



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**DEISE CAROLINE BIASI**

**APLICAÇÃO DE EXTRATOS DE GENGIBRE E DE ALECRIM EM TIRINHAS  
EMPANADAS DE TILÁPIA COMO AGENTE ANTIOXIDANTE E  
ANTIBACTERIANO**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2016**

**DEISE CAROLINE BIASI**

**APLICAÇÃO DE EXTRATOS DE GENGIBRE E DE ALECRIM EM TIRINHAS  
EMPANADAS DE TILÁPIA COMO AGENTE ANTIOXIDANTE E  
ANTIBACTERIANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eduarda Molardi Bainy

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2016**

**PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas**

BIASSI, DEISE CAROLINE  
APLICAÇÃO DE EXTRATOS DE GENGIBRE E DE ALECRIM EM  
TIRINHAS EMPANADAS DE TILÁPIA COMO AGENTE ANTIOXIDANTE E  
ANTIBACTERIANO/ DEISE CAROLINE BIASSI. -- 2017.  
50 f.

Orientadora: Eduarda Molardi Bainy.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
engenharia de alimentos , Laranjeiras do Sul, PR, 2017.

1. Extrato de gengibre. 2. Extrato de alecrim. 3.  
Tirinhas empanadas. I. Bainy, Eduarda Molardi, orient.  
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**DEISE CAROLINE BIASSI**

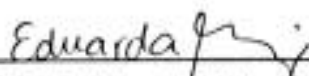
**APLICAÇÃO DE EXTRATOS DE GENGIBRE E DE ALECRIM EM  
TIRINHAS EMPANADAS DE TILÁPIA COMO AGENTE ANTIOXIDANTE  
E ANTIBACTERIANO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul-PR.

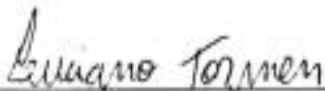
Orientadora: Professora Dr.<sup>a</sup> Eduarda Molardi Bainy

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 21 / 12 / 2016

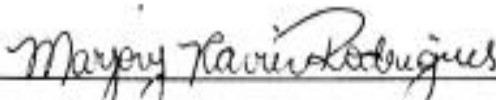
**BANCA EXAMINADORA**



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eduarda Molardi Bainy



Prof. Dr. Luciano Tormen



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marjory Xavier Rodrigues

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelas bênçãos diárias, proteção e serenidade.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Eduarda Molardi Bainy, que nunca mediu esforços para ajudar, estando sempre presente, incentivando, dando sugestões e orientando durante todo o trabalho. Por todo conhecimento transmitido, paciência e compreensão.

Ao professor Luciano Tormen por toda ajuda com as análises químicas e preocupação para que tudo desse certo.

Aos meus pais e irmão, Nestor, Nilva e Dérique Biassi, pelos bons exemplos, pelo esforço diário em me ver bem, por todo amor, paciência e atenção.

Aos servidores membros da pré-banca, Fernanda A. Souza e Leda B. Quast, e banca examinadora, Marjory X. Rodrigues e Luciano Tormen, pela disposição em participar e pelas contribuições.

Às amigas e colegas de trabalho Larissa A. Delfino e Larissa S. da Silva, por toda ajuda, boas conversas e amizade.

Aos membros do painel sensorial, Frank Belettini, Fernanda A. Souza, Diogo J. Siqueira, Ellen Bernardi, Silvana da Costa e Silvia H. Tormen, pela contribuição e tempo dedicado.

À Jaqueline de Oliveira, por estar sempre comigo, pelo carinho, apoio e ajuda com as análises microbiológicas.

Às minhas amigas, Natieli Zitkoski, Soliane H. Franco, Milena Rossoni, Sandra G. de Amorin, Cristine Vogel e Patricia Opata pela companhia nos laboratórios, ajuda na realização das análises e por terem compartilhado comigo muitos momentos.

A Alana Romansini que hoje é parte da minha família e sempre esteve comigo.

Ao Cássio O. Cassim, pela amizade, por sempre me ouvir, apoiar e ajudar.

À Ana B. Rowedder pela companhia nas madrugadas de estudo e por se fazer sempre presente.

À Tilapia Brazilian Indústria e Comércio de Peixes pela parceria, apoio financeiro e doação de carne mecanicamente separada.

À Duas Rodas pela doação dos extratos vegetais.

À todos vocês, minha gratidão e respeito.

“Se você não bater em muitas portas erradas antes, não reconhecerá a certa nem se ela estiver bem à sua frente”. (ABREU, 2013)

## RESUMO

Mundialmente, aproximadamente um terço dos alimentos produzidos anualmente para a alimentação humana são perdidos, sendo que deste total 35% são peixes. As reações biológicas, como a oxidação dos lipídios, atividade enzimática e a atividade metabólica dos microrganismos são as principais causas dessas perdas. Neste contexto, buscam-se alternativas para aumentar a vida de prateleira de produtos à base de pescado, sendo que a adição de extratos vegetais com atividade antioxidante e antimicrobiana representa uma alternativa. Com isso, este trabalho avaliou os efeitos dos extratos de gengibre e de alecrim em tirinhas empanadas de tilápia como agente antioxidante e antimicrobiano. Para isso, elaborou-se três formulações de tirinhas empanadas utilizando carne mecanicamente separada (CMS) de carcaça e das aparas do corte em “V” de tilápia, com adição de 2,5% de extrato comercial e uma formulação controle (2,5% água destilada). Inicialmente, as CMSs foram avaliadas microbiologicamente. Em seguida, realizou-se análise sensorial dos produtos desenvolvidos e de um produto comercial similar por testes de aceitação e intenção de compra. Avaliou-se o *shelf life* das tirinhas mensalmente, durante 120 dias de armazenamento congelado, através das análises de pH, cor instrumental, determinação de peróxidos, determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA), avaliação sensorial dos produtos com painel treinado e análises microbiológicas. Os resultados das análises microbiológicas indicaram que as CMSs foram produzidas sob boas condições higiênico-sanitárias. A análise sensorial mostrou que a formulação contendo extrato de alecrim apresentou maior média para todos os parâmetros avaliados, quando comparada com os outros produtos desenvolvidos. A formulação contendo alecrim assemelhou-se ao produto comercial e foi a mais aceita dentre os produtos elaborados. Não ocorreu diferença significativa nos resultados de pH durante o tempo avaliado, indicando que pode ter ocorrido inibição do crescimento bacteriano no armazenamento congelado. Essa informação condiz com os resultados das análises microbiológicas para contagem total de bactérias mesófilas e enterobactérias que demonstraram que não houve crescimento bacteriano durante o período de armazenamento, porém o crescimento não foi reduzido, evidenciando que os extratos comerciais utilizados não apresentaram atividade antibacteriana em tirinhas empanadas de tilápia. A cor instrumental mostrou que a formulação contendo extrato de gengibre apresentou coloração menos brilhante após o armazenamento. As três formulações apresentaram coloração mais amarelada e intensa no final do estudo. Os resultados da análise sensorial com painel treinado mostraram que a formulação contendo extrato de gengibre obteve a média mais baixa para o atributo sabor. Adicionalmente, foi a única formulação considerada inaceitável após 120 dias de armazenamento. Os resultados de TBA e peróxidos indicaram que não teve diferença entre as formulações contendo os extratos e a controle, indicando que os extratos vegetais não reduziram as reações de oxidação lipídica. Porém, na análise sensorial percebeu-se que a tirinha com extrato de alecrim manteve melhor as características sensoriais do que a formulação contendo extrato de gengibre que apresentou maior alteração sensorial, tornando-se com qualidade inaceitável no final do estudo.

Palavras-chave: Extratos vegetais. Gengibre. Alecrim. Oxidação lipídica. Microbiologia.

## ABSTRACT

Globally, about a third of the food produced annually for human consumption is lost, of which 35% are fish. Biological reactions such as lipid oxidation, enzymatic activity and the metabolic activity of microorganisms are the main causes of these losses. In this context, alternatives are sought to increase the shelf life of fish products. The addition of vegetable extracts with antioxidant and antimicrobial activity represents an alternative. Thus, this work evaluated the effects of ginger and rosemary extracts on tilapia fish fingers, as antioxidant and antimicrobial agents. For this, the fish fingers were prepared using mechanically separated meat (CMS) of carcass and the "V"-cut trimmings from tilapia, with addition of 2.5% of commercial extract and a control (2.5% distilled water). Initially, the CMS was microbiologically evaluated. Then, sensory analysis was conducted for the developed products and a similar commercial product by acceptance and purchase intention tests. Shelf life of tilapia fish fingers was evaluated monthly, during 120 days of frozen storage, through pH, instrumental color, peroxide determination, thiobarbituric acid reactive substances (TBA), sensory evaluation of the products with a trained panel and microbiological analyzes. The results of the microbiological analyzes indicated that the CMSs were produced under good hygienic-sanitary conditions. The sensorial analysis showed that the formulation containing rosemary extract had a higher average for all the evaluated parameters when compared to the other developed products. The formulation containing rosemary extract resembled the commercial product and was the most accepted among the developed formulations. There was no significant difference for pH results during the time evaluated, indicating that inhibition of bacterial growth could have occurred in the frozen storage. This information is consistent with the results of the microbiological analyzes for the total count of mesophilic bacteria and enterobacteria, which showed that there was no bacterial growth during the storage period. However, the growth was not reduced, showing that the commercial extracts had no antibacterial activity in tilapia fish fingers. The instrumental color showed that the formulation containing ginger extract was less bright after storage. At the end of the study, the three formulations showed a more yellowish and intense coloration. The results of the sensory analysis with a trained panel showed that the formulation containing ginger extract obtained the lower average for the flavor attribute. Additionally, it was the only formulation considered as unacceptable after 120 days of storage. The results of TBA and peroxides indicated that there was no significant difference among the formulations containing the extracts and the control, indicating that the extracts did not reduced the lipid oxidation reactions. However, through the sensorial analysis, it was noticed that the fish finger containing rosemary extract better maintained its sensory characteristics than the ginger extract formulation which presented more sensory alteration, becoming unacceptable at the end of the research study.

Keywords: Vegetable extracts. Ginger. Rosemary. Lipid oxidation. Microbiology.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
1.1	OBJETIVOS .....	9
1.1.1	Objetivo geral .....	9
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>10</b>
2.1	GENGIBRE .....	10
2.2	ALECRIM .....	11
2.3	EXTRATOS VEGETAIS COM PODER ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANO.....	12
2.4	TILÁPIA DO NILO.....	16
2.5	EMPANADO DE PESCADO .....	17
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1	MATERIAL E REAGENTES .....	20
3.2	PRODUÇÃO DAS TIRINHAS EMPANADAS .....	20
3.3	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS .....	22
3.4	ANÁLISE SENSORIAL .....	23
3.5	<i>SHELF LIFE</i> DAS TIRINHAS EMPANADAS .....	23
3.5.1	Determinação do pH .....	24
3.5.2	Análise de cor .....	24
3.5.3	Análise sensorial com painel treinado.....	25
3.5.4	Determinação de peróxidos .....	25
3.5.5	Determinação de substância reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBA)..	26
3.5.6	Análises microbiológicas.....	26
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>27</b>
4.1	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS .....	27
4.2	ANÁLISE SENSORIAL DOS PRODUTOS FINAIS .....	27
4.3	<i>SHELF LIFE</i> DAS TIRINHAS EMPANADAS .....	30
4.3.1	Determinação do pH .....	30
4.3.2	Análise de cor .....	31
4.3.3	Análise sensorial com painel treinado.....	33
4.3.4	Determinação de peróxidos .....	36
4.3.5	Determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) 37	
4.3.6	Análises microbiológicas.....	38
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto mundial, aproximadamente um terço dos alimentos produzidos anualmente para o consumo humano são perdidos ou desperdiçados. Essa quantidade representa aproximadamente 1,3 bilhões de toneladas de alimentos, sendo que deste total 20% são leite e produtos cárneos e 35% são peixes (BENÍTEZ, 2014). Essa elevada perda deve-se ao fato dos peixes serem altamente perecíveis devido a elevada atividade de água, aminoácidos livres, ácidos graxos poli-insaturados, enzimas autolíticas, além da disponibilidade de nutrientes e pH próximo da neutralidade (CAKLI et al., 2007; SOARES; GONÇALVES, 2012).

As reações biológicas, como a oxidação dos lipídios, atividade enzimática e a atividade metabólica dos microrganismos, resultam na rápida deterioração do pescado, sendo que são as reações químicas e enzimáticas as responsáveis, na maioria dos casos, pela perda de frescor do produto (ARASHISAR et al., 2004). Antioxidantes podem ser adicionados para retardar as reações de oxidação no pescado, sendo que estes podem ser naturais, atendendo assim a crescente demanda, conforme mostram os estudos de tendências da alimentação para 2020, realizado pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), que indicam que os consumidores valorizam produtos com grande apelo sensorial, com aditivos e ingredientes naturais, causadores de baixo impacto ambiental e com alto valor nutritivo (BARBOSA et al., 2010; OZOGUL et al., 2010).

A adição de extratos naturais em produtos à base de peixe não só contribui para retardar as reações de oxidação e desenvolvimento microbiano, mas também aumenta os benefícios à saúde, devido a bioatividade dos compostos de plantas, como alecrim e gengibre. O extrato de alecrim contém grande quantidade de compostos fenólicos, sendo eles o ácido carnósico, carnosol e o ácido rosmarínico, com potencial antioxidante (FRANKEL, 1999; ZANCAN et al., 2002).

O óleo essencial de alecrim contém terpenos como principais constituintes, sendo eles cânfora, 1,8-cineol,  $\alpha$ -pineno, verbenona e borneol que são reconhecidos por apresentar atividades inseticidas, antioxidantes e antimicrobianas (ANGIONI et al., 2004; SANTOYO et al., 2005). A atividade antimicrobiana do alecrim, na forma de extratos ou como de óleo essencial, tem sido avaliada principalmente em bactérias dos gêneros *Staphylococcus* (PORTE; GODOY, 2001; HUSSAIN et al., 2010), *Pseudomonas*, *Salmonella* (HUSSAIN et al., 2010), *Proteus*, *Klebsiella* (CELIKTAS et al., 2007), *Mycobacterium* e *Escherichia* (LUQMAN et al., 2007), *Streptococcus* (BERNARDES et al., 2010).

