

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS  
LABORATÓRIO DE ZOOTECNIA

MARIA CECÍLIA CABRAL RAMPE

**COPRODUTOS DA CHIA (*Salvia hispanica* L.) EM FORMULAÇÕES DE  
*FISHBURGERS* DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)**

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
2020

MARIA CECÍLIA CABRAL RAMPE

**COPRODUTOS DA CHIA (*Salvia hispanica* L.) EM FORMULAÇÕES DE  
*FISHBURGERS* DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de doutora em Ciência Animal, na área de concentração de Produção, Reprodução e Saúde Animal.

ORIENTADOR: FÁBIO DA COSTA HENRY

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

2020

MARIA CECÍLIA CABRAL RAMPE

**COPRODUTOS DA CHIA (*Salvia hispanica* L.) EM FORMULAÇÕES DE  
FISHBURGERS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de doutora em Ciência Animal, na área de concentração Produção, Reprodução e Saúde Animal.

Aprovada em 29 de setembro de 2020

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Fábio da Costa Henry (orientador/UENF)

---

Profa. Dra. Daniela Barros de Oliveira Ribeiro (UENF)

---

Profa. Dra. Suzana Maria Della Lucia (UFES)

---

Prof. Dr. Alexandre Cristiano Santos Júnior (IFES)

*Toda honra e glória a Deus*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, meu Pai, motivo pelo qual eu vivo e a quem rendo louvor e adoração, por Ele e para Ele são todas as coisas.

Agradeço ao Mateus, meu amado esposo, por me incentivar e apoiar desde o princípio, quando o doutorado era apenas um desejo no meu coração. Em cada detalhe, ele se fez presente: quando cuidava das coisas da casa para que eu pudesse ter tempo para me dedicar aos estudos, nas incansáveis vezes que me levava a Campos e me esperava pacientemente dentro do carro até terminarem todas as aulas, ou até mesmo quando ia comigo para o laboratório, inclusive nos finais de semana, para me auxiliar nas atividades. Além de ser meu parceiro da vida, você também é meu melhor parceiro profissional.

Agradeço à minha mãezinha querida, Edenir, por sempre acreditar em mim, me apoiar, orar por minha vida e se alegrar com minhas conquistas. Há uma frase que gosto muito e que diz “mães de joelhos, filhos de pé”. Suas orações sempre me alcançam, mãe, e me levam para um lugar mais alto e seguro.

Agradeço imensamente ao professor Fábio, meu orientador e amigo, por toda dedicação, confiança e todo apoio durante esse período. Foi um prazer e uma honra receber suas orientações e poder aprender com você.

Agradeço à minha família, por todo apoio e toda torcida em tudo que faço.

Agradeço à minha filha amada, Aurora, por cooperar com a mamãe, contribuindo para uma gestação tranquila e abençoada e dividindo o tempo com a mamãe para a escrita da tese.

Agradeço ao Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), pelo apoio para que eu pudesse me dedicar com exclusividade ao curso de doutorado. É muito bom poder trabalhar em uma instituição que acredita e apoia a qualificação de seus servidores.

Agradeço, especialmente, à sra. Maria Valdete Santos Tannure, pelo brilhante trabalho conduzido na direção geral do Ifes – Campus de Alegre, não apenas por sua competência profissional, indiscutível, mas também por seu olhar humano que a faz ser uma gestora admirável e inspiradora.

Agradeço à Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), pelas portas abertas de seus laboratórios do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE), e aos

professores do Departamento de Engenharia de Alimentos, em especial, ao professor Antônio Manoel Maradini Filho e à professora Suzana Maria Della Lucia, por substancial colaboração no desenvolvimento deste estudo.

Agradeço aos amigos e técnicos Letícia Ricieri Bastos (Ufes), Adriano Azevedo e Jaqueline Rodrigues Cindra de Lima Souza (Ifes), por todo auxílio e toda disponibilidade durante a execução das análises laboratoriais.

Agradeço, em especial, à amiga-irmã Elaine “branca”. Você seguiu o sábio conselho dado pelo apóstolo Paulo em sua carta escrita aos romanos, quando ele diz que devemos nos dedicar uns aos outros com amor fraternal, e você se dedicou a me ajudar. Quando eu mais precisava, você estava ali comigo para me fazer companhia e não me deixar ir sozinha para Campos. Minha companheira de viagem, louvo a Deus por sua vida e jamais me esquecerei do que você fez por mim. Muito obrigada!

Agradeço ao colega de trabalho Alexandre, por toda cooperação durante o curso e por me ajudar com as análises microbiológicas.

Agradeço à amiga Maria Christina, por colaborar comigo na realização das análises estatísticas, sempre muito competente, atenciosa e empenhada em servir.

Agradeço à amiga Marina, por sua companhia e disponibilidade durante as análises laboratoriais, mesmo quando elas pareciam não ter fim.

Agradeço, ainda, à UENF, em especial ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela honrosa oportunidade de realizar o curso de doutoramento com sucesso.

Agradeço a contribuição e o acréscimo de cada professor da UENF, em especial daqueles que ministraram disciplinas: Daniela Barros, Rita Nobre, Meire Lélis, Karla Silva, Fábio Henry, Ricardo Vieira, Leonardo Glória e Fernanda Antunes.

Agradeço à Jovana e à Conceição, pela atenção e pelo pronto atendimento na secretaria da pós-graduação.

Agradeço a disponibilidade e todas as contribuições dos membros da banca, é muito bom poder contar com a competência e o conhecimento de cada um de vocês a serviço da ciência e da pesquisa.

A todos, muito obrigada!

*“Porque Deus amou ao mundo de tal maneira que deu o seu Filho unigênito, para que todo aquele que n’Ele crê não pereça, mas tenha a vida eterna.” (João 3:16)*

## RESUMO

RAMPE, Maria Cecília Cabral; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Setembro de 2020. **Coprodutos da chia (*Salvia hispanica* L.) em formulações de *fishburgers* de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).** Orientador: prof. Dr. Fábio da Costa Henry.

Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial de utilização de coprodutos da chia (gel e farinha estabilizada) em substituição à gordura suína na elaboração de *fishburgers* de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram realizados dois ensaios, executados em momentos distintos e de forma independente, sendo que, em cada, um coproduto diferente da chia foi testado. No primeiro estudo, a gordura suína foi parcialmente substituída pelo gel de chia. No segundo ensaio, parte da gordura suína foi substituída pela farinha de chia estabilizada. Em ambos os ensaios, foram preparadas cinco formulações de *fishburgers*: uma formulação padrão denominada controle (C), sem a presença do coproduto da chia, e quatro outras formulações que, além da massa cárnea (filé de tilápia, gordura e aditivos), apresentaram um coproduto da chia, substituindo parte da gordura em 12,5% (T1); 25,0% (T2); 35,7% (T3); e 50,0% (T4). Os produtos desenvolvidos foram caracterizados quanto à composição físico-química, às suas características tecnológicas e à viabilidade microbiológica. A mucilagem de chia proporcionou redução significativa do componente lipídico e do valor calórico das formulações, além de elevação dos percentuais de fibra dietética, não interferindo no rendimento e nos principais parâmetros de textura. Além disso, foi observado que as formulações com maiores percentuais de substituição da gordura suína pelo gel de chia apresentaram-se mais escuras quando comparadas ao tratamento controle. A inclusão da farinha de chia, por sua vez, proporcionou melhoria no perfil nutricional dos *fishburgers*, com destaque para o incremento observado nos percentuais de proteína, fibra e cinza, além de redução do conteúdo lipídico e do valor calórico das amostras avaliadas. Apesar de observado escurecimento das amostras com maiores níveis de inclusão da farinha, notou-se melhoria no rendimento, aliada a menores variações físicas dos produtos, reportando menores perdas após o processo de cocção. Os resultados indicam que a substituição parcial da gordura suína pela

farinha de chia é alternativa viável para a obtenção de *fishburgers* de tilápia mais saudáveis e com maior rendimento.

**Palavras-chave:** Farinha de chia, hambúrguer, mucilagem de chia, pescado, substituição da gordura animal.

## ABSTRACT

RAMPE, Maria Cecília Cabral; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. September, 2020. **Co-products of chia (*Salvia hispanica* L.) in formulations of Nile tilapia fishburgers (*Oreochromis niloticus*)**. Advisor: Prof. DSc. Fábio da Costa Henry.

This study aimed to evaluate the potential use chia of co-products (gel and stabilized flour) to replace pork fat in the preparation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fishburgers. Two trials were carried out at different times and independently, and in each trial, a different co-product from chia was tested. In the first study, pork fat was partially replaced by chia gel. In the second trial, part of the pork fat was replaced by stabilized chia flour. In both trials, five fishburger formulations were prepared, a standard formulation called control (C), without the presence of the chia co-product, and four other formulations that, besides the meat mass (tilapia fillet, fat, and additives) had a co-product of chia replacing part of the fat in 12.5% (T1), 25.0% (T2), 35.7% (T3), and 50.0% (T4). The products developed were characterized as to their physical and chemical composition, their technological characteristics, and microbiological viability. The chia mucilage provided significant reduction of the lipid component and of the caloric value of the formulations, in addition to an increase in the percentages of dietary fiber, not interfering in the yield and in the main texture parameters. Moreover, it was observed that formulations with higher percentages of replacing pork fat by chia gel were darker when compared to the control treatment. The inclusion of chia flour, in turn, provided improvement in the nutritional profile of fishburgers, with emphasis on the increase observed in the percentages of protein, fiber, and ash, in addition to reducing the lipid content and caloric value of the samples evaluated. Despite the darkening of samples with higher levels of inclusion of flour, there was improvement in yield, coupled with lower physical variations of the products, reporting lower losses after the cooking process. Results indicate that partial replacement of pork fat by chia flour is a viable alternative for obtaining healthier tilapia fishburgers with higher yield.

**Keywords:** Chia flour, hamburger, chia mucilage, fish, replacement of animal fat.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Chia. a) Planta com destaque para a inflorescência. b) Semente seca.....	25
<b>Figura 2</b> – Imagens ópticas da semente de chia. a) Sementes secas inteiras. b) Sementes inteiras hidratadas formando cápsula mucilaginosa ao redor da semente.....	27
<b>Figura 3</b> – Fluxograma do processamento dos <i>fishburgers</i> de tilápia-do-Nilo elaborados com gel de chia.....	39
<b>Figura 4</b> – Fluxograma do processamento dos <i>fishburgers</i> de tilápia-do-Nilo elaborados com farinha de chia estabilizada.....	43

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Estudos desenvolvidos com <i>fishburgers</i> elaborados a partir da carne de tilápia (filé, CMS e polpa).....	24
<b>Tabela 2</b> – Composição proximal e valor calórico da semente de chia.....	30
<b>Tabela 3</b> – Conteúdo e perfil de compostos fenólicos ( $\mu\text{g}_{\text{GAE}}\cdot\text{g}_{\text{amostra}}^{-1}$ ) dos extratos de chia.....	30
<b>Tabela 4</b> – Conteúdo de lipídeos e composição de ácidos graxos da semente de chia ( <i>Salvia hispanica</i> L.).....	31
<b>Tabela 5</b> – Percentual de gordura suína, do gel de chia e de redução de gordura nas formulações de <i>fishburgers</i> de tilápia.....	38
<b>Tabela 6</b> – Ingredientes das formulações de <i>fishburgers</i> de tilápia com substituição da gordura suína por gel de chia.....	40
<b>Tabela 7</b> – Percentual de gordura suína, da farinha de chia e de redução de gordura nas formulações de <i>fishburgers</i> de tilápia.....	41
<b>Tabela 8</b> – Ingredientes e composição físico-química das formulações de <i>fishburgers</i> de tilápia com substituição da gordura suína por farinha de chia....	42
<b>Tabela 9</b> – Padrões microbiológicos para produtos à base de pescado refrigerados ou congelados (hambúrgueres e similares).....	49

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>18</b>
3.1 AQUICULTURA MUNDIAL E NACIONAL.....	18
3.2 A TILÁPIA ( <i>Oreochromis niloticus</i> ).....	18
3.3 O CONSUMO DE PESCADOS.....	19
3.4 PRODUTOS À BASE DE PESCADOS.....	21
3.5 HAMBÚRGUER.....	22
3.6 A CHIA.....	24
3.7 MUCILAGEM DE CHIA.....	27
3.8 FARINHA DE CHIA.....	29
3.9 UTILIZAÇÃO DE FARINHAS EM FORMULAÇÕES DE HAMBÚRGUER.....	32
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
4.1 A PESQUISA.....	35
4.2 LOCAL DA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS.....	35
4.3 ENSAIO 1.....	35
<b>4.3.1 Materiais.....</b>	<b>36</b>
<b>4.3.2 Métodos.....</b>	<b>36</b>
4.3.2.1 Extração da mucilagem de chia.....	36
4.3.2.2 Reconstituição da mucilagem – preparo do gel de chia.....	37
4.3.2.3 Preparo das formulações de <i>fishburgers</i> com o gel de chia.....	37
4.4 ENSAIO 2.....	40
<b>4.4.1 Materiais.....</b>	<b>40</b>
<b>4.4.2 Métodos.....</b>	<b>41</b>
4.4.2.1 Preparo das formulações de <i>fishburgers</i> com a farinha de chia.....	41

4.5 ANÁLISES.....	43
<b>4.5.1 Físico-química.....</b>	<b>44</b>
4.5.1.1 Umidade.....	44
4.5.1.2 Lipídeos.....	44
4.5.1.3 Proteínas.....	44
4.5.1.4 Cinzas.....	45
4.5.1.5 Fibra bruta.....	45
4.5.1.6 Extrato não nitrogenado (ENN).....	45
4.5.1.7 Valor calórico (VC).....	45
4.5.1.8 Atividade de água (AW).....	46
4.5.1.9 Parâmetros de cocção.....	46
<b>4.5.2 Análises instrumentais.....</b>	<b>47</b>
4.5.2.1 Determinação do pH.....	47
4.5.2.2 Cor.....	47
4.5.2.3 Textura.....	48
<b>4.5.3 Análises microbiológicas.....</b>	<b>48</b>
4.5.3.1 Preparo das diluições seriadas e meios de cultura.....	49
4.5.3.2 Análise de coliformes termotolerantes a 45 °C.....	49
4.5.3.3 Contagem de <i>estafilococos</i> coagulase positiva.....	50
4.5.3.4 Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp.....	51
<b>4.5.4 Análises estatísticas.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>
<b>5. CAPÍTULOS.....</b>	<b>68</b>
5.1 CAPÍTULO 1.....	68
5.2 CAPÍTULO 2.....	91
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>120</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A chia é uma planta nativa da região sul do México e norte da Guatemala (CAPITANI *et al.*, 2012) que, apesar de apresentar relatos de consumo por povos pré-colombianos, como os astecas, permaneceu durante muitos anos sem receber a atenção devida. Somente a partir do final do século XX o interesse por essa planta e seus subprodutos foi renovado, devido, principalmente, ao seu conteúdo nutricional, particularmente em decorrência do alto teor de fibra e gordura poli-insaturada (TAVARES *et al.*, 2018).

As sementes de chia contêm aproximadamente 30-34 g de fibra alimentar, cuja fração insolúvel representa aproximadamente 85-93%, enquanto a fração solúvel é de aproximadamente 7 a 15% (REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LOPEZ, 2008; MARINELI *et al.*, 2015). O perfil de ácidos graxos é de peculiar interesse e caracterizado pelo alto teor de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente ácido  $\alpha$ -linolênico (ômega-3), responsável por aproximadamente 60% de todos os ácidos graxos presentes, apresentando relação ômega-6: ômega-3 de aproximadamente 0,3:0,35 (AYERZA, 1995; PEIRETTI; GAI, 2009; AYERZA; COATES, 2011; CIFTCI; PRZYBYLSKI; RUDZINSKA, 2012; NITRAYOVA *et al.*, 2014; VILLANUEVA-BERMEJO *et al.*, 2019).

Sementes de chia também são uma boa fonte de proteína vegetal, responsável por aproximadamente 18 a 24% de sua massa, com alto valor biológico (GRANCIERI; DUARTE-MARTINO; GONZALEZ DE MEJIA, 2019). É necessário enfatizar que suas sementes não contêm glúten e, como tal, podem ser consumidas por pacientes celíacos (MUNÓZ *et al.*, 2013). Essas sementes também são uma boa fonte de muitos minerais e vitaminas, além de compostos bioativos de alta atividade antioxidante, particularmente polifenóis e tocoferóis (KULCZYNSKI *et al.*, 2019).

Ademais das sementes, os coprodutos da chia, como a farinha e o gel, também apresentam destaque devido às suas propriedades funcionais e tecnológicas, como alta capacidade de retenção de água e de óleo, atividade emulsificante e estabilizante em diversos sistemas alimentares. (CAPITANI *et al.*, 2012; ZETTEL; HITZMANN, 2018).

Em virtude do seu valor nutricional e da sua composição química, a chia tem sido considerada um ingrediente funcional (REYES-CAUDILLO *et al.*, 2008), e sua

incorporação em formulações alimentícias pode melhorar não somente o valor nutricional, mas também tornar o produto mais saudável e atrativo (SOUZA *et al.*, 2014; MESÍAS *et al.*, 2016).

A chia e seus coprodutos vêm sendo testados como ingredientes potenciais para a substituição da gordura em diversas formulações alimentícias, e os resultados promissores indicam que estes ingredientes apresentam grande potencial para uso em diversas matrizes alimentares, por exemplo, no desenvolvimento de produtos à base de pescados, sem prejudicar as propriedades finais dos produtos, além de torná-los mais saudáveis (SOUZA *et al.*, 2014; HERRERO *et al.*, 2018; PINTADO *et al.*, 2018).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial de utilização de coprodutos da chia (gel e farinha) em substituição à gordura suína, para redução do percentual lipídico e melhoria do valor nutricional de *fishburgers* elaborados com carne de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver formulações de *fishburgers*, a partir da carne de tilápia, utilizando o gel de chia em substituição parcial à gordura suína.
- Avaliar o efeito da substituição da gordura suína por gel de chia, em formulações de *fishburgers* elaborados com carne de tilápia, sob parâmetros físico-químicos, tecnológicos e microbiológicos.
- Desenvolver formulações de *fishburgers*, a partir da carne de tilápia, utilizando a farinha estabilizada de chia em substituição parcial à gordura suína.
- Avaliar o efeito da substituição da gordura suína por farinha de chia estabilizada, em formulações de *fishburgers* elaborados com carne de tilápia, sob parâmetros físico-químicos, tecnológicos e microbiológicos.
- Avaliar a potencialidade de utilização de coprodutos da chia em formulação de produtos à base de pescado.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 AQUICULTURA MUNDIAL E NACIONAL

A aquicultura, que não se restringe apenas à produção de peixes, mas também de outros organismos aquáticos, como moluscos, crustáceos, anfíbios, répteis e até de plantas aquáticas, vem se destacando no cenário mundial, principalmente por seus avanços em termos de crescimento da atividade. Segundo dados publicados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura no mais recente relatório sobre *O Estado da Pesca e da Aquicultura no Mundo* (SOFIA), estima-se que a produção mundial de peixes tenha atingido cerca de 179 milhões de toneladas em 2018, com faturamento na ordem de 401 bilhões de dólares. Desse total, aproximadamente 156 milhões de toneladas foram destinadas ao consumo humano, representando um consumo per capita anual de 20,5 kg/habitante (FAO, 2020).

Os dados disponíveis no SOFIA não impressionam apenas pela expansão da atividade como um todo, mas também por indicarem um aumento no fornecimento contínuo de peixe para o consumo humano, que tem a China como o maior produtor mundial de pescados e, desde 2002, também o maior exportador de peixes e produtos da pesca (FAO, 2020).

O Brasil, por sua vez, apresenta grandes potencialidades para o desenvolvimento da atividade aquícola, entre elas, a disponibilidade dos recursos hídricos do País, as dimensões continentais, o clima propício e o empreendedorismo dos produtores. Em 2019, sua produção alcançou 758.006 toneladas de peixes cultivados, o que representa um acréscimo de 4,9% em relação ao ano anterior (PEIXE BR, 2020).

#### 3.2 TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)

Entre as principais espécies cultivadas no mundo, destacam-se, nas primeiras colocações, as carpas (capim e prateada) seguidas da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis*

*niloticus*), que representa 8,3% do total de peixes produzidos pela aquicultura no ano de 2018 (FAO, 2020).

