tilápia com adição de fibras

| Variáveis | Efeito | Erro Padrão | t (5) | P |
|------------------|--------|-------------|-------|------|
| Média* | 30,66 | 3,94 | 7,77 | 0 |
| Amido (L) | -7,47 | 4,83 | -1,54 | 0,18 |
| Amido (Q) | 3,76 | 5,75 | 0,65 | 0,54 |
| Farinha (L) | -7,69 | 4,83 | -1,59 | 0,17 |
| Farinha (Q) | 2,76 | 5,75 | 0,48 | 0,65 |
| Amido x Farinha* | 22,33 | 6,83 | 3,26 | 0,02 |

*Fatores significativos a 95 % de confiança; $R^2=0,76$; (L): Efeito Linear; (Q): Efeito Quadrático.

O efeito da interação entre o amido e FRA foi significativo ($p<0,05$) para a variável resposta umidade. A associação destas variáveis indicou efeito na redução do teor de umidade das salsichas. Ou seja, quanto maior a concentração de amido e FRA menor é o teor de umidade. Uma explicação para tal efeito ter acontecido pode estar relacionado a reações químicas entre o amido e a FRA, promovendo a ligação destes com a molécula de água. Desta forma, a água presente na estrutura ficaria retida contribuindo para a redução no teor de umidade do produto.

A Tabela 11 apresenta a análise variância (ANOVA) dos resultados para teor de umidade. O $F_{\text{calculado}}$ (8,95) foi superior ao F_{tabelado} (5,12) sendo possível validar o modelo proposto ($p<0,05$) e permitir a construção da superfície de resposta das variáveis independentes concentração de amido de milho e FRA para a variável resposta umidade mostrada na Figura 2.

Tabela 11. Análise de variância do DCCR para concentração de amido de milho e FRA na umidade

| Fonte de Variação | Soma dos Quadrados | Graus de Liberdade | Quadrado Médio | $F_{\text{calculado}}$ |
|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------------------|
| Regressão | 492,31 | 1 | 492,31 | 8,95 |
| Resíduo | 494,52 | 9 | 54,94 | |
| Total | 986,83 | 10 | | |

$F_{\text{tabelado}}=5,12$

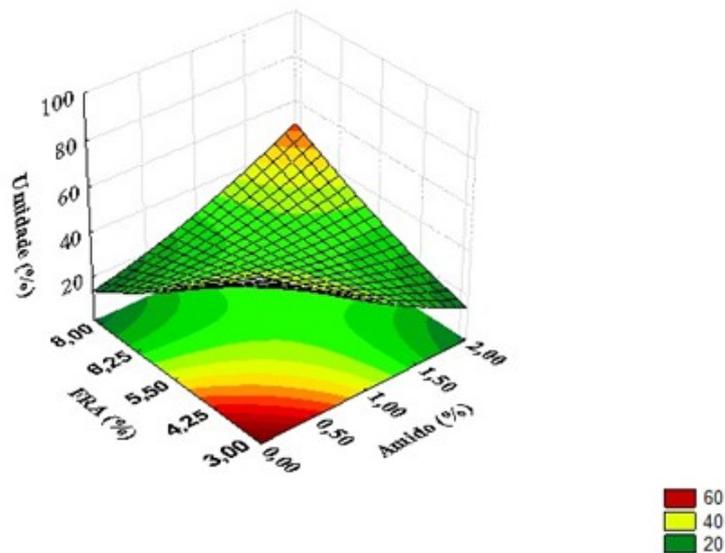


Figura 2. Superfície de resposta para umidade em função da variável independente amido e FRA, para a salsicha de CMS de tilápia

A Figura 2 mostra que teores de umidade mais elevados tendem a serem obtidos nas maiores concentrações de amido e de FRA. Porém, na faixa estudada, o efeito para a concentração de amido e para a concentração de FRA não foram significativos ($p > 0,05$). Observa-se o efeito positivo na interação amido e FRA que sugere a redução da umidade na presença de maiores concentrações de amido e FRA na formulação da salsicha, podendo promover a estabilidade microbiológica e química do produto durante o seu armazenamento. O RTIQ para salsichas elaboradas com a carne de animais de açougue permite o máximo de 65 % de umidade e, no presente estudo obteve-se valores médios de 66,96 %. Apesar desta legislação não considerar a carne do pescado, o uso de altas concentrações de amido ultrapassaria os limites estabelecidos pela legislação vigente, elaborando-se um produto fraudado.

O modelo que apresenta a influência das variáveis concentração de amido e FRA, sob a variável resposta umidade é mostrado pela equação 6.

$$\% \text{ Umidade} = 30,66 + 11,16 * \text{Amido} * \text{FRA} \text{ (equação 6)}$$

Para atender ao RTIQ (umidade máxima até 65 %) quando analisamos os efeitos mostrados na Figura 2, verifica-se que a tendência de menores teores de umidades seria obtida, na faixa estudada, na maior concentração de amido (2 %) e menor concentração de FRA (3 %) ou para menor valor de amido (1 %) e o máximo de FRA (8 %).

Analisando-se os dados da Tabela 9, observa-se que os valores de umidade estão muito próximos, sendo que a maioria destes encontra-se na faixa de 68 a 69 %. Assim, como o objetivo deste trabalho foi avaliar a adição de fibras de abacaxi na formulação das salsichas de tilápia e neste caso, a resposta desejada era de umidade na faixa de 65 %, escolheu-se as formulações dos ensaios 2, 7 e 8, por possuírem umidades mais baixas e teores variáveis de FRA como amostras selecionadas para as avaliações específicas (composição centesimal, análise sensorial e microbiológica).

5.4.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água é geralmente atribuída às macromoléculas de matrizes alimentícias que incluem géis de pectina, amido e células teciduais de animais e vegetais presentes em baixas concentrações para reter fisicamente determinadas quantidades de água, inibindo a exsudação de forças externas gravitacionais e no corte, aquecimento e trituração dos alimentos (FENNEMA, 2010). A CRA é uma propriedade essencial à qualidade do produto do ponto de vista industrial e de consumo.

A Tabela 12 mostra os resultados do DCCR para influência de concentração de amido e FRA na CRA das salsichas, e o resultado do coeficiente de regressão (0,81) demonstrando que o modelo matemático explicou 81 % da variância do experimento e desvio padrão com 5 % de significância. É possível observar que houve efeito significativo ($p < 0,05$) na concentração de FRA para a CRA do produto, enquanto a variável concentração de amido não apresentou influência significativa ($p > 0,05$) sobre a CRA. Na faixa estudada, a quantidade de FRA obteve um efeito linear negativo, indicando uma tendência de diminuir a CRA em função do aumento da concentração de FRA.

Tabela 12. Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA de resíduo de abacaxi, sob a variável resposta CRA das salsichas de tilápia

| Variáveis | Efeito | Erro Padrão | t (5) | P |
|-----------------|--------|-------------|-------|------|
| Média* | 20,03 | 1,31 | 15,28 | 0,00 |
| Amido (L) | 1,28 | 1,60 | 0,80 | 0,45 |
| Amido (Q) | -2,25 | 1,91 | -1,17 | 0,29 |
| Farinha (L)* | -5,21 | 1,60 | -3,24 | 0,02 |
| Farinha (Q) | 4,81 | 1,91 | 2,52 | 0,05 |
| Amido x Farinha | -1,66 | 2,26 | -0,73 | 0,49 |

*Fatores significativos a 95 % de confiança; $R^2 = 0,81$; (L): Efeito Linear; (Q): Efeito Quadrático.

A Tabela 13 apresenta a ANOVA dos resultados para CRA. O valor de $F_{\text{calculado}}$ (8,52) foi superior ao F_{tabelado} (5,11). Desta forma, é possível validar o modelo proposto e a construção do gráfico que mostra a relação da concentração de FRA sob a CRA das salsichas evidenciando o seu efeito significativo ($p < 0,05$). A Figura 3 ilustra o gráfico de superfície de resposta para a influência do amido e FRA sobre a CRA das salsichas.

Tabela 13. Análise de variância do DCCR para a variável FRA na CRA da salsicha de tilápia

| Fonte de Variação | Soma dos Quadrados | Graus de Liberdade | Quadrado Médio | $F_{\text{calculado}}$ |
|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------------------|
| Regressão | 67,97 | 1 | 67,97 | 8,52 |
| Resíduo | 71,77 | 9 | 7,97 | |
| Total | 139,75 | 10 | | |

$F_{\text{tabelado}} = 5,11$

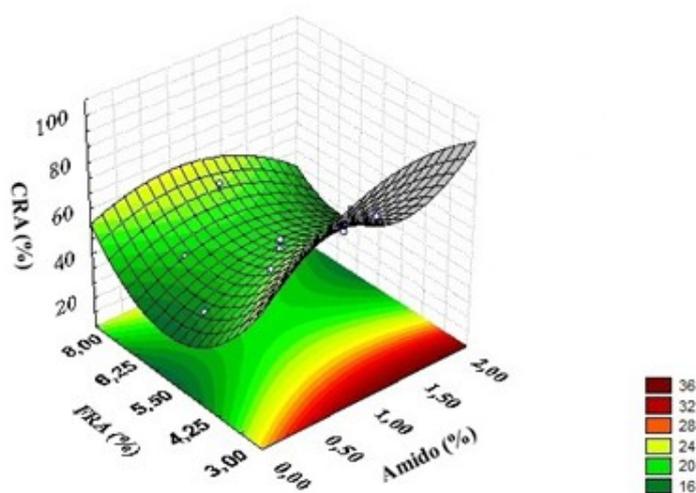


Figura 3. Superfície de resposta para CRA em função da variável independente amido e FRA, para a salsicha de CMS de tilápia

O modelo que apresenta a influência das variáveis concentração de amido e FRA, sob a variável resposta CRA (Figura 3) é mostrado pela equação 2.

% CRA= 20,03-2,60*FRA-0,83*Amido (equação 7).

A Figura 3 mostrou que, apesar do efeito linear negativo significativo ($p < 0,05$) da farinha na redução da CRA foi possível verificar que já há retenção de água no produto abaixo da faixa estudada de farinha ($< 3\%$), porém, a retenção de água começa a declinar conforme se eleva a concentração de FRA.

Leite (2016) também observou efeito negativo da inulina (3 %) e MTGase (0,5 – 1,5 %) que teve igualmente a resposta na diminuição na CRA da linguiça cozida de mexilhão. Pinto (2017) verificou o aumento da CRA no *fishburger* de CMS de tilápia com maiores concentrações de MTGase (2 %) e fécula de mandioca (8 e 10 %). Para o autor a enzima promove modificações na estrutura da proteína, aumentando a interação e retenção de água e, além da gelatinização da fécula que ao formar uma rede tridimensional também tende a reter água. Estanech (2018) obteve melhores resultados de CRA em patê de CMS de pescada-bicuda, com maiores concentrações de inulina (4,5 e 5,39 %) e menores concentrações de água (15 e 18,04 %). Estudos conduzidos por Bis (2016), para avaliar os efeitos das fibras alimentares como substitutas de gordura em hambúrguer de carne bovina e paio, constatou maior (5,8 vezes) capacidade de retenção de água das fibras insolúveis de aveia e trigo, quando comparadas às fibras solúveis inulina e frutooligossacarídeo, sendo um fator provável para inibir a sinérese do produto, como no caso da salsicha de tilápia deste estudo.

Em complemento ao verificado na literatura sugere-se que a resposta da CRA para adição de fibras alimentares no processamento de produtos cárneos dependerá também do tipo de fibra (solúvel ou insolúvel), concentração, teor de água, capacidade de interação com a fração proteica e demais ingredientes, além do tempo e temperatura de processamento, sendo possível concluir que o método de superfície foi uma ferramenta útil para estimar a resposta da CRA encontrada neste estudo e na literatura. Vale lembrar também, que a ação de produtos não cárneos como os polifosfatos que eleva o pH da emulsão, o sal e sal de cura promovem alterações na funcionalidade das proteínas do pescado e no desempenho tecnológico do produto final, retraindo água (FENNEMA, 2010; ZAPATA; PAVA, 2018).