O gengibre também possui propriedades antioxidantes e antimicrobianas relatadas na literatura (YADAV et al., 2012) e pode-se utilizar em produtos à base de peixe para substituir aditivos sintéticos e assim estender a vida de prateleira. Através de estudos Zancan et al. (2002) comprovaram que a atividade antioxidante da oleoresina de gengibre se deve principalmente a presença de gingeróis e shogaóis, substâncias que conferem ao gengibre o sabor característico.

Em estudo realizado por Ahmed, Jabbar, Abdul (2012) utilizando extrato de gengibre a fim de verificar a ação antibacteriana, verificou a atividade antibacteriana contra bactérias do gênero *Klebsiella*, *Proteus*, *Streptococcus* e *Staphylococcus*. Também existem estudos que avaliam a atividade antimicrobiana do gengibre em bactérias do gênero *Escherichia* e *Salmonella* (ERNST; PITTLER, 2000; WHITE, 2007).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos dos extratos de gengibre (*Zingiber officinale*) e de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) em tirinhas empanadas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) como agente antioxidante e antibacteriano.

#### 1.1.1.1 Objetivos específicos

- Elaborar tirinhas empanadas de tilápia sem adição de extrato (controle) e adicionado de extratos de gengibre e alecrim;
- Avaliar a aceitação e intenção de compra dos produtos desenvolvidos e de produto comercial similar a partir de análise sensorial, além da frequência de consumo de peixe;
- Acompanhar o efeito antioxidante dos extratos de gengibre e alecrim sobre as tirinhas empanadas de tilápia durante o tempo de armazenamento, através de análise físico-química e sensorial com painel treinado;
- Acompanhar o efeito antibacteriano dos extratos de gengibre e alecrim sobre as tirinhas empanadas de tilápia durante o tempo de armazenamento.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GENGIBRE

O gengibre (*Zingiber officinale*) é uma planta herbácea pertencente à família Zingiberaceae, originária do Sudeste Asiático, possui rizoma carnoso perene, é ramosa e aromática (TAVEIRA MAGALHÃES et al., 1997; MONTEIRO, 1999). O rizoma apresenta forte atividade antimicrobiana sendo amplamente conhecido na medicina tradicional, é utilizado na fabricação de bebidas, produtos de confeitarias como pães, bolos, biscoitos e como especiaria da culinária (SACCHETTI, et al., 2005; YADAV, et al., 2012).

O rizoma do gengibre possui de 3 a 16 cm de comprimento, 3 a 4 cm de largura e 2 cm de espessura, apresenta corpo alongado, um pouco achatado, com ramos fragmentados irregularmente. Sua coloração externa varia do amarelo ouro a marrom brilhante, com estrias longitudinais (ELPO; NEGRELLE, 2007).

Relatos mostram que o gengibre tem sido utilizado no oriente há mais de 2000 anos, existindo referência de que nos séculos XII a XIV era tão popular na Europa quanto a pimenta-do-reino. Era utilizado pelos árabes, antes do descobrimento da América, como expectorante e afrodisíaco, sendo rapidamente difundido por toda a Ásia tropical, da China à Índia, sendo introduzido na América logo após o descobrimento (LISSA, 1996).

O valor mundial do comércio de gengibre chega a cerca de US\$ 185 milhões, excluindo-se o óleo e a oleoresina. A Índia é o maior produtor, porém sua participação é de apenas 6%, desta forma a China tem liderado o mercado (CROP PROFILE, 2003). No Brasil, acredita-se que a introdução do gengibre ocorreu durante a invasão holandesa, devido a permuta de plantas (LISSA, 1996). A cultura dessa planta iniciou-se no Rio de Janeiro, espalhando-se para São Paulo, Paraná e posteriormente para Santa Catarina (SANTOS, 2000).

Apesar do Brasil ser um dos grandes fornecedores mundiais de gengibre, sua produtividade média é baixa, devido a variabilidade das condições de solo e clima, traços culturais, diversificação e rotação de culturas, tecnologia apropriada, mão-de-obra treinada e organização do setor produtivo (NEGRELLE; ELPO; RUCKER, 2005). De acordo com Elpo e Negrelle (2004), 70 a 80% da sua produção é destinada para exportação, especialmente aos mercados dos Estados Unidos, Reino Unido, Holanda e Canadá.

No Paraná a cultura de gengibre foi introduzida por famílias de japoneses e atualmente, o Estado do Paraná é um dos maiores produtores nacionais de gengibre (rizomas *in natura*) sendo que a maior área plantada está concentrada no litoral. De acordo com dados de 2003 o

gingibre representava o terceiro lugar das plantas medicinais, aromáticas e condimentares mais produzidas no Paraná (EPAGRI, 1998; PARANÁ, 2003).

O gengibre é comercializado principalmente no estado fresco, porém também encontram-se produtos derivados como óleo essencial e oleoresina. Sendo que no óleo essencial encontram-se os componentes voláteis, responsáveis pelo aroma, enquanto os componentes não voláteis, responsáveis pela pungência característica do gengibre são encontrados na oleoresina. O comércio de óleo essencial e oleoresina é economicamente vantajoso, visto que podem ser utilizados os refugos dos rizomas da exportação e excedente da safra (TAVEIRA MAGALHÃES et al., 1997).

Os rizomas apresentam de 80 a 90% de água e grande quantidade de amido e fibras (5,4 a 16,2%). Os rizomas secos apresentam de 1 a 3% de óleo essencial, este responsável pelo sabor característico (TAVEIRA MAGALHÃES et al., 1997). Extratos de gengibre apresentam elevado teor de compostos antioxidantes (MASUDA et al., 2004) e antibacterianos (MESOMO, 2013). As substâncias que conferem o sabor característico do gengibre são principalmente gingeróis e shogaóis, responsáveis também pela atividade antioxidante da oleoresina (ZANCAN et al., 2002).

## 2.2 ALECRIM

O alecrim (*Rosmarinus officinalis*), também conhecido como alecrim-da-horta, alecrim-de jardim, alecrim-de-cheiro, alecrim-rosmarinho, é uma planta pertencente à família Lamiaceae, originária do Sul da Europa e do Norte da África. Trata-se de um arbusto de pequeno porte, ramificado, possui hastes lenhosas e sempre verde, folhas pequenas, finas e de sabor picante. A parte inferior das folhas é de cor verde acinzentada, enquanto a superior é quase prateada (MAY et al., 2010).

Essa planta, utilizada para fins culinários, medicinais e aromáticos, exala forte aroma (MARTINS et al., 1998). Além disso, o extrato alcoólico dessa planta tem uso como antioxidante na indústria alimentícia (ZEGARSKA et al., 1996). De acordo com Almela (2006), o alecrim (*Rosmarinus officinalis*) tem sido amplamente utilizado pela indústria alimentícia e apreciado por suas propriedades aromáticas, antioxidante, antimicrobiana e antitumoral. Os três principais grupos de compostos fenólicos encontrados no alecrim são os diterpenos fenólicos, flavonóides e ácidos fenólicos. Sendo que o ácido carnósico, o carnosol, os diterpenos e o ácido rosmarínico são os principais compostos antioxidantes presentes nessa planta (ALMELA, 2006).

### 2.3 EXTRATOS VEGETAIS COM PODER ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANO

De acordo com a RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007, extratos são definidos como produtos obtidos por esgotamento, a frio ou a quente, a partir de produtos de origem animal, vegetal ou microbiana com solventes permitidos. Esses extratos devem conter os princípios sápidos aromáticos voláteis e fixos correspondentes ao respectivo produto natural (BRASIL, 2007).

Extratos são preparações concentradas, variando sua consistência. São obtidas de matérias-primas vegetais secas podendo ser submetidas a tratamentos prévios como inativação enzimática, moagem e extraídos por processos que normalmente envolvem a utilização de solventes. Os extratos estão cada vez mais em foco, isso em decorrência da crescente demanda do uso de ingredientes naturais. Atualmente são também utilizados pela indústria de alimentos como antioxidantes, representando uma excelente alternativa para substituir os antioxidantes sintéticos, visto que são capazes de melhorar a estabilidade oxidativa dos produtos, podendo até aumentar a vida de prateleira dos mesmos (FOODS INGREDIENTS BRASIL, 2010).

Os antioxidantes são definidos pela Portaria da ANVISA nº 540, de 27 de outubro de 1997 como substâncias que em pequenas concentrações tem a capacidade de retardar ou prevenir o aparecimento de alterações oxidativas no alimento (BRASIL, 1997). Os antioxidantes não inibem apenas a peroxidação dos lipídios, mas também a oxidação de outras moléculas, como proteínas (FOODS INGREDIENTS BRASIL, 2010).

Nas últimas décadas muitas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de encontrar produtos naturais com atividade antioxidante, para que possam substituir os antioxidantes sintéticos ou fazer associações entre eles, diminuindo a quantidade adicionada nos alimentos (SOARES, 2002). Isso porque a oxidação lipídica é uma das principais reações deteriorativas que podem ocorrer durante o processamento, distribuição, armazenamento e preparo do alimento, sendo que em carnes esse processo de deterioração inicia-se logo após o abate (TONIOLO, 2012).

Os tocoferóis e os extratos de especiarias estão entre os antioxidantes naturais de maior importância tecnológica, visto que os tocoferóis estão presentes de forma natural na maioria dos óleos vegetais (RAMALHO; JORGE, 2006). De acordo com Pokorný (2007) *apud* Toniolo (2012) os limites de segurança dos antioxidantes naturais na sua maioria não são conhecidos, mas sabe-se que são mais seguros do que os sintéticos.

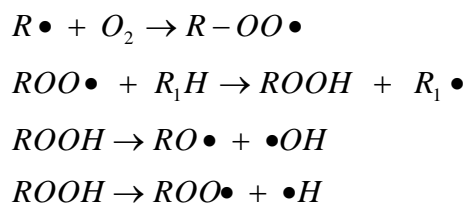
A oxidação lipídica corresponde a uma sequência de alterações químicas resultantes da interação entre os lipídios e o oxigênio (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Pode

ser influenciada por diferentes fatores como temperatura, oxigênio, luz, metais de transição e atividade de água (TONIOLO, 2012). É responsável pelo surgimento de sabores e odores desagradáveis nos alimentos, tornando-os sensorialmente inaceitáveis, afetando a qualidade nutricional, integridade e a segurança dos alimentos devido a formação de compostos potencialmente tóxicos (KUBOW, 1993). É o principal fator não microbiano, responsável pela deterioração de produtos cárneos (PRADHAN; RHEE; HERNANDEZ, 2000).

A oxidação lipídica ocorre em três diferentes etapas, que diferem entre si pelos produtos formados e características sensoriais conferidas ao produto (TONIOLO, 2012). A primeira etapa é a fase de indução, também conhecida como iniciação e ocorre quando um átomo de hidrogênio é removido do grupo metileno de um ácido graxo insaturado, levando a formação de um radical livre (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). Para que a reação ocorra faz-se necessário a presença de oxigênio e de uma certa energia inicial (COULTATE, 2004). Esta primeira fase é marcada pelo baixo consumo de oxigênio, baixa concentração de peróxidos, aumento na concentração de radicais livres e ausência de alterações sensoriais (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

A segunda fase é a da propagação, onde o radical livre que foi formado reage com o oxigênio atmosférico, gerando um radical peróxido. Esses radicais seguem reagindo com outros ácidos graxos insaturados, produzindo outro radical livre e hidroperóxidos, seguindo uma reação em cadeia de radicais livres (COULTATE, 2004). Devido à instabilidade dos hidroperóxidos, eles se decompõem gerando aldeídos, cetonas e álcoois, dentre estes estão os agentes indesejáveis de sabor e odor (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). O alto consumo de oxigênio e o início das alterações sensoriais, com aparecimento de odor, caracterizam a segunda fase (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

A terceira e última etapa é a fase de terminação, que ocorre quando dois radicais livres interagem entre si, formando produtos estáveis, encerrando a função de propagar. Esta fase é caracterizada pelo decréscimo da concentração de peróxidos, do consumo de oxigênio e pela presença de forte alteração sensorial marcada por sabor e cheiro forte, alteração na viscosidade e na cor, além de alterações na composição do produto (BOBBIO; BOBBIO, 1992). A representação da reação de oxidação lipídica está apresentada na sequência (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).



O mecanismo de ação antioxidante de um composto faz com que ele possa ser classificado como primário ou secundário, porém alguns antioxidantes apresentam mais de um mecanismo de atividade, sendo denominados antioxidantes de múltipla função (BRAVO, 1998).

De acordo com Damodaran, Parkin e Fennema (2010) os mecanismos dos compostos antioxidantes usados para aumentar a estabilidade oxidativa de alimentos incluem o controle de radicais livres, pró-oxidantes e intermediários da oxidação. O controle de radicais livres se dá pela remoção de radicais livres, inibindo as reações. Isso pode se dar através de sequestrantes que reagem rapidamente com os radicais livres, impedindo os radicais em reagir com os ácidos graxos insaturados. Os pró-oxidantes, metais de transição, oxigênio singlete e enzimas, influenciam diretamente na taxa de oxidação dos lipídeos, desta forma seu controle é uma estratégia efetiva. Para isso podem ser utilizados agentes quelantes. Os intermediários da oxidação são compostos que interagem com metais pró-oxidantes ou oxigênio formando espécies reativas. Desta forma, seu controle é importante para aumentar a estabilidade oxidativa e isso pode se dar através de enzimas como a catalase e a glutathione peroxidase (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

São vários os métodos que podem ser utilizados no controle de qualidade de produtos cárneos. Esses métodos para determinação da oxidação lipídica em alimentos dividem-se em métodos de medida de produtos de oxidação (primários e secundários), métodos indiretos de determinação de perda de ácidos graxos insaturados, vitaminas e carotenóides e métodos instrumentais não invasivos. Mais de um método é utilizado para medir os produtos da oxidação, primários e secundários, sendo que os produtos secundários caracterizam as alterações sensoriais (KOLAKOWSKA, 2003).

Para medir os produtos primários da oxidação pode-se utilizar o índice de peróxido, enquanto para quantificar os produtos secundários da oxidação pode-se utilizar o teste de determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA). A análise sensorial, por meio de provadores treinados, também pode ser empregada à análise descritiva quantitativa do processo de oxidação (BRANCO, 2011).



Os testes como índice de peróxido e TBA fornecem importantes informações a respeito do estado oxidativo e consequente tendência a rancidez do alimento (PEREIRA, 2009). O teste de TBA quantifica um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, o malonaldeído, que é formado durante o processo oxidativo (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005).