No Brasil, a tilápia é, atualmente, a espécie de peixe mais cultivada, representando 57% da produção total de peixes de cultivo, o que mantém o País na 4ª posição do ranking mundial, ficando atrás apenas de grandes potências já consolidadas do ramo, como China, Indonésia e Egito. No comparativo entre 2019 e 2018, a produção desta espécie cresceu 7,96%, com 432.149 toneladas produzidas em 2019, comprovando a preferência nacional pela espécie (PEIXE BR, 2020). A grande diferença entre o Brasil e os demais produtores é a orientação de mercado. A indústria brasileira de tilápia atende, principalmente, ao mercado interno — 99% da produção nacional são consumidas no País (BARROSO *et al.*, 2018).

A produção brasileira cresceu bem acima da oferta de peixes de cultivo como um todo, confirmando que a espécie se adapta perfeitamente bem a todos os estados. No entanto, a Região Sul do Brasil assume a liderança na produção de tilápias, tendo à frente o estado do Paraná, que também é o maior produtor nacional, sendo responsável por 33,8% do total produzido, com 146.212 toneladas em 2019 (PEIXE BR, 2020).

Diversos fatores convergiram para tornar a tilápia um produto de destaque na aquicultura mundial. O peixe tem características singulares que facilitam seu cultivo, demonstrando boa adaptação a distintas regiões climáticas e a diferentes sistemas de cultivo, além de apresentar carne com baixo teor de gordura, sabor suave, ausência de espinhas em formato de Y e excelente rendimento de filé, o que a torna um peixe bastante apreciado pelos consumidores (LIU *et al.*, 2015; OLOPADE *et al.*, 2016; MILANEZ *et al.*, 2019).

### 3.3 O CONSUMO DE PESCADOS

O consumo mundial de produtos à base de pescados teve uma taxa de crescimento anual de 3,1% entre 1961 e 2017, superando o consumo de todos os demais alimentos proteicos de origem animal, que, juntos, representaram um aumento de 2,1% ao ano no mesmo período. Outro destaque apontado no relatório é com

relação ao consumo per capita de pescados, que saltou de 9,0 kg, em 1961, para 20,5 kg, em 2018, ou seja, um aumento de cerca de 1,5% ao ano (FAO, 2020).

Em 2017, o consumo de peixe representou 17% da ingestão total de fontes proteicas de origem animal e 7% de todas as proteínas consumidas (FAO, 2020). Em países em desenvolvimento, a participação dos produtos da aquicultura é ainda mais expressiva, representando 22% do total de proteínas consumidas, o que demonstra a importante participação da aquicultura na segurança alimentar da população mais pobre, portanto, mais suscetível à desnutrição (PRADEEPKIRAN, 2019). No entanto, o aumento do consumo em países em desenvolvimento aparente vem crescendo substancialmente, saltando de pouco mais de 5,0 kg per capita, em 1961, para 19,4 kg em 2017, uma taxa de crescimento de 2,4% ao ano (FAO, 2020).

Ainda segundo relatório da FAO, a expansão do consumo foi impulsionada não apenas pelo aumento da produção, mas também por uma combinação de muitos outros fatores, incluindo o avanço da tecnologia utilizada no processamento dos pescados, expansão e processos na cadeia de frio, assim como nos canais de expedição e distribuição; o aumento da renda mundial, correlacionado com o aumento da demanda por peixes e produtos pesqueiros; as reduções nas perdas e desperdícios; e o conhecimento dos benefícios relacionados ao consumo de pescados entre os consumidores (FAO, 2020).

No Brasil, o consumo de produtos da aquicultura é bastante variado entre as regiões, seja por diferenças de origem e oferta de produtos, pelo interesse das pessoas em consumir pescados, por diferenças na produção realizada em cada região, seja mesmo por questões culturais (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016). No entanto, a média nacional ainda se encontra abaixo do recomendado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Segundo dados publicados pelo Peixe BR (2020), o consumo per capita anual está em torno de 10,0 kg/habitante/ano, enquanto o preconizado pela FAO é de 12,0 kg/habitante/ano (FAO, 2020).

Em um estudo conduzido por Lopes, Oliveira e Ramos (2016) a fim de avaliar o perfil de consumo de pescados pela população brasileira, os autores verificaram que a grande maioria dos entrevistados afirmaram que a razão do baixo consumo de produtos de pescados ocorre em função do elevado custo de aquisição para consumo diário. Além disso, questões como dificuldade no preparo de refeições à base de peixe, falta de conhecimento do produto associada à divulgação deficitária e à restrita

gama de produtos ofertados foram relatados como sendo fatores que interferem no consumo desses produtos pela população brasileira.

O consumo de produtos da aquicultura pela população brasileira pode ainda ser influenciado por questões ligadas a fatores geográficos, culturais, socioeconômicos e de preferências (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016).

Ainda com relação à origem do pescado consumido no Brasil, um dado interessante é que apenas 1/3 do total consumido tem origem em produtos da piscicultura, sendo o restante, ou seja 2/3, oriundos de peixes de captura (água salgada) e importados, como o salmão. Das espécies cultivadas, o destaque fica por conta da tilápia, a espécie de peixe mais consumida internamente (PEIXE BR, 2019).

Em nível global, a realidade de consumo é um pouco diferente. Desde 2016, a aquicultura tem maior participação, em termos percentuais, na oferta de pescados disponíveis para o consumo humano quando comparada à pesca extrativista. Esse é um dado interessante, visto que, além de possibilitar uma redução na pressão de captura nos estoques naturais de peixes e de outros organismos aquáticos, a aquicultura também oferece produtos de forma contínua e mais uniformes, o que coopera para a maior padronização dos processos de produção e industrialização do pescado (FAO, 2020).

### 3.4 PRODUTOS À BASE DE PESCADOS

Nos últimos anos, o consumidor brasileiro de pescado tem dado preferência à compra de produtos de maior conveniência, praticidade, disponibilidade e que preservem as características nutricionais e sensoriais de produtos *in natura*. A segurança (inocuidade) e extensão da vida útil também têm sido características relevantes; essas preferências se devem, principalmente, a mudanças de hábitos alimentares (GALVÃO; OETERRER, 2014).

O pescado em geral representa um grupo alimentar composto por uma grande variedade de espécies, permitindo variadas possibilidades de processamento/preparação culinária, por isso é considerado um produto alimentar extremamente versátil (FAO, 2020). No entanto, embora com tantas possibilidades, as principais formas de comercialização ainda são: peixe vivo, fresco ou refrigerado,

com uma representatividade de 44%, seguido por pescados congelados (35%) e, em menor parcela, os produtos em conserva (11%) e curados (10%). Não obstante, as técnicas de processamento têm evoluído de métodos tradicionais para processos mais avançados, visando a agregação de valor das matérias-primas e o atendimento às novas demandas, tanto por parte do mercado varejista quanto do consumidor final (FAO, 2020).

Nesse contexto, espécies como a tilápia nilótica, apesar de proporcionar excelentes índices de produção em cultivo, têm seus produtos comercializados apresentando-se com reduzida diversificação, sendo disponibilizados no comércio, principalmente sob a forma peixe inteiro congelado e filé congelado, sendo esse último priorizado em relação ao primeiro, tanto em nível nacional quanto internacional (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016).

Com tanto potencial produtivo, somado, ainda, às suas características sensoriais, à ausência de espinhas intramusculares em forma de “Y” (mioceptos) e ao bom rendimento de filé, a tilápia-do-Nilo é uma espécie com boa aceitação não só pelo mercado consumidor, mas também pelas indústrias processadoras de pescados. A utilização de técnicas de beneficiamento e o desenvolvimento de novos produtos podem apresentar-se como ferramentas primordiais para proporcionar o aumento no consumo de pescados no Brasil, principalmente para a diversificação e obtenção de itens de fácil preparo, a exemplo de produtos como o *fishburger* (hambúrguer de peixe), *nuggets*, bolinhos e embutidos (OGAWA; MAIA, 1999; JORY; ALCESTE; CABRERA, 2000; MINOZZO, 2011).

### 3.5 HAMBÚRGUER

Entre os produtos cárneos mais consumidos mundialmente, temos o hambúrguer, que, apesar de ser conhecido como um produto tipicamente norte-americano, tem sua origem na Alemanha, mais precisamente da cidade de Hamburgo. Nos Estados Unidos, o primeiro registro de seu aparecimento ocorreu na cidade de Washington em 1889, sendo, a partir de então, disseminado por todo o país, tornando-se parte integrante do estilo de vida dos norte-americanos. No Brasil, por sua vez, a introdução do hambúrguer ocorreu por volta dos anos 1950, sendo impulsionada pela

chegada da primeira rede de *fast food*, que passou a produzi-lo em larga escala (OLIVEIRA; NASCIMENTO; NASCIMENTO, 2008).

A industrialização do hambúrguer é regimentada no Brasil através do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto segundo a Instrução Normativa nº 20, de 31/07/2000, que apresenta os padrões para a industrialização do produto (BRASIL, 2000).

Segundo a instrução normativa em vigor, o hambúrguer é definido como “produto cárneo industrializado, obtido de carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado”, podendo ser comercializado como produto cru, semifrito, cozido, frito, congelado ou resfriado de acordo com sua classificação (BRASIL, 2000).

O produto deve ter como ingrediente obrigatório carne de diferentes espécies de animal de açougue. Os ingredientes opcionais incluem gorduras animal, vegetal, água, sal, proteínas (animal e/ou vegetal), leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias, além de vegetais, queijos e outros recheios. A carne moída do hambúrguer pode, portanto, ser adicionada de proteína de soja hidratada, porém, de acordo com os requisitos de composição só é permitida a “adição máxima de 4,0% de proteína não cárnica na forma agregada” (BRASIL, 2000).

Os requisitos das características sensoriais do hambúrguer envolvem textura, cor, sabor e odor próprios. Também devem atender às seguintes características físico-químicas: gordura (máxima), 23,0%; proteína (mínima), 15,0%; carboidratos totais, 3,0%; teor de cálcio (máximo base seca), 0,1% em hambúrguer cru e 0,45% em hambúrguer cozido. O acondicionamento prevê embalagem com materiais adequados para as condições de armazenamento e que confirmam proteção apropriada ao hambúrguer. Na exposição à venda, os produtos devem ser mantidos sob congelamento (BRASIL, 2000).

Apesar de ser tradicionalmente um produto elaborado a partir da carne bovina e de aves, outras fontes proteicas de origem animal têm sido testadas com resultados satisfatórios, tanto do ponto de vista tecnológico quanto do sensorial. Mais recentemente, a carne de pescados, principalmente de tilápia, tem servido como matéria-prima em preparações das mais variadas formulações de hambúrguer como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1** – Estudos desenvolvidos com hambúrgueres elaborados a partir da carne de tilápia [filé, carne mecanicamente separada (CMS) e polpa].

Produto	Matéria-prima	Autor
Hambúrguer de tilápia	CMS	Marengoni <i>et al.</i> (2009)
Hambúrguer de tilápia adicionado de farinha de trigo	Filé moído	Carvalho Filho <i>et al.</i> (2011)
Hambúrguer de tilápia	Filé moído	Freitas, Silva e Moura (2012)
Hambúrguer de tilápia	Filé moído	Bainy <i>et al.</i> (2015a)
Hambúrguer de tilápia	Filé moído	Bainy <i>et al.</i> (2015b)
Hambúrguer de tilápia	Filé moído	Bainy, Corazza e Lenzi (2015)
Hambúrguer de tilápia	CMS	Messias <i>et al.</i> (2016)
Hambúrguer de tilápia adicionado de fibra	Filé moído	Oliveira <i>et al.</i> (2016)
Hambúrguer de tilápia	Polpa	Zitkoski <i>et al.</i> (2019)
Hambúrguer de tilápia	Filé moído	Bainy <i>et al.</i> (2017)
Hambúrguer de tilápia	Filé moído	Duarte, Veira e Gherardi (2017)
Hambúrguer de tilápia	Filé moído	Mitterer-Daltoé <i>et al.</i> (2017)
Hambúrguer de tilápia	CMS	Muzzolon <i>et al.</i> (2018)
Hambúrguer de tilápia	CMS	Mattje <i>et al.</i> (2019)

### 3.6 A CHIA

A chia (*Salvia hispanica* L.) é uma planta herbácea anual, pertencente à família Lamiaceae, que cresce em regiões de clima árido ou semiárido. Nativa da Mesoamérica, exibe a maior diversidade genética na encosta do Oceano Pacífico, na região central do México e ao norte da Guatemala, porém seu cultivo já se expandiu por outros continentes (CAHILL, 2004; IXTAINA *et al.*, 2010) (Figura 1).

A semente de chia é um pseudocereal e, devido ao seu alto teor lipídico, é também considerada uma semente oleaginosa (CAHILL, 2004). Juntamente com o milho, o feijão e o amaranto, foi umas das principais culturas produzidas e consumidas pelo povo pré-colombiano da América, incluindo os maias e astecas, que a utilizavam como remédio e suplemento alimentar para energia, resistência e força, necessárias sob condições extremas (CAHILL, 2004; AYERZA; COATES 2005). Mesmo com tantos potenciais, a chia ficou em desuso durante muitos anos e foi somente a partir do final do século XX que o interesse por ela foi renovado, principalmente devido ao seu conteúdo nutricional (TAVARES *et al.*, 2018).



**Figura 1** – Chia. a) Planta com destaque para a inflorescência. b) Semente seca.  
Fonte: Tosco (2004).

Entre as características nutricionais, cabe destacar o alto teor de óleo contido na semente (cerca de 40% do peso), com quase 60% constituído por ácido graxo  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ -3), e seu conteúdo de fibra alimentar (mais de 30 % do peso) e proteínas de alto valor biológico (cerca de 19% do peso total) (REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LOPEZ, 2008; MUÑOZ *et al.*, 2012; ULLAH *et al.*, 2016). Além disso, suas sementes são fontes naturais de antioxidantes, vitaminas e minerais (IXTAINA *et al.*, 2010; MUÑOZ *et al.*, 2012; CAPITANI *et al.*, 2013; JULIO *et al.*, 2016).

Atualmente, estudos têm sido conduzidos a fim de verificar a viabilidade do uso da semente e de seus subprodutos na indústria de alimentos com diferentes aplicações. Os principais produtos/subprodutos testados são: sementes inteiras, farinha, óleo extraído da semente e mucilagem (MARINELI *et al.*, 2014; ZETTEL; HITZMANN, 2018).

A semente de chia inteira tem sido empregada de variadas formas e como ingrediente em diversos produtos alimentícios. Cabe citar, por exemplo, sua utilização

no enriquecimento de iogurte (KIBUI; OWAGA; MBURU, 2018), de geleia de abacaxi (NDUKO *et al.*, 2018) e ainda na formulação de pães (ŠVEC; HRUŠKOVÁ, 2015; ŠVEC; HRUŠKOVÁ, 2017) e de biscoitos sem glúten (BRITES *et al.*, 2019). Recentemente, a semente foi avaliada também em produtos cárneos tipo presunto (DING *et al.*, 2018).

Diferentes invólucros já foram experimentados para encapsulação do óleo de chia (TIMILSENA *et al.*, 2019), inclusive com avaliação da composição físico-químicas e das características térmicas (TIMILSENA *et al.*, 2017), e este utilizado como ingrediente em preparações de pão (GONZÁLEZ *et al.*, 2018). Este subproduto da chia também foi experimentado como ingrediente no enriquecimento de margarinas (NADEEM *et al.*, 2017) e, mais recentemente, aplicado em formulações de queijo produzido a partir do leite de ovelhas (MUÑOZ-TÉBAR *et al.*, 2019).

Um subproduto que tem recebido atenção por parte dos pesquisadores e que tem apresentado resultados interessantes, sob diferentes formas de utilização, é a mucilagem ou gel de chia. Os testes experimentais são bem diversificados e a mucilagem tem sido testada como material de parede na nano encapsulação (BUSTAMANTE *et al.*, 2017; CAMPO *et al.*, 2017; US-MEDINA *et al.*, 2018) e também como agente espessante em massas frescas funcionais sem glúten (MENGA *et al.*, 2017).

A grande maioria dos estudos experimentais com a mucilagem de chia tem enfoque em produtos de panificação (como pães e bolos) com objetivos variados, como o de reduzir o conteúdo de gordura, tradicionalmente utilizada nesses produtos, (FERNANDES; SALAS-MELLADO, 2017), enriquecendo formulações de pães (SALGADO-CRUZ *et al.*, 2017), proporcionando o desenvolvimento de receitas de bolos livres de glúten (HARGREAVES; ZANDONADI, 2017) e até como substituto de ingredientes tradicionais como óleo e ovo em receitas de bolos (BORNEO; RAGUIRRE; LEÓN, 2010). Também já foi investigado seu uso em sobremesas à base de soja (SPADA *et al.*, 2014) e como substituto da gordura em salsichas (PINTADO *et al.*, 2018) com resultados satisfatórios em ambos os estudos.

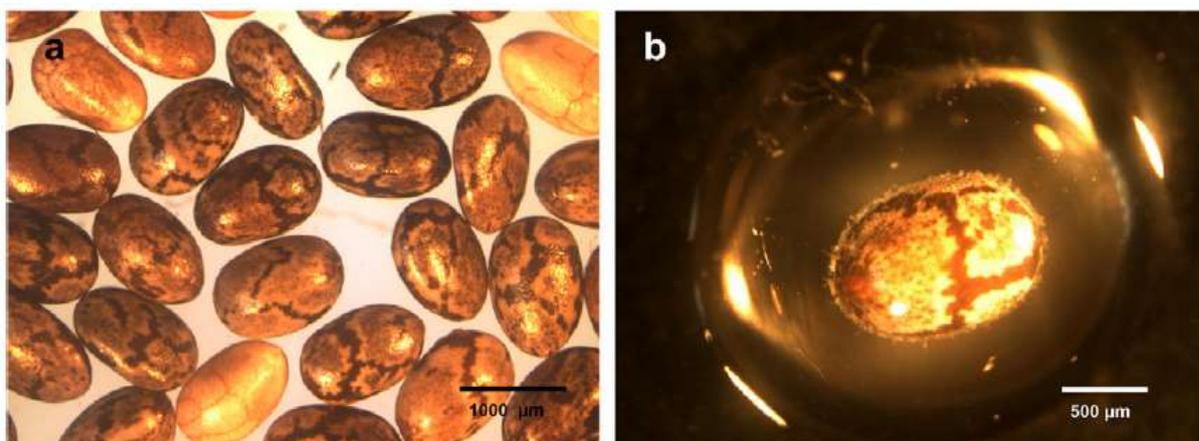
Outro subproduto da chia que tem recebido atenção por parte dos pesquisadores é a farinha. Estudos recentes apontam para a possibilidade de utilizar este ingrediente como substituto da gordura (animal ou vegetal) em formulações de salsicha tipo Frankfurt (HERRERO *et al.*, 2017), em pães sem glúten (HUERTA *et al.*, 2019a) e como substituto da farinha de trigo em formulações de biscoitos (HUERTA *et al.*, 2019

b), de pães (COELHO; SALAS-MELLADO, 2015; ROMANKIEWICZ *et al.*, 2017; VERDÚ; BARAT; GRAU, 2017) e de macarrão (HACER, 2017).

Com o objetivo de reforçar o valor nutritivo de formulações, Sayed-Ahmad *et al.* (2018) e Aranibar *et al.* (2018) utilizaram a farinha de chia no enriquecimento do pão integral e da massa de trigo, respectivamente. Finalmente, Ramos *et al.* (2017) verificaram o potencial da farinha para o desenvolvimento de alimentos funcionais como agente de textura e estabilização.

### 3.7 MUCILAGEM DE CHIA

Em contato com a água, as sementes de chia produzem um gel mucilaginoso, altamente viscoso e transparente chamado de mucilagem de chia (MUÑOZ *et al.*, 2012; CAMPOS *et al.*, 2016; TIMILSENA *et al.*, 2016) (Figura 2).



**Figura 2** – Imagens ópticas da semente de chia. a) Sementes secas inteiras. (b) Sementes inteiras hidratadas formando cápsula mucilagínosa ao redor da semente. Fonte: Muñoz *et al.* (2012).

A hidrólise desta mucilagem fornece uma mistura de açúcares e ácidos urônicos. A fibra solúvel é composta principalmente de açúcares neutros, como L-arabinose, D-galactose, L-ramnose e D-xilose, indicando a presença de diferentes carboidratos que constituem a estrutura da mucilagem (REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LOPEZ, 2008). Por ser uma boa fonte de fibra, possui excelente capacidade de retenção de água e de gordura (SEGURA-CAMPOS *et al.*, 2014).