Analisando-se o efeito significativo ($p < 0,05$) na CRA das formulações de salsicha, observa-se que as melhores respostas de CRA, isto é, maiores valores de CRA tendem a ser obtidos diminuindo a concentração de FRA na formulação (Figura 3). Nos dados da Tabela 10, observa-se que os maiores valores de CRA foram obtidos para as formulações dos ensaios

2, 7 e 8, assim, estes ensaios foram selecionados para as avaliações específicas (composição centesimal, análise sensorial, análises microbiológicas e de cor L*, a* e b*).

5.4.3 Percentual de rendimento após cozimento

A capacidade de uma proteína de reter água é muito importante em aplicações alimentares. Portanto, eventuais defeitos de qualidade associados às falhas na CRA decorrem à sinerese de géis, maior elevação do pH e exsudação no descongelamento, que poderá derivar na redução da suculência, maciez e textura dos produtos cárneos triturados, como no caso dos embutidos (FENNEMA, 2010).

Não foi verificado nenhum efeito significativo ($p>0,05$) das variáveis independentes amido e FRA, na resposta rendimento (Tabela 14). Isto significa que neste experimento o rendimento não foi afetado pelas variações das concentrações, na faixa estudada, de amido e FRA, não sendo possível estabelecer um modelo matemático.

A influência da concentração do amido e da FRA na resposta rendimento foram avaliadas e o resultado de regressão (R^2) foi igual a 0,53, demonstrando que o modelo matemático explicou 53 % da variância do experimento e desvio padrão com 5 % de significância.

Tabela 14. Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta rendimento nas formulações de salsichas de tilápia

| Variáveis | Efeito | Erro Padrão | t (5) | P |
|-----------------|--------|-------------|-------|------|
| Média* | 100,95 | 2,40 | 41,98 | 0,00 |
| Amido (L) | 6,07 | 2,94 | 2,06 | 0,09 |
| Amido (Q) | -2,68 | 3,50 | -0,76 | 0,47 |
| Farinha (L) | -0,84 | 2,94 | -0,28 | 0,78 |
| Farinha (Q) | -2,83 | 3,50 | -0,80 | 0,45 |
| Amido x Farinha | 2,90 | 4,16 | 0,69 | 0,51 |

*Fatores significativos a 95 % de confiança; $R^2 = 0,53$; (L): Efeito Linear; (Q): Efeito Quadrático.

Como foi observado nos resultados obtidos para os diferentes ensaios realizados (Tabela 9) os valores da variável resposta rendimento variaram entre 90 a 104 %, respectivamente, para os 11 ensaios realizados, sendo que a variação do ponto central foi de 99 a 104 %, ou seja, valores próximos àqueles obtidos nas outras condições do delineamento.

Sugere-se que a ausência de efeito significativo ($p>0,05$) no percentual de rendimento neste estudo (Tabela 14) provavelmente se deu pelo fato das faixas estudadas de amido e FRA não serem suficientes para o modelo matemático detectar influência para a variável resposta rendimento após cozimento.

Do mesmo modo, Leite (2016) não relatou diferença significativa ($p>0,05$) no rendimento de linguiça cozida de mexilhão nas faixas estudadas das variáveis independentes água (55 a 30 %), inulina (0 a 3 %) e MTGase (5 a 30 %). Borrajo; Lima; Trindade (2016) não considerou satisfatório o rendimento de 82,40 % e 84 % nas amostras com teores de amido (2 %) e fibra de aveia (1,50 e 3 %), respectivamente, no processamento de salsicha bovina. Segundo a autora é possível esperar uma redução do percentual de perda por conta da exsudação devido à incorporação de fibra. No entanto, não houve diferença significativa ($p<0,05$) entre as amostras de salsichas com adição de fibra de trigo e a amostra controle (sem fibra).

5.4.4 Percentual de encolhimento

O encolhimento nos produtos processados ocorre principalmente pela perda de água durante o cozimento, além da junção e interação entre o produto cárneo e demais ingredientes, sendo considerado um desafio tecnológico durante o processo de fabricação (SÁ VIEIRA *et al.*, 2015). A influência da concentração do amido e da FRA na resposta encolhimento foram avaliadas e o resultado de regressão (R^2) foi igual a 0,55, demonstrando que o modelo matemático explicou 55 % da variância do experimento e desvio padrão com 5 % de significância (Tabela 15). Não foi verificado nenhum efeito significativo ($p>0,05$) das variáveis independentes amido e FRA na resposta encolhimento.

Tabela 15. Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA sob a variável resposta encolhimento nas formulações de salsichas de tilápia

| Variáveis | Efeito | Erro Padrão | t (5) | P |
|-----------------|--------|-------------|-------|------|
| Média* | -2,51 | 0,65 | -3,80 | 0,01 |
| Amido (L) | -0,97 | 0,80 | -1,21 | 0,27 |
| Amido (Q) | 0,36 | 0,95 | 0,37 | 0,72 |
| Farinha (L) | 1,44 | 0,80 | 1,79 | 0,13 |
| Farinha (Q) | 1,07 | 0,95 | 1,12 | 0,31 |
| Amido x Farinha | -0,47 | 1,13 | -0,42 | 0,69 |

*Fatores significativos a 95 % de confiança; $R^2=0,55$; (L): Efeito Linear; (Q): Efeito Quadrático.

Como foi observado nos resultados obtidos para os diferentes ensaios realizados (Tabela 9) os valores da variável resposta encolhimento variou entre -3,97 e 0,21 %, respectivamente, para os 11 ensaios realizados, sendo que a variação do ponto central foi de -3,97 e -1,03 %, ou seja, valores próximos aos obtidos nas outras condições do delineamento. Assim, nenhuma variável estudada foi estatisticamente significativa ($p>0,05$) para a resposta encolhimento e a Tabela 15 confirma este fato, mostrando que apenas a média foi significativa ($p<0,05$), sendo os demais efeitos lineares, quadráticos ou de interação entre as variáveis não significativos ($p>0,05$).

No entanto, na literatura foi verificado o efeito significativo para o percentual de encolhimento em produtos formatados e embutidos de pescado ou a base de pescado. Leite (2016) no processamento de linguiça cozida de mexilhões (*Perna perna*) obteve 13,34 % de encolhimento experimental da repetição com 1,5 % de MTGase; Oliveira Filho (2018) na avaliação de linguiças de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) relataram variação no encolhimento de 13,14 % em defumação tradicional e 19,17% na líquida e Sá Vieira *et al.* (2015) em *fishburger* de CMS de tilápia com adição de amido de milho na faixa de 1 a 2 %, o encolhimento no cozimento entre 10,03 e 16,72 %.

5.5 Análise do Perfil de Textura (TPA)

A textura é a resposta da deformação de um alimento quando mordido, prensado, cortado, etc. Nessa transformação, a dureza, elasticidade e mastigabilidade, dentre outros, são conhecidos de acordo com a estrutura do produto, sendo complexa e dependente de características mecânicas, geométricas, de gordura e de umidade, respeitando o grau e a ordem em que são percebidas, desde a primeira mordida até a mastigação completa, influenciando na aceitação, preferência, aroma e sabor definidos pelo consumidor (TEIXEIRA, 2009; APREA *et al.*, 2014).

5.5.1 Dureza

A Tabela 16 apresenta os resultados do delineamento para influência da concentração de amido e FRA na dureza das salsichas, e os resultados dos coeficientes de regressão e desvio padrão com 5 % de significância. A FRA influenciou significativamente ($p < 0,05$) na dureza das salsichas obtendo um efeito quadrático positivo. Deste modo, as maiores concentrações de FRA aumentaram a dureza do produto. Verifica-se que o coeficiente de regressão (R^2) foi igual a 0,72, mostrando que o modelo gerado explicou 72 % da variância do experimento.

Tabela 16. Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta dureza nas formulações de salsichas de tilápia

| Variáveis | Efeito | Erro Padrão | t (5) | P |
|-----------------|--------|-------------|-------|------|
| Média* | 0,71 | 0,25 | 2,81 | 0,03 |
| Amido (L) | 0,10 | 0,31 | 0,32 | 0,75 |
| Amido (Q) | 0,36 | 0,37 | 0,97 | 0,37 |
| Farinha (L) | -0,26 | 0,31 | -0,86 | 0,42 |
| Farinha (Q)* | 1,31 | 0,37 | 3,51 | 0,01 |
| Amido x Farinha | -0,07 | 0,44 | -0,16 | 0,87 |

*Fatores significativos a 95 % de confiança; $R^2 = 0,72$; (L): Efeito Linear; (Q): Efeito Quadrático.

A Tabela 17 apresenta a ANOVA dos resultados para dureza. O valor de $F_{\text{calculado}}$ (15,07) foi superior ao F_{tabelado} (5,11). Desta forma, é possível validar o modelo proposto e permitir a construção do gráfico de superfície de resposta que mostra a relação da concentração de FRA sob a dureza das salsichas evidenciando o seu efeito significativo ($p < 0,05$), mostrado na Figura 4.

Tabela 17. Análise de variância do DCCR para as variáveis amido e FRA na variável resposta dureza

| Fonte de Variação | Soma dos Quadrados | Graus de Liberdade | Quadrado Médio | $F_{\text{calculado}}$ |
|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------------------|
| Regressão | 2,24 | 1 | 2,24 | 15,07 |
| Resíduo | 1,33 | 9 | 0,14 | |
| Total | 3,58 | 10 | | |

$F_{\text{tabelado}} = 5,11$

Constatou-se influência significativa ($p < 0,05$) do efeito da variável resposta FRA sob a dureza das salsichas. As mesmas tendências foram verificadas por Zapata e Pava (2018) ao observarem influência significativa ($p < 0,05$) das variáveis independentes amido de batata e farinha de quinoa na concentração de 2 %, obtendo um elevado teor de dureza (massa seca e dura), necessitando de maior força para promover a deformação da matriz em salsichas tipo *Frankfurt* elaboradas do resíduo de tilápia vermelha.

No presente estudo empregou-se somente a CMS de tilápia nas formulações e ao compará-lo com a pesquisa de Lago (2015) que desenvolveu salsicha com filé e CMS de tilápia do Nilo, constatou-se nesta última, uma diminuição linear da dureza dos embutidos, na medida em que substituiu as concentrações de filé de tilápia por CMS de tilápia do Nilo até 100 %, correlacionando este comportamento à função da ação proteica miofibrilar. A Figura 4 ilustra o gráfico de superfície resposta para a influência do amido e FRA sobre a dureza das salsichas.

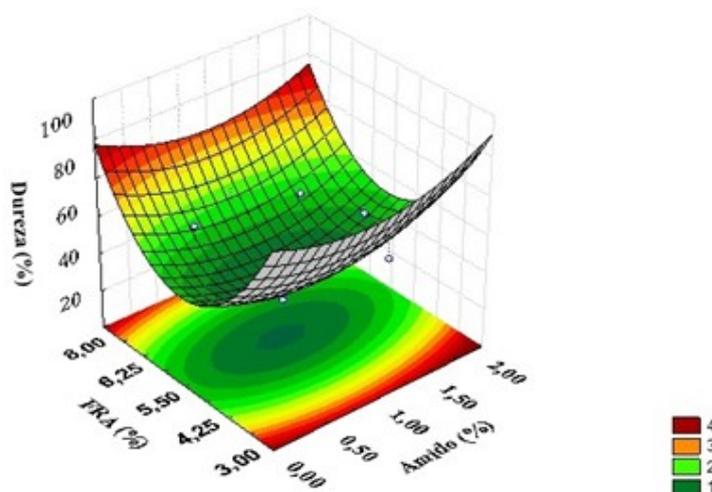


Figura 4. Superfície de resposta para variável dureza em função da variável independente amido e FRA, para a salsicha de CMS de tilápia

Observa-se na Figura 4, a influência das variáveis independentes amido e FRA na resposta dureza, sendo que os maiores valores de dureza foram obtidos para os menores e maiores valores de FRA. Como a adição de FRA tende a reduzir a umidade do produto, nos maiores valores de concentração de FRA foram observados também, os maiores valores de dureza. Barbosa, *et al.* (2015) pesquisou linguiça tipo frescal de peixe barbado (*Pirinampus Pirinampu*) não encontrou significância ($p < 0,05$) ao incorporar diferentes concentrações de farinha de aveia (0,77 e 1,15 %), relatando valores para textura de 6,89 e 7,06 N, respectivamente, com associação entre o teor de aveia empregado e a dureza. A dureza nesta pesquisa foi de 1,80 N (T-1), 0,72 N (T-2) e 3,65 N (T-3).