O malonaldeído é um aldeído cuja concentração é utilizada para estimar a intensidade da peroxidação lipídica em sistemas biológicos, células e tecidos (PEREIRA, 2009). O produto da reação do ácido tiobarbitúrico com o malonaldeído é um composto de coloração vermelha, sendo que é medido com espectrofotômetro em comprimento de onda que pode variar de 500 a 550 nm (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005).

A análise de índice de peróxido quantifica os hidroperóxidos, que são produtos primários no processo oxidativo, com uma taxa inicial de formação excedendo a taxa de decomposição, porém esse comportamento muda nos estágios finais da oxidação, indicando alterações mais severas. Os resultados podem ser obtidos por titulação ou espectrofotometria (BRANCO, 2011).

Com relação a atividade antimicrobiana dos extratos naturais, Mesomo (2013) cita vários estudos que comprovam o efeito antibacteriano do gengibre, revelando que o extrato metanólico de rizomas de gengibre possui atividade antibacteriana contra *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* e *Staphylococcus aureus* (ANBU JEBA SUNILSON et al., 2009). Sivasothy et al. (2011) avaliaram a atividade antibacteriana utilizando a técnica de microdiluição, revelando que tanto as folhas quanto os óleos do rizoma foram moderadamente ativos contra as bactérias gram-positivas *Bacillus licheniformis*, *Bacillus spizizenii* e *Staphylococcus aureus*, e contra as bactérias gram-negativas *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia* e *Pseudomonas stutzeri*.

O alecrim, na forma de extrato e de óleo essencial, tem sido estudado quanto a sua atividade antimicrobiana principalmente em bactérias dos gêneros *Staphylococcus* (PORTE; GODOY, 2001; HUSSAIN et al., 2010), *Pseudomonas*, *Salmonella* (HUSSAIN et al., 2010), *Proteus*, *Klebsiella* (CELIKTAS et al., 2007), *Mycobacterium* e *Escherichia* (LUQMAN et al., 2007), *Streptococcus* (BERNARDES et al., 2010).

Estudos indicam que o efeito antimicrobiano dos óleos essenciais ocorre através de modificações na estrutura da parede celular do microrganismo. Essas modificações são alterações na permeabilidade da membrana citoplasmática pela mudança no gradiente de íons hidrogênio e potássio, resultando na interrupção dos processos celulares, como transporte de elétrons, translocação de proteínas, etapas da fosforilação e outras reações dependentes de

enzimas, resultando em perda do controle quimiosmótico da célula afetada ocasionando a morte bacteriana (DORMAN; DEANS, 2000).

## 2.4 TILÁPIA DO NILO

É denominada tilápia uma grande variedade de espécies de peixes que se distribuem no centro sul da África até o norte da Síria, sendo que atualmente existem aproximadamente 22 espécies que são cultivadas no mundo (HEIN, 2006). A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) ganha destaque, sendo uma das espécies mais cultivadas, devido ao ótimo perfil para cultivo. Trata-se de uma espécie que possui crescimento rápido, é de fácil manejo e de grande rusticidade, possui alto rendimento e sua carne é de ótima qualidade (HEIN; BRIANESE, 2004).

A partir da metade do século 20, a tilápia passou a ser cultivada, em regiões tropicais e subtropicais, com as finalidades de cultivo para alimentação humana, pesca esportiva, pesquisa e para controle de espécies. Optou-se pela tilápia em razão do seu rápido crescimento, tolerância a grande gama de condições ambientais, resistência ao estresse e doenças, capacidade de reprodução em cativeiro em curtos períodos de tempo, além da aceitação de alimentação artificial (EL-SAYED, 2006).

A tilápia é a espécie mais cultivada no Brasil, com uma produção de 253.824,1 t em 2011, representando cerca de 47% da produção nacional de pescado, proveniente da aquicultura continental. Atualmente os estados de Paraná e de Santa Catarina são os maiores produtores, produzindo juntos cerca de 18.000,0 t de tilápia ao ano (MACARI, 2007).

A tilápia possui vantagens quando comparada com os demais peixes, isso porque a carne é saborosa e possui baixo teor de gordura e calorias, o rendimento do filé chega a 40% e a ausência de espinhos em forma de “Y” torna a carne apropriada para industrialização, acarretando em elevado valor comercial (AYROZA, 2009).

No Brasil a forma de beneficiamento que prevalece são os filés de tilápia congelados, sendo gerada grande quantidade de resíduos, visto que o rendimento é em média de 30% (OETTERER, 2002). Os resíduos da filetagem de peixes são tradicionalmente utilizados na alimentação animal ou descartados, ocasionando perdas econômicas para os abatedouros e danos ao meio ambiente (KIRSCHNIK, 2007; SEBRAE, 2015). Porém, alguns resíduos que retêm músculos de boa qualidade na carcaça após a filetagem (KIRSCHNIK, 2007) e nas aparas do corte em “V” que são realizadas para remover a porção com espinhas do filé poderiam ser

aproveitados para elaboração de produtos processados, agregando valor aos mesmos, reduzindo desperdício e fornecendo alimentos com alto valor nutricional para a alimentação humana.

A obtenção da carne mecanicamente separada (CMS) da carcaça e das aparas do corte em “V” é realizada em despulpadores, que separa mecanicamente o músculo das demais estruturas do peixe (GONÇALVES, 2011). Esse processo gera uma recuperação, em torno de 60%, da carne das carcaças obtidas de resíduos de filetagem, apresentando um alto rendimento comparado aos 30% obtidos na forma de filés (KIRSCHNIK, 2007). A CMS de pescado pode ser definida como um produto obtido a partir de uma única espécie ou mistura de espécies de peixes com características sensoriais similares, através da separação mecânica da parte comestível, gerando partículas de músculo esquelético isenta de ossos, vísceras e pele (FAO/WHO, 1994). Atualmente no Brasil não existe uma legislação específica para CMS de peixe.

Diversos produtos processados como, fishburguer, almondegas e empanados, podem ser elaborados a partir desses subprodutos da filetagem (MESSIAS et al. 2016). Esses produtos possuem boa aceitação sensorial e alto valor nutricional, sendo uma fonte de ácidos graxos, vitaminas e proteínas (MARENGONI et al., 2009; MENEGASSI, 2011).

## 2.5 EMPANADO DE PESCADO

Nos dias atuais a demanda por alimentos saudáveis e que sejam ao mesmo tempo convenientes, pré-prontos e de fácil preparo cresceu muito. De modo a atender essa demanda existem os *ready-to-cook* (alimentos prontos para cozinhar e comer) (BAINY, 2014). Atrelado a isso aumentou a preocupação da população com a saúde, o que leva os consumidores a buscarem alimentos mais saudáveis e que proporcionem benefícios a saúde, isso em consequência a facilidade ao acesso a informações (DEL RÉ; JORGE, 2012). Essas mudanças de hábitos exigiram adaptações da indústria, o que estimulou a mesma a elaborar novos produtos, como os reestruturados empanados. Entre estes destacam-se produtos à base de pescado (NUNES, et al., 2006).

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa nº 6, empanado é um produto de origem cárnea industrializada oriunda de diferentes espécies de animais, que podem conter em sua constituição ingredientes ou até mesmo recheios, podem ser moldados ou não, cru, semicozido, cozido, semifrito, ou frito e revestidos com cobertura que o caracterize (BRASIL, 2001).

A elaboração dos reestruturados empanados é dada pela desintegração do músculo por processos mecânicos, seguida da mistura, para em seguida serem moldados em porções específicas. Esses produtos reestruturados representam uma alternativa de reaproveitamento dos músculos que seriam subutilizados e são produtos fáceis para cozinhar, aquecer e servir, por serem empanados e pré-fritos (NUNES et al., 2006).

Nos Estados Unidos e Canadá, os produtos empanados representam o maior segmento de produtos elaborados com carne. No Brasil a oferta desses produtos tem aumentado, devido a facilidade no processamento (BERAQUET, 2000). Empanados representam produtos vantajosos, visto que possuem tamanho e forma apropriada, proporcionam menores perdas durante o cozimento e melhor aproveitamento de músculos de menor valor comercial, agregando assim valor a matéria-prima (GONÇALVES, 2011).

A agregação de valor é devido ao aumento no rendimento, conferido pelo processo, melhoria na aparência, diversificação no sabor, aumento no prazo de validade quando comparado a carnes cruas, isso devido ao empanamento que retarda a oxidação e conseqüentemente o aparecimento de rancidez (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009). Trata-se de um produto popular, que possui variações no sabor, cor e textura, devido aos diferentes ingredientes que podem ser utilizados na cobertura (GONÇALVES, 2011).

Para os profissionais da indústria de alimentos, aperfeiçoar o processo de empanamento tem sido um grande desafio, principalmente quanto à escolha da composição do sistema de cobertura, visto que esta é responsável pela manutenção de aroma e sabor, pelo custo, textura, apelo visual e diferenciação do produto (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

As principais etapas do processo de elaboração de empanados são a homogeneização, moldagem e empanamento. De acordo com Pereda (2005) a homogeneização objetiva pôr em contato os ingredientes, aumentando a área superficial e rompendo a fibra muscular, favorecendo a liberação dos componentes intramoleculares. O processo de mistura melhora a qualidade sensorial e as propriedades funcionais dos alimentos, uma vez que tornam mais homogênea a distribuição dos componentes. A moldagem, que deve ser realizada em baixas temperaturas (entre -4 e -2°C), confere forma e tamanhos distintos, aumentando a diversidade dos produtos, tornando-os mais atrativos.

O recobrimento básico dos empanados consiste na aplicação de três camadas de empanamento: *Pré-dust* (pré-enfarinhamento); *Batter* (camada ligante entre o substrato e a cobertura final) e *Breading* (cobertura final), sendo responsáveis pelas características de aparência, cor, textura e sabor (UEMURA; LUZ, 2003). A cobertura pode variar, não sendo

sempre na ordem citada, não contendo as três camadas e podendo ocorrer a repetição de uma das camadas (GONÇALVES, 2011).

O *pré-dust* consiste na primeira camada e objetiva promover a ligação entre o substrato e o *batter*, absorver a umidade da superfície do substrato e favorecer a manutenção de aroma e sabor característico. Essa camada normalmente é fina e deve ser distribuída uniformemente sobre a superfície do produto, devendo ser retirado o excesso pela ação de sopradores e vibradores (LUCAS, 2010). O *pré-dust* atua como uma ponte entre a carne e o *batter*, evitando a separação das camadas, ou seja, promove uma melhor adesão do substrato com as camadas de cobertura (SHINSATO; USHIJIMA; CUNHA, 2002).

O *batter* ou líquido de empanamento, que consiste em uma mistura de diversos ingredientes funcionais (amidos, gomas e farinhas), forma uma camada de cobertura externa completa e também age como camada ligante entre o substrato e a camada mais externa (GL, 2002). O *batter* determina a espessura do produto final e possui a função de favorecer sua adesão ao produto e a farinha de cobertura. Os empanados são imersos nesta mistura hidratada antes de serem enfarinhados e fritos (BORTOLUZZI, 2006).

De forma ideal o *batter* deve apresentar as seguintes características: (i) Miscibilidade, ou seja, capacidade dos sólidos se misturarem facilmente com a água; (ii) Homogeneidade, uma vez que o *batter* é misturado; (iii) Viscosidade apropriada para a aplicação; (iv) Capacidade de envolver completamente o produto alimentício e aderir-se ao substrato; (v) Capacidade de permitir que a camada externa de farinha se ajuste ao *batter*, gerando um produto totalmente coberto (GL, 2002).

O *breeding*, também denominado farinha de cobertura, é a última etapa de cobertura, sendo a responsável pela textura, apelo visual e diferenciação entre os produtos, pode ser condimentada ou não, grossa, média ou fina. O *breeding* com granulometria grossa promove um impacto visual maior, porém, pode desprender-se durante o transporte ou manipulação. Fornece ganho de peso, boa textura, mas não fornece boa cobertura de produto nem boa absorção de água. O *breeding* médio possui maior área superficial por volume, proporcionando maior absorção de água e contribui para a melhoria da cobertura do produto. Já o *breeding* fino, apresenta grande área superficial e absorve umidade mais rapidamente. Fornece boa cobertura, aparência suave, não afetando significativamente a textura do produto acabado (GL, 2002).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 MATERIAL E REAGENTES

Para a elaboração das formulações de tirinhas empanadas foram utilizados CMS da carcaça e CMS das aparas do corte em “V” (Tilápia Brazilian Indústria e Comércio de Peixes), sal refinado (Diana), alho desidratado em pó (Beija Flor), pimenta do reino (Incas), cebola desidratada em pó e amido de milho (Zaeli), água mineral (Crystal), extrato hidroalcoólico de gengibre e extrato oleoso de alecrim (Duas Rodas), *predust*, *batter* e *breeding* (Baptistella Alimentos) e os demais ingredientes utilizados foram adquiridos no comércio local.

Os reagentes utilizados nas análises de determinação de peróxidos e de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico foram: ácido tricloroacético, clorofórmio, benzeno, hidróxido de sódio (Dinâmica), 1- butanol, sulfato ferroso, cloreto férrico (Alphatec), metanol, tiocianato de amônio (Impex), cloreto de bário (Synth), ácido tiobarbitúrico (Sigma).

Para as análises microbiológicas utilizou-se água peptonada, ágar padrão para contagem (PCA), ágar vermelho violeta bile com glicose (VRBG) e ágar, todos da marca Kasvi.

#### 3.2 PRODUÇÃO DAS TIRINHAS EMPANADAS

As tirinhas foram elaboradas seguindo as normas de boas práticas de fabricação e os ingredientes utilizados na formulação base foram CMS de carcaça e CMS das aparas do corte em “V” de tilápia, sal, condimentos, amido de milho, água mineral e extratos. A formulação do tratamento controle (formulação sem adição de extrato) foi adaptada da metodologia proposta por Messias et al. (2016), adicionando-se água. Além da formulação controle, foram elaborados dois tratamentos diferentes, com a mesma quantidade de extrato, um com adição de 2,5% de extrato de alecrim e outro com 2,5% de extrato de gengibre, sendo que as concentrações foram determinadas com base em análises preliminares, que consistiram em análise sensorial com painel treinado e concentração adequada com o processo de moldagem manual. As formulações elaboradas podem ser observadas na Tabela 1, sendo que as quantidades dos ingredientes (sal, condimentos, amido, água e extrato) foram adicionados com base na massa total de CMS.

Tabela 1 - Formulações para a produção de tirinhas empanadas de tilápia, elaboradas com extrato de gengibre (F1), extrato de alecrim (F2) e formulação controle (F3).