Devido à forte ligação observada entre a semente e a mucilagem formada, para que seja possível a utilização desse gel, primeiramente, é preciso realizar sua separação/extração. Nesse sentido, muitos pesquisadores têm dedicado esforços conduzindo estudos na busca pela melhor técnica de extração que vise não apenas o maior rendimento da mucilagem (g mucilagem/g de semente), mas que apresente redução no custo e no tempo empregado no processo, resultando em mucilagens com boas propriedades funcionais (MUÑOZ *et al.*, 2012; CAPITANI; NOLASCO; TOMÁS, 2013; TAVARES *et al.*, 2018).

A hidratação da semente é a primeira etapa do processo e, geralmente, é realizada utilizando água aquecida ou a temperatura ambiente, com proporções semente:água que variam de 1:10 a 1:40 (MUÑOZ *et al.*, 2012; CAMPOS *et al.*, 2016; FERNANDES; SALAS-MELLADO, 2017; ORIFICINI *et al.*, 2018; TAVARES *et al.*, 2018).

O tempo de hidratação também é uma variável do processo e pode variar de alguns minutos a horas, com ou sem agitação da mistura semente/água, assim como a secagem da mucilagem, que pode ser a quente (geralmente em estufas de circulação de ar) ou a frio (liofilização) (MUÑOZ *et al.*, 2012; FELISBERTO *et al.*, 2015; FERNANDES; SALAS-MELLADO, 2017; ORIFICINI *et al.*, 2018; TAVARES *et al.*, 2018).

O rendimento final da mucilagem ainda é o parâmetro mais utilizado no momento da definição da técnica a ser utilizada, e, com tantas variáveis no processo, é compreensível que na literatura estejam disponíveis valores tão discrepantes. Estudos demonstram variações que vão de 5 a 15,1% em relação ao peso da semente (AYERZA; COATES, 2001; MARIN-FLORES *et al.*, 2008; REYES-CAUDILLO; TECANTE; VALDIVIA-LOPEZ, 2008; MUÑOZ *et al.*, 2012; FERNANDES; SALAS-MELLADO, 2017; TAVARES *et al.*, 2018). No entanto, independentemente da técnica utilizada no processo de extração da mucilagem, cabe destacar o crescente aumento no interesse por esse subproduto devido às suas diversas possibilidades de aplicação (produtos de panificação, laticínios, carnes e peixes, produtos sem glúten e outros produtos como alimentos funcionais, hidrocoloides e espessante) (ORIFICINI *et al.*, 2018; ZETTEL; HITZMANN, 2018), podendo, inclusive, substituir fontes tradicionais de gordura em produtos cárneos (PINTADO *et al.*, 2018).

### 3.8 FARINHA DE CHIA

A farinha de chia é um coproduto amplamente comercializado no Brasil, principalmente no mercado dos produtos naturais, e tem sido considerado um alimento com propriedades alimentares desejáveis, com alto teor de antioxidantes, proteínas, fibras e significativo conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados, apresentando-se como um ingrediente potencial para a indústria de alimentos (Tabelas 2, 3 e 4). Dessa forma, muitos estudos têm sido desenvolvidos a fim de avaliar o efeito da sua inclusão sob o perfil nutricional e na melhoria das características tecnológicas de diversas formulações alimentícias (COELHO; SALAS-MELLADO, 2014).

A composição proximal de chia foi estudada por Capitani; Nolasco e Tomás (2013), e os resultados são semelhantes aos descritos por Coelho; Salas-Mellado (2014). Segundo os achados desses autores, a gordura é componente principal da farinha de chia ( $32,7 \pm 0,8 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ), seguida do percentual proteico ( $29,3 \pm 0,4 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) e da fibra ( $27,6 \pm 0,1 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ), sendo o terceiro componente mais encontrado.

O conteúdo nutricional da semente cultivada no Brasil também já foi estudado. Da Silva *et al.* (2017) conduziram estudo para avaliar a caracterização química e bioativa composta em sementes brasileiras de chia de um mesmo genótipo, porém cultivada em regiões distintas (Mato Grosso e Rio Grande do Sul). Os resultados apontam variações em função da região onde a chia foi cultivada (Mato Grosso e Rio Grande do Sul) e apresentam a fibra alimentar como componente de maior participação (35,3%, em média), seguida pela fração lipídica (31,2%, em média) e proteica (18,9%, em média).

Essas variações são esperadas, visto que a composição química e o valor nutricional das sementes de chia podem variar de acordo com as condições climáticas, a localização geográfica, os nutrientes e as condições do solo bem como com o ano de cultivo (AYERZA, 2009; AYERZA; COATES, 2009; DA SILVA *et al.*, 2017).

**Tabela 2** - Composição proximal e valor calórico da semente de chia.

Componente	Base úmida (%)	Base seca (%)
Umidade (g.100 g <sup>-1</sup> )	6,2 ± 0,517	-
Cinzas (g.100 g <sup>-1</sup> )	4,3 ± 0,035	4,6 ± 0,035
Proteínas (g.100 g <sup>-1</sup> )	18,3 ± 1,613	19,6 ± 1,720
Fibra dietética (g.100 g <sup>-1</sup> )	22,2 ± 0,323	23,7 ± 0,424
Lipídeos (g.100 g <sup>-1</sup> )	32,4 ± 0,214	34,4 ± 0,353
Outros carboidratos (g.100 g <sup>-1</sup> )	16,5 ± 1,628	17,7 ± 1,465
Valor calórico (Kcal.100 g <sup>-1</sup> )	431,2 ± 3,123	459,9 ± 2,394

Fonte: Coelho e Salas-Mellado (2014).

**Tabela 3** - Conteúdo e perfil de compostos fenólicos ( $\mu\text{g}_{\text{GAE}} \cdot \text{g}_{\text{amostra}}^{-1}$ ) dos extratos de chia.

Compostos	$\mu\text{g} \cdot \text{g}_{\text{amostra}}^{-1}$
Compostos fenólicos	641,71
Ácido cinâmico	ND
Ácido clorogênico	4,68
Ácido caféico	30,89
Quercetina	0,17
Glicosídeo fenólico*	605,97

ND (não detectado); \*glicosídeo fenólico: provavelmente uma união glicídeo + composto fenólico.

Fonte: Coelho e Salas-Mellado (2014).

**Tabela 4** - Conteúdo de lipídeos e composição de ácidos graxos da semente de chia (*Salvia hispanica* L.) \*.

	g.100 g <sup>-1</sup>
Lipídeos	34,39
<b>Gorduras saturadas</b>	<b>9,74</b>
Ácido mirístico (C14:0)	0,03
Ácido pentadecanoico (C15:0)	0,03
Ácido palmítico (C16:0)	6,69
Ácido margárico (C17:0)	0,06
Ácido esteárico (C18:0)	2,67
Ácido behênico (C22:0)	0,09
Ácido tricosanoico (C23:0)	0,03
Ácido lignocérico (C24:0)	0,14
<b>Gorduras monoinsaturadas</b>	<b>10,76</b>
Ácido pentadecenoico (C15:1)	0,03
Ácido palmitoleico (C16:1)	0,09
Ácido oleico (C18:1- $\omega$ -9)	10,55
Ácido cis-eicosenoico (C20:1)	0,09
<b>Gorduras poli-insaturadas</b>	<b>79,47</b>
Ácido linoleico (C18:2- $\omega$ -6)	17,36
Ácido linolênico (C18:3- $\omega$ -3)	62,02
Ácido cis-eicosadienoico (C20:2)	0,03
Ácido cis-eicosatrienoico (C20:3)	0,03
<b>Gordura trans</b>	<b>0,03</b>
Ácido elaidico (C18:1)	0,03
<b>Gorduras insaturadas</b>	<b>90,26</b>

\*% do total de lipídeos.

Fonte: Coelho e Salas-Mellado (2014).

Os resultados obtidos até o momento são expressivos e demonstrados nos mais variados produtos desenvolvidos com a inclusão da farinha de chia, com destaque para a melhoria do conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs), particularmente ácido  $\alpha$ -linolênico, o ômega-3 (PIZARRO *et al.*, 2013; COELHO; SALAS-MELLADO, 2014; COSTANTINI *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2014; COELHO; SALAS-MELLADO, 2015; MESÍAS *et al.*, 2016; ARANIBAR *et al.*, 2018; BARROS *et*

*al.*, 2018; CHAVES *et al.*, 2018) e do teor de proteína e fibra (COSTANTINI *et al.*, 2014; MESÍAS *et al.*, 2016; SANDRI *et al.*, 2017), além de observada melhoria das propriedades tecnológicas das formulações testadas (PIZARRO *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2015; HUERTA *et al.*, 2016; BARROS *et al.*, 2018; SAYED-AHMAD *et al.*, 2018).

A partir das evidências científicas disponíveis na literatura, é possível inferir que a farinha de chia pode ser considerada uma importante matéria-prima para a obtenção de alimentos funcionais, oferecendo vantagens em relação a fontes tradicionalmente utilizadas (COATES; AYERZA, 1996).

### 3.9 UTILIZAÇÃO DE FARINHAS EM FORMULAÇÕES DE HAMBÚRGUER

Pesquisadores investem recursos na busca por ingredientes capazes de melhorar o valor nutricional das formulações sem, no entanto, causar prejuízos aos principais atributos sensoriais e tecnológicos de diversos produtos alimentícios (WEISS *et al.*, 2010; TREVISAN *et al.*, 2016).

Em produtos cárneos, grande parte dessas investigações são conduzidas a fim de avaliar a substituição das tradicionais fontes de gordura por ingredientes alternativos com reduzido valor calórico associado à capacidade de mimetizar as funções que a gordura confere a esses alimentos (LÓPEZ-VARGAS *et al.*, 2014; TREVISAN *et al.*, 2016).

Uma parcela significativa dos ingredientes avaliados são as farinhas de variadas fontes e que vêm sendo testadas em substituição parcial e/ou total à gordura em diversas formulações cárneas, como nos hambúrgueres. Os resultados, considerados promissores, indicam melhoria sobretudo no rendimento final e no perfil nutricional evidenciado, principalmente, pela redução do percentual lipídico e do valor calórico das amostras testadas (NOVELLO; POLLONIO, 2013; DE OLIVEIRA *et al.*, 2014; TREVISAN *et al.*, 2016).

Estudando a utilização de farinha de linhaça dourada em formulações de hambúrgueres de carne bovina com conteúdo reduzido de sódio, De Oliveira *et al.* (2014) descreveram melhoria no rendimento e redução do encolhimento após cocção, além de aumento dos níveis de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente de

ômega-3. Esses autores concluíram que a substituição da gordura suína pela farinha de linhaça é alternativa viável do ponto de vista nutricional e sensorial.

De forma semelhante, Novello e Pollonio (2013), avaliando a inclusão da farinha e de outros coprodutos da linhaça dourada em hambúrgueres bovinos, concluíram que a adição de até 5,0% desses ingredientes nas formulações resultou em melhor aceitação sensorial para os atributos sabor e textura, ocorrendo o mesmo nos testes de aceitação global e de intenção de compra.

A aveia é um dos ingredientes mais estudados em produtos cárneos reestruturados como os hambúrgueres. Trevisan *et al.* (2016) relataram melhoria no rendimento e na estabilidade da cor de hambúrgueres de carne bovina e carne mecanicamente separada de frango durante estocagem sob congelamento, sem haver comprometimento dos principais parâmetros de textura estudados, indicando que a fibra de aveia apresenta-se como ingrediente promissor para auxiliar formulações de produtos cárneos com reduzido teor de gordura e sal.

López-Vargas *et al.* (2014) testaram formulações de hambúrguer suíno adicionadas de dois níveis da farinha de albedo de maracujá, 2,5 e 5,0%. Os autores relataram melhoria no rendimento de cozimento e na retenção de umidade e de gordura, além de incremento do valor nutricional, com destaque para aumento do teor de fibras.

Zitkoski *et al.* (2019) avaliaram a utilização de farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) em substituição ao amido de milho em formulações de *fishburgers* de tilápia. Neste estudo, a presença da farinha de yacon não prejudicou as principais características tecnológicas analisadas, assim como também não influenciou a aceitação sensorial, intenção de compra e cor instrumental dos produtos assados, sendo reportado por esses autores como ingrediente que traz benefícios nutricionais devido à fibra alimentar presente em sua composição.

Em estudo avaliando a utilização de substitutos para a gordura em hambúrgueres de carne bovina, Tabarestani e Tehrani (2012) concluíram que a mistura de 8,52% de farinha de soja, 1,48% de farinha de ervilha e 5% de amido podem funcionar como substitutos da gordura, com vantagens observadas sobre as propriedades físico-químicas, aumento no rendimento de cocção, associado ao menor encolhimento e melhora no perfil de textura das amostras avaliadas.

A composição nutricional e os parâmetros tecnológicos foram avaliados em formulações de hambúrgueres de carne bovina desenvolvidos com substituição total

e parcial (50%) da gordura suína pela farinha da casca do maracujá. Nos hambúrgueres em que a gordura foi substituída, foi descrita melhora no rendimento e redução da retração dos produtos assados, sem prejuízos nos atributos de textura, tais como dureza, elasticidade e mastigabilidade. Dessa forma, foi possível obter um produto mais saudável, atendendo às expectativas dos consumidores, com boas características físico-químicas e de acordo com as normas legais (GONÇALVES; MAGALHÃES, 2018).

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 A PESQUISA

O presente estudo foi subdividido em dois ensaios com o objetivo de avaliar o efeito da substituição parcial e gradativa da gordura suína, tradicionalmente utilizada em formulações de produtos de pescados, por coprodutos da chia (*Salvia hispanica* L.): o gel e a farinha estabilizada.

No primeiro ensaio, foram realizadas as etapas de extração da mucilagem de chia, seguida do preparo do gel de chia para sua posterior incorporação em formulações de *fishburgers* elaborados com carne de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). No segundo ensaio, foram testados diferentes percentuais de substituição da gordura suína pela farinha de chia, sendo seus efeitos avaliados sobre as características físico-químicas e microbiológicas dos *fishburgers* elaborados com carne de tilápia.

### 4.2 LOCAL DA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Os procedimentos experimentais para a extração da mucilagem de chia e a elaboração das formulações de *fishburgers*, as análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas nos Laboratórios de Processamento de Carnes, Química Aplicada e Biotecnologia do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), Campus de Alegre (ES). As análises de cor, atividade de água e perfil de textura foram realizadas nos Laboratórios de Tecnologia de Alimentos e Operações Unitárias do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), em Alegre (ES).

### 4.3 ENSAIO 1

### 4.3.1 Materiais

As matérias-primas utilizadas para a elaboração dos *fishburgers* foram: filé de tilápia-do-Nilo, gordura suína, gel de chia, sal, antioxidante, conservante, alho em pó e açúcar. Os filés de tilápia, mantidos congelados em embalagens a vácuo de 500 g, foram adquiridos da Piscicultura Ventania, localizada na cidade de Espera Feliz (MG), sob inspeção do Instituto Mineiro de Agropecuária, com registro n.º 3887.

Para a extração da mucilagem de chia, foram utilizados 3 kg de semente de chia (*Salvia hispanica* L.) adquiridas no comércio local da cidade de Cachoeiro de Itapemirim (ES). A matéria-prima foi homogeneizada e dividida em alíquotas de 500 g, embaladas a vácuo e armazenadas em temperatura ambiente até o processo de extração e caracterização.

Os demais ingredientes foram fornecidos pela Seção de Agroindústria do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre (ES).

### 4.3.2 Métodos

#### 4.3.2.1 Extração da mucilagem de chia

A extração da mucilagem de chia (MC) teve início com a hidratação, seguida de separação/filtração, secagem e posterior pesagem.

Para hidratação, as sementes foram pesadas em balança semianalítica (0,01 g) e depositadas em béquer de 1 L contendo água destilada, estabelecendo uma relação semente/água de 1:31 (peso:volume). Em seguida, essa mistura foi mantida em agitador magnético (marca Marconi®) por 2 horas, com agitação constante à temperatura de 85 °C (adaptado de ORIFICINI *et al.*, 2018).

Após o processo de hidratação, para liberar a mucilagem que fica fortemente aderida à superfície da semente, a mistura foi submetida a agitação em mixer (400W de potência da marca Philips Walita) durante 30 segundos. Posteriormente, a mucilagem foi separada da semente através de filtração dupla, com auxílio de bomba

a vácuo (marca Primatec®). Primeiramente, houve separação da mucilagem das sementes utilizando tecido tramado em rede com furos redondos ou hexagonais, fabricado em poliéster e conhecido popularmente como “tule”. Por apresentar alguns fragmentos oriundos da ruptura de sementes por ação do mixer, o filtrado foi submetido a uma segunda filtração, dessa vez utilizando organza (100% poliéster), tecido semelhante ao utilizado na primeira filtração, porém com menor abertura de malha.

Por último e para secagem, a mucilagem líquida foi adicionada a bandejas antiaderentes e levadas à estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 55 °C por 20 horas.

A mucilagem seca foi pesada em balança semianalítica, embalada a vácuo e armazenada em temperatura ambiente até o momento da utilização.

De forma semelhante, a torta, resíduo resultante da filtração da mucilagem, também foi exposta a 55 °C durante 20 horas e armazenada para posterior caracterização.

#### 4.3.2.2 Reconstituição da mucilagem – preparo do gel de chia

O gel de chia foi preparado hidratando a mucilagem de chia, previamente seca em estufa, com água mineral na concentração de 5 g de mucilagem de chia/100 g de gel de chia. O gel foi preparado com água a 80 °C e agitado por 30 min em um agitador magnético (marca Marconi®), sendo mantido sob refrigeração por 24 horas para completa hidratação (TAVARES *et al.*, 2018).

A concentração do gel de chia foi determinada previamente em estudo piloto. A partir dos resultados observados, optou-se por utilizar o gel na concentração de 5% (g de mucilagem/100 g de gel).

#### 4.3.2.3 Preparo das formulações de *fishburgers* com o gel de chia

Foram elaboradas cinco formulações de *fishburgers* de tilápia, sendo um tratamento controle, constituído exclusivamente de carne de tilápia, gordura suína e aditivos e quatro tratamentos com substituição parcial da gordura suína pelo gel de chia, em diferentes níveis de substituição, quais sejam: 12,50; 25,00; 37,50; e 50,00% (Tabela 5).

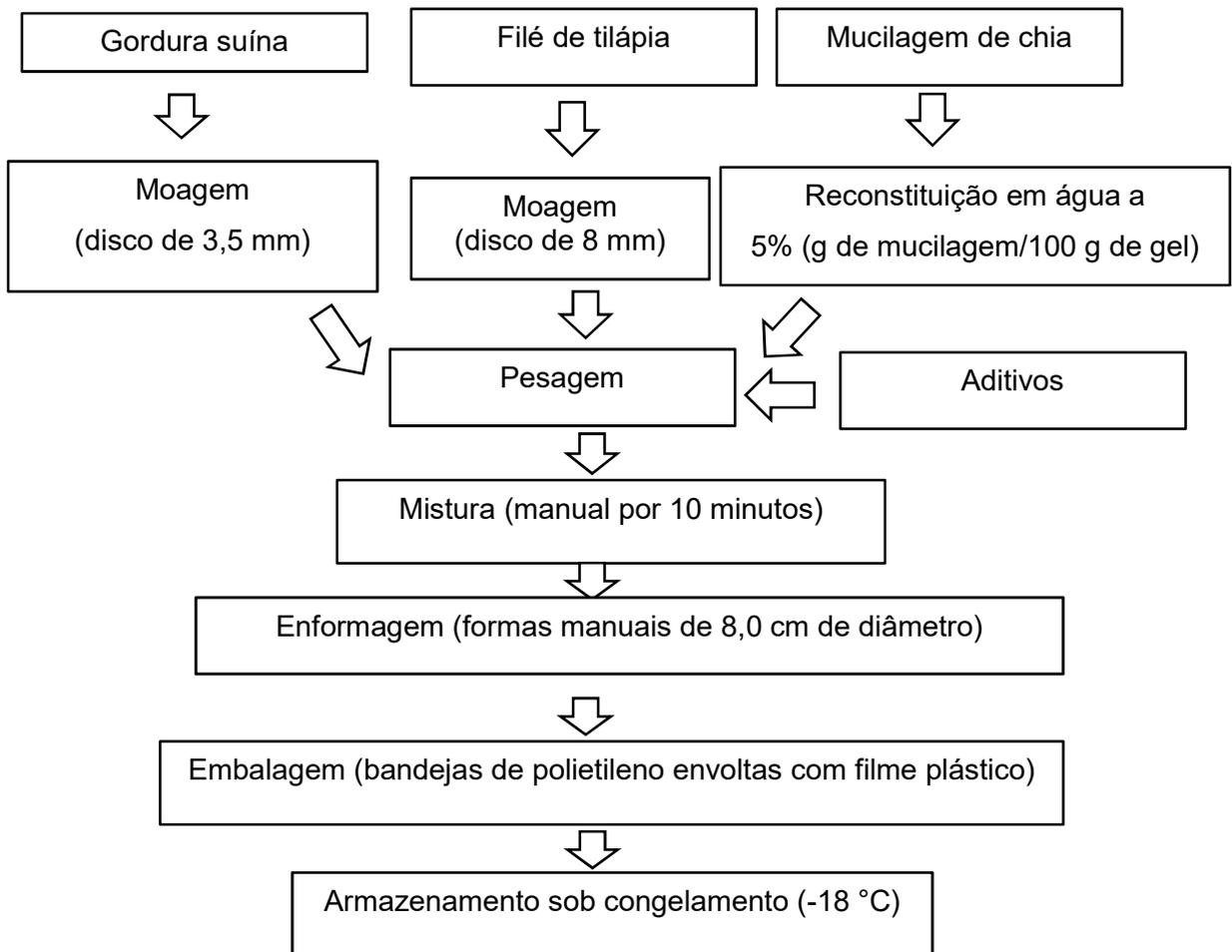
**Tabela 5** - Percentual de gordura suína, do gel de chia e de redução de gordura nas formulações de *fishburgers* de tilápia.