O modelo que apresenta a influência das variáveis concentração de amido e FRA, sob a variável resposta dureza (Figura 4) é mostrado pela equação 8.

$$\% \text{ Dureza} = 0,71 - 0,13 + 0,65 * \text{FRA} - 0,04 * \text{Amido} \quad (\text{equação 8}).$$

Analisando-se os dados da Tabela 10 e os objetivos desta pesquisa, observa-se que os valores dos ensaios 2 e 7 apresentaram valores intermediários em relação aos demais e que o valor do ensaio 8 foi o mais elevado e assim estes ensaios foram selecionados para as avaliações específicas (composição centesimal, análise sensorial, análises microbiológicas e de cor).

5.5.2 Elasticidade

A Tabela 18 mostra os resultados do DCCR para influência da concentração de amido e de FRA na elasticidade das salsichas, e os resultados dos coeficientes de regressão e desvio padrão com 5 % de significância. Verifica-se que o coeficiente de regressão (R^2) foi igual a 0,85, mostrando que o modelo gerado explicou 85 % da variância do experimento.

Tabela 18. Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta elasticidade nas formulações de salsichas de tilápia

| Variáveis | Efeito | Erro Padrão | t (5) | P |
|------------------|--------|-------------|-------|------|
| Média* | 0,60 | 0,01 | 35,07 | 0,00 |
| Amido (L)* | 0,05 | 0,02 | 2,58 | 0,04 |
| Amido (Q) | -0,03 | 0,02 | -1,40 | 0,21 |
| Farinha (L) | 0,03 | 0,02 | 1,77 | 0,13 |
| Farinha (Q) | 0,04 | 0,02 | 1,78 | 0,13 |
| Amido x Farinha* | 0,10 | 0,02 | 3,50 | 0,01 |

*Fatores significativos a 95 % de confiança; $R^2=0,85$; (L): Efeito Linear; (Q): Efeito Quadrático.

Observa-se na Tabela 18 que a variável independente amido e a interação amido e FRA tiveram influência significativa ($p<0,05$) positiva na elasticidade das salsichas. Na faixa estudada, o amido teve efeito linear positivo, ou seja, maiores valores de elasticidade tendem a ser obtidos com maiores concentrações de amido, pois há a propensão do amido ao interagir com as proteínas da carne do pescado em temperaturas de cozimento acima de 62 °C, de formar um gel cárneo, retendo água na estrutura da salsicha, promovendo elasticidade de acordo com a faixa estudada (PARDI *et al.*, 2005). Do mesmo modo, a influência da interação entre as variáveis independentes (amido e FRA) tende a aumentar a elasticidade à medida que ocorre o aumento das concentrações e a combinação entre elas.

A Tabela 19 apresenta a análise variância (ANOVA) dos resultados para a elasticidade. Observa-se que o $F_{\text{calculado}}$ (3,54) foi inferior ao F_{tabelado} (5,11). Deste modo, não é possível validar o modelo proposto ($p>0,05$) não permitido a construção da superfície resposta da concentração de amido e FRA.

Tabela 19. Análise de variância do DCCR para as variáveis amido e FRA na variável resposta elasticidade

| Fonte de Variação | Soma dos Quadrados | Graus de Liberdade | Quadrado Médio | $F_{\text{calculado}}$ |
|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------------------|
| Regressão | 0,00 | 1 | 0,00 | 3,54 |
| Resíduo | 0,02 | 9 | 0,00 | |
| Total | 0,03 | 10 | | |

$F_{\text{tabelado}}=5,11$

Observa-se na Tabela 9 que a maior elasticidade do modelo matemático verificada neste trabalho foi no ensaio 4 (0,72 mm), utilizando 1,70 % de amido e 7,27 % de FRA, sugerindo que o efeito da interação entre as variáveis (amido e FRA) exerceu maior contribuição na elasticidade. A elasticidade de 0,64 mm observada no ensaio 7 com 1 % de amido e 3 % de FRA e elasticidade de 0,63 mm do ensaio 8 com 1 % de amido e 8 % de FRA demonstram que a FRA não influenciou estatisticamente ($p>0,05$) na elasticidade da salsicha. Já a menor elasticidade (0,50 mm) foi obtida no ensaio 5, sem adição de amido e com 5,50 % de FRA, deixando evidente o efeito da concentração de amido nos demais resultados, ou seja, quanto maior o teor de amido, maior é a elasticidade da salsicha.

Zapata e Pava (2018) buscaram melhores resultados de elasticidade ao incorporar 1 % de farinha de quinoa, 3 % de amido de batata e 6 % de gordura, mas não houve diferença estatística em relação à formulação controle de salsicha tipo *Frankfurt* de resíduos de tilápia vermelha, mas adição de farinha de quinoa a 2 % diminuiu a elasticidade do produto e elevou a dureza do produto.

5.5.3 Mastigabilidade

A influência da concentração do amido e da FRA na resposta mastigabilidade foram avaliadas e o resultado de regressão (R^2) foi igual a 0,71, demonstrando que o modelo matemático explicou 71 % da variância do experimento e desvio padrão com 5 % de significância (Tabela 20).

Os resultados para mastigabilidade das salsichas são mostrados na Tabela 10. Observa-se a maior mastigabilidade (0,33 kgf/mm) no ensaio 8, com 1 % de amido e 8 % de FRA, sendo necessária maior energia ou trabalho para mastigar o produto até a deglutição, isto era esperado, pois esta amostra possuía maior concentração de FRA, o que, conseqüentemente, aumenta o tempo de deglutição. Já o ensaio 11 obteve a menor mastigabilidade (0,08 kgf/mm). É possível observar ainda, ao comparar o maior e menor valor de mastigabilidade com os resultados dos ensaios 2 (3,73 % FRA), 7 (5,5 % FRA) e 4 (7,27 %) que a mastigabilidade aumenta (0,15, 0,17 e 0,21 kgf/mm) à medida em que se eleva a concentração de FRA, requerendo mais tempo de mastigação da salsicha. Já para a concentração de 1,70 % de amido nos ensaios 2 e 4, com respectivamente, 3,73 e 7,27 % de FRA mostram que na faixa de amido estudada de 0 a 2 %, este não interferiu na mastigabilidade.

Tabela 20. Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta mastigabilidade nas formulações de salsichas de tilápia

| Variáveis | Efeito | Erro Padrão | t (5) | P |
|-----------------|--------|-------------|-------|------|
| Média* | 0,09 | 0,03 | 3,08 | 0,02 |
| Amido (L) | 0,02 | 0,03 | 0,63 | 0,55 |
| Amido (Q) | 0,03 | 0,04 | 0,81 | 0,45 |
| Farinha (L) | -0,03 | 0,038 | -0,88 | 0,41 |
| Farinha (Q)* | 0,15 | 0,04 | 3,38 | 0,01 |
| Amido x Farinha | 0,00 | 0,05 | 0,12 | 0,90 |

*Fatores significativos a 95 % de confiança; $R^2=0,71$; (L): Efeito Linear; (Q): Efeito Quadrático.

Verificou-se que a concentração de FRA foi significativa ($p<0,05$) para o efeito quadrático, sendo este positivo, isto é, quanto maior for a concentração de FRA, maior será a mastigabilidade. Na Tabela 21 observa-se que o $F_{\text{calculado}}$ (14,15) foi maior que o F_{tabelado} (5,11). Desta forma, foi possível validar o modelo proposto ($p<0,05$) permitindo a construção da superfície resposta das variáveis independentes concentração de amido e FRA sob a resposta mastigabilidade (Figura 5).

Tabela 21. Análise de variância do DCCR para as variáveis amido e FRA na variável resposta mastigabilidade

| Fonte de Variação | Soma dos Quadrados | Graus de Liberdade | Quadrado Médio | $F_{\text{calculado}}$ |
|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------------------|
| Regressão | 0,03 | 1 | 0,03 | 14,15 |
| Resíduo | 0,02 | 9 | 0,00 | |
| Total | 0,05 | 10 | | |

$F_{\text{tabelado}}=5,11$

O gráfico aponta a tendência de que os valores mais elevados de mastigabilidade são alcançados aumentando a concentração de FRA. Quanto ao amido, a concentração utilizada na faixa estudada (0 – 2 %) não apresentou influência significativa ($p < 0,05$).

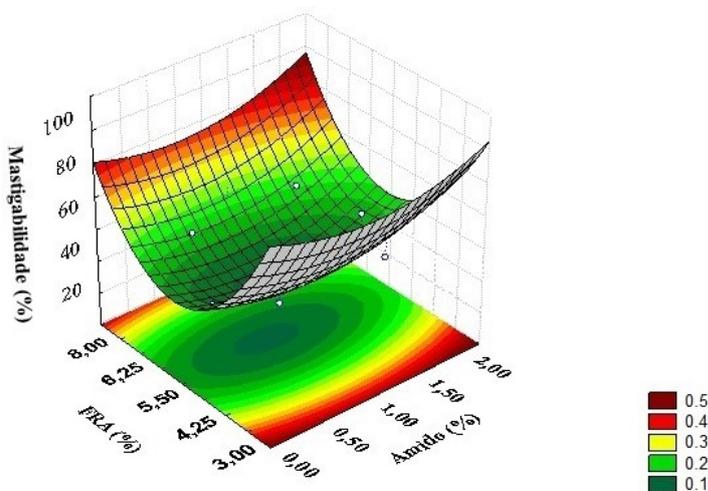


Figura 5. Superfície de resposta mastigabilidade em função da variável independente amido e FRA, para a salsicha de CMS de tilápia

O modelo que apresenta a influência das variáveis concentração de amido e FRA, sob a variável resposta dureza (Figura 5) é mostrado pela equação 9.
 $Mastigabilidade = 0,096 - 0,02 * FRA + 0,08 * FRA^2$ (equação 9).

Analisando-se os dados da Tabela 9 observa-se que o maior valor de mastigabilidade foi alcançado pelo ensaio 8 e os valores dos ensaios 2 e 7 foram intermediários e próximos entre si, e assim, as formulações dos ensaios 2, 7 e 8 foram as selecionadas para as avaliações específicas (composição centesimal, análise sensorial, análises microbiológicas e de cor).

5.6 Medição da Cor Instrumental (L^* , a^* e b^*)

A medição instrumental de cor teve o propósito de verificar se houve mudança na intensidade da cor entre os diferentes ensaios do embutido tipo salsicha de CMS de tilápia do Nilo, em decorrência à adição de amido e FRA na faixa estudada. A Tabela 9 mostra os valores obtidos no colorímetro no tempo “zero” para os parâmetros L^* , a^* e b^* .

O parâmetro L^* é relacionado à luminosidade externa do produto que varia do preto (0) ao branco (100), sendo favorecido ao preto (Tabela 9), onde somente os ensaios 3 (0,29 % amido e 7,27 % FRA) e 5 (0 % amido e 5,50 % FRA) não diferiram significativamente ($p > 0,05$) entre si. Observa-se que nos ensaios 2 (1,70 % amido e 3,73 % FRA), ensaio 1 (0,29 % amido e 3,37 % FRA) e ensaio 7 (1 % amido e 3 % FRA), os valores de L^* foram de 62,91, 63,62 e 64,45, respectivamente, ou seja, aumentaram de acordo com a diminuição do teor de FRA, e conseqüentemente, mais próximos do branco. Contudo, observa-se que a concentração de FRA acima de 3,72 % influenciou nos baixos valores do parâmetro L^* dos ensaios 4, 5, 6, 9, 10 e 11.