Ingredientes	Formulações (g)		
	F1	F2	F3
CMS das aparas do corte em “V”	70	70	70
CMS da carcaça	30	30	30
Sal	0,5	0,5	0,5
Alho desidratado em pó	0,3	0,3	0,3
Pimenta do reino	0,1	0,1	0,1
Cebola desidratado em pó	0,5	0,5	0,5
Amido de milho	3	3	3
Água mineral	0	0	2,5
Extrato	2,5	2,5	0

Ingredientes foram adicionados com base na massa total de CMS.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A elaboração das tirinhas foi realizada de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 1, disposta abaixo.

Figura 1 - Fluxograma do processamento de tirinhas empanadas de tilápia, ilustrando as diferentes etapas de produção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como ilustrada na Figura 1, a elaboração das formulações iniciou-se com a medida dos ingredientes, em balança semi-analítica (UX6200H, SHIMADZU, São Paulo-SP), de acordo com Tabela 1. As CMSs e os demais ingredientes foram homogeneizadas utilizando misturador tipo *cutter* (CUT .4, METVISA, Brusque-SC) por 2 min, de acordo com as Etapas 2 e 3 do fluxograma.

A massa obtida permaneceu em descanso na temperatura de -18°C por 1 h (Etapa 4), para que os ingredientes incorporassem sabores, aromas e melhorassem a emulsão, de modo a facilitar a etapa de moldagem. A massa foi medida (20 g) e a moldagem foi realizada manualmente utilizando forma retangular (7 cm de comprimento e 2 cm de largura) de aço inox, como ilustrado na Etapa 5 da Figura 1. As dimensões foram baseadas no tamanho do produto comercial. As tirinhas foram embaladas em embalagem plástica de polietileno de baixa densidade (Etapa 6) e identificadas com o número da formulação (Etapa 7). Em seguida, foram submetidas ao processo de congelamento em freezer horizontal (H500, Eletrolux, Curitiba-PR), com função de congelamento rápido (Etapa 8). Após congeladas, as tirinhas foram empanadas utilizando um sistema de cobertura forneável (Baptistella Alimentos, Itatiba-SP), sendo que a primeira das etapas de cobertura foi o *predust* (pré-enfarinhamento), seguido do *batter* (ligante) e do *breadcrumbing* (cobertura final), como mostrado nas Etapas 9 a 11 da Figura 1. Já empanadas, as tirinhas foram novamente embaladas em embalagem plástica de polietileno de baixa densidade (Etapa 12) e congeladas em temperatura de -18°C no mesmo freezer horizontal (Etapa 13). Na etapa de assamento (Etapa 14), as tirinhas foram dispostas em assadeiras antiaderentes e levadas ao forno combinado (C20, Prática Technicook, Pouso Alegre-MG), pré-aquecido por 10 min em temperatura de 180°C, onde permaneceram por 10 min em temperatura de 180°C, binômio necessário para que a temperatura do centro do produto atingisse 70°C. As análises foram realizadas com o produto cru, exceto as análises sensoriais.

### 3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Foram realizadas as análises microbiológicas para as matérias-primas (CMS de filé e carcaça) exigidas pela resolução RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2001), para produtos à base de pescado refrigerados ou congelados, como no caso de hambúrgueres e similares. Foram realizadas as análises de contagem de coliformes a 45 °C (AFNOR 01/2-09/89C), *Estafilococos* coagulase positiva (APHA – 2001) e *Salmonella* sp. (ISO - 6579: 2002). Essas análises foram realizadas pelo Laboratório Lanali, que é credenciado pelo MAPA, garantindo assim a segurança dos produtos que foram utilizados na análise sensorial.



### 3.4 ANÁLISE SENSORIAL

O projeto foi aprovado (número do parecer: 1.453.541) pelo Comitê de Ética com Seres Humanos (CEP/SH) da Universidade Federal da Fronteira Sul, antes da realização da análise sensorial. Para a realização da análise sensorial contou-se com a colaboração de 74 avaliadores, não treinados, maiores de 18 anos, consumidores de pescado e que declaravam que não apresentavam nenhuma intolerância ou alergia a qualquer um dos constituintes das formulações. Os participantes da análise receberam instruções a respeito das amostras a serem avaliadas, garantindo sua participação livre e voluntária, assinando em seguida o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

A análise ocorreu no laboratório de análise sensorial da UFFS *campus* Laranjeiras do Sul, em cabines individuais adequadas para a realização de testes sensoriais. Cada participante recebeu uma ficha de avaliação sensorial, palitos dentais, água, guardanapo e biscoito cream cracker para auxiliar na análise. A análise sensorial foi realizada para as três formulações (F1, F2 e F3) e para uma tirinha comercial, para efeito de comparação desta última com os produtos desenvolvidos no presente estudo.

Foi solicitado que os avaliadores avaliassem os atributos sensoriais de cor, odor, sabor, textura e impressão global dos quatro produtos apresentados, utilizando uma escala hedônica de 9 (nove) pontos (1 desgostei muitíssimo e 9 gostei muitíssimo), bem como a intenção de compra das formulações utilizando escala de 5 pontos (1 certamente não compraria e 5 certamente compraria). Os avaliadores também indicaram a frequência de consumo de pescado ou produtos à base de peixe, sendo que as opções apresentadas foram todo dia, às vezes (1 a 3 vezes por semana), muito pouco (1 vez por mês) e quase nunca.

As amostras foram submetidas à análise sensorial após 7 dias de produção e servidas sob temperatura de 50°C mantidas em estufa por no máximo 30 min, em pratos brancos descartáveis, codificados com três algarismos aleatórios e servidas de forma monádica, sendo disponibilizado aos avaliadores água em temperatura ambiente e biscoito entre as amostras.

### 3.5 *SHELF LIFE* DAS TIRINHAS EMPANADAS

A determinação do *shelf life* ou vida de prateleira foi realizada para as três formulações (F1, F2 e F3) de tirinhas empanadas armazenadas a -18 °C em freezer vertical (FFE24, Electrolux, Curitiba-PR). Para isso foram realizadas análises de pH, cor, determinação de peróxidos, determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA), avaliação

sensorial dos produtos assados com painel treinado e análises microbiológicas com as amostras cruas. As análises citadas foram realizadas no tempo 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento, sendo realizadas todas em triplicata, nos laboratórios da UFFS *campus* Laranjeiras do Sul.

### 3.5.1 Determinação do pH

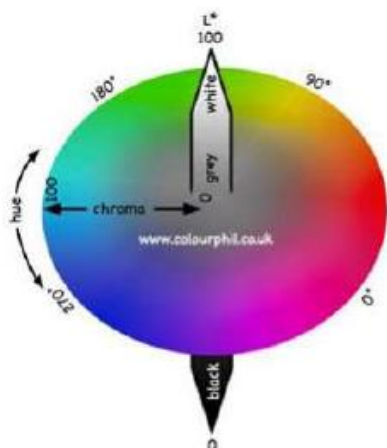
As medidas de pH foram realizadas em uma suspensão resultante da homogeneização de 10 g de amostra com 100 mL de água destilada, durante um período de tempo de 2 min, como descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Para isso utilizou-se um medidor de pH de bancada (HI2221, HANNA instruments, Tamboré - SP) previamente calibrado.

### 3.5.2 Análise de cor

A análise de cor das tirinhas empanadas cruas, se deu através de medidas realizadas pelo colorímetro portátil (Chroma Meter CR-400/410, Konica Minolta Optics, Inc., Japão), que foi calibrado utilizando placa de porcelana branca. Uma tirinha foi escolhida de forma aleatória, realizando-se um corte no sentido longitudinal e em seguida as medidas de cor foram realizadas em quatro localizações aleatoriamente selecionadas na superfície interna de cada uma, estando essas em temperatura ambiente.

A análise de cor foi realizada pelo sistema CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), por meio de medições instrumentais com um colorímetro. Utilizou-se a escala CIE  $L^*C^*h$ , representada na Figura 2, que consiste no componente  $L^*$ , croma e no ângulo de tom ou “hue” ( $0^\circ \leq h^\circ \leq 360^\circ$ ). O  $L^*$  representa a luminosidade ( $L^* = 0$  preto e  $L^* = 100$  branco), o croma é uma expressão da intensidade e claridade da cor que varia na direção radial, representando a pureza de uma cor com relação ao cinza. O ângulo *hue* é a cor observável que varia na direção angular representando as diferentes cores existentes.

**Figura 2** - Diagrama representando o espaço de cor CIE L\*C\*h\*.



Fonte: PHIL CRUSE (1997).

### 3.5.3 Análise sensorial com painel treinado

O painel treinado foi composto por seis avaliadores previamente treinados (MESSIAS et al., 2016), que avaliaram os parâmetros de cor, odor, sabor e impressão global das tirinhas empanadas nos tempos estabelecidos. Para isso utilizou-se uma escala hedônica que variou de 9 “qualidade muito boa”, 7-8 “qualidade boa”, 5-6 “qualidade aceitável”, 1-4 “qualidade ruim ou inaceitável”, como descrito por Ozogul et al. (2010). Os parâmetros avaliados foram previamente definidos, visto que indicam possíveis alterações químicas dos produtos devido à oxidação lipídica.

### 3.5.4 Determinação de peróxidos

A determinação do índice de peróxidos foi realizada, utilizando a gordura extraída da amostra pela metodologia de Bligh-Dyer. Foram separados 5 mL da fase clorofórmica em tubo de ensaio e evaporado em estufa na temperatura de 70 °C. Decorrida a evaporação foi adicionado 2 mL da solução benzeno-metanol no tubo de ensaio e foram transferidos 0,2 mL dessa solução, contendo a amostra para tubo de polipropileno de 15 mL, 10  $\mu\text{L}$  da solução de tiocianato de amônio 30%, 10  $\mu\text{L}$  da solução de cloreto ferroso e solução de benzeno-metanol até completar o volume de 6 mL. Foi preparado o branco com solução benzeno-metanol de forma análoga. Todos os tubos foram homogeneizados por 15 s e levados ao banho maria a 50°C por 2 min. Em seguida, foram resfriados até temperatura de 25 °C, procedendo-se com a leitura em espectrofotômetro (faixa de 350 – 700 nm).

### 3.5.5 Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA)

Foi transferido aproximadamente 1,0 g da amostra previamente triturada para um tubo de polipropileno de 15 mL e adicionado 5,0 mL de cloreto de potássio 1%. A mistura foi homogeneizada em vortex por 2 min e posteriormente centrifugada por 10 min a 5000 rpm. Uma alíquota de 1,0 mL do sobrenadante foi transferida para outro tubo de polipropileno e adicionado 250 µL de ácido tricloroacético 30% (m/v), 500 µL de ácido tiobarbitúrico 0,8% (m/v) e água destilada suficiente para completar o volume final de 2,0 mL. Após a adição de cada componente, a mistura foi novamente homogeneizada em vortex seguindo a sequência supracitada. Os tubos foram aquecidos em banho-maria fervente por 30 min e decorrido esse tempo foi adicionado sobre a mistura 5,0 mL de 1-butanol, e a mistura foi homogeneizada em vortex durante 2 min e centrifugada a 4000 rpm durante 10 min. A absorbância da fase orgânica foi medida em espectrofotômetro em comprimento de onda de 535 nm.

### 3.5.6 Análises microbiológicas

A contagem de bactérias mesófilas e de enterobactérias foi realizada de acordo com as metodologias da American Public Health Association (APHA) descritas por Silva et al. (2010). As análises foram realizadas no laboratório de microbiologia da UFFS *campus* Laranjeiras do Sul no tempo 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento das tirinhas empanadas, estando estas descongeladas no momento da análise.

## 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para determinar diferenças significativas com 95% de significância ( $p < 0,05$ ). A comparação de médias foi realizada usando o Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados foram analisados usando o software ASSISTAT (versão 7.7 beta(pt), UFCG, Campina Grande - PB).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DAS MATÉRIAS-PRIMAS

As análises microbiológicas exigidas pela legislação brasileira vigente para produtos à base de pescado refrigerados ou congelados (hamburgueres e similares) são Coliformes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp e foram realizadas para a mistura da CMS da carcaça com a CMS das aparas do corte em “V”. Os resultados estão apresentados na Tabela 2, disposta abaixo.

Tabela 2 – Análises microbiológicas exigidas pela legislação brasileira e realizadas para a mistura da CMS da carcaça com a CMS das aparas do corte em “V”.

Análise	Resultado	Legislação brasileira (BRASIL, 2001)	Conclusão
Contagem de Coliformes Termotolerantes	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> (UFC/g)	Contagem máxima 5 x 10 <sup>3</sup> (UFC/g)	Conforme
Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp	Ausente (/25 g)	Ausência (/25 g)	Conforme
Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i>	< 1,0 x 10 <sup>1</sup> (UFC/g)	Contagem máxima 5 x 10 <sup>3</sup> (UFC/g)	Conforme

Todas as análises realizadas apresentaram resultados inferiores aos limites estabelecidos pela legislação, indicando que as CMSs foram processadas em condições higiênico-sanitárias adequadas.

### 4.2 ANÁLISE SENSORIAL DOS PRODUTOS FINAIS

Os resultados obtidos através da análise sensorial para as formulações contendo extrato de gengibre (F1), extrato de alecrim (F2), formulação controle (F3) e produto comercial (F4), estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados dos atributos sensoriais das formulações de tirinhas empanadas de tilápia contendo extrato de gengibre (F1), extrato de alecrim (F2), controle (F3) e produto comercial (F4), avaliados nos testes de aceitação e intenção de compra.

Tratamento	Cor	Odor	Sabor	Textura	Impressão global	Intenção de compra
F1	7,9 ± 0,2 <sup>a</sup>	7,3 ± 0,2 <sup>ab</sup>	6,8 ± 0,2 <sup>b</sup>	7,1 ± 0,2 <sup>a</sup>	7,0 ± 0,2 <sup>b</sup>	3,4 ± 0,1 <sup>b</sup>
F2	8,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	7,8 ± 0,2 <sup>a</sup>	7,9 ± 0,2 <sup>a</sup>	7,7 ± 0,1 <sup>a</sup>	7,9 ± 0,1 <sup>a</sup>	4,1 ± 0,1 <sup>a</sup>
F3	6,8 ± 0,2 <sup>b</sup>	7,1 ± 0,2 <sup>b</sup>	6,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	7,3 ± 0,2 <sup>a</sup>	6,9 ± 0,2 <sup>b</sup>	3,4 ± 0,1 <sup>b</sup>
F4	8,3 ± 0,1 <sup>a</sup>	7,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	7,8 ± 0,1 <sup>a</sup>	7,4 ± 0,2 <sup>a</sup>	7,7 ± 0,1 <sup>a</sup>	4,0 ± 0,1 <sup>a</sup>

Resultados são expressos como média ± desvio padrão da média (n = 74). n = número de avaliadores. Letras diferentes na mesma coluna representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Analisando a Tabela 3 observa-se que com exceção do atributo sensorial textura, todos os demais apresentaram diferença estatística entre as formulações. Para o parâmetro cor, receberam melhores notas as formulações contendo extratos (F1 e F2) e a comercial (F4), quando comparadas a formulação controle, sendo que esta se diferiu das demais. Porém, todos os tratamentos tiveram boa aceitação nesse parâmetro sensorial, com média próxima a 7 para a amostra controle ou acima de 7 para os demais produtos, sendo que de acordo com a escala hedônica apresentada, 7 corresponde a “gostei moderadamente” e 8 a “gostei muito”.