Tratamento	Gordura suína (%)	Gel de chia (%)	Redução de gordura suína (%)
Controle	20,00	0,00	0,00
T1	17,50	2,50	12,50
T2	15,00	5,00	25,00
T3	12,50	7,50	37,50
T4	10,00	10,00	50,00

Fonte: Elaborado pela autora.

T1= Tratamento 1; T2 =Tratamento 2; T3= Tratamento 3; e T4= Tratamento 4.

Os *fishburgers* foram preparados segundo o proposto por NOVELLO e POLLONIO, (2012) com algumas modificações. Os filés de tilápia e a gordura suína foram descongelados em câmaras de refrigeração mantidas a 6 ° C por 12 horas, sendo, em seguida, moídos em moedor industrial marca C.A.F.® usando disco de 8,0 e 3,5 mm de diâmetro, respectivamente. Os ingredientes de cada formulação foram pesados, sendo homogeneizados manualmente por cerca de 10 minutos e, em seguida, moldados em formas manuais próprias para hambúrguer com 8,0 cm de diâmetro cada. Em seguida, cada *fishburger* foi separado individualmente por papel parafinado e, em grupos de 10 unidades, acondicionados em embalagens de polietileno, envoltas com filme plástico e mantidas sob congelamento até o momento das análises, conforme apresentado na Figura 3.



**Figura 3** – Fluxograma do processamento dos *fishburgers* de tilápia-do-Nilo elaborados com gel de chia.

Na Tabela 6, estão apresentados os percentuais de inclusão dos ingredientes em cada formulação proposta.

**Tabela 6** – Ingredientes das formulações de *fishburgers* de tilápia com substituição da gordura suína por gel de chia.

Ingrediente	-----Tratamento-----				
	Controle	T1	T2	T3	T4
Carne de tilápia <sup>1</sup>	77,76	77,76	77,76	77,76	77,76
Gordura suína <sup>2</sup>	19,44	17,01	14,58	12,15	9,72
Gel de chia <sup>3</sup>	0,00	2,43	4,86	7,29	9,72
Sal <sup>4</sup>	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Antioxidante <sup>5</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Conservante <sup>6</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Açúcar <sup>7</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Alho em pó <sup>8</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100	100	100	100	100

Fonte: Elaborado pela autora.

<sup>1</sup>Filé de tilápia sem pele.

<sup>2</sup>Toucinho sem carne e sem pele.

<sup>3</sup>Gel de chia a 5% (g de mucilagem/100 g de gel).

<sup>4</sup>Cloreto de sódio marca Globo®.

<sup>5</sup>Antioxidante INS 316 (Ibracor LF da Ibrac®).

<sup>6</sup>Conservante INS 250 (Cura LF 600 da Ibrac®).

<sup>7</sup>Marca Paineiras®.

<sup>8</sup>Marca Adicel®.

#### 4.4 ENSAIO 2

##### 4.4.1 Materiais

As matérias-primas utilizadas para a elaboração dos *fishburgers* foram: filé de tilápia-do-Nilo, gordura suína, farinha de chia, sal, antioxidante, conservante, alho em pó, açúcar e água. Os filés de tilápia, mantidos congelados em embalagens a vácuo de 500 g, foram adquiridos da Piscicultura Ventania, localizada na cidade de Espera Feliz (MG), sob inspeção do Instituto Mineiro de Agropecuária, com registro n.º 3887.

A farinha de chia estabilizada foi adquirida no comércio local da cidade de Cachoeiro de Itapemirim (ES), em embalagens de 200 g, sendo mantida em temperatura ambiente até o momento da sua utilização.

Os demais ingredientes foram fornecidos pela Seção de Agroindústria do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre (ES).

#### 4.4.2 Métodos

##### 4.4.2.1 Preparo das formulações de *fishburgers* com a farinha de chia

Foram elaboradas cinco formulações dos *fishburgers* de tilápia, sendo um tratamento controle constituído exclusivamente de carne de tilápia, gordura suína, aditivos e água e outros quatro tratamentos com substituição parcial da gordura suína pela farinha de chia estabilizada, em diferentes níveis de substituição, quais sejam: 12,50; 25,00; 37,50; e 50,00% (Tabela 7).

**Tabela 7** - Percentual de gordura suína, da farinha de chia e de redução de gordura nas formulações de *fishburgers* de tilápia.

Tratamento	Gordura suína (%)	Farinha de chia (%)	Redução de gordura suína (%)
Controle	20,00	0,00	0,00
T1	17,50	2,50	12,50
T2	15,00	5,00	25,00
T3	12,50	7,50	37,50
T4	10,00	10,00	50,00

Fonte: Elaborado pela autora.

T1= Tratamento 1; T2 =Tratamento 2; T3= Tratamento 3; e T4= Tratamento 4.

Os *fishburgers* foram preparados segundo o proposto por NOVELLO e POLLONIO, (2012) com algumas modificações. Os filés de tilápia, desprovidos de pele e espinhas, e o toucinho foram descongelados em câmaras de refrigeração mantidas a 6 °C por 12 horas, sendo, em seguida, moídos em moedor industrial marca C.A.F.® usando, respectivamente, disco de 8,0 e 3,5 mm de diâmetro.

Para o desenvolvimento das formulações com substituição do toucinho pela farinha de chia, ou seja, dos tratamentos T1, T2, T3 e T4, primeiramente, a farinha de chia foi hidratada com a água à temperatura ambiente, sendo, em seguida, adicionados a carne e os demais ingredientes um a um nas proporções demonstradas na Tabela 8. Em todas as formulações, os ingredientes foram homogeneizados manualmente por cerca de 10 minutos e, posteriormente, moldados em formas manuais próprias para hambúrguer, com 8,0 cm de diâmetro cada.

**Tabela 8** – Ingredientes e composição físico-química das formulações de *fishburgers* de tilápia com substituição da gordura suína por farinha de chia.

Ingrediente	-----Tratamento-----				
	Controle	T1	T2	T3	T4
Carne de peixe <sup>1</sup>	70,96	70,96	70,96	70,96	70,96
Gordura suína <sup>2</sup>	17,74	15,52	13,30	11,09	8,87
Farinha de chia <sup>3</sup>	0	2,22	4,44	6,65	8,87
Água <sup>4</sup>	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Sal <sup>5</sup>	2	2	2	2	2
Antioxidante <sup>6</sup>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Conservante <sup>7</sup>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Açúcar <sup>8</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Alho em pó <sup>9</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Total	100	100	100	100	100

Fonte: Elaborado pela autora.

<sup>1</sup>Filé de tilápia sem pele.

<sup>2</sup>Toucinho sem carne e sem pele.

<sup>3</sup>Estabilizada (Jasmine®).

<sup>4</sup>Mineral (Crystal®).

<sup>5</sup>Cloreto de sódio marca Globo®.

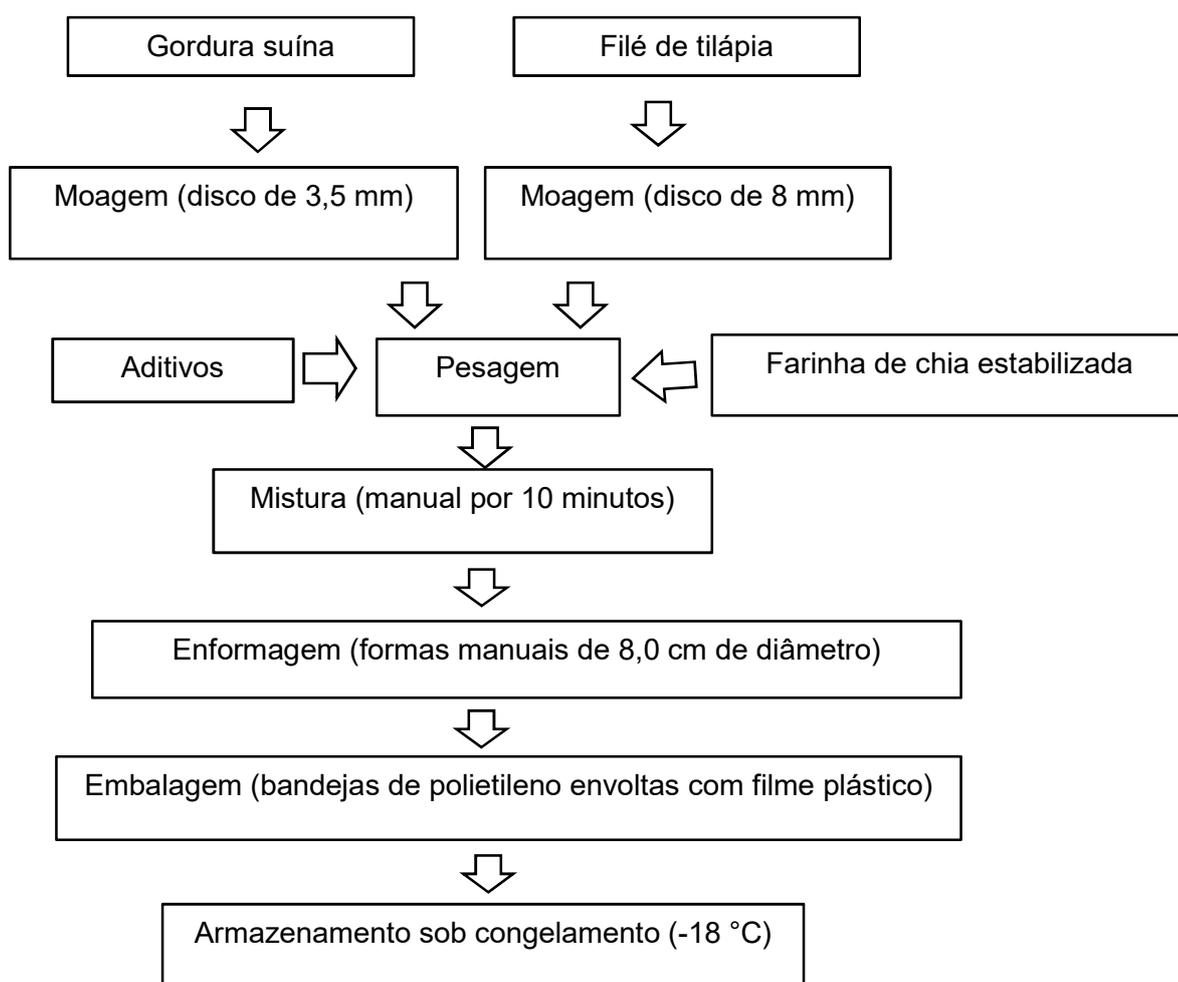
<sup>6</sup>Antioxidante INS 316 (Ibracor LF da Ibrac®).

<sup>7</sup>Conservante INS 250 (Cura LF 600 da Ibrac®).

<sup>8</sup>Marca Paineiras®.

<sup>9</sup>Marca Adicel®.

Os *fishburgers*, em grupos de 10 unidades/tratamento, foram acondicionados em embalagens de polietileno, envoltos com filme plástico e mantidos sob congelamento até o momento das análises, conforme apresentado na Figura 4.



**Figura 4** – Fluxograma do processamento dos *fishburgers* de tilápia-do-Nilo elaborados com farinha de chia estabilizada.

#### 4.5 ANÁLISES

Logo após a elaboração dos *fishburgers* de ambos os ensaios (ensaio 1 e 2), amostras aleatórias foram retiradas para realização das análises físico-químicas, instrumentais e microbiológicas para caracterização e avaliação dos efeitos da substituição da gordura suína pela fonte testada, o gel ou a farinha de chia.

#### **4.5.1 Físico-química**

Todas as análises foram realizadas em triplicata para cada repetição, sendo apresentadas com base na matéria integral. Os parâmetros avaliados formam: umidade, lipídeo, proteína, cinza, fibra bruta e extrato não nitrogenado.

##### **4.5.1.1 Umidade**

A determinação de umidade foi feita pelo método gravimétrico considerando a perda de massa por dessecação, o qual se baseia na secagem direta da amostra em estufa a 105 °C até peso constante (A.O.A.C, 2000). Os resultados foram expressos em porcentagem.

##### **4.5.1.2 Lipídeos**

O teor de lipídeos das amostras de *fishburgers* foi determinado pelo método de Soxhlet, utilizando-se éter etílico como solvente, conforme metodologia descrita pela A.O.A.C (2000), expressando-se os resultados em porcentagem com base na matéria integral.

##### **4.5.1.3 Proteínas**

O conteúdo proteico das amostras foi determinado pelo método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de conversão (de nitrogênio em proteína) de 6,25 de acordo metodologia descrita pela A.O.A.C (2000). Os resultados foram expressos em porcentagem com base na matéria integral.

#### 4.5.1.4 Cinzas

O conteúdo de cinzas, ou resíduo mineral fixo, foi determinado pelo método gravimétrico, baseado na determinação da perda de peso do material submetido ao aquecimento em forno mufla a 550 °C, como descrito em A.O.A.C (2000). Os resultados foram expressos em porcentagem com base na matéria integral.

#### 4.5.1.5 Fibra bruta

Realizada através do método gravimétrico por análise proximal ou Weende, padronizado por Hennerberg e Stohmann, após a digestão ácida e alcalina das amostras (Método BA 6A-05) (A.O.A.C, 2000). Os resultados foram expressos em porcentagem com base na matéria integral.

#### 4.5.1.6 Extrato não nitrogenado (ENN)

O teor de carboidratos foi estimado como extrato não nitrogenado (ENN) e calculado por diferença entre as demais frações analisadas, como indicado na Eq. (1).

$$ENN(\%) = 100 - (\textit{umidade} + \textit{cinza} + \textit{proteína} + \textit{lipídeo} + \textit{fibra bruta}) \quad (1)$$

#### 4.5.1.7 Valor calórico (VC)

O valor energético total foi estimado considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal/g de proteína, 4 kcal/g de carboidrato e 9 kcal/g de lipídeo, conforme Watt e Merrill (1963).

#### 4.5.1.8 Atividade de água (Aw)

A atividade de água (Aw) foi determinada por leitura direta, à temperatura de aproximadamente 25 °C, por meio do equipamento Aqualab (modelo series TE, Ecagon Devices Inc, Pullman, WA®). As leituras das amostras foram realizadas em triplicata.

#### 4.5.1.9 Parâmetros de cocção

Os parâmetros de cocção avaliados foram: rendimento, redução da espessura (RE) e redução do diâmetro (RD) dos *fishburgers*, calculados segundo o proposto por BERRY (1992) e indicado nas equações 2, 3 e 4.

$$\text{Rendimento}(\%) = \frac{\text{Peso do fishburger assado (g)}}{\text{Peso do fishburger cru (g)}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{RE}(\%) = \frac{\text{Espessura do fishburger cru (mm)} - \text{Espessura do fishburger assado (mm)}}{\text{Espessura do fishburger cru (mm)}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{RD}(\%) = \frac{\text{Diâmetro do fishburger cru (mm)} - \text{Diâmetro do fishburger assado (mm)}}{\text{Diâmetro do fishburger cru (mm)}} \times 100 \quad (4)$$

Para análise do rendimento, primeiramente, os *fishburgers* foram pesados ainda congelados em balança semianalítica (Modelo AS 5500C, MARCONI®), sendo, em seguida, submetidos ao cozimento em grelha, utilizando grill elétrico antiaderente (Fun Kitchen®) mantido a 200 °C. Padronizou-se o tempo médio de 8 minutos para a cocção total, com a viragem deles a cada 2 minutos, possibilitando que a temperatura atingisse 75 °C no centro do produto (ARISSETO; POLLONIO, 2005). Os *fishburgers*

foram retirados da chapa e deixados à temperatura ambiente por cerca de 30 minutos até atingirem uma temperatura próxima a 30°C antes de serem pesados novamente.

De forma semelhante, e para determinação dos percentuais de redução da espessura e diâmetro, foram realizadas avaliações nos produtos crus e grelhados, sendo tomados três pontos aleatórios, tanto da espessura quanto do diâmetro das amostras, utilizando paquímetro digital confeccionado em aço inox.

#### **4.5.2 Análises instrumentais**

##### **4.5.2.1 Determinação do pH**

O pH foi determinado de maneira eletrométrica, empregando-se um pHmetro de bancada (Schott Handylab®), utilizando 5 g de cada amostra homogeneizada em 50 mL de água destilada. O conteúdo foi, então, agitado por 5 minutos e, a seguir, realizada a leitura. Todas as análises foram feitas em triplicata.

##### **4.5.2.2 Cor**

A determinação dos parâmetros de cor foi avaliada tanto nos produtos crus como nos grelhados, ambos mantidos sob temperatura ambiente. Para tal, de cada tratamento, foram utilizados quatro *fishburgers*, e, desses, retiradas três amostras. De cada amostra, foram tomadas medidas em três pontos distintos usando colorímetro modelo MiniScan EZ-HunterLab®, utilizando iluminante D65, ângulo de observação de 10°, pelo sistema CIELab. Os resultados foram expressos por meio das coordenadas angulares L\* = luminosidade (0 = preto e 100 = branco), a\* (-80 até zero = verde, do zero ao +100 = vermelho) e b\* (-100 até zero = azul, do zero ao +70 = amarelo).

#### 4.5.2.3 Textura

O perfil de textura instrumental (TPA) foi realizado através do texturômetro Texture Analyzer BROOKFIELD®, conectado a um computador equipado com o programa TexturePro CT V1.4 Build 17®. De cada tratamento, foram utilizados quatro *fishburgers*, e, desses, retiradas três amostras. As amostras foram comprimidas axialmente em dois ciclos consecutivos com 50% de compressão, com velocidade de pré-teste e de teste de 2 mm/s com intervalo de 5 segundos entre cada ciclo, usando uma probe cilíndrica de acrílico com 38,1 mm diâmetro. Foram obtidos os seguintes parâmetros: dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade, adaptado de Szczesniak (2002).

A análise de textura foi realizada apenas nos produtos grelhados, logo após cocção, porém avaliados em temperatura próxima a 25 °C.

#### 4.5.3 Análises microbiológicas

Logo após a elaboração dos *fishburgers*, alíquotas de 25 g de cada repetição/tratamento foram retiradas e acondicionadas em embalagens hermeticamente fechadas, para, posteriormente, serem submetidas aos testes microbiológicos a fim de verificar a qualidade das matérias-primas e o rigor higiênico-sanitário adotado durante todo o processamento.

Todas as análises foram conduzidas de acordo com os métodos oficiais adotados pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento (BRASIL, 1992) e realizadas conforme proposto por Silva *et al.* (2007). Os resultados foram comparados com os padrões estipulados pela RDC n.º12 (BRASIL, 2001) para coliformes termotolerantes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp (Tabela 9).

**Tabela 9** – Padrões microbiológicos para produtos à base de pescado refrigerados ou congelados (hambúrgueres e similares).

Microrganismo	Tolerância
Coliformes a 45 °C/g	10 <sup>3</sup>
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella</i> sp/25g	Ausente

Fonte: ANVISA – RDC 12/2001.