Os valores do parâmetro a^* que indica a variação da intensidade da cor do verde (-) ao vermelho (+) mostraram uma tendência ao vermelho, conforme o aumento da concentração de FRA, não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) entre os ensaios 1 (0,29 % amido e 3,73 % FRA), 2 (1,70 % amido e 3,73 % FRA) e 5 (0 % amido e 5,50 % FRA), sendo que o menor valor verificado foi de 2,28 no ensaio 7 (1 % amido e 3 % FRA). Os maiores valores do parâmetro a^* estão na faixa de 2,91 a 3,13.

Para o parâmetro b^* , que indica a variação entre o amarelo (+) e o azul (-), os ensaios apresentaram tendência à coloração amarela, sem diferença estatística ($p > 0,05$) entre os ensaios 5 e 6, 10 e 11. O ensaio 8 (1 % amido e 8 % FRA) obteve o maior valor de 16,95 ficando o ensaio 1 (0,29 % amido e 3,73 % FRA) com o menor valor. A coloração amarela é uma característica do abacaxi maduro com predominância no suco, bagaço e casca. Assim, o resultado observado está de acordo com o esperado, ou seja, quanto maior a concentração de FRA, maior é o valor da coloração amarela no produto e que foi observado no presente estudo. No processamento de *hambúrguer* com adição de farinha da casca do abacaxi (FCA) com reduzido teor de gordura Reis Junior (2017) observou diferença estatística ($p < 0,05$) para b^* em amostras com diferentes concentrações de FCA. O autor concluiu que a FCA acentua o tom de amarelo nos *hambúrgueres*, mas não representa grande importância para produtos cárneos.

Assim como no rendimento, encolhimento e elasticidade não foi verificado nenhum efeito significativo ($p > 0,05$) para a faixa estudada da variável independente amido e FRA, na análise instrumental de cor L^* , a^* e b^* (Tabelas 23, 24 e 25). Isto significa que neste estudo, os parâmetros não foram afetados pelas variações das concentrações na faixa estudada de amido e FRA, não sendo possível estabelecer um modelo matemático.

A influência da concentração do amido e da FRA nas respostas para o parâmetro de cor L^* foram avaliadas e o resultado de regressão (R^2) foi igual a 0,46, demonstrando que o modelo matemático explicou 46 % da variância do experimento e desvio padrão com 5 % de significância (Tabela 22).

Tabela 22. Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta cor L^* nas formulações de salsichas de tilápia

| Variáveis | Efeito | Erro Padrão | t (5) | p |
|-----------------|--------|-------------|-------|------|
| Média* | 58,78 | 1,55 | 37,80 | 0,00 |
| Amido (L) | -0,71 | 1,90 | -0,37 | 0,72 |
| Amido (Q) | -0,71 | 2,26 | -0,31 | 0,76 |
| Farinha (L) | -0,43 | 1,90 | -0,23 | 0,82 |
| Farinha (Q) | 4,08 | 2,26 | 1,80 | 0,13 |
| Amido x Farinha | -1,05 | 2,69 | -0,38 | 0,71 |

*Fatores significativos a 95 % de confiança; $R^2 = 0,46$; (L): Efeito Linear; (Q): Efeito Quadrático.

A influência da concentração do amido e da FRA na resposta da cor a^* foram avaliadas e o resultado de regressão (R^2) foi igual a 0,50, demonstrando que o modelo matemático explicou 50 % da variância do experimento e desvio padrão com 5 % de significância (Tabela 23).

Tabela 23. Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta cor a^* nas formulações de salsichas de tilápia

| Variáveis | Efeito | Erro Padrão | t (5) | p |
|-----------------|--------|-------------|-------|------|
| Média* | 3,05 | 0,18 | 16,36 | 0,00 |
| Amido (L) | 0,12 | 0,22 | 0,53 | 0,61 |
| Amido (Q) | -0,34 | 0,27 | -1,25 | 0,26 |
| Farinha (L) | -0,12 | 0,22 | -0,53 | 0,61 |
| Farinha (Q) | -0,52 | 0,27 | -1,92 | 0,11 |
| Amido x Farinha | 0,18 | 0,32 | 0,55 | 0,60 |

*Fatores significativos a 95 % de confiança; $R^2 = 0,50$; (L): Efeito Linear; (Q): Efeito Quadrático.

A influência da concentração do amido e da FRA na respostas da cor b^* foram avaliadas e o resultado de regressão (R^2) foi igual a 0,46, demonstrando que o modelo matemático explicou 46 % da variância do experimento e desvio padrão com 5 % de significância (Tabela 24).

Tabela 24. Efeito estimado das variáveis independentes amido e FRA, sob a variável resposta cor b^* nas formulações de salsichas de tilápia

| Variáveis | Efeito | Erro Padrão/ | | |
|-----------------|--------|--------------|-------|------|
| | | Erro Puro | t (5) | p |
| Média* | 16,28 | 0,45 | 35,95 | 0,00 |
| Amido (L) | 0,35 | 0,55 | 0,63 | 0,55 |
| Amido (Q) | -1,26 | 0,66 | -1,92 | 0,11 |
| Farinha (L) | -0,24 | 0,55 | -0,44 | 0,67 |
| Farinha (Q) | -0,31 | 0,66 | -0,48 | 0,64 |
| Amido x Farinha | -0,06 | 0,78 | -0,08 | 0,93 |

*Fatores significativos a 95 % de confiança; $R^2=0,46$; (L): Efeito Linear; (Q): Efeito Quadrático.

5.7 Avaliação das Amostras Seleccionadas

Com base nos resultados das respostas umidade, CRA, dureza e mastigabilidade foram seleccionados os ensaios 2, 7 e 8 (Tabela 9) renomeados respectivamente, para T-1 (1,70 % de amido e 3,73 % de FRA); T-2 (1 % de amido e 3% FRA) e T-3 (1 % de amido e 8 % FRA). Apenas para comparação das amostras na Análise Sensorial foi adicionada a amostra T-C (0 % de amido e 0 % FRA). As formulações T-C, T-1, T-2 e T-3 estão apresentadas na Tabela 25. Para estas formulações foram avaliados o pH, composição centesimal, qualidade microbiológica, avaliação sensorial e análise de cor. Foram analisados também os ajustes das amostras seleccionadas aos modelos matemáticos obtidos.

Tabela 25. Formulação para repetição dos ensaios com base na predição do modelo matemático

| Ingredientes e aditivos (%) | T-C | T-1 | T-2 | T-3 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| CMS de tilápia | 65,25 | 59,82 | 61,25 | 56,25 |
| Farinha do bagaço de abacaxi* | 0,00 | 3,73 | 3,00 | 8,00 |
| Amido* | 0,00 | 1,70 | 1,00 | 1,00 |
| Água gelada | 17,00 | 17,00 | 17,00 | 17,00 |
| Óleo vegetal | 8,00 | 8,00 | 8,00 | 8,00 |
| Proteína isolada de soja | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 |
| Sal | 1,05 | 1,05 | 1,05 | 1,05 |
| Outros condimentos | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 |
| Aditivos | 2,95 | 2,95 | 2,95 | 2,95 |
| Total (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

*Valores reais das variáveis independentes, conforme indicado no planejamento fatorial, exceto para T-C (controle).

5.8 Caracterização Centesimal, pH, Análises Microbiológicas e de Cor das Salsichas de Tilápia

Na Tabela 26 está o demonstrativo referente à composição centesimal das amostras de salsichas T-C (tratamento controle, sem adição de FRA) e com adição de FRA (T-1, 3,73 %

FRA; T-2, 3 % FRA e T-3, 8 % FRA), referentes às melhores tendências de formulações indicadas pelo modelo estatístico a partir das variáveis respostas Umidade, CRA e Textura.

Tabela 26. Composição centesimal, fibras e valor calórico da salsicha de tilápia do Nilo, com adição de FRA e da amostra controle

| COMPOSIÇÃO (g/(100g) | T-C | T-1 | T-2 | T-3 |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Umidade | 70,87 | 67,14 | 68,02 | 64,89 |
| Proteínas | 12,69 | 11,81 | 11,81 | 10,87 |
| Lipídeos | 8,54 | 7,02 | 8,49 | 8,06 |
| Cinzas | 3,70 | 3,65 | 3,60 | 3,56 |
| Carboidratos | 4,20 | 10,38 | 8,08 | 12,62 |
| Fibras | 1,64 | 4,58 | 4,14 | 8,30 |
| Valor calórico (kcal) | 139,86 | 133,62 | 139,41 | 133,30 |

T-C controle (sem adição de amido e FRA); T-1 (1,70 % amido e 3,73 % FRA); T-2 (1 % amido e 3 % FRA) e T-3 (1 % amido e 8 % FRA).

O RTIQ de salsichas elaboradas com a carne dos animais de açougue estabelece os padrões de identidade e qualidade do produto que deverá apresentar até 65 % de umidade, 30 % de gordura, de 1 a 7 % de carboidratos totais, de 1 a 2 % de amido e o mínimo de 12 % de proteína, e o somatório total de amido e carboidratos total não deverá ultrapassar 7 % (BRASIL, 2000). A salsicha de tilápia com adição de FRA encontra-se dentro dos padrões de identidade e qualidade estabelecido pela legislação para gordura e fora da conformidade estabelecida para umidade, carboidratos totais e proteína.

Para a umidade as salsichas de tilápia com adição de FRA apresentaram teores que variaram de 64,89 a 68,02 %, abaixo do valor encontrado para a formulação controle de 70,87 % (T-C), mas ultrapassou o limite máximo estabelecido pela legislação de 65 % de umidade, exceto para formulação T-3. Os resultados apresentados para os teores de umidade nas diferentes formulações evidenciam que o uso da FRA e do amido de milho, nas faixas estudadas de 0,29-1 % amido e 3 – 8 % FRA, alteraram a composição química do produto salsicha, e mostra que maiores concentrações de FRA reduzem a umidade.

Quanto às concentrações de carboidratos verificou-se o teor de 4,20 %, (T-C), 10,38 % (T-1), 8,08 % (T-2) e 12,62 % (T-3). É importante destacar, que uma parte dos teores de carboidratos encontrados nesse estudo é referente à adição de diferentes concentrações de fibras da FRA e foi um dos objetivos deste trabalho, tendo em vista, os benefícios destes nutrientes à saúde humana.

O teor de fibras nas amostras foi de 1,64 % (T-C), 4,58 % (T-1), 4,14 % (T-2) e 8,30 % (T-3). Segundo o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar (INC), da ANVISA, quando o alimento conter no mínimo 3 % de fibras por cada 100 g, receberá o atributo de “fonte” de fibras alimentares (BRASIL, 2012). Portanto, a salsicha desenvolvida neste estudo é considerada um alimento funcional. Quanto ao valor calórico das salsichas, foi de 139,86 kcal/100 g (T-C), 133,62 kcal/100 g (T-1), 139,41 kcal/100 g (T-2) e 133,30 kcal/100 g (T-3). Foi observado que no mercado consumidor as salsichas de frango apresentam calorias na faixa de 120 a 146 kcal, por porção de 50 g (1 unidade). Nesta pesquisa a porção de salsicha ficou na média de 68,27 kcal/50 g (1 unidade).

A concentração de lipídeos verificados nas amostras de salsichas foi de 8,54 % (T-C), 7,02 % (T- 1), 8,49 % (T-2) e 8,06 %. Estes valores estão em conformidade com o preconizado no RTIQ para salsicha.

Cabe ressaltar ainda, que a legislação vigente para o produto cárneo salsicha (RTIQ) não é específica para o produto salsicha de peixe, assim não foi possível chegar a um padrão de identidade e qualidade para a matéria-prima a ser utilizada na elaboração da salsicha, nem

do produto proposto neste estudo. Se faz necessário para o processamento do pescado na forma de apresentação de um embutido, a implementação de legislações que possam caracterizar os produtos e coprodutos derivados, visto que, os mesmos já apresentam uma boa aceitação pelo mercado consumidor em outras regiões do país, como exemplo, as polpas de peixes condimentadas congeladas, hambúrguer e almôndegas de peixes, *kibes*, *sticks* e *nuggets* de peixes.