Para o atributo odor verificou-se que as formulações contendo extrato de gengibre (F1) e extrato de alecrim (F2) se assemelharam ao produto comercial (F4), enquanto a formulação controle apresentou semelhanças com a formulação contendo extrato de gengibre (F1). Porém, esta última não se diferiu de nenhum dos tratamentos.

Os atributos sabor e impressão global apresentaram resultados com mesmo comportamento, sendo que F1 (contendo extrato de gengibre) e F3 (controle) não apresentam diferença estatística entre si, porém se diferem das demais. O atributo textura não apresentou diferença entre os tratamentos, estando esse resultado de acordo com o esperado para os tratamentos F1, F2 e F3, visto que utilizaram a mesma formulação e sistema de cobertura.

Observa-se que a formulação contendo extrato de alecrim (F2) apresentou maior média para todos os parâmetros avaliados, quando comparada com as formulações F1 e F3, assemelhando-se ao produto comercial (F4), indicando assim maior aceitação da formulação F2. Verifica-se que a F2 não se diferiu do produto comercial F4 em nenhum dos atributos avaliados, apresentando boa aceitação, com médias superiores a 7 e de acordo com Teixeira et al. (1987) para um produto ter suas características sensoriais aceitas, deve apresentar na escala hedônica, índice de aceitabilidade mínima de 70%, o que corresponde a notas entre 6,0 e 7,0 na escala utilizada.

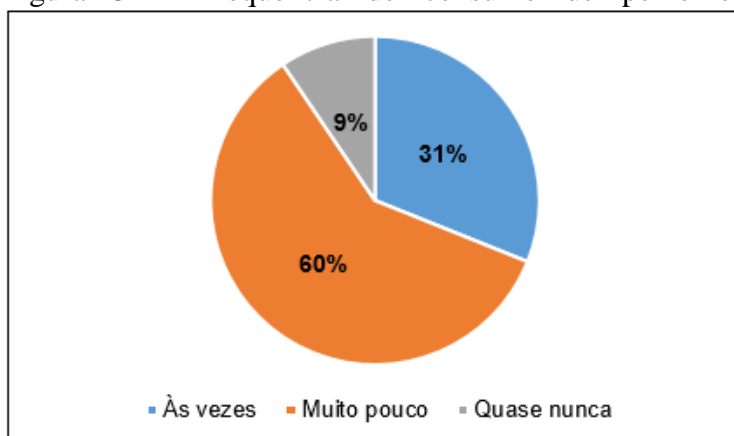
A intenção de compra obtida no presente trabalho variou de 3,41 a 4,11, correspondendo a “talvez comprasse/talvez não comprasse” e “provavelmente compraria”. Similarmente,

Marengoni et al. (2009) obteve notas para intenção de compra de fishburgueres de tilápia, entre 3,86 a 3,98, apresentando similaridade com a faixa obtida no presente estudo.

Os produtos desenvolvidos tiveram bons resultados de aceitação para todos os atributos avaliados, similares ao produto comercial utilizado na análise sensorial. No trabalho realizado por Cortez Netto et al. (2010), os autores verificaram que os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global para empanados de tilápia tiveram médias superiores a 7, representando boa aceitação. Resultados semelhantes, com médias superiores a 7, também foram obtidos por Marengoni et al. (2009) ao realizar análise sensorial de fishburguer de CMS de tilápia. Os resultados da análise sensorial, obtidos por Marengoni et al. (2009) ficaram na faixa de “moderadamente” a “muito” aceitas pelos avaliadores.

Entre os avaliadores das tirinhas empanadas de tilápia, verificou-se baixa frequência de consumo de peixe e produtos à base de peixe, conforme Figura 3.

Figura 3 – Frequência de consumo de peixe e de produtos à base de peixe.



O consumo per capita aparente de pescado no Brasil foi de 9,75 kg em 2010, valor inferior à média mundial de 17 kg/capita/ano (OECD/FAO, 2011) e também abaixo do recomendado de 12 kg/capita/ano pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2007), justificando desta forma o baixo consumo de peixe e produtos à base de peixe observado no presente estudo.

Em alguns casos o baixo consumo de um alimento está diretamente relacionado às dificuldades no seu preparo e conservação. Nesse contexto, o desenvolvimento de produtos práticos representa uma alternativa, podendo auxiliar no aumento do consumo de produtos à base de peixe, levando à população os benefícios do mesmo.

### 4.3 SHELF LIFE DAS TIRINHAS EMPANADAS

#### 4.3.1 Determinação do pH

Os resultados obtidos através das medidas de pH para as três formulações, nos diferentes tempos de armazenamento do produto estão apresentados na Tabela 4, disposta abaixo.

Tabela 4 - Resultados das medidas de pH para as formulações de tirinhas empanadas de tilápia, contendo extrato de gengibre (F1), extrato de alecrim (F2) e controle (F3), durante armazenamento congelado.

Tempo de armazenamento (dias)	F1	F2	F3
0	6,3 ± 0,1 <sup>aA</sup>	6,2 ± 0,1 <sup>aA</sup>	6,1 ± 0,1 <sup>aB</sup>
30	6,1 ± 0,1 <sup>aA</sup>	6,1 ± 0,1 <sup>aA</sup>	6,1 ± 0,1 <sup>aB</sup>
60	6,3 ± 0,1 <sup>aA</sup>	6,1 ± 0,1 <sup>aA</sup>	6,2 ± 0,1 <sup>aAB</sup>
90	6,3 ± 0,1 <sup>bA</sup>	6,5 ± 0,1 <sup>aA</sup>	6,3 ± 0,1 <sup>abA</sup>
120	6,1 ± 0,1 <sup>aA</sup>	6,1 ± 0,2 <sup>aA</sup>	6,3 ± 0,1 <sup>aA</sup>

Resultados são expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3), n = número de repetições. <sup>a-b</sup> Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. <sup>A-B</sup> Letras diferentes e maiúsculas na mesma coluna representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) para a mesma formulação nos diferentes tempos de armazenamento.

Como pode ser observado na Tabela 4, o pH não apresentou diferença entre as formulações em cada tempo, exceto no tempo 90 dias que a formulação F1 se diferiu de F2. Além disso, as três formulações não apresentaram diferença com o tempo de armazenamento, exceto para a F3 (controle) que teve um pequeno aumento do pH a partir de 90 dias.

De acordo com Khalafalla, Ali, Hassan (2015) na maioria dos pescados o pH pós-morte fica entre 6,0 e 6,8, estando de acordo com os valores obtidos para tirinhas empanadas, que ficaram entre 6,05 a 6,54. Os valores obtidos no presente estudo se assemelham aos encontrados pelos autores, para os primeiros dias de armazenamento de filés de tilápia contendo extratos, que foi 6,20 ± 0,02. Resultados semelhantes também foram encontrados por Sallam et al. (2007) e Zambuchini et al. (2008).

Tokur et al. (2006) não verificaram diferença entre o pH inicial e final (6,8 a 6,7), de tirinhas empanadas de carpa (*Cyprinus carpio*) durante 5 meses de armazenamento congelado. O mesmo comportamento foi verificado por Das et al. (2008) que relataram que o pH de *nuggets* elaborados à base de carne de cabra não variaram, apresentando valor em torno de 6,4 até 3 meses de armazenamento congelado. Das et al. (2008) concluíram que esse efeito pode ser ocasionado pela inibição do crescimento microbiano durante o período de armazenamento congelado.



### 4.3.2 Análise de cor

Os resultados de cor instrumental das tirinhas empanadas de tilápia contendo extrato de alecrim (F1), extrato de gengibre (F2) e controle (F3), durante 120 dias de armazenamento congelado, estão apresentados na Tabela 5.

De modo geral, a luminosidade/brilho ( $L^*$ ) variou de 59,40 a 66,10. Apenas a F1 manteve o parâmetro  $L^*$  constante durante o tempo de armazenamento. As formulações F2 e F3 apresentaram variações, ocorrendo aumento do  $L^*$ , indicando que as amostras ficaram com mais brilho no final do estudo. Analisando os resultados do parâmetro  $L^*$  entre as três formulações, para cada tempo de armazenamento, nota-se que apenas no tempo 0, as três formulações não apresentaram variação no  $L^*$ . Realizando uma comparação entre as formulações para cada tempo, a F1 com extrato de alecrim apresentou resultados menores de  $L^*$  (menor brilho) nos tempos 30, 60 e 120. Já as formulações F2 e F3 ficaram levemente mais brilhosas (maior  $L^*$ ) durante o estudo. Os valores de  $L^*$  para tirinhas empanadas de tilápia se assemelham aos obtidos por Victorino (2008) ao estudar emulsões com altos teores de carne de frango mecanicamente separada, que variaram de 62,75 a 65,90.

Os valores do ângulo *hue* (cor observável/tonalidade) variaram entre 68,41 a 80,39. Nota-se aumento nas médias no tempo 30 para as três formulações, comparado ao tempo 0. A formulação F1 manteve a mesma tonalidade (amarelo-alaranjada) durante o armazenamento (30 a 120 dias). Já as formulações F2 (alecrim) e F3 (controle), apresentaram um aumento no ângulo *hue* no final do armazenamento, fazendo com que os produtos passassem a apresentar coloração mais amarela, sendo que a F3 apresentou o maior valor. A alteração na cor podem ocorrer se dar em consequência da oxidação lipídica, sendo difíceis de serem controladas, em razão à complexidade e variabilidade das reações envolvidas (SHIMOKOMAKI; OLIVO, 2006).

O parâmetro croma (intensidade da cor) variou de 13,73 a 17,68. Sendo que apenas a formulação F3 (controle) manteve-se constante durante o tempo de armazenamento congelado. A formulação F1 não apresentou diferença entre o início e final do estudo. Já a F2 apresentou diferença (maior croma/intensidade) somente entre os tempos 0 e 120, permanecendo constante entre 0 a 90 dias. Analisando os resultados do parâmetro croma entre as formulações, para cada tempo de armazenamento foram observadas variações entre as formulações e uma tendência de maiores médias para a F1 (gengibre), desde o tempo inicial da análise.

Tabela 5 - Resultados das medidas de cor realizadas para as formulações de tirinhas empanadas de tilápia, contendo extrato de gengibre (F1), extrato de alecrim (F2) e controle (F3), durante armazenamento congelado.

<b>Tempo de armazenamento (dias)</b>	0	30	60	90	120
<b>L*</b>					
F1	60,9 ± 0,9 <sup>aA</sup>	59,4 ± 0,1 <sup>cA</sup>	60,3 ± 1,1 <sup>bA</sup>	60,3 ± 0,7 <sup>bA</sup>	60,8 ± 0,6 <sup>bA</sup>
F2	61,8 ± 0,8 <sup>aC</sup>	63,0 ± 0,2 <sup>aBC</sup>	64,4 ± 0,6 <sup>aAB</sup>	66,1 ± 0,4 <sup>aA</sup>	65,2 ± 0,4 <sup>aA</sup>
F3	61,0 ± 0,6 <sup>aB</sup>	61,8 ± 0,3 <sup>bB</sup>	65,6 ± 0,3 <sup>aA</sup>	62,5 ± 0,7 <sup>bB</sup>	65,6 ± 0,6 <sup>aA</sup>
<b>Ângulo hue</b>					
F1	70,3 ± 0,5 <sup>aB</sup>	76,4 ± 1,5 <sup>aA</sup>	74,2 ± 0,2 <sup>aA</sup>	74,1 ± 0,3 <sup>bA</sup>	75,3 ± 0,5 <sup>cA</sup>
F2	68,8 ± 0,4 <sup>aC</sup>	75,3 ± 0,4 <sup>aB</sup>	74,9 ± 0,5 <sup>aB</sup>	75,8 ± 0,5 <sup>bAB</sup>	77,3 ± 0,4 <sup>bA</sup>
F3	68,4 ± 0,8 <sup>aD</sup>	76,0 ± 1,3 <sup>aBC</sup>	73,9 ± 0,7 <sup>aC</sup>	78,4 ± 0,9 <sup>aAB</sup>	80,4 ± 0,4 <sup>aA</sup>
<b>Croma</b>					
F1	15,4 ± 0,5 <sup>aB</sup>	17,7 ± 0,5 <sup>aA</sup>	15,6 ± 0,4 <sup>aB</sup>	15,5 ± 0,2 <sup>aB</sup>	16,1 ± 0,4 <sup>aAB</sup>
F2	13,7 ± 0,2 <sup>bB</sup>	15,0 ± 0,4 <sup>bAB</sup>	14,2 ± 0,6 <sup>aAB</sup>	14,2 ± 0,1 <sup>bAB</sup>	16,0 ± 0,7 <sup>abA</sup>
F3	14,1 ± 0,4 <sup>abA</sup>	13,9 ± 0,3 <sup>bA</sup>	14,3 ± 0,6 <sup>aA</sup>	13,7 ± 0,3 <sup>bA</sup>	14,0 ± 0,4 <sup>bA</sup>

Resultados são expressos como média ± desvio padrão da média (n = 4), n = número de repetições. <sup>a-c</sup> Letras diferentes e minúsculas na mesma coluna representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. <sup>A-D</sup> Letras diferentes e maiúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) para a mesma formulação nos diferentes tempos de armazenamento.

### 4.3.3 Análise sensorial com painel treinado

De acordo com Reineccius (1990) a forma mais comum de se avaliar o grau de frescor de pescados é a avaliação sensorial, isso porque é simples e fornece informações rápidas. Para a avaliação sensorial das tirinhas empanadas utilizou-se um painel treinando, que avaliou os atributos sensoriais de cor, odor, sabor e impressão global, durante os 120 dias de armazenamento congelado. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 6.