#### 4.5.3.1 Preparo das diluições seriadas e meios de cultura

No interior de uma capela de fluxo laminar, amostras de 25 g de cada repetição/tratamento foram retiradas assepticamente das embalagens e adicionadas em erlenmeyers contendo 225 mL de água peptonada a 0,1% para as análises de coliformes termotolerantes a 45 °C e *Staphylococcus* coagulase positiva. De forma semelhante, outros 25 g foram submetidos a um pré-enriquecimento com Caldo Lactosado (225 mL) encubados a 35 °C por 20 h, para a pesquisa de *Salmonella* sp.

A homogeneização da unidade analítica com o respectivo diluente foi conduzida em um Stomacher (60"/230 rpm) (Seward®). Essa foi a diluição inicial, ou seja, 10<sup>-1</sup>. Para o preparo da segunda diluição (10<sup>-2</sup>), foi transferido, assepticamente, 1,0 mL da diluição anterior (10<sup>-1</sup>) para um tubo de ensaio, contendo 9,0 mL do mesmo diluente. De modo semelhante, 1,0 mL da segunda diluição (10<sup>-2</sup>) foi retirado e transferido para um tubo com 9,0 mL do mesmo diluente, obtendo, assim, a terceira e última diluição (10<sup>-3</sup>). Para a análise de *Salmonella* sp., apenas a diluição 10<sup>-1</sup> foi preparada.

Os preparos dos meios de cultura seguiram as recomendações dos fabricantes e foram submetidos à esterilização em autoclave vertical (Phoenix®) a 121 °C, durante 15 minutos, exceto aqueles destinados à pesquisa de *Salmonella* sp.

#### 4.5.3.2 Análise de coliformes termotolerantes a 45 °C

A análise de coliformes a 45 °C foi realizada utilizando a técnica do número mais provável (NMP) por determinação em série de três tubos como teste presuntivo. Para tanto, foram transferidos 1,0 mL de cada diluição seriada ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) para tubos de ensaios contendo Caldo Lauril sulfato triptose (LST) e posterior incubação em estufa a 37 °C por 48 horas. Consideraram-se positivos, no teste presuntivo, os tubos que se apresentaram turvos e com formação de gás. Para confirmação, uma alçada de inóculo dos tubos positivos foi transferida para novos tubos com tubos de Durham, contendo 8,0 mL de Caldo *Escherichia coli* (EC). A incubação foi feita à temperatura de 45,5 °C por 24 horas. O número de tubos com produção de gás nos tubos de Durham (positivos) foi anotado e comparado com uma tabela de NMP adequada às diluições inoculadas.

#### 4.5.3.3 Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva

A contagem de *Staphylococcus* foi realizada pelo método de plaqueamento em superfície. Foram utilizadas as diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ , das quais foram transferidos 0,1 mL para placas de Petri estéreis com 20 mL de Ágar Baird- Parker (BP). Neste meio, foi realizada a adição prévia de solução aquosa de telurito de potássio a 1,0% e emulsão de gema de ovo (Fluka®), conforme recomendado pelo fabricante.

Os inóculos foram espalhados com o auxílio de uma alça de Drigalski, das placas de maior para as de menor diluição até completa absorção de líquido. Após solidificação, as placas invertidas foram incubadas em estufa a 35 °C por 48 horas.

Para a contagem de colônias presuntivas, foram selecionadas as placas que continham de 30 a 300 colônias típicas. Para a confirmação, foram adotados os testes de coloração de gram, coagulase, catalase e termonuclease. *Staphylococcus* coagulase positiva se caracterizam por apresentar resultados positivos em todos os testes supracitados.

O cálculo do número de Unidades Formadoras de Colônias por grama de amostra (UFC/g) foi baseado no número de colônias típicas contadas, considerando a diluição inoculada e a porcentagem de colônias confirmadas.

#### 4.5.3.4 Pesquisa de *Salmonella* sp.

Para a pesquisa de *Salmonella* sp., após a etapa de pré-enriquecimento, foi feita a transferência de 1,0 mL deste caldo para dois tubos: um contendo 10 mL de Caldo tetracionato (TT) e o outro, 10 mL do Caldo Rappaport. Nos tubos contendo o Caldo TT, foi adicionado 0,2 mL de solução de iodo. Ambos os caldos foram incubados a 35 °C durante 24 horas.

Para o plaqueamento diferencial, os tubos foram agitados em agitador tipo “vortex” (Quimis®) e, em seguida, para a obtenção de colônias puras, foi feita a semeadura por esgotamento a partir de uma alçada do Caldo TT em placas de Ágar Agar Hecktoen (HE) e Agar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD). O mesmo procedimento foi repetido com o Caldo Rappaport para os mesmos meios supracitados. As placas foram incubadas invertidas a 35 °C por 24 horas em estufa de incubação, sendo verificada presença ou ausência do microrganismo nas amostras.

#### 4.5.4 Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi do tipo inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições (Controle, T1, T2, T3 e T4). Os resultados das análises físico-químicas, instrumentais e dos parâmetros de cocção dos *fishburgers* foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias, comparadas entre si usando o teste de Tukey a 5% de probabilidade (ensaio 1) e empregando o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (ensaio 2) através do software estatístico SAEG Versão 9.1 (SAEG, 2007). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 17th ed. Virginia, 2000.

ARANIBAR, C. *et al.* Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 89, p. 381-387, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.003>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.lwt.2017.11.003.

ARISSETO, A. P.; POLLONIO, M. A. R. Avaliação da estabilidade oxidativa do hambúrguer tipo calabresa, formulado com reduzidos teores de nitrito e diferentes percentagens de gordura, durante armazenamento congelado. **Higiene Alimentar**, v. 136, n. 19, p. 72-80, 2005. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000060&pid=S0100-04X201300070001500004&lng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000060&pid=S0100-04X201300070001500004&lng=pt)> . Acesso em: 05 de junho de 2019.

AYERZA, R. Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 72, n. 9, p. 1079-1081, 1995. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF02660727>>. Acesso em: 03 de outubro de 2018. doi:10.1007/BF02660727.

AYERZA, R. The seed's protein and oil content, fatty acid composition, and growing cycle length of a single genotype of chia (*Salvia hispanica* L.) as affected by environmental factors. **Journal of Oleo Science**, v. 58, n. 7, p. 347-354, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.5650/jos.58.347>>. Acesso em: 03 de setembro de 2019. doi:10.5650/jos.58.347.

AYERZA, R.; COATES, W. **Chia: Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs**. Tucson: The University of Arizona Press, 2005. 215 p.

AYERZA, R.; COATES, W. Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and  $\alpha$ -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections. **Industrial Crops and Products**, v. 30, n. 2, p. 321-324, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.03.009>>. Acesso em: 17 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.indcrop.2009.03.009.

AYERZA, R.; COATES, W. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 34, n. 2, p. 1366-1371, 2001. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.12.007>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018. doi:10.1016/j.indcrop.2010.12.007.

AYERZA, R.; COATES, W. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 34, n. 2, p. 1366–1371, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.12.007>>. Acesso em: 03 de outubro de 2018. doi:10.1016/j.indcrop.2010.12.007.

BAINY, E. M. *et al.* Effect of grilling and baking on physicochemical and textural properties of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish burger. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 8, p. 5111–5119, 2015a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13197-014-1604-3>>. Acesso em: 14 de julho de 2018. doi:10.1007/s13197-014-1604-3.

BAINY, E. M. *et al.* Physical changes of tilapia fish burger during frozen storage. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 33, n. 2, p. 115–124, 2015b. Disponível em: <<https://doi.org/10.5380/cep.v33i2.47171>>. Acesso em: 14 de julho de 2018. doi:10.5380/cep.v33i2.47171

BAINY, E. M. *et al.* Mathematical modeling of fish burger baking using fractional calculus. **Thermal Science**, v. 21, n. 1, p. 41-50, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.2298/tsci160422241b>>. Acesso em: 25 de agosto de 2018. doi:10.2298/tsci160422241b.

BAINY, E. M.; CORAZZA, M. L.; LENZI, M. K. Measurement of freezing point of tilapia fish burger using differential scanning calorimetry (DSC) and cooling curve method. **Journal of Food Engineering**, v. 161, n.1, p. 82–86, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.04.001>>. Acesso em: 14 de julho de 2018. doi:10.1016/j.jfoodeng.2015.04.001.

BARROS, J. C. *et al.* Omega-3- and fibre-enriched chicken nuggets by replacement of chicken skin with chia (*Salvia hispanica* L.) flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 90, n. 1, p. 283-289, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.041>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.lwt.2017.12.041.

BARROSO, R. M. *et al.* **Diagnóstico da cadeia de valor da tilapicultura no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2018. 181 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1090301>>. Acesso em: 10 de setembro de 2019.

BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties. **Journal of Food Science**, v.57, n. 3, p. 537-540, 1992. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb08037.x>>. Acesso em: 06 de outubro de 2019. doi:10.1111/j.1365-2621.1992.tb08037. x.

BORNEO, R.; AGUIRRE, A.; LEÓN, A. E. Chia (*Salvia hispanica* L.) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 11, n. 6, p. 946-449, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jada.2010.03.011>>. Acesso em: 05 de junho de 2019. doi:10.1016/j.jada.2010.03.011.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Defesa Animal. **Manual de Métodos Microbiológicos para Alimentos**. Coordenação Geral de Laboratório Animal. 1991/1992 2ª revisão.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução nº 20, de 31 de julho de 2000. **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hamburguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto**. Instrução Normativa nº 20, de 31/07/2000. Diário Oficial da União, Brasília, 31/07/2000, p. 7-9.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001. Disponível em: <<https://www.anvisa.gov.br/alimentos>>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.

BRITES, L. T. G. F. *et al.* Gluten-free cookies elaborated with buckwheat flour, millet flour and chia seeds. **Food Science and Technology**, v. 39, n. 2, p. 458-466, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/fst.30416>>. Acesso em: 06 de setembro de 2019. doi:10.1590/fst.30416.

BUSTAMANTE, M. *et al.* Effective Lactobacillus plantarum and Bifidobacterium infantis encapsulation with chia seed (*Salvia hispanica* L.) and flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage and soluble protein by spray drying. **Food Chemistry**, v. 216, n.1, p. 97–105, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.019>>. Acesso em: 06 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.foodchem.2016.08.019.

CAHILL, J. P. Genetic diversity among varieties of chia (*Salvia hispanica* L.). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v, 51, n. 1, p. 773–781, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/B:GRES.0000034583.20407.80>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi:10.1023/B:GRES.0000034583.20407.80.

CAMPO, C. *et al.* Nanoencapsulation of chia seed oil with chia mucilage (*Salvia hispanica* L.) as wall material: Characterization and stability evaluation. **Food Chemistry**, v. 234, n. 1, p. 1-9, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.153>>. Acesso em: 06 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.foodchem.2017.04.153.

CAMPOS, B. E. *et al.* Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, n. 1, p. 874 – 883, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.021>>. Acesso em: 13 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.lwt.2015.09.021.

CAPITANI, M. I. *et al.* Physico chemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. **LWT – Food Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 94-102, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.012>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018. doi:10.1016/j.lwt.2011.07.012.

CAPITANI, M. I.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Microstructure, chemical composition and mucilage exudation of chia (*Salvia hispanica* L.) nutlets from Argentina. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 15, p. 3856-62, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jsfa.6327>>. Acesso em: 03 de setembro de 2019. doi:10.1002/jsfa.6327.

CARVALHO FILHO, D.U. *et al.* Avaliação da qualidade de *fishburger* de tilápia em diferentes concentrações de farinha de trigo. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 13, n.1, p. 160-165, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v13n1p160-165>>. Acesso em: 14 de julho de 2018. doi:10.15528/2176-4158/rcpa.v13n1p160-165.

CHAVES, M. A. Bovine meat hamburger with chia mixed flour, oats and linseed. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 4, n. 2, p. 21-30, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.32358/rpd.2018.v4.306>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi:10.32358/rpd.2018.v4.306.

CHICCO, A. G. *et al.* Dietary chia seed (*Salvia hispanica* L.) rich in alpha-linolenic acid improves adiposity and normalises hypertriglycerolaemia and insulin resistance in dyslipaemic rats. **British Journal of Nutrition**, v. 101, n. 1, p. 41-50, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S000711450899053X>>. Acesso em: 14 de setembro de 2018. doi:10.1017/S000711450899053X.

CIFTCI, O. N.; PRZYBYLSKI, R.; RUDZINSKA, M. Lipid components of flax, perilla, and chia seeds. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 114, n. 7,

p. 794–800, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ejlt.201100207>>. Acesso em: 03 de outubro de 2018. doi:10.1002/ejlt.201100207.

COATES, W.; AYERZA, R. Production potential of chia in northwestern Argentina. **Industrial Crops and Products**, v. 5, n. 3, p. 229-233, 1996. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0926-6690\(96\)89454-4](https://doi.org/10.1016/0926-6690(96)89454-4)>. Acesso em: 17 de setembro de 2019. doi:10.1016/0926-6690(96)89454-4.

COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. M. Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L.) em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n.4, p.259-268, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981-6723.1814>>. Acesso em: 05 de junho de 2019. doi:10.1590/1981-6723.1814.

COELHO, M. S.; SALAS-MELLADO, M. M. Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, p. 729-736, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.10.033>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.lwt.2014.10.033.

COSTANTINI, L. *et al.* Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. **Food Chemistry**, v. 165, n. 15, p. 232-240, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.095>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.foodchem.2014.05.095.

DA SILVA, B. P. *et al.* Chemical composition of Brazilian chia seeds grown in different places. **Food Chemistry**, v. 15, n. 221, p.1709-1716, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.115>>. Acesso em: 03 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.foodchem.2016.10.115.

DE OLIVEIRA, D. F. *et al.* Farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 4, p. 273-282, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981-6723.0714>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019. doi:10.1590/1981-6723.0714.

DING, Y. *et al.* Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on restructured ham-like products. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 26, n. 1, p. 124-134, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.12.012>>. Acesso em: 06 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.jfda.2016.12.012.

DUARTE, C. V.; VIEIRA, R. P.; GHERARDI, S. R. M. *Fishburguers* de tilapia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) com e sem adição de fumaça líquida. **Revista Brasileira de**

**Tecnologia Agroindustrial**, v. 11, n. 2, p. 2382-2396, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.3895/rbta.v11n2.3145>>. Acesso em: 25 de agosto de 2018. doi:10.3895/rbta.v11n2.3145.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020**. Sustainability in action. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca9229en/CA9229EN.pdf>>. Acesso em: 25 de junho de 2020.

FELISBERTO, M. H. F. *et al.* Use of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage gel to reduce fat in pound cakes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, n. 2, p. 1049-1055, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.114>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018. doi:10.1016/j.lwt.2015.03.114.

FERNANDES, S. S; SALAS-MELLADO, M. M. Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. **Food Chemistry**, v. 227, p. 237–244, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.075>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.foodchem.2017.01.075.

FREITAS, R. M.; SILVA, J. O.; MOURA, R. L. Elaboração de hambúrguer a partir de filés de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) e estudo da sua estabilidade no armazenamento. In: VII CONNEPI – Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação, 8, 2012, Palmas. **Anais [...]**. Palmas: IFTO, 2012. p. 163-167.

GALVÃO, J. A; OETTERER, M. **Qualidade e processamento de pescado**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 237 p.

GONÇALVES, L. D. A; MAGALHÃES, G. L. Beef burger with substitution of fat by flour of passion fruit peel. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 4, p. 489-494, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.18378/rvads.v13i4.5773>>. Acesso em: 06 de outubro de 2019. doi:10.18378/rvads.v13i4.5773.

GONZÁLEZ, A. *et al.* Effects on bread and oil quality after functionalization with microencapsulated chia oil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 132, p. 4903-4910, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jsfa.9022>>. Acesso em: 06 de outubro de 2019. doi:10.1002/jsfa.9022.

GRANCIERI, M.; DUARTE-MARTINO, H. S.; GONZALEZ DE MEJIA, E. Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as a source of proteins and bioactive peptides with health benefits: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 18, n. 2, p. 480-499, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12423>>. Acesso em: 02 de outubro de 2019. doi:10.1111/1541-4337.12423.

HACER, L. Effect of partial substitution of gluten-free flour mixtures with chia (*Salvia hispanica* L.) flour on quality of gluten-free noodles. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 7, p.1971-1978, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13197-017-2633-5>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019. doi:10.1007/s13197-017-2633-5.

HARGREAVES, S. M.; ZANDONADI, R. P. Flaxseed and Chia Seed Gel on Characteristics of Gluten-Free Cake. **Journal of Culinary Science & Technology**, v. 16, n. 4, p. 378-388, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/15428052.2017.1394951>>. Acesso em: 05 de junho de 2019. doi:10.1080/15428052.2017.1394951.

HERRERO, A. M. *et al.* Infrared spectroscopy used to determine effects of chia and olive oil incorporation strategies on lipid structure of reduced-fat frankfurters. **Food Chemistry**, v. 221, p. 1333–1339, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.022>>. Acesso em: 05 de junho de 2019. doi:10.1016/j.foodchem.2016.11.022.

HO, H. *et al.* Effect of whole and ground Salba seeds (*Salvia hispanica* L.) on postprandial glycemia in healthy volunteers: a randomized controlled, dose response trial. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, n. 7, p.786 - 788, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/ejcn.2013.103>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018. doi:10.1038/ejcn.2013.103.

HUERTA, B. O. *et al.* Effects of Chia (*Salvia hispanica* L.) Seed Roasting Conditions on Quality of Cookies. **Italian Journal of Food Science**, v. 31, n. 1, p. 54–66, 2019b. Disponível em: <<https://doi.org/10.14674/IJFS-1198>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019. doi:10.14674/IJFS-1198.

HUERTA, K. M. *et al.* Sensory response and physical characteristics of gluten-free and gum-free bread with chia flour. **Food Science and Technology**, v. 36, (suppl.1), p. 15-18, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-457X.0032>>. Acesso em: 10 de setembro de 2019. doi:10.1590/1678-457X.0032.

HUERTA, K. M. The effect of chia (*Salvia hispanica* L.) flour as a substitute for fat in gluten-free bread. **Nutrition & Food Science**, v. 49, n. 4, p. 517-527, 2019a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/NFS-08-2018-0240>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019. doi:10.1108/NFS-08-2018-0240.

IXTAINA, V. Y. *et al.* Supercritical carbon dioxide extraction of oil from Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.): Characterization and process optimization. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 55, n. 1, p. 192–199, 2010. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.supflu.2010.06.003>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi:10.1016/j.supflu.2010.06.003.

JORY, D. E.; ALCESTE, C.; CABRERA, T. R. Mercado y comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norte américa. **Panorama Acuicola**, v.5, n.5, p.50-53, 2000.

JULIO, L. M. *et al.* Development and characterization of functional O/W emulsions with chia seed (*Salvia hispanica* L.) by-products. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 8, p. 3206–3214, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13197-016-2295-8>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi:10.1007/s13197-016-2295-8.

KIBUI, A. N; OWAGA, E.; MBURU, M. Proximate composition and nutritional characterization of chia enriched yoghurt. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, v. 18, n. 1, p. 13239-13253, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.18697/ajfand.81.17635>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi:10.18697/ajfand.81.17635.

KULCZYNSKI, B. *et al.* The Chemical Composition and Nutritional Value of Chia Seeds—Current State of Knowledge. **Nutrients**, v. 11, n. 6, p. 1242, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/nu1106124>>. Acesso em: 21 de outubro de 2019. doi:10.3390/nu1106124.

LIU, Y. *et al.* Prediction of chemical composition and geographical origin traceability of Chinese export tilapia fillets products by near infrared reflectance spectroscopy. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, p. 1214-1218, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.009>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018. doi:10.1016/j.lwt.2014.09.009.

LOPES, I. G.; OLIVEIRA, R. G.; RAMOS, F. M. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 2, p. 62-65, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p62-65>>. Acesso em: 15 de setembro de 2019. doi:10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p62-65.

LÓPEZ-VARGAS, J. H. *et al.* Quality characteristics of pork Burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Meat Science**, v. 97, n. 2, p. 270-276, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.02.010>>. Acesso em: 15 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.meatsci.2014.02.010.

MARCINEK, K.; KREJPCIO, Z. Chia seeds (*Salvia hispanica*): health promoting properties and therapeutic applications – a review. **Roczniki Państwowego Zakładu**

**Higieny**, v. 68, n. 2, p. 123-129, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28646829>>. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

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. Disponível em: <<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewArticle/978>>. Acesso em: 14 de julho de 2018.

MARINELI, R. S. *et al.* Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). **LWT – Food Science and Technology**, v. 59, n. 2, p. 1304–1310, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.014>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi:10.1016/j.lwt.2014.04.014.