A Tabela 27 apresenta os valores de pH encontrados nas salsichas após o tratamento térmico.

Tabela 27. Valores de pH da salsicha após o cozimento

| Amostra | pH |
|----------------|-----------|
| T-C | 6,72 |
| T-1 | 6,70 |
| T-2 | 6,74 |
| T-3 | 6,62 |

T-C, 0 (zero) amido e FRA; T-1, amido 1,7 % e FRA 3,73 %; T-2, amido 1 % e FRA 3 %; T-3, 1 % amido e FRA 8 %.

Os valores na avaliação do pH das salsichas se mantiveram abaixo do recomendado (< 7,0), mesmo após adição dos ingredientes e da pasteurização das salsichas os valores de pH observados foram de 6,72 (T-C), 6,7 (T-1), 6,74 (T-2) e 6,62 (T-3). O RTIQ para o produto cárneo salsicha elaborado da carne de animais de açougue não estabelece valores para o pH, ressaltando mais uma vez a necessidade de se estabelecer legislações que possam padronizar e caracterizar a qualidade deste produto, visto que, em relação aos diferentes grupos de pescado (peixes, crustáceos, moluscos) de relevância econômica no mercado apresentam característica química e bioquímica de músculo diferenciada que serão influenciadas pelo efeito do processamento alterando a natureza e composição química, influenciando na estabilidade dos mesmos durante o armazenamento.

Verificou-se que o pH das amostras selecionadas T-1, T-2 e T-3 permaneceram estáveis quando comparados ao pH de 6,69 encontrado na CMS de tilápia (Tabela 8). Pires (2015) e Pinto (2017) também relataram a estabilidade do pH dos *fishburguer* de CTP de Ubarana (pH 6,3) e CMS de tilápia (pH 6 – 6,3) em relação à matéria-prima de 6,55 e de 5,7, respectivamente. Os autores atribuíram a estabilidade do pH nos produtos em decorrência da adição de ingredientes capazes de reduzir o pH, o que é desejável, uma vez que, valores elevados de pH tem relação com a multiplicação de microrganismos e em consequência disso, a deterioração do produto.

Tabela 28. Qualidade microbiológica das salsichas de tilápia do Nilo

| Análises | Resultados | | | | Legislação** |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| | T-C | T-1 | T-2 | T-3 | |
| <i>Salmonella</i> ssp. (25 g) | Ausência | Ausência | Ausência | Ausência | Ausência |
| | < | < | < | < | < |
| Coliformes a 45 °C (UFC*/g) | 1,0x10 ¹ | 1,0x10 ¹ | 1,0x10 ¹ | 1,0x10 ¹ | 10 ² NMP/g |
| Bactérias Láticas (UFC/g) | 2,7x10 ² | 2,5x10 ³ | 2,7x10 ³ | 2,7x10 ⁵ | Não referenciado |
| Bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g) | 5,0x10 ¹ | 1,0x10 ¹ | 1,0x10 ¹ | 1,0x10 ¹ | Não referenciado |

*UFC: Unidade Formadora de Colônia; **Estabelecidos pela RDC nº 12, de 12 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001); Sendo: T-C amido e farinha zero %; T-1 amido 1,7 % e farinha 3,73 %; T-2 amido 1 %, farinha 3 %; T-3 amido 1 %, farinha 8 %.

Os resultados apresentados (Tabela 28) mostram que as amostras de salsichas de tilápia encontravam-se de acordo com os parâmetros previstos pela RDC nº 12 de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001). A qualidade microbiológica da matéria-prima, juntamente, às corretas BPF durante o processamento permitiram a elaboração de salsichas próprias para consumo (item 5.3), sendo observado a ausência de *Salmonella* ssp. e a presença de Coliformes a 45 °C (1,0x10¹) dentro dos padrões aceitáveis.

Para as bactérias láticas foi observada a maior contagem para a amostra T-3 de 2,7x10⁵ UFC/g. Segundo Irkin (2011) o final da vida útil em produtos cárneos com a presença de bactérias láticas ocorre quando atinge a concentração de 10⁷ UFC/mL, momento este em que a deterioração é percebida pela alteração da cor, sabor odor, presença de “mela” e gás nas embalagens. Para a contagem de Bactérias Aeróbias Mesófilas na salsicha, na amostra T-C foi de 5,0x10¹ UFC/g e de 1,0x10¹ UFC/g nas demais amostras, indicando que o tratamento térmico reduziu a concentração (1,2x10⁵ UFC/g) inicial de microrganismos encontrados na CMS de tilápia utilizada no processamento da salsicha. Souza (2018) reduziu a concentração de microrganismos em dois logs ao estudar o efeito da radiação ultravioleta na vida útil de salsicha embalada a vácuo, onde possibilitou que o produto levasse 45 dias para atingir o limite máximo de 10⁶ UFC/g, conforme sugerido por Franco e Landgraf (2008) para bactérias aeróbias mesófilas deteriorar alimentos processados; representando 22 dias mais de vida útil do produto em relação à amostra controle. É importante ressaltar, que não há especificação na legislação em vigor quanto aos limites de tolerância para contagem total de Bactérias Aeróbias Mesófilas e Fungos Filamentosos e Leveduras em produtos cárneos tipo salsicha, porém, a presença deles no alimento varia conforme o tipo de alimento e microrganismos presentes e geralmente as alterações são percebidas quando apresentam valores superiores a 10⁶ UFC/g para bactérias aeróbias mesófilas e de 5x10² UFC/g para fungos e leveduras nos alimentos cozidos (FRANCO; LANDGRAF, 2008). A Tabela 29 mostra os parâmetros obtidos para cor instrumental L*, a* e b* no tempo zero das amostras T-C, T-1, T-2 e T-3.

Tabela 29. ANOVA do parâmetro cor dos parâmetros L*, a* e b*

| Tratamentos | L* | a* | b* |
|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| T-C | 83,91 ^a | 1,50 ^{ab} | 15,15 ^b |
| T-1 | 71,37 ^c | 2,46 ^a | 17,55 ^a |
| T-2 | 77,26 ^b | 1,39 ^b | 15,57 ^{ab} |
| T-3 | 70,80 ^c | 2,44 ^a | 16,91 ^{ab} |

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (p<0,05) pelo teste de Tukey.

No tempo zero observou-se que a amostra T-C, apresentou o maior valor L* (83,91), ou seja, com uma tendência mais próxima ao branco e muito distante do preto, diferenciando significativamente ($p < 0,05$) de T-1, T-2 e T-3. A amostra T-3 que possuía maior concentração de FRA foi a que mais se distanciou da amostra T-C, mas não diferenciou significativamente ($p < 0,05$) de T-1. Enquanto a amostra T-2, com menor concentração de FRA teve a média de 77,26, mais próxima de T-C (0 % FRA) com 83,91, mas apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) das demais amostras. Outro fator que provavelmente contribuiu para maior o brilho na amostra T-C foi o seu teor de 70,87 % de umidade (Tabela 7), resultando em maior quantidade de luz superficial refletida.

Em relação ao parâmetro a* todas as médias foram baixas com tendência ao verde (-). Porém, a amostra com maior tendência ao vermelho (+) foi T-1. A amostra T-C não diferenciou significativamente ($p < 0,05$) de T-1, T-2 e T-3 mesmo com a variação de FRA na faixa de 3 a 8 %. Sugere-se que houve inclinação à coloração verde por conta da adição de proteína isolada de soja, das ervas (tomilho, salsa e sálvia) e da concentração de FRA, que contribuíram para a inclinação das formulações à coloração verde. Porém, no processamento de produtos embutidos, sugere-se o emprego de ervas no formato de pó, pois na forma *in natura* tende a oxidar em menor tempo, interferindo na vida útil do produto. Para o parâmetro b* (do amarelo (+) ao azul (-) verificou-se que para as amostras T-C, T-2 e T-3 não houve diferenças significativas ($p < 0,05$). O teste de Tukey também apontou para a tendência de igualdade entre as amostras T-1, T-2 e T-3, ou seja, sem a interferência das matérias primas e ingredientes.

5.9 Comparação dos Valores Experimentais aos Modelos Matemáticos Obtidos

Para a avaliação do ajuste dos dados experimentais aos modelos obtidos foram substituídos os valores das amostras selecionadas aos previstos pelos modelos expressos através das equações 1, 2, 3 e 4 obtidas, respectivamente, para as respostas umidade, CRA, dureza e mastigabilidade. Ao substituir a expressão “*AMIDO” pelos valores 1,70, 1,00 e 1,00 %, e a expressão “*FRA” por 3,73, 3 e 8 %, correspondentes, respectivamente, aos ensaios T-1, T-2 e T-3 foram obtidos os teores de umidade, CRA, dureza e mastigabilidade previstos pelo modelo para as amostras selecionadas os quais foram comparados com os valores obtidos de forma experimental. Para calcular os desvios foram utilizadas as fórmulas: Desvio = $Y - \hat{Y}$ e Desvio relativo = $(Y - \hat{Y}/Y) * 100$, onde Y = resposta experimental e \hat{Y} = resposta prevista pelo modelo.

5.9.1 Resposta umidade

Os resultados da comparação entre os valores experimentais e obtidos pelo modelo para a resposta umidade encontram-se na Tabela 30.

Tabela 30. Umidade obtida experimentalmente e previstos pelo modelo matemático

| Concentração de FRA (%) | Umidade Experimental (%) | Umidade prevista pelo modelo (%) | Desvio | Desvio Relativo (%) |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------|---------------------|
| 3,73 (T-1) | 67,80 ^a | 67,10 ^a | 0,52 | 0,76 |
| 3,00 (T-2) | 70,00 ^a | 70,00 ^a | 0,98 | 1,40 |
| 8,00 (T-3) | 67,10 ^a | 68,10 ^a | 0,08 | 0,11 |

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na tabela 30 verificou-se que os desvios foram baixos, mostrando semelhança entre os valores obtidos experimentalmente e os previstos pelo modelo, evidenciando a utilidade da

ferramenta para prever o teor de umidade com diferentes concentrações de FRA no processamento de salsichas de peixe. De acordo com o previsto pelo modelo o teor de umidade não varia para FRA nas concentrações de 3 %, 3,73 % e 8 %, sendo confirmado pelos valores experimentais. Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) para o teor de umidade experimental das salsichas entre as formulações T-1, T-2 e T-3, com a média de umidade entre elas de 68,30 % (Tabela 30).

5.9.2 Resposta CRA

Os resultados da comparação entre os valores experimentais e obtidos pelo modelo para a resposta CRA encontram-se na Tabela 31.

Tabela 31. CRA obtida experimentalmente e previstos pelo modelo matemático

| Concentração de FRA (%) | CRA Experimental (%) | CRA prevista pelo modelo (%) | Desvio | Desvio Relativo (%) |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------|----------------------------|
| 3,73 (T-1) | 18,30 ^c | 18,28 ^c | 0,00 | 0,00 |
| 3,00 (T-2) | 28,70 ^a | 27,49 ^a | 0,40 | 1,39 |
| 8,00 (T-3) | 23,30 ^b | 19,05 ^b | 1,10 | 4,55 |

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre os valores de CRA das salsichas obtidas experimentalmente e os previstos pelo modelo. Na Tabela 31 foi possível observar que os desvios foram baixos, apresentando semelhança entre os valores obtidos experimentalmente e os previstos pelo modelo.

5.9.3 Resposta dureza

Os resultados da comparação entre os valores experimentais e obtidos pelo modelo para a resposta dureza de encontram-se na Tabela 32.