Como pode ser observado na Tabela 6, as três formulações estudadas, contendo extrato de gengibre, alecrim e controle, não apresentaram diferença significativa para o parâmetro cor, durante os 120 dias de armazenamento e os valores não variaram significativamente entre as formulações, em nenhum dos tempos avaliados. É importante notar que os extratos de gengibre e alecrim utilizados nos produtos possuíam colorações distintas, sendo marrom e amarela, respectivamente. Porém, essa variação não afetou a cor sensorial dos produtos avaliados. Os resultados para o parâmetro cor foram superiores a 8, o que corresponde a “qualidade boa” na escala hedônica utilizada.

Os resultados obtidos no presente trabalho diferiram-se daqueles encontrados por Khalafalla, Ali, Hassan (2015), que ao avaliarem filés de tilápia contendo extratos vegetais obtiveram pontuação inferior para o produto que continha extrato de alecrim. Os autores concluíram que a coloração amarela desse extrato pode ter afetado a avaliação do parâmetro cor. Porém, as médias dos resultados assemelham-se as encontrados por Tokur et al. (2004), que tiveram valores altos, acima de 8 durante o armazenamento congelado de fishburger de tilápia por 8 meses. Ozogul, Uçar (2013) também observaram comportamento semelhante das médias para o atributo sensorial de cor para fishburger de cavala (*Scomber japonicus*) durante os 4 primeiros meses de armazenamento.

De maneira semelhante ao atributo cor, o odor também não apresentou diferença estatística entre as três formulações para nenhum dos tempos analisados. Isso significa que o produto manteve por 120 dias, o odor e a cor inalterados. Embora não tenham sido observadas diferenças para o parâmetro odor em nenhuma das formulações, nota-se uma tendência de maiores notas para as formulações 2 e 3, se assemelhando as obtidas por Tokur et al. (2004) e Ozogul, Uçar (2013) para fishburger de tilápia e de cavala, respectivamente. Esse comportamento indica que o extrato hidroalcoólico de gengibre apresentou menor estabilidade, quanto ao parâmetro odor, em tirinhas empanadas submetidas ao armazenamento congelado.

Tabela 6 - Resultados da análise sensorial realizada pelo painel treinado, para as formulações de tirinhas empanadas de tilápia, contendo extrato de gengibre (F1), extrato de alecrim (F2) e controle (F3), durante armazenamento congelado.

<b>Tempo de armazenamento (dias)</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>120</b>
<b>Cor</b>					
F1	8,2 ± 0,4 <sup>aA</sup>	8,3 ± 0,2 <sup>aA</sup>	8,0 ± 0,5 <sup>aA</sup>	8,5 ± 0,3 <sup>aA</sup>	8,3 ± 0,3 <sup>aA</sup>
F2	8,5 ± 0,2 <sup>aA</sup>	8,5 ± 0,2 <sup>aA</sup>	8,5 ± 0,2 <sup>aA</sup>	8,5 ± 0,3 <sup>aA</sup>	8,7 ± 0,3 <sup>aA</sup>
F3	8,5 ± 0,2 <sup>aA</sup>	8,7 ± 0,2 <sup>aA</sup>	8,2 ± 0,4 <sup>aA</sup>	8,2 ± 0,3 <sup>aA</sup>	8,5 ± 0,5 <sup>aA</sup>
<b>Odor</b>					
F1	8,3 ± 0,4 <sup>aA</sup>	7,7 ± 0,6 <sup>aA</sup>	6,8 ± 0,5 <sup>aA</sup>	6,7 ± 0,7 <sup>aA</sup>	6,8 ± 0,7 <sup>aA</sup>
F2	8,0 ± 0,4 <sup>aA</sup>	7,5 ± 0,4 <sup>aA</sup>	7,5 ± 0,4 <sup>aA</sup>	7,7 ± 0,2 <sup>aA</sup>	7,5 ± 0,6 <sup>aA</sup>
F3	7,7 ± 0,5 <sup>aA</sup>	7,5 ± 0,6 <sup>aA</sup>	7,3 ± 0,6 <sup>aA</sup>	8,0 ± 0,4 <sup>aA</sup>	7,5 ± 0,6 <sup>aA</sup>
<b>Sabor</b>					
F1	7,8 ± 0,5 <sup>aA</sup>	7,0 ± 0,4 <sup>aA</sup>	6,2 ± 0,5 <sup>aAB</sup>	4,5 ± 0,3 <sup>bBC</sup>	3,0 ± 0,9 <sup>bC</sup>
F2	8,5 ± 0,3 <sup>aA</sup>	7,5 ± 0,6 <sup>aA</sup>	7,7 ± 0,5 <sup>aA</sup>	7,3 ± 0,5 <sup>aA</sup>	7,2 ± 0,5 <sup>aA</sup>
F3	7,7 ± 0,4 <sup>aA</sup>	7,3 ± 0,8 <sup>aA</sup>	6,7 ± 0,7 <sup>aA</sup>	8,0 ± 0,4 <sup>aA</sup>	6,7 ± 0,5 <sup>aA</sup>
<b>Impressão Global</b>					
F1	8,2 ± 0,4 <sup>aA</sup>	7,7 ± 0,4 <sup>aAB</sup>	6,0 ± 0,4 <sup>bBC</sup>	4,7 ± 0,4 <sup>bC</sup>	5,2 ± 0,4 <sup>bC</sup>
F2	8,0 ± 0,3 <sup>aA</sup>	7,7 ± 0,9 <sup>aA</sup>	8,0 ± 0,4 <sup>aA</sup>	7,3 ± 0,5 <sup>aA</sup>	7,5 ± 0,6 <sup>aA</sup>
F3	7,8 ± 0,4 <sup>aA</sup>	8,2 ± 0,5 <sup>aA</sup>	7,5 ± 0,5 <sup>abA</sup>	7,7 ± 0,4 <sup>aA</sup>	7,3 ± 0,4 <sup>aA</sup>

Resultados são expressos como média ± desvio padrão da média (n = 6), n = número de repetições. <sup>a-b</sup> Letras diferentes e minúsculas na mesma coluna representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. <sup>A-C</sup> Letras diferentes e maiúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) para a mesma formulação nos diferentes tempos de armazenamento.

Analisando os resultados para o atributo sabor nota-se que nenhuma formulação apresentou diferença até 60 dias de armazenamento. A partir desse tempo, a formulação contendo extrato de gengibre (F1) se diferiu significativamente das demais, apresentando médias baixas, variando a avaliação de “qualidade aceitável” à “qualidade ruim ou inaceitável”, de acordo com a escala hedônica utilizada. Os avaliadores relataram alteração indesejável no sabor do produto, principalmente perda do sabor de gengibre e sabor desagradável de ranço.

A formulação contendo extrato de gengibre apresentou médias elevadas até 60 dias de armazenamento, indicando uma boa avaliação, a partir desse tempo o valor das médias diminuiu, sendo que as médias equivalentes aos tempos 90 e 120 dias de armazenamento não diferiram-se entre si, mas diferiram-se das demais. Embora não tenham sido observadas diferenças entre o tempo 90 e 120 dias de armazenamento, nota-se uma tendência de menor nota para o tempo 120 dias. Isso representa perda progressiva de qualidade, à medida que aumentou o tempo de armazenamento, até apresentar “qualidade ruim ou inaceitável”, de acordo com a escala hedônica. Resultados semelhantes foram encontrados por Ozogul, Uçar (2013), que estudaram o armazenamento de fishburger de cavala e verificaram diferença significativa entre os resultados de sabor, a partir do terceiro mês de armazenamento.

As formulações F2 e F3 apresentaram boa estabilidade no sabor, visto que não apresentaram diferenças significativas entre os 120 dias de armazenamento, mantendo médias altas até o tempo limite da análise, indicando “qualidade boa”. Resultados semelhantes foram obtidos por Tokur et al. (2004) para fishburger de tilápia.

Nota-se que o extrato de gengibre não contribuiu para a conservação do sabor durante o armazenamento congelado, apresentando médias piores que a formulação controle. Já o extrato de alecrim não se diferiu do controle, indicando que não houve efeito benéfico ao produto. A partir dessa análise percebe-se que a adição de extrato comercial hidroalcoólico de gengibre e extrato comercial oleoso de alecrim não contribuíram para a conservação das características sensoriais de tirinhas empanadas de tilápia.

Para o atributo impressão global nota-se que durante os 30 primeiros dias de armazenamento as três formulações não diferiram-se entre si, porém no tempo 60 dias a F1 se diferiu da F2, porém a F3 não se diferiu significativamente de nenhum dos demais tratamentos. Em 90 e 120 dias de armazenamento, a F1 (gengibre) se diferiu significativamente das demais formulações, apresentando médias baixas e avaliação que variou de “qualidade aceitável” a “qualidade ruim ou inaceitável”. Enquanto as formulações F2 e F3 mantiveram-se com boa aceitação até o tempo limite da análise, assemelhando-se aos resultados obtidos por Tokur et al. (2004) ao analisar fishburger de tilápia, visto que as médias mantiveram-se altas, indicando

boa aceitação sensorial. Porém esse resultado mostra que a adição de extrato de gengibre fez com que o produto apresentasse qualidade inaceitável, enquanto o de alecrim não contribuiu na qualidade sensorial.

Os resultados obtidos para a formulação contendo extrato de gengibre assemelham-se aqueles encontrados por Khalafalla, Ali, Hassan (2015), que ao avaliarem filés de tilápia contendo extratos de alecrim e tomilho, verificaram que a aceitabilidade geral diminuiu gradualmente com o tempo de armazenamento refrigerado, até atingir o mínimo de aceitabilidade da escala utilizada, porém esses resultados diferem-se dos obtidos por Tokur et al. (2004) ao analisar fishburguer de tilápia.

#### 4.3.4 Determinação de peróxidos

Os resultados da determinação de peróxidos das tirinhas empanadas de tilápia contendo extrato de alecrim (F1), extrato de gengibre (F2) e controle (F3), durante 120 dias de armazenamento congelado, estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores de índice de peróxido para as formulações de tirinhas empanadas de tilápia, contendo extrato de gengibre (F1), extrato de alecrim (F2) e controle (F3), durante armazenamento congelado.

Tempo de armazenamento (dias)	F1 (meq/kg)	F2 (meq/kg)	F3 (meq/kg)
0	0,7 ± 0,3 <sup>aAB</sup>	0,7 ± 0,3 <sup>aABC</sup>	0,7 ± 0,3 <sup>aA</sup>
30	1,1 ± 0,5 <sup>aA</sup>	1,0 ± 0,3 <sup>aA</sup>	1,1 ± 0,7 <sup>aA</sup>
60	0,7 ± 0,4 <sup>aAB</sup>	0,9 ± 0,2 <sup>aAB</sup>	0,9 ± 0,1 <sup>aA</sup>
90	0,7 ± 0,2 <sup>abB</sup>	0,5 ± 0,2 <sup>bBC</sup>	0,7 ± 0,1 <sup>aA</sup>
120	0,6 ± 0,5 <sup>aB</sup>	0,4 ± 0,7 <sup>aC</sup>	0,2 ± 0,6 <sup>aB</sup>

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. <sup>a-b</sup> Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. <sup>A-C</sup> Letras diferentes e maiúsculas na mesma coluna representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) para a mesma formulação nos diferentes tempos de armazenamento.

De modo geral os valores de índice de peróxido variaram de 0,2 a 1,1. Não foram observadas diferenças estatística de valores de índice de peróxido entre as formulações durante os 120 dias de armazenamento congelado, exceto no tempo 90 dias, no qual a F2 apresentou menor valor de índice de peróxido do que a F3. Além disso, ao analisar os resultados de cada formulação durante o armazenamento congelado, nota-se que houveram variações. Existindo, com algumas flutuações, decréscimo nas médias, sendo que o tempo 120 dias apresentou os menores valores de índice de peróxidos.

Durante o período de armazenamento, as formulações F1 e F2 não mostraram oxidação lipídica inferior à formulação F3 (controle). Indicando que os extratos não foram eficientes a ponto de reduzir a formação de hidroperóxidos, que são os produtos primários no processo oxidativo.

O comportamento decrescente observado no presente trabalho para tirinhas empanadas de tilápia, difere-se do obtido por Ozogul et al. (2010) para sardinha com adição de extrato de alecrim, armazenada por 20 dias, que apresentou comportamento crescente e valores inferiores a formulação controle. O comportamento também difere-se do encontrado por Ozogul, Uçar (2013) que estudaram por 9 meses o armazenamento de fishburguer de cavala (*Scomber japonicus*) com adição de extratos vegetais e observaram aumento nos valores de índice de peróxido, seguido de redução no 9º mês de armazenamento. O decréscimo pode ser explicado como resultado do aumento no nível de TBA para produto secundário de degradação da oxidação lipídica.

#### 4.3.5 Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA)

Por ser uma análise de relevância para pescados e de grande utilidade na comparação de uma amostra em diferentes estágios de oxidação, utilizou-se a metodologia de TBA, que quantifica o malonaldeído, que é um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, que são formados durante o processo de oxidação, para analisar o efeito dos extratos durante o armazenamento congelado de tirinhas empanadas de tilápia (OSAWA; DE FELÍCIO; GONÇALVES, 2005). Os resultados obtidos com a análise estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultados das medidas de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) para as formulações de tirinhas empanadas de tilápia, contendo extrato de gengibre (F1), extrato de alecrim (F2) e controle (F3), durante armazenamento congelado.

Tempo de armazenamento (dias)	F1 (mg/kg)	F2 (mg/kg)	F3 (mg/kg)
0	0,4 ± 0,1 <sup>aC</sup>	0,4 ± 0,1 <sup>aC</sup>	0,4 ± 0,1 <sup>aC</sup>
30	0,7 ± 0,1 <sup>bB</sup>	0,8 ± 0,2 <sup>aB</sup>	0,7 ± 0,1 <sup>bB</sup>
60	0,7 ± 0,3 <sup>aB</sup>	0,8 ± 0,1 <sup>aB</sup>	0,7 ± 0,1 <sup>aB</sup>
90	0,8 ± 0,7 <sup>aB</sup>	0,8 ± 0,1 <sup>aB</sup>	0,8 ± 0,1 <sup>aB</sup>
120	1,4 ± 0,1 <sup>aA</sup>	1,2 ± 0,2 <sup>bA</sup>	1,3 ± 0,3 <sup>abA</sup>

Resultados são expressos como média ± intervalo de confiança para 95% de confiabilidade (n = 3), n = número de repetições. <sup>a-b</sup> Letras diferentes e minúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) no mesmo tempo de armazenamento. <sup>A-C</sup> Letras diferentes e maiúsculas na mesma coluna representam resultados diferentes pelo teste de Tukey (p < 0,05) para a mesma formulação nos diferentes tempos de armazenamento.