MARINELI, R. S. *et al.* Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (*Salvia hispanica* L.) in diet-induced obese rats. **Food Research International**, v. 76, n. 3, p. 666–674, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.039>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018. doi:10.1016/j.foodres.2015.07.039.

MARIN-FLORES, F. M. *et al.* **Method for obtaining mucilage from *Salvia hispânica* L.** Heidelberg: Springer, 2008.

MATTJE, L. G. B. *et al.* Ginger essential oil and supercritical extract as natural antioxidants in tilapia fish burger. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 43, n. 5, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jfpp.13942>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi:10.1111/jfpp.13942.

MENGA, V. *et al.* Gluten-free pasta incorporating chia (*Salvia hispanica* L.) as thickening agent: An approach to naturally improve the nutritional profile and the in vitro carbohydrate digestibility. **Food Chemistry**, v. 221, n. 1, p. 1954–1961, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.151>>. Acesso em: 10 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.foodchem.2016.11.151.

MESÍAS, M. *et al.* Risk/benefit considerations of a new formulation of wheat-based biscuit supplemented with different amounts of chia flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 73, n. 1, p. 528-535, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.056>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.lwt.2016.06.056.

MESSIAS, C. R. *et al.* Treinamento e caracterização sensorial de formulações de *fishburger* elaboradas à base de subprodutos da filetagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos - REBRAPA**, v.7, n. 2,

p.125 - 142, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/3652/pdf>>. Acesso em: 14 de julho de 2018.

MILANEZ, A. Y. *et al.* Potencial e barreiras para a exportação de carne de tilápias pelo Brasil. **Embrapa Pesca e Aquicultura**, v. 25, n. 49, p.155-213, 2019. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196950/1/CNPASA-2019-bndes.pdf>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019.

MINOZZO, M. G. **Processamento e Conservação do Pescado**. Curitiba: E-Tec Brasil, 2011. 166 p.

MITTERER-DALTOÉ, M. L. *et al.* Sensory perception in the replacement of NaCl by MSG in fish burgers. **Acta Scientiarum Technology**, v. 39, suppl., p. 565-572, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v39i5.28660>>. Acesso em: 13 de setembro de 2018. doi:10.4025/actascitechnol.v39i5.28660.

MUÑOZ, L. A. *et al.* Chia Seeds: Microstructure, Mucilage Extraction and Hydration. **Journal of Food Engineering**, v. 108, n. 1, p. 216-224, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.06.037>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi:10.1016/j.jfoodeng.2011.06.037.

MUÑOZ, L. A. *et al.* Chia seed (*Salvia hispanica* L.): An ancient grain and new functional food. **Food Reviews International**, v. 29, n. 4, p. 394-408, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/87559129.2013.818014>>. Acesso em: 12 de julho de 2018. doi:10.1080/87559129.2013.818014.

MUÑOZ-TÉBAR, N. *et al.* Enrichment of sheep cheese with chia (*Salvia hispanica* L.) oil as a source of omega-3. **LWT - Food Science and Technology**, v. 108, n.1, p. 407-415, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.092>>. Acesso em: 06 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.lwt.2019.03.092.

MUZZOLON, E. *et al.* Processamento de *fishburger* utilizando subprodutos da filetagem de tilápia: Caracterização físico-química, análise do congelamento e avaliação da vida de prateleira. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9, n. 1, p. 154-173, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.3895/rebrapa.v9n1.5251>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi:10.3895/rebrapa.v9n1.5251.

NADEEM, M. *et al.* Omega-3 fatty acids, phenolic compounds and antioxidant characteristics of chia oil supplemented margarine. **Lipids in Health and Diseases**, v. 16, n. 102, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12944-017-0490-x>>. Acesso em: 06 de setembro de 2019. doi:10.1186/s12944-017-0490-x.

NDUKO, J. M. *et al.* Application of chia (*Salvia hispanica*) seeds as a functional component in the fortification of pineapple jam. **Journal of Food Science and Nutrition**, v. 6, n. 8, p. 2344-2349, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/fsn3.819>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi:10.1002/fsn3.819.

NITRAYOVA, S. *et al.* Amino acids and fatty acids profile of chia (*Salvia hispanica* L.) and flax (*Linum usitatissimum* L.) seed. **Potravinarstvo**, v. 8, n. 1, p. 72-76, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.5219/332>>. Acesso em: 01 de outubro de 2018. doi:10.5219/332.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Adição de linhaça dourada (*Linum usitatissimum* L.) e derivados em hambúrgueres bovinos: aceitação sensorial e análise de sobrevivência. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 2, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/cep.v30i2.30505>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019. doi:10.5380/cep.v30i2.30505.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado**. São Paulo: Varela, 1999. 430 p.

OLIVEIRA, C. Z. F.; NASCIMENTO, M. G. F.; NASCIMENTO, E. R. Hambúrguer: evolução comercial e padrões microbiológicos. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 59-74, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.5380/cep.v23i1.1271>>. Acesso em: 14 de julho de 2018. doi:10.5380/cep.v23i1.1271.

OLIVEIRA, G. S. *et al.* Processamento e aceitação sensorial de hambúrguer de tilápia adicionado de fibra. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 25, 2016, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: FAURGS, 2016. p. 1398-1402.

OLIVEIRA, M. R. *et al.* Avaliação da substituição da farinha de trigo por farinha de chia (*Salvia hispanica* L.) em massas alimentícias. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2545-2554, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2545>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi:10.5433/1679-0359.2015v36n4p2545.

OLOPADE, O. A. *et al.* Proximate composition of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) and Tilapia Hybrid (*Red tilapia*) from Oyan Lake, Nigeria. **Bulletin UASVM. Food Science and Technology**, v. 73, n. 1, p. 19-23, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:11973>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018. doi:10.15835/buasvmcn-fst:11973.

ORIFICI, S. C. *et al.* Optimization of mucilage extraction from chia seeds (*Salvia hispanica* L.) using response surface methodology. **Journal of The Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 12, p. 4495-4500, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.8974>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018. doi:10.1002/jsfa.8974.

PEIRETTI, P. G.; GAI, F. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth. **Animal Feed Science and Technology**, v. 148, n. 2-4, p. 267-275, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.04.006>>. Acesso em: 03 de outubro de 2018. doi:10.1016/j.anifeedsci.2008.04.006.

PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA - **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2019**. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-peixe-br-da-piscicultura-2019/>>. Acesso em: 10 de setembro de 2019.

PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA - **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2020**. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>>. Acesso em: 20 de junho de 2020.

PINTADO, T. *et al.* Chia and oat emulsion gels as new animal fat replacers and healthy bioactive sources in fresh sausage formulation. **Meat Science**, v. 135, p. 6-13, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.08.004>>. Acesso em: 05 de junho de 2019. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.08.004.

PIZARRO, P. L. *et al.* Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour and hydrogenated vegetable fat in pound cake. **LWT - Food Science and Technology**, v. 54, n.1, p. 73-79, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.04.017>>. Acesso em: 17 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.lwt.2013.04.017.

PRADEEPKIRAN, J. A. Aquaculture role in global food security with nutritional value: a review. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 2, p. 903-910, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/tas/txz012>>. Acesso em: 15 de setembro de 2019. doi:10.1093/estas/txz012.

RAMOS, S. *et al.* Assessing gelling properties of chia (*Salvia hispanica* L.) flour through rheological characterization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 6, p.1753-1760, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jsfa.7971>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019. doi:10.1002/jsfa.7971.

REYES-CAUDILLO, E.; TECANTE, A.; VALDIVIA-LOPEZ, M. A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry**, v. 107, n. 2, p. 656–663, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.062>>. Acesso em: 02 de setembro de 2017. doi:10.1016/j.foodchem.2007.08.062.

RODEA-GONZÁLEZA, D. A. *et al.* Spray-dried encapsulation of chia essential oil (*Salvia hispanica* L.) in whey protein concentrate-polysaccharide matrices. **Journal of Food Engineering**, v. 111, n. 1, p. 102–109, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.01.020>>. Acesso em: 14 de setembro de 2018. doi:10.1016/j.jfoodeng.2012.01.020.

ROMANKIEWICZ, D. *et al.* The Effect of Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.) Addition on Quality and Nutritional Value of Wheat Bread. **Journal of Food Quality**, v. 2017, n. 7, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2017/7352631>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019. doi:10.1155/2017/7352631.

SAEG: **Sistema para Análises Estatísticas: Versão 9.1**. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

SALGADO-CRUZ, M. P. *et al.* Microstructural characterisation and glycemic index evaluation of pita bread enriched with chia mucilage. **Food Hydrocolloids**, v. 69, p.141-149, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.01.027>>. Acesso em: 10 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.foodhyd.2017.01.027.

SANDRI, L. T. B *et al.* Development of gluten-free bread formulations containing whole chia flour with acceptable sensory properties. **Food Science & Nutrition**, v. 5, n. 5, p. 1021-1028, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/fsn3.495>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi:10.1002/fsn3.495.

SAYED-AHMAD, B. *et al.* Evaluation of Nutritional and Technological Attributes of Whole Wheat Based Bread Fortified with Chia Flour. **Foods**, v. 7, n. 9, p.135, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/foods7090135>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019. doi:10.3390/foods7090135.

SEGURA-CAMPOS, M. R. *et al.* Chemical and functional properties of chia seed (*Salvia hispanica* L.) gum. **International Journal of Food Science**, p. 1-5, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2014/241053>>. Acesso em: 03 de setembro de 2019. doi:10.1155/2014/241053.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007. 536 p.

SOUZA, A. H. *et al.* Effect of the addition of chia's by-product on the composition of fatty acids in hamburgers through chemometric methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 5, p. 928-35, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jsfa.6764>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi:10.1002/jsfa.6764.

SPADA, J. C. *et al.* Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 374-379, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000200029>>. Acesso em: 05 de junho de 2019. doi:10.1590/S0103-84782014000200029.

ŠVEC, I.; HRUŠKOVÁ, M. Effect of chia and teff supplement on dietary fibre content, non fermented dough and bread characteristics from wheat and wheat barley flours. **Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, v. 65, n. 2, p. 727-736, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.11118/actaun201765020727>>. Acesso em: 12 de outubro de 2018. doi:10.11118/actaun201765020727.

ŠVEC, I.; HRUŠKOVÁ, M. Hydrated chia seed effect on wheat flour and bread technological quality. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v. 23, n. 4, p. 259-263, 2015. Disponível em: <<https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/3157/2073>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v. 13, n. 4, p.2005-222, 2002. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8)>. Acesso em: 05 de junho de 2019. doi:10.1016/S0950-3293(01)00039-8.

TABARESTANI, H. S.; TEHRANI, M. M. Optimization of Physicochemical Properties of Low-Fat Hamburger Formulation Using Blend of Soy Flour, Split-Pea Flour and Wheat Starch as Part of Fat Replacer System. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, n. 1, p. 278-288, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4549.2012.00774>>. Acesso em: 12 de outubro de 2018. doi:10.1111/j.1745-4549.2012.00774.x.

TAVARES, L. S. *et al.* Cold extraction method of chia seed mucilage (*Salvia hispanica* L.): effect on yield and rheological behavior. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 2, p. 457-466, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13197-017-2954-4>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018. doi:10.1007/s13197-017-2954-4.

TAVARES, T. L. *et al.* Chia induces clinically discrete weight loss and improves lipid profile only in altered previous values. **Nutrición Hospitalaria**, v. 31, n. 3, p. 1176-

1182, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.3.8242>>. Acesso em: 14 de setembro de 2018. doi:10.3305/nh.2015.31.3.8242.

TIMILSENA, Y. P. *et al.* Advances in microencapsulation of polyunsaturated fatty acids (PUFAs)-rich plant oils using complex coacervation: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 69, n. 1, p. 369-381, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.03.007>>. Acesso em: 06 de outubro de 2019. doi:10.1016/j.foodhyd.2017.03.007.

TIMILSENA, Y. P. *et al.* Microencapsulation of chia seed oil using chia seed protein isolate chia seed gum complex coacervates. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 91, n. 1, p. 347-357, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.05.058>>. Acesso em: 13 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.ijbiomac.2016.05.058.

TIMILSENA, Y. P. *et al.* Investigation of oil distribution in spray-dried chia seed oil microcapsules using synchrotron-FTIR microspectroscopy. **Food Chemistry**, v. 275, n. 1, p. 457-466, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.043>>. Acesso em: 06 de outubro de 2019. doi:10.1016/j.foodchem.2018.09.043.

TOSCO, G. Os benefícios da chia em humanos e animais. **Atualidades Ornitológicas**, n. 119, p. 7, 2004. Disponível em: <<http://www.ao.com.br/download/tosco.pdf>>. Acesso em: 12 de outubro de 2018.

TREVISAN, Y. C. *et al.* Efeito da adição de fibra de aveia sobre as propriedades físico-químicas de hambúrguer cozido e congelado com redução de gordura e sal. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, e2015079, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.7915>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018. doi:10.1590/1981-6723.7915.

ULBRICHT, C. *et al.* Chia (*Salvia hispanica*): a systematic review by the natural standard research collaboration. **Reviews on Recent Clinical Trials**, v. 4, n. 3, p.168-174, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.2174/157488709789957709>>. Acesso em: 14 de setembro de 2018. doi:10.2174/157488709789957709.

ULLAH, R. *et al.* Nutritional and therapeutic perspectives of chia (*Salvia hispanica* L.): a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 4, p. 1750–1758, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13197-015-1967-0>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi:10.1007/s13197-015-1967-0.

US-MEDINA, U. *et al.* Development and characterization of spray-dried chia oil microcapsules using by-products from chia as wall material. **Powder Technology**, v. 334, n. 1, p. 1-8, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.04.060>>. Acesso em: 06 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.powtec.2018.04.060.

VERDÚ, S.; BARAT, J. M.; GRAU, R. Improving bread-making processing phases of fibre-rich formulas using chia (*Salvia hispanica* L.) seed flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 84, p. 419-425, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.007>>. Acesso em: 23 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.lwt.2017.06.007.

VILLANUEVA-BERMEJO, D. *et al.* Production of omega 3-rich oils from underutilized chia seeds. Comparison between supercritical fluid and pressurized liquid extraction methods. **Food Research International**, v. 115, n. 1, p. 400–407, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.085>>. Acesso em: 02 de outubro de 2019. doi:10.1016/j.foodres.2018.10.085.

WATT, B.; MERRILL, A. L. **Composition of foods: raw, processed, prepared**. Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division/ Agricultural Research Service, p.198 (Agriculture Handbook, 8), 1963.

WEISS, J. *et al.* Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 196-213, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.008>>. Acesso em: 14 de setembro de 2018. doi:10.1016/j.meatsci.2010.05.008.

ZETTEL, V.; HITZMANN, B. Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 80, n. 1, p. 43-50, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.011>>. Acesso em: 14 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.tifs.2018.07.011.

ZITKOSKI, N. *et al.* Características nutricionais, tecnológicas e sensoriais de *fishburger* de tilápia com adição de farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 13, n. 1, p. 2840-2862, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3895/rbta.v13n1.7267>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi:10.3895/rbta.v13n1.7267.

## 5. CAPÍTULOS

### 5.1 CAPÍTULO 1

#### **Adição de gel de chia para redução da gordura em *fishburgers* de tilápia-do-Nilo**

#### **Addition of chia gel for fat reduction in Nile tilapia fishburgers**

#### **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inclusão do gel de chia (*Salvia hispanica* L.) como ingrediente substituto à gordura suína em formulações de *fishburgers* elaborados com a carne de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Elaboraram-se cinco formulações, uma sem a inclusão do gel e quatro com níveis crescentes de substituição, variando de 12,50% a 50,00%. Com a inserção do gel, houve redução significativa do componente lipídico e do valor calórico das formulações, além de aumento nos percentuais de fibra dietética. Além disso, não foi observado prejuízo quanto ao rendimento e aos principais parâmetros de textura estudados, contudo, as formulações com maiores percentuais de substituição da gordura suína pelo gel de chia apresentaram-se mais escuras quando comparadas ao tratamento controle. O gel de chia pode ser considerado como um ingrediente substituto à gordura suína, no entanto, recomenda-se que técnicas sejam empregadas para produzir géis com coloração mais clara, evitando, assim, uma possível rejeição pelo consumidor.

**Palavras-chave:** mucilagem de chia, alimento funcional, hambúrguer, processamento de pescado, *Oreochromis niloticus*

## **ABSTRACT**

This study intended to evaluate the effect of including chia gel (*Salvia hispanica* L.) as a substitute ingredient for pork fat in formulations of fishburgers made with Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Five formulations were elaborated, one without the inclusion of the gel and four with increasing levels of substitution, ranging from 12.50% to 50.00%. With the insertion of the gel, there was a significant reduction in the lipid component and in the caloric value of the formulations, besides an increase in the percentages of dietary fiber. In addition, no loss was observed regarding yield and the main texture parameters studied; however, the formulations with the highest percentages of substitution of pork fat by chia gel were darker when compared to the control treatment. Chia gel may be considered as a novel substitute for pork fat; however, it is recommended that techniques be employed to produce gels with a lighter color, thus avoiding a possible rejection by the consumer.

**Keywords:** mucilage of chia, healthy food, hamburger, fish processing, *Oreochromis niloticus*

## **INTRODUÇÃO**

A Chia (*Salvia hispanica* L.) é uma planta herbácea anual, pertencente à família Lamiaceae e nativa da Região Sul do México e do Norte da Guatemala (IXTAINA et al., 2011; CAPITANI et al., 2012). Considerada um alimento funcional, possui quantidade significativa de lipídios (cerca de 40% do peso total da semente, sendo quase 60% como ômega-3) e fibra dietética (mais de 30% do peso total), ambos

componentes importantes para a dieta humana, e proteínas de elevado valor biológico (cerca de 19% do peso total). Além disso, contém minerais, vitaminas e antioxidantes naturais como tocoferóis (238-427 mg.kg<sup>-1</sup>) e polifenóis, sendo os principais compostos fenólicos o ácido clorogênico, o ácido cafeico, a quercetina e o kaempferol (REYES-CAUDILLO et al., 2008; CAPITANI et al., 2012; MUÑOZ et al., 2013).

Em contato com a água, as sementes de chia produzem um gel mucilaginoso altamente viscoso e transparente chamado mucilagem de chia (MUÑOZ et al., 2012; CAMPOS et al., 2016), cuja hidrólise fornece uma mistura de açúcares e ácidos urônicos. A fibra solúvel é composta principalmente de açúcares neutros, como L-arabinose, D-galactose, L-ramnose e D-xilose, indicando a presença de diferentes carboidratos que constituem a estrutura da mucilagem (REYES-CAUDILLO et al., 2008).

Por apresentar alta capacidade de retenção de água e de solubilização em água, é considerado um potencial formador de gel de qualidade satisfatória (IXTAINA et al., 2011; CAPITANI et al., 2012), tendo sua utilização como ingrediente substituto das fontes de gordura, podendo, também, ser incluído como agente emulsificante e/ou espessante/estabilizante pela indústria, proporcionando qualidade funcional e nutricional aos alimentos (MUÑOZ et al., 2012; LA ROSA et al., 2015; FERNANDES & SALAS-MELLADO, 2018).

Recentemente, alguns estudos vêm demonstrando a possibilidade de incluir o gel de chia em formulações substituindo fontes tradicionais de gordura, como em misturas de produtos de panificação (FELISBERTO et al., 2015; FERNANDES & SALAS-MELLADO, 2017) e em maioneses (FERNANDES & SALAS-MELLADO, 2018). Além disso, outros trabalhos investigaram o uso deste gel como agente emulsionante e estabilizante em sorvete (CAMPOS et al., 2016) e como espessante

em sobremesas à base de soja (SPADA et al., 2014). No entanto, não há registros na literatura de estudos objetivando avaliar a inclusão da mucilagem de chia em produtos cárneos ou à base de carne de pescados.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da inclusão do gel de chia como ingrediente substituto à gordura suína em formulações de *fishburgers* elaborados com a carne de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### *Local do estudo*

Os procedimentos experimentais para a extração da mucilagem, a elaboração das formulações de *fishburgers*, as análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas nos Laboratórios de Processamento de Carnes, Química Aplicada e Biotecnologia do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), Campus de Alegre (ES). As análises de cor, atividade de água e textura foram conduzidas nos Laboratórios de Tecnologia de Alimentos e Operações Unitárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-Ufes), em Alegre (ES).