Tabela 32. Dureza obtida experimentalmente e previstos pelo modelo matemático

| Concentração de FRA (%) | Dureza Experimental (%) | Dureza prevista pelo modelo (%) | Desvio | Desvio Relativo (%) |
|--------------------------------|--------------------------------|--|---------------|----------------------------|
| 3,73 (T-1) | 1,80 ^a | 2,72 ^a | 0,06 | 3,33 |
| 3,00 (T-2) | 0,72 ^b | 0,75 ^b | 0,07 | 9,72 |
| 8,00 (T-3) | 3,65 ^c | 1,75 ^c | 0,04 | 1,47 |

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na Tabela 32 observa-se que entre os valores previsto pelo modelo e os obtidos experimentalmente não apresentaram grandes variações, estando próximos ao valor ideal de dureza nas três concentrações de FRA sugeridas nos percentuais 3,73, 3,00 e 8,00 %. Portanto, o uso de tal ferramenta é válido para prever a dureza para diferentes concentrações de FRA em salsichas.

5.9.4 Resposta mastigabilidade

Os resultados da comparação entre os valores experimentais e obtidos pelo modelo para a resposta mastigabilidade encontram-se na Tabela 33.

Tabela 33. Mastigabilidade obtida experimentalmente e previstos pelo modelo matemático

| Concentração de FRA (%) | Mastigabilidade Experimental (%) | Mastigabilidade prevista pelo modelo (%) | Desvio | Desvio Relativo (%) |
|-------------------------|----------------------------------|--|--------|---------------------|
| 3,73 (T-1) | 0,25 ^a | 0,22 ^{ab} | 0,02 | 8,00 |
| 3,00 (T-2) | 0,34 ^a | 0,36 ^a | 0,02 | 5,88 |
| 8,00 (T-3) | 0,08 ^b | 0,11 ^{bc} | 0,01 | 12,5 |

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Observa-se na Tabela 33 que os valores previstos pelo modelo e os obtidos experimentalmente não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$). Foi observado na literatura valores médios de mastigabilidade em salsicha tradicional de 0,98, 0,10 e 0,70 kgf. mm/s, respectivamente por Andrade (2012), Souto (2017) e Sousa, (2019), indicando que as salsichas deste estudo apresentaram semelhanças com o valor ideal de mastigabilidade. Desta forma, assim como na variável resposta CRA, é possível prever a mastigabilidade para diferentes concentrações de FRA em salsichas de tilápia.

5.10 Análise Sensorial

5.10.1 Perfil dos avaliadores

A Tabela 34 mostra o perfil dos avaliadores quanto à faixa etária e sexo.

Tabela 34. Perfil da faixa etária e sexo dos avaliadores

| Perfil dos avaliadores | |
|------------------------|---------|
| <u>Sexo</u> | |
| Feminino | 50,49 % |
| Masculino | 49,51 % |
| <u>Faixa etária</u> | |
| 18-25 anos | 15,53 % |
| 26-35 anos | 24,28 % |
| 36-45 anos | 27,2 % |
| 46-55 anos | 21,35 % |
| 56-65 anos | 9,70 % |
| >65 anos | 1,94 % |
| Total | 100 % |

Em relação à frequência do consumo de salsicha (Tabela 35) verificou-se que 52 participantes “frequentemente” consomem salsicha, representando 50 % do total. Dos que “raramente” consomem foram 45 participantes e, dentre os que consomem e não consomem “diariamente” o número de participantes foi o mesmo, três.

Tabela 35. Perfil da frequência no consumo de salsicha pelos avaliadores

| Frequência de consumo | Nº Avaliadores | Avaliadores (%) |
|-----------------------|----------------|-----------------|
| Não consomem | 3 | 2,88 |
| Raramente | 45 | 44,23 |
| Frequentemente | 52 | 50 |
| Diariamente | 3 | 2,88 |
| Total | 103 | 100 |

5.10.2 Teste de aceitação global

Na Tabela 36 são apresentados os resultados obtidos dos escores dos atributos que foram analisados na avaliação sensorial.

Tabela 36. Resultado dos escores do teste de aceitação global realizado nas salsichas de tilápia

| Amostra | Média |
|---------|-------------------|
| T-C | 6,69 ^a |
| T-2 | 5,91 ^a |
| T-1 | 5,87 ^a |
| T-3 | 4,41 ^b |

T-C: Tratamento Controle - 0 (zero) amido, 0 (zero) FRA; T-1: Tratamento 1 - 1,7 % amido, 3,73 % FRA; T-2: Tratamento 2 - 1 % amido, 3 % FRA; T-3: Tratamento 3 - 1 % amido, 8 % FRA

Médias seguidas de letras iguais não diferenciam entre si significativamente ($p \leq 0,01$) segundo o teste de Tukey.

Conforme observado na Tabela 36 a amostra controle (T-C) obteve a maior média de aceitação global utilizando a escala hedônica de 9 pontos, estando na faixa entre as notas 6 “gostei ligeiramente” e 7 “gostei moderadamente” (6,69), onde segundo Rocha (2013) notas acima de 6 indicam “gostar do produto”. Observa-se que as amostras T-2 e T-1 obtiveram as médias 5,91 e 5,87, respectivamente, ficando na faixa entre as notas 5 “não gostei, nem desgostei” e “gostei ligeiramente”. No entanto, não diferiram estatisticamente ($p < 0,01$) de T-C, mostrando a tendência de boa aceitação das amostras, além de apontar que tanto a adição de amido acima de 1 %, quanto a adição de FRA na faixa entre 3 e 3,73 % não causou impactos negativos na aceitação das salsichas, ou seja, os avaliadores mostraram a tendência de que as salsichas seriam aceitas com ou sem adição de fibras.

Em relação à amostra T-3 verificou-se que houve diferença estatística ($p < 0,01$) em relação às demais amostras, permanecendo na faixa de pontuação entre as notas 4 “desgostei ligeiramente” e 5 “não gostei, nem desgostei”. Este resultado indica relativa rejeição do produto que foi considerado “arenoso” e “seco” pelos avaliadores. Vale ressaltar, que nos resultados do delineamento composto central rotacional (Tabela 16) foi verificado o efeito significativo da variável independente FRA ($p < 0,05$) na resposta CRA. Assim, prevaleceu a tendência de que quanto mais farinha na formulação mais firme fica a salsicha, influenciando na dureza e maciez do produto.

5.10.3 Intenção de compra

A Tabela 37 mostra a intenção de compra das salsichas de tilápia pelos avaliadores.

Tabela 37. Intenção de compra das salsichas pelos avaliadores

| Intenção de Compra (%) | T-C | T-1 | T-2 | T-3 |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Certamente não compraria | 7,69 | 14,42 | 17,31 | 36,54 |
| Provavelmente não compraria | 14,42 | 24,04 | 18,27 | 25,00 |
| Talvez comprasse, talvez não comprasse | 24,04 | 25,96 | 30,77 | 23,08 |
| Provavelmente compraria | 36,54 | 27,88 | 24,04 | 6,73 |
| Certamente compraria | 17,31 | 7,69 | 9,62 | 8,65 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

T-C,0 (zero) amido e FRA; T-1, amido 1,7 % e FRA 3,73 %; T-2, amido 1 % e FRA 3%; T-3, 1 % amido e FRA 8 %.

Verificou-se na Tabela 37 que a amostra T-C obteve maior probabilidade de intenção de compra, com 53,85 % dos avaliadores entre “provavelmente compraria” e “certamente compraria”. Este resultado está de acordo com o teste de aceitação global efetuado na avaliação sensorial, pois esta amostra alcançou a maior média de aceitação global, 6,69 pontos.

Seguindo os mesmos parâmetros, a segunda amostra com maior intenção de compra foi para a amostra T-1, com a média de 35,57 % de avaliadores na faixa entre “provavelmente compraria” e “certamente compraria”. Porém, cerca de 26 % dos avaliadores mostraram-se indiferentes com relação à intenção de compra em “talvez comprasse, talvez não comprasse”.

A amostra T-2 registrou 33,66 % de intenção de compra dos avaliadores na faixa entre “provavelmente compraria” e “certamente compraria”, mas cerca de 31 % foram indiferentes ao produto. Quanto à amostra T-3, 61,64 % dos avaliadores relataram na intenção de compra que “certamente não compraria” e “provavelmente não compraria” indicando a tendência de reprovação da amostra.

De modo geral, verificou-se que, a salsicha de tilápia com FRA teve uma boa intenção de compra, quando estes resultados foram correlacionados com o teste de aceitação global, quando não se registrou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras T-1 e T-2 em relação a amostra T-C que recebeu a maior nota de aceitação.

6 CONCLUSÃO

A farinha de resíduo de abacaxi (FRA) apresentou qualidade nutricional e baixo teor de umidade. A CMS de tilápia apresentou alto valor protéico e baixo conteúdo de lipídeos. Estes dois coprodutos evidenciaram o uso potencial para melhorar o valor nutritivo de embutidos de peixe do tipo salsicha. Além disso, foi observado para ambas as matérias-primas resultados satisfatórios de qualidade sanitária e microbiológica indicando a sua qualidade higiênico sanitária para o processamento.

Com a utilização do delineamento experimental composto central rotacional foi possível selecionar as melhores formulações para o processamento das salsichas, onde as variáveis independentes amido de milho e FRA apontaram a melhor resposta para a menor umidade, dureza e mastigabilidade e maior capacidade de retenção de água, mostrando-se uma importante ferramenta no planejamento e tomadas de decisões mais adequadas e seguras, possibilitando a otimização dos insumos e tempo, desenvolvendo um produto final de qualidade. A salsicha de tilápia elaborada pode ser designada como “fonte” de fibras, pois contém mais de 3 % de fibras alimentares em sua composição, atendendo o preconizado pela legislação de alimentos vigente, assim como, sua qualidade sanitária satisfatória, podendo ser considerado um alimento nutritivo e funcional.

O elevado potencial tecnológico e nutricional das matérias-primas farinha de abacaxi e CMS de tilápia, obtidas a partir dos resíduos provenientes do processamento de abacaxi e filetagem de tilápia do Nilo, viabilizou o desenvolvimento de um novo coproduto embutido tipo salsicha e poderá contribuir para a diversificação de produtos de pescado para a sociedade, além de mitigar o lançamento de resíduos sólidos para o Meio Ambiente pela cadeia produtiva de abacaxi e de tilápia.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- ✓ Avaliar a vida útil da salsicha de tilápia do Nilo adicionada de FRA;
- ✓ Avaliar outras faixas de adição de ingredientes nas salsichas de tilápia adicionada de FRA;
- ✓ Explorar as propriedades tecnológicas da FRA no desenvolvimento de novos produtos em diferentes espécies da cadeia produtiva do pescado;
- ✓ Pesquisar a utilização de outras farinhas com teor elevado de fibras para a elaboração de salsichas de tilápia;
- ✓ E, a criação de RQTI com parâmetros que atendam as características físico-químicas e microbiológicas dos novos produtos desenvolvidos, para a obtenção de um padrão de identidade e qualidade dos produtos e coprodutos, destinados a alimentação humana, provenientes de matérias-primas da pesca e aquicultura, como o existente para animais de abate (aves, suínos e bovinos).