De acordo com a Tabela 8, os teores de substâncias reativas ao TBA variaram entre 0,383 e 1,422. Não foram observadas diferenças entre as formulações durante os 90 primeiros dias de armazenamento, com exceção da F2 no tempo 30 dias que apresentou um aumento nesse tempo e a mesma F2 no tempo 120 que apresentou um valor menor que a F1.

As três formulações apresentaram comportamento semelhante com o tempo de armazenamento. Todas as formulações apresentaram aumento nas médias, com algumas flutuações, durante os 120 dias de armazenamento congelado, sendo que a F1 (gingibre) apresentou aumento gradativo ainda maior nas médias. Esse comportamento indica que os extratos adicionados não apresentaram atividade antioxidante para tirinhas empanadas de tilápia, visto que não foram eficientes contra a formação de compostos resultantes do processo de oxidação lipídica. Nota-se também que a formulação F1 contendo extrato de gengibre foi a menos resistente a oxidação lipídica, o que vem ao encontro dos resultados obtidos através da análise sensorial, que por sua vez indicaram perda de qualidade da F1 com o tempo de armazenamento, se tornando de qualidade sensorial inaceitável no final do estudo.

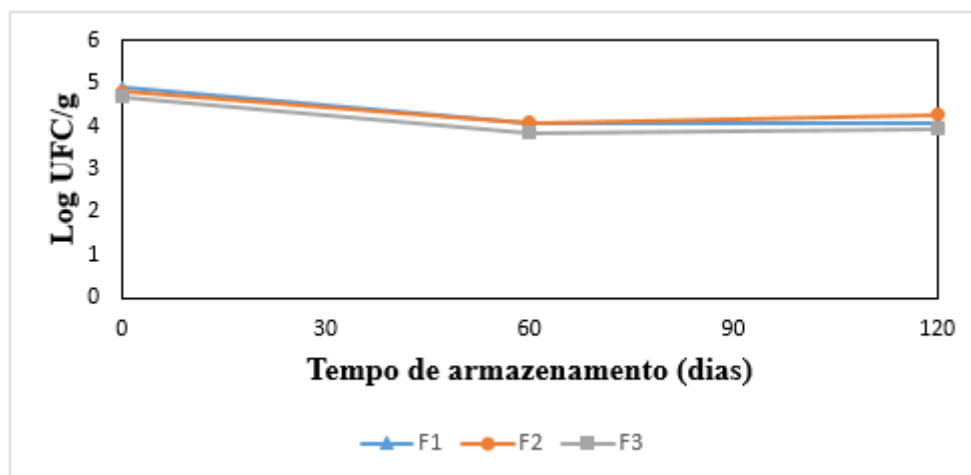
Selmi, Sadok (2008) obtiveram valores iniciais semelhantes (0,34) de substâncias reativas ao TBA para atum fresco. Khalafalla, Ali, Hassan (2015) também verificaram aumento progressivo dos valores de substâncias reativas ao TBA com o armazenamento refrigerado, para filés de tilápia contendo extratos vegetais. Ao contrário dos resultados encontrados nesse estudo, os autores verificaram que o extrato de alecrim apresentou atividade antioxidante, sendo que os valores de TBA formados foram significativamente menores do que o controle. Similarmente, Goulas, Kontominas (2007) verificaram que o óleo de orégano apresentou uma forte atividade antioxidante no armazenamento refrigerado de dourada (*Sparus aurata*), obtendo baixos valores de substâncias reativas ao TBA.

#### **4.3.6 Análises microbiológicas**

A verificação da qualidade microbiológica das tirinhas empanadas de tilápia é importante e necessária, visto que se trata de um produto muito manipulado, que apresenta elevado risco de contaminação e possibilidade de crescimento microbiano, devido as características da matéria-prima utilizada para sua elaboração. Por essa razão realizou-se acompanhamento microbiológico das tirinhas empanadas contendo extrato de gengibre, extrato de alecrim e formulação controle, através de análises no tempo 0, 60 e 120 dias de armazenamento. Para isso realizou-se contagem de bactérias mesófilas e de enterobactérias, sendo os resultados expressos através das Figuras 4 e 5, respectivamente.



Figura 4 – Contagem total de bactérias mesófilas para as formulações de tirinhas empanadas de tilápia, contendo extrato de gengibre (F1), extrato de alecrim (F2) e controle (F3), durante armazenamento congelado.

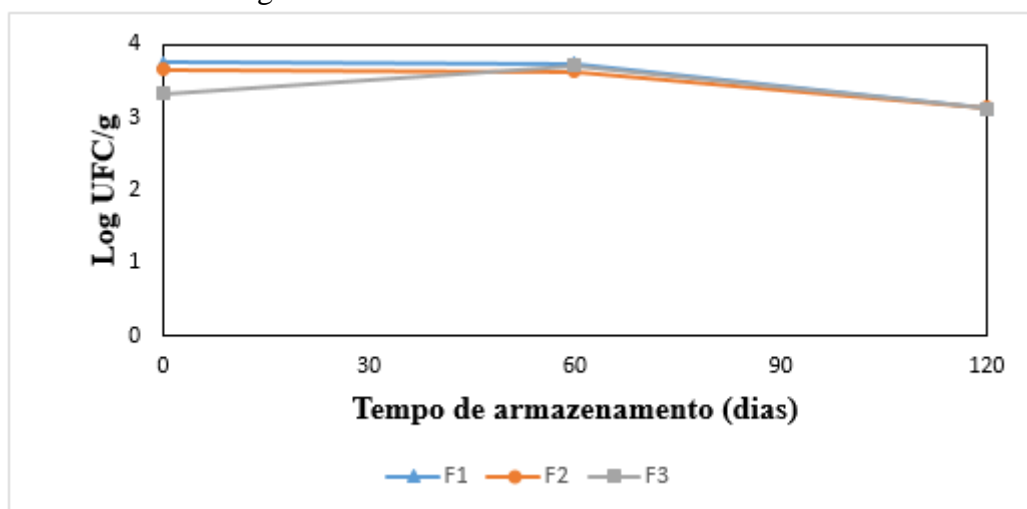


UFC: Unidade formadora de colônia.

De modo a se obter informações gerais a respeito da qualidade do produto, realizou-se contagem total de mesófilos em placas, que é uma análise utilizada como indicador geral da presença de bactérias em alimentos, visto que não diferencia tipos de bactérias, fornecendo informações gerais da qualidade do produto (SILVA et al., 2010). Trata-se de uma contagem total visto que o plaqueamento se deu em profundidade (*pour plate*). Os resultados mostram que não houveram grandes diferenças entre as três formulações para cada tempo analisado e de modo geral para os diferentes tempos de armazenamento, indicando que as formulações contendo extrato não se diferiram da formulação controle, ou seja, os extratos não apresentaram atividade antibacteriana em tirinhas empanadas de tilápia.

A contagem total de bactérias mesófilas obtida para as três formulações em todos os tempos analisados foi inferior ao limite máximo para contagem de aeróbios em placas permitido pela especificação internacional para peixe fresco, que é  $10^7$  UFC/g (ICMSF, 1986). Os resultados para todos os tempos analisados alcançaram um máximo de  $7,9 \times 10^4$  UFC/g, valor considerado satisfatório, visto que de acordo com Marengoni et al (2009), apenas valores superiores a  $10^6$  UFC/g indicam baixo frescor do pescado.

Figura 5 – Contagem total de enterobactérias para as formulações de tirinhas empanadas de tilápia, contendo extrato de gengibre (F1), extrato de alecrim (F2) e controle (F3), durante armazenamento congelado.



UFC: Unidade formadora de colônia.

Os resultados da contagem total de enterobactérias, utilizada como indicador das condições higiênicas dos processos de elaboração (SILVA et al., 2010), para as três formulações nunca foram maiores que  $5,58 \times 10^3$  UFC/g.

Tanto a contagem de bactérias mesófilas quanto de enterobactérias não são exigidas pela legislação brasileira, para produtos à base de pescado, mas são importantes indicativos da qualidade higiênico-sanitária dos produtos. Desta forma, analisando o resultado para a análise de bactérias mesófilas comprovou-se que o produto final foi elaborado seguindo as boas práticas de fabricação (BPF) e em condições higiênico-sanitárias adequadas.

O *shelf life*, também denominado vida de prateleira, consiste no tempo em que não há alterações consideráveis no produto e as contagens microbianas permanecem inferiores ao limite recomendado pela legislação (BAI, WILSON, GLATZ, 1998). Com isso nota-se que do ponto de vista microbiológico as tirinhas empanadas possuem vida de prateleira superior a 120 dias. De acordo com Colla, Prentice-Hernández (2003) e Souza et al. (2013), na temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ , normalmente utilizada para armazenar alimentos, não ocorre crescimento de microrganismos e pode ocorrer uma redução da flora microbiana durante o congelamento. Isso pode ser explicado pelo estudo realizado por Souza et al. (2013), em que comprovou que o choque térmico causado pelo frio, durante o processo de congelamento, proporciona a lesão nos microrganismos. Sendo esse processo mais efetivo para mesófilos e termófilos, quando comparado aos psicotróficos.

Adicionalmente, não foi verificado um efeito dos extratos de gengibre e alecrim na contagem total de enterobactérias e de bactérias mesófilas, utilizadas no presente estudo. Em estudo anterior, Khalafalla, Ali, Hassan (2015) verificou que o extrato de alecrim apresentou fraca atividade antimicrobiana no armazenamento refrigerado de tilápia.

Para avaliar a atividade antimicrobiana dos extratos vegetais, outras metodologias podem ser utilizadas, como pelo teste de disco difusão, perfuração em ágar, macro e microdiluição (MESOMO, 2013; OSTROSKY, et al. 2008).

Estudos realizados por Anbu Jeba Sunilson et al. (2009) e Sivasothy et al. (2011) comprovaram que o extrato metanólico e o óleo obtido de rizomas de gengibre possuem ação contra diversas bactérias gram-positivas e gram-negativas, como *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* e *Staphylococcus aureus*. Já Porte, Godoy (2001) e Valones (2008) concluíram que o extrato de alecrim possui atividade antimicrobiana contra *Mycobacterium intracellulare*, *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus.aureus*.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tirinha empanada de tilápia contendo extrato de alecrim foi a mais aceita sensorialmente dentre os produtos desenvolvidos e assemelhou-se ao produto comercial.

Os resultados de pH durante o armazenamento congelado, mostraram que não ocorreram diferenças de pH entre os produtos em cada tempo, com exceção da formulação contendo extrato de alecrim no tempo 90 dias, que apresentou um aumento somente nesse tempo. O fato do pH inicial não se diferir do pH final indica que pode ter ocorrido inibição do crescimento microbiano durante o período de armazenamento congelado, tal informação vem ao encontro dos resultados das análises microbiológicas para contagem total de bactérias mesófilas e enterobactérias que mostraram que com relação à formulação controle não houve crescimento bacteriano durante os 120 dias de armazenamento congelado. Porém, o crescimento também não foi reduzido, demonstrando que os extratos comerciais de gengibre e alecrim não apresentaram atividade antimicrobiana nas tirinhas empanadas de tilápia.

Através da análise de cor instrumental a formulação contendo extrato de gengibre apresentou coloração mais opaca após o armazenamento. Adicionalmente, as três formulações estudadas apresentaram coloração mais amarelada e intensa no final do estudo. Esse resultado indica que reações de oxidação lipídica podem ter ocasionado alterações de cor nas tirinhas. Os resultados da análise sensorial mostraram que a formulação contendo extrato de gengibre obteve médias baixas para o parâmetro sabor, sendo considerado pelos avaliadores um produto inaceitável após 120 dias de armazenamento, isso porque o extrato hidroalcoólico de gengibre apresentou baixa eficiência no produto avaliado.

Os resultados de substâncias reativas ao TBA e peróxidos mostraram que não ocorreu diferença entre as formulações contendo os extratos e a controle, indicando que os extratos não apresentaram efeito antioxidante. Porém, através da análise sensorial percebeu-se que a formulação contendo extrato de gengibre foi menos aceita por não conservar o sabor com o tempo de armazenamento, indicando uma maior aceitação pelo extrato de alecrim.

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, como sugestão de trabalhos futuros, deve-se inicialmente avaliar a atividade antioxidante e antibacteriana dos extratos a serem utilizados, para sua posterior aplicação, sendo que os extratos vegetais devem ser oriundos de métodos de extração conhecidos. Para fins de comparação deve-se incluir no estudo uma formulação utilizando antioxidante sintético, como o isoascorbato de sódio, ou até mesmo a combinação de antioxidante sintético e natural.

## 6 REFERÊNCIAS

- AHMED, S. A.; JABBAR, I.I.; ABDUL, H.E.; MUSTANSIRIYA, A.L. Study the antibacterial activity of *Zingiber officinale* roots against some of pathogenic bacteria. **Al Mustansiriya Journal Science**, v. 23, n. 3, p. 63-70, 2012.
- ALMELA, L. et al. Liquid chromatographic-mass spectrometric analysis of phenolics and free radical scavenging activity of rosemary extract from different raw material. **Journal of Chromatography A**, n. 1120, p. 221-229, 2006.
- ANBU JEBA SUNILSON, J. et al. In vitro antibacterial evaluation of *Zingiber officinale*, *Curcuma longa* and *Alpinia galangal* extracts as natural foods preservatives. **American Journal of Food Technology**, v. 4, n. 5, p. 192-200, 2009.
- ANGIONI, A. et al. Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 11, p. 3530-3535, 2004.
- ARASHISAR, Ş. et al. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. **International Journal of Food Microbiology**, v. 97, n. 2, p. 209–214, 2004.
- AYROZA L. M. S. **Criação de Tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, na usina hidrelétrica de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR**. 2009. 104 f. Tese (doutorado em aquicultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.
- BAI, Y.; WILSON, A.; GLATZ, B. A. Quality of Commercial Shelf-Stable Soymilk Products. **Journal of Food Protection**, v.61, n. 9, p. 1161-1164, 1998.
- BAINY, E.M. **Processamento de fishburguer: Estudo teórico e experimental do congelamento e cocção**. Tese (doutorado em engenharia de alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Química, Programa de pós-graduação em Engenharia de alimentos, Curitiba, 2014.
- BARBOSA, L. et al. Tendências da Alimentação. **Brasil Food Trends**. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). 2010.
- BENÍTEZ, R. O. **Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe**. Disponível em: <<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>>. Acesso em: 23 nov. 2016.
- BERAQUET, N. J. Carne Mecanicamente Separada de aves In: Seminário de Curso Teórico Prático Campinas, 2000. **Agregando valor a Carne de Aves Campinas**, ITAL, 2000.1
- BERNARDES, W. A. et al. Antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* against oral pathogens: relevance of carnosic acid and carnosol. **Chemistry & Biodiversity**, v. 7, n. 7, p. 1835-1840, 2010.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, 1992.