### *Matéria-prima*

As matérias-primas utilizadas para a elaboração dos *fishburgers* foram: filé de tilápia-do-Nilo, gordura suína, gel de chia, sal, antioxidante, conservante, alho em pó e açúcar. Os filés de tilápia, mantidos congelados em embalagens a vácuo de 500 g, foram provenientes da Piscicultura Ventania, localizada na cidade de Espera Feliz (MG), sob inspeção do Instituto Mineiro de Agropecuária com registro n.º 3887.

Para a extração da mucilagem, foram utilizados 3 kg de semente de chia (*Salvia hispanica* L.), adquiridos no comércio local da cidade de Cachoeiro de Itapemirim

(ES), homogeneizadas e divididas em alíquotas de 500 g, que seguiram para armazenamento em embalagem a vácuo, mantidas em temperatura ambiente até o processo de extração e análise.

Os demais ingredientes foram fornecidos pela Seção de Agroindústria do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre (ES).

#### *Extração da mucilagem de chia*

A extração da mucilagem de chia teve início com a hidratação, seguida de separação/filtração, secagem e posterior pesagem. Para hidratação, as sementes foram hidratadas com água destilada, estabelecendo uma relação semente/água de 1:31 (peso:volume). Em seguida, essa mistura foi mantida em agitador magnético (marca Marconi) por 2 horas em agitação constante a 85 °C (adaptado de ORIFICINI et al., 2018).

Após o processo de hidratação, para liberar a mucilagem que fica fortemente aderida à superfície da semente, a mistura foi submetida à agitação em mixer (400W de potência da marca Philips Walita) durante 30 segundos. Posteriormente, foi separada da semente através de filtração dupla, com auxílio de bomba a vácuo da marca Primatec. Por último e para secagem, a mucilagem líquida foi adicionada a bandejas antiaderentes e levada à estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 55 °C por 20 horas.

A mucilagem seca foi pesada em balança semianalítica, embalada a vácuo e armazenada a temperatura ambiente até o momento da utilização.

#### *Preparo das formulações de fishburgers de tilápia-do-Nilo*

Foram elaboradas cinco formulações de *fishburgers* de tilápia, sendo um tratamento controle, constituído exclusivamente de carne de tilápia, gordura suína e aditivos e quatro tratamentos com substituição parcial da gordura suína pelo gel de chia, em diferentes níveis de substituição, quais sejam: 12,50; 25,00; 37,50; e 50,00% (Tabela 1).

Previamente à formulação dos *fishburgers*, o gel de chia foi preparado hidratando a mucilagem de chia com água destilada a 80 °C por 30 min em um agitador magnético, sendo mantido sob refrigeração por 24 horas para completa hidratação (TAVARES et al., 2018). Conforme determinado em testes preliminares, o gel foi confeccionado na concentração de 5 g de mucilagem de chia/100 g de gel.

Os hambúrgueres foram preparados segundo o proposto por NOVELLO & POLLONIO (2012), com algumas modificações. Os filés de tilápia e a gordura suína foram descongelados em câmaras de refrigeração mantidas a 6 °C por 12 horas, sendo, em seguida, moídos em moedor industrial usando disco de 8,0 e 3,5 mm de diâmetro, respectivamente. Os ingredientes de cada formulação foram misturados, homogeneizados manualmente e, posteriormente, moldados em formas manuais, com 8,0 cm de diâmetro, separados individualmente por papel parafinado e acondicionados em embalagens de polietileno, envoltos com filme plástico e mantidos sob congelamento até o momento das análises.

#### *Análises físico-químicas*

As amostras dos *fishburgers* foram analisadas em triplicata quanto ao teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e fibra dietética de acordo com a metodologia oficial da A.O.A.C. (2000).

O teor de umidade foi avaliado por método gravimétrico, com secagem em estufa a 105 °C até peso constante. A matéria mineral foi determinada pelo método gravimétrico, após a incineração da matéria orgânica em forno mufla a 550°C. A análise de proteína foi realizada conforme o método convencional de Kjeldhal e o conteúdo de gordura, mensurado por extração direta em Soxhlet. O conteúdo de fibra dietética foi estabelecido por método gravimétrico após digestão ácida, e o extrato não nitrogenado, calculado por diferença. O valor energético total foi estimado considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal/g de proteína, 4 kcal/g de carboidrato e 9 kcal/g de lipídeo, conforme WATT & MERRILL (1963).

#### *Análises instrumentais*

A análise de cor foi realizada com o auxílio de colorímetro Modelo MiniScan EZ-HunterLab utilizando iluminante D65, ângulo de observação de 10°, pelo sistema CIELab. Os resultados foram expressos por meio das coordenadas angulares L\* = luminosidade (0 = preto e 100 = branco), a\* (-80 até zero = verde, do zero ao +100 = vermelho) e b\* (-100 até zero = azul, do zero ao +70 = amarelo). De cada tratamento, foram analisados quatro *fishburgers*, sendo retiradas três amostras/*fishburger*, e cada uma foi mensurada três vezes no aparelho, totalizando 36 replicatas.

O pH foi medido em um potenciômetro (Schott Handylab) utilizando 5 g de cada amostra de *fishburger* homogeneizada em 50 mL de água destilada por 5 minutos, enquanto a atividade de água (AW) foi determinada por leitura direta das amostras a 25 °C usando um medidor AW (Aqualab TE, Ecagon Devices, Pullman, WA).

O perfil de textura instrumental (TPA) foi analisado através do texturômetro Texture Analyzer Brookfield conectado a um computador equipado com o programa Texture Pro CT V1.4 Build 17®. Foram retiradas três amostras, medindo 30 × 30 × 5

mm, de quatro *fishburgers*, totalizando 12 replicatas. O teste foi realizado utilizando probe cilíndrica de acrílico com diâmetro de 38,1 mm (TA4/1000), com 50% de compressão da amostra e empregando velocidade de pré-teste e de teste 2 mm/s e 5 segundos de retenção entre as duas compressões. Foram obtidos os parâmetros dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade.

#### *Parâmetros de cocção*

Os *fishburgers* foram submetidos ao cozimento e preparo ainda congelados utilizando grill elétrico (marca Fun Kitchen) a 200 °C. Padronizou-se o tempo médio de 8 minutos para cocção dos *fishburgers*, com a viragem deles a cada 2 minutos, garantindo que a temperatura no centro do produto atingisse 75 °C (ARISSETO & POLLONIO, 2005). O rendimento dos *fishburgers* foi calculado pela diferença entre seu peso inteiro cru e grelhado, sendo também analisadas a redução do diâmetro e da espessura dos *fishburgers* crus e grelhados (BAINY et al., 2015).

#### *Análises microbiológicas*

As análises microbiológicas das amostras foram realizadas de acordo com os métodos oficiais adotados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e realizadas conforme proposto por SILVA et al. (2007). Os resultados foram comparados com os padrões estipulados pela RDC n.º 12 (BRASIL, 2001) para coliformes termotolerantes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp.

#### *Análises estatísticas*

O delineamento experimental utilizado foi do tipo inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos (controle, T1, T2, T3 e T4) e quatro repetições. Os resultados das análises físico-químicas, instrumentais e dos parâmetros de cocção dos *fishburgers* foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias, comparadas entre si usando o teste de Tukey a 5% de probabilidade através do software estatístico SAEG Versão 9.1 (SAEG, 2007). As análises foram realizadas em triplicata.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### *Análises físico-químicas*

Os resultados das análises de composição centesimal (teores de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, fibra e extrato não nitrogenado) e o valor calórico dos *fishburgers* estão apresentados na Tabela 1.

Segundo o que estabelece a Instrução Normativa n.º 20 (BRASIL, 2000), referente ao Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer, as formulações devem apresentar, no mínimo, 15% de proteína e, no máximo, 23% de gordura. Neste estudo, todos os tratamentos apresentaram percentuais de gordura abaixo do máximo estabelecido, sendo observada redução significativa ( $P \leq 0,05$ ) do conteúdo lipídico das formulações à medida que houve aumento dos níveis de substituição da gordura suína pelo gel de chia. No entanto, com relação ao conteúdo proteico, apesar do efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ), as formulações T3 (14,34%) e T4 (14,09%) apresentaram valores ligeiramente abaixo do recomendado pela legislação.

Com o aumento da participação do gel de chia, a redução no conteúdo lipídico proporcionou diminuição significativa ( $P \leq 0,05$ ) no valor calórico das formulações, já que este componente é o que mais contribui no cálculo da quantidade de calorias

presente nos alimentos (9 kcal/g), enquanto os carboidratos e proteínas têm um coeficiente calórico de 4 kcal/g (WATT & MERRILL, 1963).

A substituição máxima testada neste estudo foi de 50% da gordura suína por gel de chia, correspondendo a uma redução de 27,6% das calorias totais. Esses resultados estão de acordo com o observado por FERNANDES & SALAS-MELLADO (2017), que descreveram redução significativa tanto no teor de lipídeos quanto no valor calórico de pães e bolos elaborados com gel de chia em substituição à margarina.

Como esperado, houve aumento significativo ( $P \leq 0,05$ ) no percentual de umidade das formulações com maior nível de inclusão do gel de chia em relação ao tratamento controle. Isso ocorreu não somente pelo acréscimo do conteúdo de água em termos absolutos, mas também pela maior capacidade de retenção de umidade apresentada pelas fibras presentes no gel de chia. Esse efeito é comprovado pelo aumento significativo ( $P \leq 0,05$ ) e gradual do percentual de fibra à medida que o gel de chia foi sendo inserido nas formulações. Comportamento semelhante foi descrito por FERNANDES & SALAS-MELLADO (2018) em formulações de maionese com substituição do ovo e do óleo por gel de chia.

#### *Análises instrumentais e parâmetros de cocção*

Na Tabela 2, são apresentadas as coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  das diferentes formulações de *fishburgers* crus e grelhados. Houve efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) em todos os parâmetros avaliados.

Independentemente da condição do *fishburger*, ou seja, cru ou grelhado, nota-se uma tendência ao escurecimento, com diminuição do parâmetro luminosidade ( $L^*$ ) à medida que o gel de chia vai sendo incluído em substituição à gordura suína. Esse

efeito já era esperado, já que a mucilagem de chia (matéria-prima para preparo do gel) apresentou coloração escura após a extração, muito provavelmente devido não somente à passagem de algumas impurezas — como pigmentos naturais ou resíduos da semente — como também à combinação de fatores empregados no processo de extração e secagem da mucilagem, tais como: tempo, temperatura e proporção semente: água utilizados (CAMPOS et al., 2016).

Essa evidência é ainda mais pronunciada quando os *fishburgers* foram submetidos ao preparo em grelha, em que há o efeito somatório de reações de escurecimento não enzimático que naturalmente ocorrem em produtos assados, como a reação de Maillard e de caramelização (ORDOÑEZ, 2005).

Comportamento semelhante foi descrito por outros autores que utilizaram gel de chia como substituo da gordura em formulações de bolos (FELISBERTO et al., 2015; FERNANDES & SALAS-MELLADO, 2017), em pães (FERNANDES & SALAS-MELLADO, 2017) e em sorvetes (CAMPOS et al., 2016). BAINY et al. (2015) descreveram valores de  $L^*$  de 69,13 para *fishburgers* de tilápia crus e 63,89 para os grelhados, muito semelhantes aos encontrados neste estudo.

O valor de  $a^*$ , um pouco maior que zero, indica coloração levemente avermelhada em todas as formulações testadas. Nos *fishburgers* crus, a presença do gel de chia, independentemente do percentual, imprimiu aumento no valor de  $a^*$ , produzindo uma tonalidade de vermelho mais intenso quando comparado com o tratamento controle (sem gel de chia). Já nos produtos grelhados, essa diferença é mais expressiva quando o tratamento controle é comparado à formulação com maior nível de inclusão do gel de chia (T4).

O valor de  $b^*$ , sendo maior que zero, representa a tonalidade amarela e é observada nos *fishburgers* crus/grelhados; porém, nos produtos crus, a diferença

estatística ( $P \leq 0,05$ ) ocorreu a partir de 37,5% de substituição de gordura, enquanto, nos grelhados com 25% de substituição, já foi possível notar variação deste parâmetro de cor analisado.

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados de análises de pH, AW, perfil de textura e parâmetros de cocção dos *fishburgers*. Houve efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) para as variáveis de textura elasticidade e mastigabilidade, assim como para os parâmetros de cocção redução do diâmetro e redução da espessura.

Alguns parâmetros avaliados em alimentos, tais como pH e atividade de água (AW), são importantes para serem estudados, pois, juntamente com a disponibilidade de nutrientes e temperatura de armazenamento, vão determinar se o sistema alimentar é ou não propício ao desenvolvimento de microrganismos, refletindo diretamente no estabelecimento da vida-de-prateleira, que, por sua vez, está relacionada à qualidade e à inocuidade do produto (PINTO, 2015). Neste estudo, não houve efeito significativo sobre essas variáveis, demonstrando que não há interferência do gel de chia sobre esses parâmetros nas condições avaliadas. Tal achado é semelhante ao descrito por BAINY et al. (2015) avaliando as propriedades físico-químicas e a textura em hambúrgueres crus, grelhados e cozidos de tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Hidrocoloides, como o gel de chia, apresentam capacidade de atuar como modificadores da textura em alimentos, principalmente por apresentarem efeito espessante (CAPITANI et al., 2012; MUÑOZ et al., 2012). Porém, a adição deste produto exerceu pequeno efeito sobre os parâmetros de textura dos *fishburgers*, não havendo diferença estatística ( $P > 0,05$ ) para a maioria das variáveis analisadas, quais sejam: dureza, coesividade e gomosidade. No entanto, tornou os *fishburgers* mais elásticos e com maior mastigabilidade quando comparado à formulação controle,

independentemente do percentual de gel utilizado. Esse efeito ocorreu devido à característica própria do gel de chia, que tende a aumentar a elasticidade dos sistemas alimentícios (LA ROSA et al., 2015), influenciando também no aumento da energia requerida para mastigar o produto, já que a mastigabilidade é dada pela multiplicação entre gomosidade e elasticidade.

Apesar de não apresentar efeito significativo ( $P > 0,05$ ), o rendimento médio dos *fishburgers* não foi prejudicado pela inclusão do gel de chia. Esse gel é composto essencialmente por fibras solúveis que, além de contribuírem para a estabilização da estrutura de produtos alimentícios, também são responsáveis pelo aumento da capacidade de retenção de água dentro da matriz a qual está inserida, fazendo com que as perdas durante o processo de cocção sejam reduzidas (IXTAINA et al., 2011; CAPITANI et al., 2012). Comportamento semelhante foi descrito por FERNANDES & SALAS-MELLADO (2017) ao não encontrarem alteração no volume específico de pães e bolos com substituição da margarina por gel de chia em até 50%.

Avaliando a utilização de diferentes extensores em *fishburgers* de biquara (*Haemulon plumieri*), FAY et al. (2015) obtiveram perdas de peso que variaram de 11,5 a 28%. BAINY et al. (2015) encontraram rendimentos na ordem de 85,3% em *fishburgers* de tilápia assados em grelha. Neste estudo, os *fishburgers* foram assados em grelha, e o rendimento médio encontrado foi de 80,72%.

De forma semelhante, a inclusão do gel nas formulações mostrou-se vantajosa, pois proporcionou menores percentuais de redução tanto do diâmetro quanto da espessura dos *fishburgers*, confirmando o potencial deste ingrediente para a retenção de umidade, proporcionando, assim, menor alteração da estrutura dos *fishburgers* grelhados.

Os parâmetros de cozimento evidenciam o potencial de utilização apresentado pelo gel de chia quando utilizado em produtos à base de pescados.

### *Análises microbiológicas*

Os resultados das análises microbiológicas de todas as formulações avaliadas estão apresentados na Tabela 4.

Hambúrgueres, em geral, são produtos que sofrem demasiada manipulação industrial e constituem um meio favorável para o crescimento de microrganismos, por isso são considerados altamente perecíveis. No entanto, a partir da análise dos resultados encontrados neste estudo, pode-se afirmar que os *fishburgers* produzidos estão em conformidade com as exigências da Resolução n.º 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), assegurando que as formulações foram elaboradas seguindo as boas práticas de fabricação e que as matérias-primas utilizadas apresentam qualidade microbiológica satisfatória, não oferecendo risco aos seus consumidores.

## **CONCLUSÃO**

O gel de chia pode ser considerado como um ingrediente substituto à gordura suína, pois, além de proporcionar redução no valor calórico e no percentual lipídico das formulações de *fishburgers* elaborados com carne de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), não prejudicou o rendimento e os principais parâmetros de textura avaliados. No entanto, sugere-se que novos estudos sejam desenvolvidos para melhorar o processo de obtenção da mucilagem de chia (matéria-prima para obtenção do gel) de forma a obter géis com coloração mais clara, já que a cor é uma característica sensorial importante em alimentos.

Devido à escassez na literatura e ao potencial apresentado pelo gel de chia, recomenda-se que outros trabalhos sejam conduzidos para avaliar o efeito da inclusão deste ingrediente em outros produtos cárneos e/ou à base de pescados.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo [Ifes – Campus de Alegre (ES)] e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) por todo o apoio concedido na execução deste estudo.

## **DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES**

Os autores declaram não haver conflito de interesses. Os patrocinadores fundadores não tiveram nenhum papel no desenho do estudo; na coleta, análise ou interpretação de dados; na redação do manuscrito, e nem na decisão de publicar os resultados.

## **CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

Todos os autores contribuíram igualmente para a concepção e redação do manuscrito.

Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

## **REFERÊNCIAS**

A.O.A.C. **Official methods of analysis of the AOAC**. Virginia: International Association of Official Analytical Chemists, 2000.

BAINY, E. M. et al. Effect of grilling and baking on physicochemical and textural properties of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish burger. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 8, p. 5111 – 5119, 2015. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1007/s13197-014-1604-3>>. Acesso em: 23 de outubro de 2018. doi: 10.1007/s13197-014-1604-3.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br/alimentos](http://www.anvisa.gov.br/alimentos)>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução nº 20, de 31 de julho de 2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hamburguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto**. Instrução Normativa nº 20, de 31/07/2000. Diário Oficial da União, Brasília, 31/07/2000, p. 7-9. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1681>>. Acesso: 15 de agosto de 2018.

CAMPOS, B. E. et al. Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. **Food Science and Technology**, v. 65, p. 874 – 883, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.021>>. Acesso em: 29 de julho de 2018. doi: 10.1016/j.lwt.2015.09.021.

CAPITANI, M. I. et al. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds from Argentina. **Food Science and Technology**, v. 45, p. 94-102, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.012>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018. doi: 10.1016/j.lwt.2011.07.012.

FAY, J. F. A. *Fishburger* de biquara (*Haemulon Plumierii* - Lacepède, 1801) com adição de diferentes extensores. **Acta Tecnológica**, v. 10, n. 2, p. 91 – 105, 2015.

Disponível

em: <<http://portaldeperiodicos.ifma.edu.br/index.php/actatecnologica/article/view/379/263>>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.

FELISBERTO, M. H. F. et al. Use of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage gel to reduce fat in pound cakes. **Food Science and Technology**, v. 63, n. 2, p. 1049 – 1055, 2015.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.114>>. Acesso em: 12 de agosto de 2018. doi: 10.1016/j.lwt.2015.03.114.

FERNANDES, S. S.; SALAS - MELLADO, M. M. Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. **Food Chemistry**, v. 227, p. 237 – 244, 2017.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.075>>. Acesso em: 15 de outubro de 2018. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.01.075.

FERNANDES, S. S.; SALAS - MELLADO, M. M. Development of mayonnaise with substitution of oil or egg yolk by the addition of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage.

**Journal of Food Science**, v. 83, n. 1, p. 74 – 83, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/1750-3841.13984>>. Acesso em: 25 de novembro de 2018. doi: 10.1111/1750-3841.13984.

IXTAINA, V. Y. et al. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 2, p. 166–

174, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.08.006>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018. doi: 10.1016/j.jfca.2010.08.006.

LA ROSA, G. A. et al. Viscoelasticity of chia (*Salvia hispanica* L.) seed mucilage dispersion in the vicinity of an oil-water interface. **Food Hydrocolloids**, v. 49, p. 200 –

2007, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.03.017>>. Acesso em: 12 de agosto de 2018. doi: 10.1016/j.foodhyd.2015.03.017.

MUÑOZ, L. A. et al. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. **Journal of Food Engineering**, v. 108, n. 1, p. 216 – 224, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.06.037>>. Acesso em: 15 de agosto de 2018. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.06.037.