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANCOS, B. SANCHEZ-MORENO, C.; GONZALEZ-AGUILAR. **Composition and nutrition of pineapple**. Handbook of Pineapple Technology. Wiley-BLACKWELL. cap. 12, 2016. 221-257p. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez30.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1002/9781118967355.ch12>. Acesso em: 8nov2018.
- ANDRADE, C. J. **Aspectos de qualidade para caracterização de salsichas comerciais**. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2012. 54p.
- ANGIOLILLO, L.; CONTE, A.; DEL NOBILE. Technological strategies to produce functional meat burgers. **Food Science and Technology** vol. 62, 2015. 697-703p.
- ANWAR, T.; AHMAD, B.; YOUNUS, H. Cross-linked stem bromelain: a more stabilized active preparation. **Biocatalysis and Biotransformation**, vol. 25, nº 6, 2007. 453-458p.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of analysis of AOAC International**. 2011, 18th. ed.
- APREA, E; COROLLARO, M. L; BETTA, E; ENDRIZZI, I; DEMATTÈ, M. L; BIASIOLI, F. Sensory and instrumental profiling of 18 apple cultivars to investigate the relation, between perceived quality and odour and flavor. **Food Research International**. 2014. 667-686p.
- ARSHAD, Z. I. M. Bromelain: an overview of industrial application and purification strategies. **Applied Microbiology Biotechnology**, vol. 98, 2014. 7283-7297p.
- BARBOSA, R. D.; RIBEIRO, K. P.; PINTO, D. M.; CASSOL, L. A. Desenvolvimento de linguiça frescal de peixe barbudo com adição de farinha de aveia: características físico-químicas e sensorial. **Connection on line**. nº 12. 2015. 69-76p.
- BARTOLOMEU, D. A. F. S. **Desenvolvimento e avaliação da aceitação de embutido defumado “tipo mortadela” elaborado com CMS de Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) e fibra de trigo**. Dissertação. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 2011.
- BESSA, D. P. **Elaboração de salsicha prebiótica com resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e redução de sódio**. Niterói-RJ. Dissertação. Universidade Federal Fluminense. Niterói. RJ, 2014. 1p.
- BIS, C. V. **Efeito das fibras alimentares como substituto de gordura em hambúrguer de carne bovina e paio**. Dissertação. Universidade Estadual Paulista Julho de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, SP, 2016. 44p.
- BORRAJO, K. H. T.; LIMA, C. G.; TRINDADE, M. A. Subjective satiety, sensory acceptance and technological aspects of frankfurter sausage with added wheat fibre. **Food Technology**, Campinas, SP, vol. 19, 2016.
- BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, vol. 32, 1978. 62-65p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. **Regulamenta a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, que disciplina a fiscalização e a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA)**, Brasília, DF, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 04, de 31 de março de 2000. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 de abril de 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 21, de 31 de maio de 2017. Aprova os Regulamentos Técnicos que fixa a Identidade e características de Qualidade que deve apresentar o peixe congelado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 de junho de 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2018. Estabelece como oficiais os métodos constantes do Manual de Métodos Oficiais para análise de alimentos de origem animal, indexado ao International Standard Book Number (ISBS). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 de julho de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Guia para determinação de prazos de validade de alimentos**. vol. 1, n. 16. Brasília, DF, 5 de outubro de 2018. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/11/10181/5056443/Guia+16_2018+Prazo+de.pdf/e40032da-ea48-42ff-ba8c-a9f6fc7af7af. Acesso em: 10jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos**. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 54, de novembro de 2012 dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar, 2012. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 12 de novembro de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria da Atenção à Saúde. **Guia Alimentar para a População Brasileira**. 2 ed. Brasília, DF, 2014.

BRITTO, A. C. P.; ROCHA, C. B.; TAVARES, R. A.; FERNANDES, J. M.; PIEDRAS, S. T. N.; PIUEY, J. L. O. F. B. Rendimento corporal e composição química do filé da viola (*Loricariichthys anus*). **Rev. Ciência Animal Brasileira**, vol. 15, n.1, 2014. 38-44p.

BRUM, S. A.; AUGUSTO, P. O. M. Ambiente de tarefas: as estratégias da Copacol (PR) na produção de tilápia em escala industrial pelo sistema vertical integrado. **Rev. Eletrônica Científica do CRA**. Curitiba, PR. vol. 3, n. 1, 2015. 19-34p. Disponível em: <http://recc.cra-pr.org.br/index.php/recc/article/view/16>. Acesso em: 7out2018.

CAMPOS, D. A.; COSCUETA, E. R.; VALETTI, N. W.; PASTRANA-CASTRO, L. M.; TEIXEIRA, J. A. PICO, G. A.; PINTADO, M. M. Optimization of bromelain isolation from pineapple byproducts by polysaccharide complex formation. **Food Hydrocolloids**, vol. 87, 2019. 792-804p. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S02680003Dihub. Acesso em: 9nov2018.

CHAURASIYA, R. S.; HEBBAR, H. U. Extration of bromelain from pineapple core and purification by RME and precipitation methods. **Separation and Purification Technology**. vol. 111, 2013. 90p.

CODEX ALIMENTARIUS. **Report of the Session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for special Dietary Uses**, Düsseldorf, Germany, 2009. 2-6p. Disponível em: https://ec.europa.eu/food/safety/international_affairs/standard_setting_bodies/codex/ccnfsdu/archives_en. Acesso em: 15nov2018.

COÊLHO, D. F. **Desenvolvimento de um extrator centrífugo anular e sua aplicação na purificação de bromelina de resíduos agroindustriais por sistemas bifásicos aquosos não convencionais**. Dissertação. Universidade de Campinas. Campinas, SP. 2016.

COLPINI, L. M. S.; CASTRO, L. E. N.; DURÃES, N. C.; CARNEIRO, W. F.; MEURER, F. Valor nutricional do filé de carcaça de tilápia do Nilo alimentadas com rações contendo valores diversos de proteína e energia digestível. **Brazilian Journal of Fishing Engineering**. v. 10, nº 2, 2017. 41p Disponível em: <http://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/1345/1121>. Acesso em: 25ago2018.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE(CIE): “**Recommendations on Uniform Color Difference Equations, Psychometric Color Terms,**” Supplement No. 2 to CIE Publication n° 15, Colorimetry, Bureau Central de la CIE, Paris, 1978.

COSTA, D. P. S. **Desenvolvimento de hambúrguer com carne mecanicamente separada de carcaça e de refile de tilápia: caracterização microbiológica, físico-química e sensorial.** Tese. Universidade Estadual Paulista. São José do Rio Preto, SP. 2017.

CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva.** São Paulo, SP. Ed. TecArt. 2004.

DAMASCENO, K. A.; GONÇALVES, C. A. A.; PEREIRA, G. S.; COSTA, L. L.; CAMPAGNOL, P. C. B.; ALMEIDA, P.L.; ARANTES-PEREIRA, L. Development of cereal bars containing pineapple peel flour (*Ananas comosus* L. Merrill). **Journal of Food Quality.** vol. 39, 2016. 417-424p.

DORTA, E.; SOGI, D. S. **Value added processing utilization of pineapple by-products.** Handbook of Pineapple Technology. . Wiley-BLACKWELL. cap. 11, 2016. 196-220p. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez30.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1111/1541-4337.12330>. Acesso em: 8nov2018.

DREW, J. E. *et al.* Dietary fibers inhibit obesity in mice, but host responses in the cecum and liver appear unrelated to fiber-specific changes in cecal bacterial taxonomic composition. **Scientific Reports.** vol. 8, n° 1, 2018. Disponível em: <https://www-nature.ez30.periodicos.capes.gov.br/articles/s41598-018-34081-8.pdf>. Acesso em: 10nov2018.

DUARTE, F. O. S. **Caracterização da carne de tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) submetida à dietas suplementadas com óleo de peixe.** Dissertação.UFG. Goiana, GO, 2017.

ELIAS, M. J.; ARCURI, I. F.; TAMBOURGI, E. B. Avaliação das condições de melhor estabilidade térmica para a recuperação da bromelina de resíduos de abacaxi. **Rev. Acta Scientiarum.** vol. 33, n° 3, 2011. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/8453/8453>. Acesso em: 19nov2018.

ERKEL, A.; AVILA, C. A.; ROMEIRO, M. M.; SANTOS, E. F.; SARMENTO, U. C.; NOVELLO, D. Utilização da farinha de casca de abacaxi em cookies: caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças. **Rev. UNIABEL,** vol. 8, p. 272-287, 2015.

ESTANECH, A. F. C. **Desenvolvimento de patê da pescada-bicuda (*Sphyræna tome*, Fowler, 1903) com propriedades funcionais para diversificação e agregação de valor.** Dissertação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos (SOFIA).** Roma: FAO, 2018. 224p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>. Acesso em: 11set2018.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture: Contributing to food security and nutrition for all.** Rome: FAO, 2016. 200-243p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>. Acesso em: 18out 2018.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema.** 4ª ed. Artmed. 2010.

FONSECA, R. S.; DEL SANTO, V. R.; SOUZA, G. B.; PEREIRA, C. A. M. Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi. **Archivos Latino americanos de Nutrición.** Caracas, vol. n° 2 jun/2011.

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

- GALVÃO, M. T. E. L.; DELIZA, R.; POLLONIO, M. A. R. **Exploring the brazilian consumer's perception about sodium chloride reduction in Frankfurter type sausage: qualitative and quantitative approach.** Hauppape, Nova Iorque, EUA. 2016. Disponível em: <https://www-scopus.ez30.periodicos.capes.gov.br/record/display.uri?eid=2-s2.0-85048423158&origin=resultlist&sort=plf-f&src=s&so>. Acesso em: 20nov2018.
- GÓES, E. S. R.; FEIDEN, A.; VEIT, J. C.; FINKLER; GOES, M. D.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de biscoitos tipo cookies com inclusão de peixe. **Revista Agrarian**, vol. 10, n. 37, 2017. 245-253p.
- GONÇALVES, A. A., **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação.** São Paulo, SP: Atheneu, 2011.
- HALE, L. P.; GREER, P. K.; TRINH, C. T.; JAMES, C. L. Proteinase activity and stability of natural bromelain preparations. **International Immunopharmacology**, vol. 5, n° 4, 2005. 783-793p.
- HAGUIWARA, M. M. H. **Coprodutos da reciclagem seletiva de resíduos do processamento de tilápia híbrida vermelha.** Tese. Universidade de Paulo. São Paulo, SP. 2016.
- IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** Edição IV. I Edição Digital. São Paulo, 2008.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** vol. 30. dez/2017. 8p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 1-49p.
- INTRAFISH. **Strong demand for tilapia boosts Brazilian producer.** Intrafish media – Aquaculture. 2018. Disponível em: https://www.intrafish.com/aquaculture/1616733/strong-tilapia-demand-boosts-brazilian-producer?utm_medium=email&utm_source=free_article_access&utm_content=233410535. Acesso em: 7set2018.
- IRKIN R.; ESMER, O. K.; DEGIRMENCIOGLU, N.; DEGIRMENCIOGLU, A. Influence of packaging conditions on some microbial properties of minced beef meat at 4 °C storage. **Bulgarian Journal of Agricultural Science.** v.17, 2011. 655-663p.
- KHEDKAR, M. A.; NIMBALKAR, P. R.; KAMBLE, S. P.; GAIKWAD, S. G.; CHAVAN, P. V. BANKAR, S. B. Process intensification strategies for enhanced holocellulose solubilization: beneficiation of pineapple peel waste cleaner butanol production. **Journal of Cleaner Production.** vol.199, 2018. 937-947p.
- LAGO, A. M T. **Embutido tipo salsicha utilizando carne mecanicamente separada de tilápia: uma alternativa para o aproveitamento de resíduo de filetagem.** Dissertação. Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais. Lavras, MG. 2015.
- LAGO, A. M T.; PIMENTA, S. G.; AOKI, I. E.; SHIASSI, M. C. E. V.; PIMENTA, C. J. Fish sausages prepared with inclusion of Nile tilapia minced: Correlation between nutritional, chemical, and physical properties. **Journal of Food Processing and Preservation.** vol. 42, n° 10, 2018.
- LEITE, M. M. S. **Desenvolvimento de linguiça de Mexilhão (Perna perna) funcional processada com a aplicação de transglutaminase microbiana.** Dissertação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. 2016. 58p.
- LIMA, P. C. C.; SOUZA, B. S.; SANTINI, T.; OLIVEIRA, D. C. **Aproveitamento agroindustrial de resíduos provenientes do abacaxi “pérola” minimamente processado.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, ES, 2017. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=APROVEITAMENTO+AGROINDUSTRIAL+DE+RES%2C3%8DDUOS+PROVENIENTES+DO+ABACAXI+%27P%2C3%89ROLA%27+MINIMAMENTE+PROCESSADO+&btnG=. Acesso em: 26set2018.

- MACFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, nº 4, 1989. 129-148p.
- MANDEY, J. S.; TULUNG, B.; LEKE, J. R.; SONDAKH, B. F. J. Performance and carcass quality of broiler chickens fed diet containing pineapple waste meal fermented by 'ragi' tape'. **International Symposium on Food and Agro-biodiversity (ISFA)**, 2018.
- MATOS, J. D. P.; SILVA, S. N.; SILVA, L. P. F. R.; COSTA, Z. R. T.; GOMES, J. P. **Aproveitamento integral de casca de frutas para produção de farinha**. 2018.
- MATTOS, G. N. **Obtenção de salsicha de tilápia usando antioxidante natural a base de resíduos do processamento de uva**. Dissertação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2017.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V. , CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press. vol. 2, 1991. 354p.
- MINIM, V. P. R.; DELLA LUCIA, S. M.; CARNEIRO, J. D. S.; REIS, R. C.; SILVA, V. M.; FERREIRA, M. A. M.; MINIM, L. A. **Análise sensorial, estudos com consumidores**. Universidade Federal de Viçosa, Espírito Santo, Viçosa, ES, 2013. 65-71p.
- MINOZZO, M. G. **Patê de pescado: alternativa para incremento da produção nas indústrias pesqueiras**. Tese. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2010. 228p.
- MORANDI, R. A.; FILHO M. C. **Processamento de tilápias: rendimentos e perdas**. Cria peixe tilapicultura. Rolândia. PR, 2015. Disponível em: <http://criapeixe.blogspot.com/search/label/PROCESSAMENTO%20DE%20PEIXES>. Acesso em: 2nov2018.
- MOREIRA, M. R. L. F. **Caracterização do óleo extraído da casca do abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill)**. Monografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2017.
- MORENO, J. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de frutas em cookies**. Dissertação. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista, Bahia, BA, 2016.
- MUZZOLON, E.; BIASI, D. C.; KONOPKA, D. N.; OLIVEIRA, J.; POLISELI-SCOPEL, F. H.; BAINY, E. M. **Caracterização físico-química e microbiológica de subprodutos da filetagem de tilápia para produção de almôndegas**. Dissertação. Universidade Federal da Fronteira Sul. Laranjeiras do Sul, Paraná, PR, 2016.
- NOGUEIRA, A. B. **Características tecnológicas de espécies de pescado com potencial de criação na região sudoeste do Paraná**. Dissertação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, PR.,2016.
- NOVAES, L. C. L. **Extração de bromelina dos resíduos de abacaxi (*Ananas comosus*) por sistemas de duas fases aquosas e sua aplicação em hidrogel polimérico**. Tese. Universidade de Paulo, SP. 2013.
- OLIVEIRA, A. A. **Avaliação da oxidação lipídica em hambúrguer de carne bovina adicionado de farinha da casca do abacaxi (*Ananas Comosus* (L.) Merrill) como antioxidante natural**. Dissertação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2018. 33p.
- ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- ORSOLIN, D.; STEFFENS, C.; ROSA, C. D.; STEFFENS, J. Redução do tempo no processo de cozimento de mortadela e avaliação da qualidade final do produto. **Rev. Ciência Animal Brasileira**. Vol. 16, nº. 4, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/rt/printerFriendly/30548/19469>. Acesso em: 30set2018.

- PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Tecnologia da carne e de subprodutos. Processamento tecnológico. 2. ed. Goiânia: Editora da UFG, 2005.
- PARK, K. S.; CHOI, Y. S.; KIM, H. Y.; KIM, H. W.; SONG, D. H.; HWANG, K. E.; CHOI, S. G.; KIM, C. J. Quality Characteristics of Chicken Emulsion Sausages with different levels of *makgeollilees* fiber. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, vol. 32, nº 1, 2012. 54-61p. Disponível em: http://koreascience.or.kr/article/ArticleFullRecord.jsp?cn=CSSPBQ_2012_v32n1_54. Acesso em: 25ago2018.
- PEIXE BR. **O Brasil é o 4º maior produtor mundial de tilápia**. Anuário Peixe BR da piscicultura 2018. São Paulo, SP. 2018.
- PINTO, B. V. V.; BEZERRA, A. E.; AMORIM, E.; OLIVEIRA, G. M. Resíduo de pescado e o uso sustentável na elaboração de coprodutos. **Rev. Mundi, Meio Ambiente e Agrárias**. Curitiba, PR, vol. 2, nº 2 jul./dez., 2017. 15-20p.
- PINTO, B. V. V. **Elaboração de fishburger com resíduos da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) adicionados de transglutaminase**. Dissertação. Universidade rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. 2017.
- PIRES, D. R. **Desenvolvimento de Fishburger à base de pescado marinho de baixo valor comercial capturado na Baía de Sepetiba, RJ**. Dissertação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2015. 117p.
- REIS JUNIOR, W. J. **Utilização de farinha de casca do abacaxi (*Ananas comosus* (L) Merrill.) para o desenvolvimento de hambúrguer bovino com teor reduzido de gordura**. Dissertação. Universidade Federal do Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2017. 15-59p.
- RESENDE, E. K.; ROCHA, C. M. C.; ROUTLEDGE, E. A. B.; LUNDSTEDT, L. M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Rev. Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, vol. 48, nº 8, 2013.
- ROCHA, L. O. F. **Utilização de soro lácteo, goma xantana e amido modificado na elaboração de doce de leite com café**. Tese. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2013. 204p.
- RODRIGUES, M, A.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia sequencial de planejamentos**. 1. ed. Campinas: Casa do Pão Editora, 2005.
- SÁ VIEIRA, P. H.; MELO, C. C.; MEDEIROS, R. F.; FILHO, M. B. V.; MOURA, J. V. S.; ALBUQUERQUE, C. A.; OLIVEIRA, P. R. C. F. Produtos de valor agregado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) utilizando diferentes concentrações de amido. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, vol. 3, nº 1, 2015. 41-53p.
- SANTOS, A. P. B. **Caracterização do resíduo de pescado junto aos principais pontos de comercialização da Baixada Santista, SP**. Dissertação. Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2016.
- SELANI, M. M.; BIANCHINI, A.; RARNAYAKE, W. S.; FLORES, R. A.; MASSARIOLI, A. P.; ALENCAR, S. M.; BRAZACA, S. G. C. Physicochemical, Functional and Antioxidant Properties of Tropical Fruits Co-products. **Rev. Plant Foods Hum Nutr**, vol. 17, 2016. 137-144p.
- SIGNOR, R. P. **Aprimoramento na qualidade nutricional da carne mecanicamente separada da tilápia do Nilo e sal aplicação em empanados**. Tese. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, PR. 2018.
- SHARMA, S. K.; BANSAL, S. MANGAL, M.; DIXIT, A. K.; GUPTA, R. K. Utilization of Food Processing By-products as Dietary, Functional, and Novel Fiber: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. vol. 56, nº 10, 2016. 1647-1661p.
- SILVA, C. O.; TASSI, E. M. M.; PASCOAL, G. B. **Ciência dos alimentos: princípios da bromatologia**. Editora: Rúbio, Rio de Janeiro, 2016. 248p.

- SILVA, D. I. S.; NOGUEIRA, G. D. R.; DUZZIONI, A. G.; BARROZO, M. A. S. Changes of antioxidante constituents in pineapple (*Ananas comosus*) residue during drying process. **Industrial Crops and Products**, vol. 50, 2013. 557-562p.
- SILVA, O. O. **Aproveitamento do bagaço de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) para a produção biotecnológica de xilitol**. Tese. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, ES. 2011.
- SOUSA, L. T. F. **Características físico-químicas de salsichas e mortadelas de frango comercializadas na cidade de João Pessoa, PB**. Graduação. Universidade Federal Rural de Pernambuco, PB, 2019. 37p.
- SOUTO, V. O. Análise instrumental em salsicha: cor e textura. **Rev. Brasileira de Agrotecnologia**. Paraíba, PB vol. 7, nº 2, 2017. 280-283p.
- SOUZA, I. M. **Inativação de *Weissella viridescens* por radiação ultravioleta e seu efeito na vida útil de salsicha embalada a vácuo**. Graduação. Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2018. 37-39p.
- STATSOFT, INC. Statistica (data analysis software system), versão 7.0. 2007.
- TEIXEIRA, L. V. Análise Sensorial na Indústria de Alimentos. **Rev. Inst. Latic**. “Cândido Tostes”, Juiz de Fora, vol. 64, nº 366, jan/fev, 2009. 12-21p.
- TOBARUELA, E. C. **Avaliação do conteúdo de carboidratos de frutas cultivadas em diferentes regiões do Brasil**. Dissertação. Universidade de São Paulo, SP. 2016. Disponível em: teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-10052016-160524/pt-br.php. Acesso em: 14nov2018.
- TRIKI, M.; HERRERO, A. M.; JIMÉNEZ, C. F.; RUIZ, C. C. Storage stability of low-fat sodium reduced fresh merguez sausage prepared with olive oil in konjac gel matrix. **Meat Science**, vol. 94, 2013. 438–44p.
- TROY, D. J.; DESMOND, E.M.; BUCKEY, D. J. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. **Journal Science Food Agricola**. 79, vol. 4, 1999. 507-16p.
- UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Características botânicas do abacaxi**. Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos (ICTA). Rio Grande do Sul, RS. 2019. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/afeira/materias-primas/frutas/abacaxi/caracteristicas-botanicas>. Acesso em: 30set2018.
- VALLÈS, D.; CANTERA, M. B. Antiacanthain A: New proteases isolated from *Bromelia antiacantha* Bertol. (Bromeliaceae). **International Journal of Biological Macromolecules**. vol. 113, 2018. 916–923p. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.03.025>. Acesso em: 21nov2018.
- VILHALVA, D. A. A. *et al.* Aproveitamento da farinha de casca de mandioca na elaboração de pão de forma. **Rev. Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, vol.70, nº 4, 2011.
- XUE, Y. W. C., BRANFORD-WHITE, C. J., NING, X., NIE, H., ZHU, L. Chemical modification of stem bromelain with anhydride groups to enhance its stability and catalytic activity. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, nº 63, 2010. 188–193p.
- YARNAKDEE, S.; BENJAKUL, S.; PENJAMRAS, P.; KRISTINSSON, G. H. Chemical compositions and muddy flavour/odour of protein hydrolysate from Nile tilapia and broadhead catfish mince and protein isolate. **Rev. Food Chemistry**, vol. 142, 2014. 210p.
- ZAPATA, J. I. H.; PAVA, G. C. R. Physicochemical analysis of frankfurter type sausages made with red tilapia fillet waste (*Oreochromis sp*) and quinoa flour (*Chenopodium quinoa* W.) **Food Tecnology**, vol. 21, 2018.

ANEXOS

Anexo A – Questionário sócio-econômico de estudo do perfil do provador do teste de análise sensorial da salsicha de tilápia.

Anexo B – Ficha de avaliação das amostras de salsicha entregues preenchidas pelos provadores.

Anexo A

QUESTIONÁRIO SÓCIO-ECONÔMICO

1. Sexo:

Feminino

Masculino

2. Idade

18-25 anos

26-35 anos

36-45 anos

46-55 anos

56-65 anos

>65 anos

3. Escolaridade:

Fundamental Incompleto

Fundamental Completo

Médio Incompleto

Médio Completo

Superior Incompleto

Superior Completo

Pós-Graduação

4. Renda familiar mensal (Salário mínimo 2016 = R\$880,00):

1 a 5 salários mínimos

>5 a 10 salários mínimos

>10 a 20 salários mínimos

>20 a 30 salários mínimos

>30 salários mínimos

5. Qual a frequência de consumo de salsicha?

Nunca

Raramente

Frequentemente

Diariamente

Mais do que uma vez/dia

Próxima página

Anexo B
FICHA DE AVALIAÇÃO DO TESTE DE ACEITABILIDADE

Você está recebendo uma amostra de **SALSICHA DE TILAPIA**. OBSERVE, PROVE e marque na escala abaixo o quanto gostou ou desgostou dessa amostra:

Aceitação Global

Desgostei extremamente Nem gostei nem desgostei Gostei extremamente

528

Qual dessas características você considera **NÃO TER GOSTADO** nesta salsicha?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Cor | <input type="checkbox"/> Sabor |
| <input type="checkbox"/> Textura | <input type="checkbox"/> Intensidade de sabor peixe |
| <input type="checkbox"/> Intensid. de sabor condimento | |

Próxima página