BORTOLUZZI, R. C. Empanados. In: OLIVO, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. 1. ed. Criciúma: Varela, 2006. p. 481-494.

BRANCO, G. F. **Aplicação de técnicas fatorais de planejamento no desenvolvimento de um modelo de avaliação da oxidação em óleos e emulsões**. 2011. 102 f. Dissertação (mestrado em ciência dos alimentos) - Universidade de São Paulo, Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Programa de pós-graduação em Ciência dos Alimentos, São Paulo, 2011.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 6**, de 15 de fevereiro de 2001, 2001.

BRASIL. **Portaria nº 540**, de 27 de outubro de 1997, 1997.

BRASIL. **Resolução RDC nº 12**, de 2 de janeiro de 2001, 2001.

BRASIL. **Resolução RDC nº 2**, de 15 de janeiro de 2007, 2007.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

CAKLI, S. et al. Quality differences of whole ungutted sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) while stored in ice. **Food Control**, v. 18, n. 5, p. 391–397, 2007.

CELIK TAS, O.Y. et al. Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. **Food Chemistry**, v. 1, n. 100, p. 553-559, 2007.

COLLA, L. M.; HERNÁNDEZ, C. P., Congelamento e Descongelação – Sua Influência Sobre os Alimentos. FURG, **Vetor, Rio Grande**, n. 13, p. 53-66, 2003.

CORTEZ NETTO, J. P. et al. Formulação, análises microbiológicas, composição centesimal e aceitabilidade de empanados de jundiá (*Rhamdia quelen*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Instituto Adolfo Lutz**, n. 69, v. 2, p. 181-7, 2010.

COULTATE, T. P. et al. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 368.

CROP PROFILE. **Ginger**. Disponível em: <<http://www.spicestat.org/ginger.html>>. Acesso em: 20 nov. 2003.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 900.

DAS, A. K. et al. Effect of full-fat soy paste and textured soy granules on quality and shelf-life of goat meat nuggets in frozen storage. **Meat Science**, v. 80, p. 607-614, 2008.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 389-399, 2012.

DILL, D. D.; SILVA, A. P.; LUVIELMO, M. M. Processamento de empanados: sistemas de cobertura. **Estudos Tecnológicos**. v. 5, n. 1, p. 33-49, jan/abr, 2009.

DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, n. 88, p. 308-316, 2000.

EL\_SAYED, A.-F. M. **Tilapia culture**. London: CABI Publishing, 2006. p. 277.

ELPO, E. R. S.; NEGRELLE, R. R. B. **Cadeia produtiva do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) no estado do Paraná**: Análise e recomendações para melhoria da qualidade. 2004. 180 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Curitiba, 2004.

ELPO, E. R. S.; NEGRELLE, R. R. B. Cadeia produtiva do gengibre (*Zingiber Officinale* Roscoe) no estado do paraná: análise e recomendações para melhoria da qualidade. **Scientia Agraria**, v. 7, n. 1, p. 121, 2007.

EPAGRI. **Normas técnicas da cultura do gengibre. Litoral Catarinense e Litoral Paranaense**. Florianópolis: EPAGRI/EMATERPR/ IAPAR, 1998. p. 26.

ERNST, E.; PITTLER, M. H. Efficacy of ginger for nausea and vomiting: a systematic review of randomized clinical trials. **British Journal of Anaesthesia Br J Anaesth**, v. 84, n. 84, p. 367–71, 2000.

FAO/WHO. Draft Revised Standard for Quick Frozen Blocks of Fish Fillets, Minced Fish Flesh and Mixtures of Fillets and Minced Fish Flesh (Appendix IV). In Report of the 21st Session of the Codex Committee on Fish and Fishery Products. Rome: **Codex Alimentarius Commission**, 47-57, 1994.

FOODS INGREDIENTS BRASIL. Extratos vegetais. **Revista-fi**, n. 11, 2010.

FRANKEL, E.N. Food antioxidants and phytochemicals: presente and future perspectives. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 101, p. 450–455. 1999.

GL-LABORATORIES WORLDWIDE. **Guia completo para sistemas de cobertura. Guarulhos**, p. 41, 2002.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**: Ciência, tecnologia, inovação e legislação. 1. Ed. São Paulo: Atheneu, 2011.

GOULAS, A. E.; KONTOMINAS, M. G. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. **Food Chemistry**, v. 100, n. 1, p. 287–296, 2007.

HEIN, G. **Verificação da sobrevivência de tilápias (*O. niloticus*) de tamanhos diferentes no município de Toledo-PR e sua importância prática na organização da produção. Toledo - PR**, 2006.

HEIN, G.; BRIANESE, R. H. Modelo EMATER de produção de tilápia. **EMATER**. Toledo, 2004.

HUSSAIN, A.I. et al. *Rosmarinus officinalis* essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 41, n. 4, p. 1070-1078, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed., 1ª Ed. Digital, São Paulo: 2008.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods - ICMSF. **Microorganisms in Foods 2: Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications**. 2. ed. Toronto: University of Toronto Press, 1986.

KHALAFALLA, F. A.; ALI, F. H. M.; HASSAN, A. H. A. Quality improvement and shelf-life extension of refrigerated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets using natural herbs. **Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 4, n. 1, p. 33–40, 2015.

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

KOLAKOWSKA, A. Lipid oxidation in food systems. In: SIKORSKI, Z. E.; KOLAKOWSKA, A. **Chemical and functional properties of food lipids**. Boca Raton: CRC Press, 2003. p. 133-166.

KUBOW, S. Lipid oxidation products in food and atherogenesis. **Nutrition Reviews**, New York, v. 51, n. 2, p. 33-40. 1993.

LISSA, S.L. Cultura do Gengibre. **EMATER/PR**, Curitiba, p. 12. 1996.

LUCAS, K. C. **Estudo da absorção de óleo em revestimentos de produtos empanados**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química, Uberlândia, 2010.

LUQMAN, S. et al. Potential of rosemary oil to be used in drug-resistant infections. **Alternative Therapies in Health and Medicine**, v. 13, n. 5, p. 54-9, 2007.

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

MARENGONI, N. G. et al. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de *fishburgers* de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 1, p. 168-176, 2009.

MARTINS, E.R. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa: UFV, 1998. p. 220.

MASUDA, Y. et al. Antioxidant properties of gingerol related compounds from ginger. **BioFactors**, n. 21, p. 293-296, 2004.



MAY, A. et al. Produção de biomassa e óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) em função da altura e intervalo entre cortes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.12, n.2, p.195-200, 2010.

MENEGASSI, M. Aspectos Nutricionais do Pescado. In: **Tecnologia do pescado: Ciência, tecnologia, inovação e legislação**. 1. Ed. São Paulo: Atheneu, 2011.

MESOMO, M. C. **Obtenção de extrato de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) usando CO<sub>2</sub> supercrítico e propano comprimido: cinética de extração e atividade biológica**. 2013. 79 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curitiba, 2013.

MESSIAS, C. R. et al. Treinamento e caracterização sensorial de formulações de fishburger elaboradas à base de subprodutos da filetagem de tilápia. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos - REBRAPA**, 2016.

MONTEIRO, A. R. **Extração do Óleo Essencial/Oleoresina de Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) com CO<sub>2</sub> supercrítico: uma avaliação do pré-tratamento e das variáveis de processo**. 1999. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 1999.]

NEGRELLE, R. R. B.; ELPO, E. R. S.; RUCKER, N. G. A. Análise prospectiva do agronegócio gengibre no estado do Paraná. *Horticultura Brasileira*. **Economia e extensão rural**. Brasília, v. 23, n. 4, p. 1022-1028, out-dez 2005.

NUNES, T. P. et al. Aceitação sensorial de reestruturados empanados elaborados com filé de peito de galinhas matrizes de corte e poedeiras comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, p. 841-846, out.-dez., 2006.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. Protein and aminoacid requirements in human nutrition. Report of a joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation, United Nations University. **Technical Report Series**, 935. WHO; 2007.

Organização para a cooperação e desenvolvimento econômico (OECD) e Organização das nações unidas para alimentação e agricultura (FAO) (OECD/FAO). **Agricultural**. Chapter 8: Fish, 2011. Disponível em: <254 <http://www.oecd.org/dataoecd/2/35/414313.pdf> >. Acesso em: 21 nov. 2013.

ÓSAWA, A. C. C.; FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 655-663, out./dez. 2005.

OSTROSKY, E. A. et al. Métodos pra avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração mínima inibitória (CMI) de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n. 18, v. 2, p. 301-307, abr./jun. 2008.

OZOGUL, Y. et al. The capability of rosemary extract in preventing oxidation of fish lipid. **International Journal of Food Science and Technology**, n. 45, p. 1717–1723, 2010.

OZOGUL, Y.; UÇAR, Y. The Effects of Natural Extracts on the Quality Changes of Frozen Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) Burgers. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 6, p. 1550–1560, 2013.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - SEAB. Departamento de Economia Rural - DERAL. **Área, produção e valor bruto da produção de gengibre no Estado do Paraná, Safra 01/02**. Curitiba, 2003.

PEREDA, J. A. O. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal**. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005.

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

PHIL CRUSE. **Introduction to Colour Spaces - CIE Lab & LCH**. Disponível em <[http://www.colourphil.co.uk/lab\\_lch\\_colour\\_space.html](http://www.colourphil.co.uk/lab_lch_colour_space.html)>. Acesso em: 13 out. 2014.

PORTE, A.; GODOY, R.L.O. Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.): propriedades antimicrobianas e químicas do óleo essencial. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 193-210, 2001.

PRADHAN, A. A.; RHEE, K. S.; HERNANDEZ, P. Stability of catalase and its potential role in lipid oxidation in meat. **Meat Science**, v. 54, p. 385-390, 2000.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Atividade antioxidante do  $\alpha$ -tocoferol e do extrato de alecrim em óleo de soja purificado. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, p. 15-20, 2006.

REINECCIUS G. Off-flavors in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, n. 29, p. 381-402, 1990.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

SACCHETTI, G. et al. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**, n. 91, p. 621-632, 2005.

SALLAM, K. I. Et al. Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4°C. **Food Chemistry**, n. 102, p. 1061-1070, 2007.

SANTOS, J.A. **Aspectos socioeconômicos da cultura do gengibre no município de Morretes-Paraná**. 2000. 55 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SANTOYO, S. et al. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil obtained via supercritical fluid extraction. **Journal of Food Protection**, v. 68, n. 4, p. 790-5, 2005.

SEBRAE. **Aquicultura no Brasil – Série de estudos mercadológicos**. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/4b14e85d5844cc99cb32040a4980779f/\\$File/5403.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/4b14e85d5844cc99cb32040a4980779f/$File/5403.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2016.

SELMI, S.; SADOK, S. The effect of natural antioxidant (*Thymus vulgaris* Linnaeus) on flesh quality of tuna (*Thunnus thynnus* (Linnaeus)) during chilled storage. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, n. 1, p. 36–45, 2008.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R. Suplementação de vitamina e melhora a qualidade de carnes e derivados. In: SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006. cap. 11, p. 115-121.

SHINSATO, E.; USHIJIMA, h. H.; CUNHA, A. F. Amido de milho modificado para empanados. **Food Ingredients**, v. 16, p. 112-113, 2002.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

SIVASOTHY, Y. et al. Essential oils of *Zingiber officinale* var. rubrum Theilade and their antibacterial activities. **Food Chemistry**, n. 124, p. 514-517, 2011.

SOARES K. M. P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado: Seafood quality and safety. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 1, p. 1-10.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, p. 71-81, jan./abr., 2002.

SOUZA, M. C. et al. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 16, p. 1031-1046, 2013.

TAVEIRA MAGALHÃES, M. et al. Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) brasileiro: aspectos gerais, óleo essencial e oleoresina. Parte 2 – Secagem, óleo essencial e oleoresina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, p. 132-136, mai./ago., 1997.

TEIXEIRA, E. E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Editora da UFSC, 1987.

TOKUR, B. et al. Changes in the quality of fishburger produced from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18 °C). **European Food Research and Technology**, v. 218, n. 5, p. 420–423, 2004.

TOKUR, B. et al. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18°C). **Food Chemistry**, v.99, n. 2006, p. 335-341, 2006.

TONIOLO, R. **O uso de extratos vegetais para inibir a oxidação lipídica em carne suína.** 2012. 46 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de alimentos. Porto Alegre, 2012.

UEMURA, C. H.; LUZ, M. B. Sistemas de cobertura. **Aditivos e Ingredientes**, n. 28, p. 81-82, set/dez 2003.

VALONES M. A. A. **Avaliação da atividade antimicrobiana in vitro do dentifrício à base do extrato alcoólico de *Rosmarinus officinalis* Linn. (alecrim) sobre cepas padrão de *S. mutans*, *S. aureus* e *L. casei*.** 2008. 62 f. Dissertação (Pós-graduação em Odontologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde. Recife, 2008.

VICTORINO, L. C. S. **Efeito da adição de fibras sobre as propriedades tecnológicas de emulsões com altos teores de carne de frango mecanicamente separada.** 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

WHITE, B. **Antimicrobial activity of ginger against diferente microorganisms: Physician**, n. 75, p. 1689-1691, 2007.

YADAV, S. et al. *Zingiber officinale* Rosc.: A Monographic Review Research & Reviews: **Journal of Botany**, v. 1, n. 1, p. 45-50, 2012.

ZAMBUCHINI, B. et al. Inhibition of microbiological activity during sole (*Solea solea* L.) chilled storage by applying ellagic and ascorbic acids. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, n. 9, p. 1733–1738, 2008.

ZANCAN, K. C. et al. Extraction of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) oleoresin with CO<sub>2</sub> and co-solvents: a study of the antioxidant action of the extracts. **Journal of Supercritical Fluids**, n. 24, p. 57-76, 2002.

ZEGARSKA, Z. et al. Antioxidative effect of Rosemary ethanolic extract on butter. **Milchwissenschaft**, v. 51, p. 195-8, 1996.