MUÑOZ, L. A. et al. Chia Seed (*Salvia hispanica*): An Ancient Grain and a New Functional Food. **Food Reviews International**, v. 29, n. 4, p. 394 – 408, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/87559129.2013.818014>>. Acesso em: 29 de julho de 2018. doi: 10.1080/87559129.2013.818014.

ORDOÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos – Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005, 279 p.

ORIFICI, S. C. et al. Optimization of mucilage extraction from chia seeds (*Salvia hispanica* L.) using response surface methodology. **Journal of The Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 12, p. 4495 – 4500, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jsfa.8974>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018. doi: 10.1002/jsfa.8974.

PINTO, J. V. **Elaboração de manual prático para determinação de vida-de-prateleira de produtos alimentícios**. 2015. 66f. Monografia - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

REYES-CAUDILLO, E. et al. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry**, v. 107, n. 2, p. 656 – 663, 2008. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.062>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.08.062.

SAEG: **Sistema para análises estatísticas**: versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**, 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007.

SPADA, J. C. et al. Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 374 – 379, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782014000200029>>. Acesso em: 02 de julho de 2018. doi: 10.1590/S0103-84782014000200029.

TAVARES, L. S. et al. Cold extraction method of chia seed mucilage (*Salvia hispanica* L.): effect on yield and rheological behavior. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 2, p. 457 – 466, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s13197-017-2954-4>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018. doi: 10.1007/s13197-017-2954-4.

WATT, B.; MERRILL, A. L. **Composition of foods: raw, processed, prepared**. Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division/ Agricultural Research Service, p.198 (Agriculture Handbook, 8), 1963.

Tabela 1- Ingredientes e composição físico-química das formulações de *fishburgers* de tilápia com substituição da gordura suína por gel de chia.

	-----Tratamento-----				
	Controle	T1	T2	T3	T4
<i>Ingredientes (%)</i>					
Carne de tilápia <sup>1</sup>	77,76	77,76	77,76	77,76	77,76
Gordura suína <sup>2</sup>	19,44	17,01	14,58	12,15	9,72
Gel de chia <sup>3</sup>	0,00	2,43	4,86	7,29	9,72
Sal <sup>4</sup>	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Antioxidante <sup>5</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Conservante <sup>6</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Açúcar <sup>7</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Alho em pó <sup>8</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100	100	100	100	100
<i>Composição</i>					
Umidade (%)	63,92 ± 0,79 <sup>c</sup>	65,09 ± 0,64 <sup>b</sup>	66,17 ± 0,55 <sup>b</sup>	70,09 ± 0,82 <sup>a</sup>	70,38 ± 0,65 <sup>a</sup>
Cinza (%) <sup>ns</sup>	2,98 ± 0,14 <sup>a</sup>	3,08 ± 0,09 <sup>a</sup>	3,07 ± 0,10 <sup>a</sup>	3,00 ± 0,08 <sup>a</sup>	3,06 ± 0,09 <sup>a</sup>
Lipídeo (%)	16,73 ± 0,64 <sup>a</sup>	15,95 ± 0,37 <sup>a</sup>	14,27 ± 0,54 <sup>b</sup>	10,95 ± 0,65 <sup>c</sup>	10,18 ± 0,67 <sup>c</sup>
Proteína (%)	16,04 ± 0,55 <sup>a</sup>	15,50 ± 0,46 <sup>ab</sup>	14,97 ± 0,66 <sup>bc</sup>	14,34 ± 0,66 <sup>c</sup>	14,09 ± 0,47 <sup>c</sup>
Fibra (%)	0,06 ± 0,01 <sup>e</sup>	0,11 ± 0,01 <sup>d</sup>	0,18 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,20 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,22 ± 0,02 <sup>a</sup>
ENN <sup>9</sup> (%)	0,25 ± 0,31 <sup>c</sup>	0,25 ± 0,16 <sup>c</sup>	1,33 ± 0,41 <sup>c</sup>	1,41 ± 0,34 <sup>b</sup>	2,06 ± 0,53 <sup>a</sup>
VC <sup>10</sup> (Kcal)	215,76 ± 5,61 <sup>a</sup>	206,61 ± 4,47 <sup>a</sup>	193,68 ± 3,87 <sup>b</sup>	161,58 ± 6,26 <sup>c</sup>	156,24 ± 5,68 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>Filé de tilápia sem pele.

<sup>2</sup>Toucinho sem carne e sem pele.

<sup>3</sup>Gel de chia a 5% (g de mucilagem/100 g de gel).

<sup>4</sup>Cloreto de sódio marca Globo®.

<sup>5</sup>Antioxidante INS 316 (Ibracor LF da Ibrac®).

<sup>6</sup>Conservante INS 250 (Cura LF 600 da Ibrac®).

<sup>7</sup>Marca Paineiras®.

<sup>8</sup>Marca Adicel®.

<sup>9</sup>Extrato não nitrogenado; <sup>10</sup> Valor calórico.

ns =não significativo.

Controle = apenas gordura suína; T1 = 12,50 %; T2 = 25,00 %; T3 = 37,50%; e 50,00% de substituição da gordura suína por gel de chia.

Os valores são médias ± desvio-padrão de análises realizadas em triplicata. Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (p>0,05)

Tabela 2 - Médias e desvios-padrão das coordenadas de cor instrumental dos *fishburgers* crus e grelhados elaborados com diferentes níveis de substituição da gordura suína por gel de chia.

Coordenadas	-----Formulação-----				
	Controle	T1	T2	T3	T4
<i>Fishburger cru</i>					
L*	68,12 ± 1,52 <sup>a</sup>	67,61 ± 1,03 <sup>ab</sup>	65,74 ± 1,39 <sup>b</sup>	62,09 ± 1,83 <sup>c</sup>	60,80 ± 1,54 <sup>c</sup>
a*	1,06 ± 0,4 <sup>b</sup>	2,21 ± 0,23 <sup>a</sup>	2,71 ± 0,50 <sup>a</sup>	2,33 ± 0,49 <sup>a</sup>	2,14 ± 0,43 <sup>a</sup>
b*	11,95 ± 0,49 <sup>a</sup>	12,49 ± 0,28 <sup>a</sup>	12,03 ± 0,45 <sup>a</sup>	10,75 ± 0,74 <sup>b</sup>	10,47 ± 0,50 <sup>b</sup>
<i>Fishburger grelhado</i>					
L*	65,50 ± 2,96 <sup>a</sup>	64,27 ± 1,55 <sup>ab</sup>	61,23 ± 1,59 <sup>bc</sup>	58,86 ± 1,17 <sup>c</sup>	57,83 ± 1,63 <sup>c</sup>
a*	5,98 ± 1,72 <sup>b</sup>	6,06 ± 1,32 <sup>b</sup>	8,10 ± 1,44 <sup>ab</sup>	8,45 ± 1,19 <sup>ab</sup>	8,94 ± 0,97 <sup>a</sup>
b*	15,58 ± 1,35 <sup>b</sup>	15,66 ± 1,32 <sup>b</sup>	18,67 ± 1,37 <sup>a</sup>	18,77 ± 1,23 <sup>a</sup>	18,83 ± 1,41 <sup>a</sup>

Controle = apenas gordura suína; T1 = 12,50%; T2 = 25,00%; T3 = 37,50%; e 50,00% de substituição da gordura suína por gel de chia.

Os valores são médias ± desvio-padrão de análises realizadas em triplicata. Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Tabela 3 - Médias e desvios-padrão das variáveis físico-químicas e parâmetros de cocção de *fishburgers* com diferentes níveis de substituição da gordura suína por gel de chia.

Parâmetro	-----Formulação-----				
	Controle	T1	T2	T3	T4
pH <sup>ns</sup>	6,66 ± 0,10	6,56 ± 0,10	6,55 ± 0,02	6,53 ± 0,07	6,52 ± 0,10
AW <sup>ns</sup>	0,97 ± 0,01	0,97 ± 0,00	0,98 ± 0,01	0,98 ± 0,01	0,97 ± 0,01
Dureza (N) <sup>ns</sup>	60,12 ± 2,76	61,05 ± 2,97	61,54 ± 2,01	62,05 ± 2,33	62,13 ± 2,58
Coabilidade <sup>ns</sup>	0,73 ± 0,04	0,72 ± 0,03	0,73 ± 0,03	0,74 ± 0,03	0,75 ± 0,02
Elasticidade (mm)	3,22 ± 0,24 <sup>b</sup>	3,99 ± 0,27 <sup>a</sup>	4,06 ± 0,19 <sup>a</sup>	4,08 ± 0,06 <sup>a</sup>	4,10 ± 0,19 <sup>a</sup>
Gomosidade (N) <sup>ns</sup>	43,70 ± 2,48	44,16 ± 2,03	45,07 ± 2,22	46,08 ± 2,61	46,61 ± 2,64
Mastigabilidade (mJ)	140,70 ± 11,48 <sup>b</sup>	176,42 ± 15,69 <sup>a</sup>	182,99 ± 13,71 <sup>a</sup>	188,22 ± 10,57 <sup>a</sup>	191,40 ± 14,45 <sup>a</sup>
Rendimento (%) <sup>ns</sup>	79,59 ± 1,53	80,48 ± 1,96	80,87 ± 0,83	81,08 ± 0,90	81,58 ± 0,77
RD <sup>1</sup> (%)	11,52 ± 0,66 <sup>a</sup>	10,47 ± 0,68 <sup>b</sup>	9,99 ± 0,69 <sup>b</sup>	9,70 ± 0,78 <sup>b</sup>	9,53 ± 0,69 <sup>b</sup>
RE <sup>2</sup> (%)	11,23 ± 0,56 <sup>a</sup>	9,85 ± 0,58 <sup>b</sup>	9,57 ± 0,62 <sup>bc</sup>	9,16 ± 0,60 <sup>c</sup>	9,02 ± 0,56 <sup>c</sup>

<sup>1</sup> = Redução do diâmetro; <sup>2</sup> = Redução da espessura.

ns = não significativo.

Controle = apenas gordura suína; T1 = 12,50%; T2 = 25,00%; T3 = 37,50%; e 50,00% de substituição da gordura suína por gel de chia.

Os valores são médias ± desvio-padrão de análises realizadas em triplicata. Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Tabela 4 - Médias e desvios-padrão da análise microbiológica em *fishburgers* com diferentes níveis de substituição da gordura suína por gel de chia.

Parâmetro	Formulação					
	Controle	T1	T2	T3	T4	Referência*
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 10 <sup>3</sup>
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella</i> sp. (em 25 g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

\*BRASIL (2001).

Controle = apenas gordura suína; T1 = 12,50%; T2 = 25,00%; T3 = 37,50%; e 50,00% de substituição da gordura suína por gel de chia.

## 5.2 CAPÍTULO 2

### ***Fishburgers* de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) formulados com farinha de chia**

### **Fishburgers of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) formulated with chia flour**

#### **RESUMO**

O trabalho teve por objetivo avaliar a influência da adição de farinha de chia estabilizada (*Salvia hispanica* L.) como substituto da gordura suína nos parâmetros físico-químicos, tecnológicos e microbiológicos de *fishburgers* elaborados com carne de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). As formulações foram preparadas substituindo 12,5% (T1), 25,0% (T2), 37,5% (T3) e 50,0% (T4) da gordura suína pela farinha de chia em relação ao tratamento controle (C). A inclusão da farinha de chia proporcionou melhoria no perfil nutricional dos *fishburgers*, com destaque para o incremento observado nos percentuais de proteína, fibra e cinza, além de redução do conteúdo lipídico e do valor calórico das amostras. Além de modificar o perfil de textura, a substituição da gordura suína interferiu na cor das amostras estudadas, promovendo redução da luminosidade ( $L^*$ ) à medida que os níveis de inclusão da farinha aumentaram. Destaca-se ainda significativa ( $P \leq 0,05$ ) melhoria no rendimento das formulações com maiores percentuais de inclusão da farinha, aliado a menores variações físicas observadas nas amostras, apontadas pelo menor percentual de redução tanto do diâmetro quanto da espessura, reportando menores perdas após o

processo de cocção. Os resultados indicam que a substituição parcial da gordura suína pela farinha de chia é alternativa viável para a obtenção de *fishburgers* de tilápia mais saudáveis e com maior rendimento.

**Palavras-chave:** *fishburgers*, pescado, substituto da gordura, *Salvia hispanica* L.

## **ABSTRACT**

This work aimed at evaluating the influence of the addition of stabilized chia flour (*Salvia hispanica* L.) as a substitute for pork fat in the physical and chemical, technological, and microbiological parameters of *fishburgers* made with Nilotic tilapia meat (*Oreochromis niloticus*). The formulations were prepared by substituting 12.5% (T1), 25.0% (T2), 37.5% (T3), and 50.0% (T4) of pork fat by chia flour in relation to the control treatment (C). The inclusion of chia flour provided improvement in the nutritional profile of fishburgers, with emphasis on the increase observed in the percentages of protein, fiber, and ash, in addition to reducing the lipid content and the caloric value of the samples. In addition to modifying the texture profile, a substitution of pork fat interfered with the color of the samples studied, promoting a reduction in luminosity ( $L^*$ ) as the inclusion levels of flour increased. It also stands out significantly ( $P \leq 0.05$ ); improvement in the yield of formulations with higher percentages of flour inclusion, combined with lower physical variations observed in the samples, pointed out by the lower percentage of reduction in both diameter and thickness, reporting lower losses after the cooking process. Results indicate that partial substitution of pork fat by chia flour is a viable alternative for obtaining healthier and more productive tilapia fishburgers.

**Keywords:** fishburgers, fish, fat substitute, *Salvia hispanica* L.

## INTRODUÇÃO

A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies de pescado mais cultivadas no mundo, sendo responsável por 8,3% do total de peixes produzidos pela aquicultura em 2018 (FAO, 2020). No Brasil, o cenário é ainda mais animador, já que a tilápia assume a primeira posição no ranking dos peixes mais produzidos, representando 57% da produção total de peixes de cultivo, posicionando o País como o quarto (4º) maior produtor mundial, ficando atrás apenas de grandes potências já consolidadas do ramo, como China, Indonésia e Egito (PEIXE BR, 2020).

De cor branca, sabor suave e baixo percentual de gordura, aliado ainda à ausência de espinhas em formato de Y, a tilápia nilótica é considerada uma matéria-prima versátil e apresenta-se com significativo potencial para beneficiamento e industrialização, podendo ser utilizada para o desenvolvimento de novos produtos à base de pescados, permitindo a diversificação da cadeia e a oferta de itens de fácil preparo, a exemplo de produtos como o *fishburger* (hambúrguer de peixe), os *nuggets*, bolinhos e embutidos (OGAWA & MAIA, 1999; FOGAÇA et al., 2015; MILANEZ et al., 2019).

Hambúrgueres estão entre os produtos cárneos industrializados mais consumidos no mundo (NOVELLO & POLLONIO, 2012; DE OLIVEIRA et al., 2014), e formulações utilizando a carne da tilápia como matéria-prima para este produto vêm sendo estudadas por diversos pesquisadores (BAINY et al., 2015; MESSIAS et al., 2016; MITTERER-DALTOÉ et al., 2017; MUZZOLON et al., 2018; MATTJE et al., 2019). No entanto, a maioria dos produtos apresenta elevados percentuais de gorduras saturadas adicionadas de forma intencional, com vistas à melhoria de atributos sensoriais e tecnológicos, tais como: sabor, aroma e textura (DE OLIVEIRA et al., 2013, 2014). A consequência direta do consumo de grandes quantidades de

gorduras saturadas é o aumento de doenças crônicas já conhecidas da maioria da população, como hipertensão, obesidade e dislipidemias (DE OLIVEIRA et al., 2013; SOUZA et al., 2014).

Nesse sentido, desenvolver hambúrgueres com redução do conteúdo de gorduras saturadas a partir da utilização de ingredientes alternativos, por exemplo, aqueles de origem vegetal, pode ser uma alternativa às formulações tradicionalmente utilizadas, proporcionando alimentos com melhor valor nutricional (DE OLIVEIRA et al., 2014; SOUZA et al., 2014).

Devido ao seu valor nutricional e à sua composição química, a chia tem sido considerada um novo ingrediente funcional (REYES-CAUDILLO et al., 2008), e sua incorporação em formulações alimentícias pode melhorar não somente o valor nutricional, mas também tornar o produto mais saudável e atrativo (SOUZA et al., 2014; MESÍAS et al., 2016). Subprodutos da chia vêm sendo testados como ingredientes potenciais para a substituição da gordura em diversas formulações alimentícias, e os resultados indicam que estes ingredientes apresentam grande potencial para uso em diversas matrizes alimentares, por exemplo, no desenvolvimento de produtos à base de carne, sem prejudicar as propriedades finais do produto, além de torná-lo mais saudável (SOUZA et al., 2014; HERRERO et al., 2018; PINTADO et al., 2018).

Assim, objetivou-se, com este estudo, avaliar a influência da suplementação de diferentes níveis de farinha de chia estabilizada, em substituição à gordura suína, sobre as características tecnológicas, nutricionais e microbiológicas de *fishburgers* de tilápia.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### *Local do estudo*

Os procedimentos experimentais para a elaboração das formulações de *fishburguers*, as análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas nos laboratórios do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) Campus em Alegre (ES). As análises de cor, atividade de água e textura foram realizadas nos laboratórios da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-Ufes), em Alegre (ES).

### *Matéria-prima*

As matérias-primas utilizadas para a elaboração dos *fishburguers* foram: filé de tilápia-do-Nilo, gordura suína, farinha de chia estabilizada, sal, antioxidante, conservante, alho em pó, açúcar e água. Os filés de tilápia e a farinha de chia foram adquiridos no comércio local do município de Alegre (ES). Os demais ingredientes foram fornecidos pela Seção de Agroindústria do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre (ES).

### *Preparo das formulações de fishburguers de tilápia-do-Nilo*

Foram elaboradas cinco formulações de *fishburguers* de tilápia, sendo um tratamento controle constituído exclusivamente de carne de tilápia, gordura suína, água e aditivos e quatro tratamentos com substituição parcial da gordura suína pela farinha de chia em diferentes níveis, quais sejam: 12,50; 25,00; 37,50; e 50,00% (Tabela 1).

Para o desenvolvimento das formulações dos tratamentos T1, T2, T3 e T4, primeiramente, a farinha de chia foi hidratada com a água à temperatura ambiente e, em seguida, adicionada a carne e os demais ingredientes, um a um, nas proporções demonstradas na Tabela 1. Em todas as formulações, os ingredientes foram

homogeneizados manualmente por cerca de 10 minutos e, logo após, moldados em formas manuais próprias para hambúrguer, com 8,0 cm de diâmetro cada.

Os hambúrgueres foram preparados segundo o proposto por NOVELLO & POLLONIO (2012), com algumas modificações.

### *Análises físico-químicas*

As amostras dos *fishburgers* foram analisadas em triplicata quanto ao teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e fibra dietética de acordo com a metodologia oficial da A.O.A.C. (2000).

O teor de umidade foi avaliado por método gravimétrico, com secagem em estufa a 105 °C até peso constante, e a matéria mineral, determinada pelo método gravimétrico após a incineração da matéria orgânica em forno mufla a 550 °C. Realizou-se a análise de proteína por meio do método convencional de Kjeldhal, e o conteúdo de gordura foi mensurado por extração direta de Soxhlet. O conteúdo de fibra dietética foi estabelecido por método gravimétrico após digestão ácida, e o extrato não nitrogenado, determinado por diferença. O valor energético total foi estimado considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal/g de proteína, 4 kcal/g de carboidrato e 9 kcal/g de lipídeo conforme WATT & MERRIL (1963).

### *Análises instrumentais*

A análise de cor foi realizada com o auxílio de colorímetro modelo MiniScan EZ-HunterLab, utilizando iluminante D65, ângulo de observação de 10°, pelo sistema CIELab. Os resultados foram expressos por meio das coordenadas angulares L\* = luminosidade (0 = preto e 100 = branco), a\* (-80 até zero = verde, do zero ao +100 = vermelho) e b\* (-100 até zero = azul, do zero ao +70 = amarelo). De cada tratamento,

foram analisados quatro *fishburgers*, sendo retiradas três amostras/*fishburger*, e cada amostra foi mensurada três vezes no aparelho, totalizando 36 replicatas.

O pH foi medido em um potenciômetro (Schott Handylab) utilizando 5 g de cada amostra de *fishburger* homogeneizada em 50 mL de água destilada por 5 min (Schott Handylab), enquanto a atividade de água ( $A_w$ ) foi determinada por leitura direta das amostras a 25 °C usando um medidor  $A_w$  (Aqualab TE, Ecagon Devices, Pullman, WA).

O perfil de textura instrumental (TPA) foi realizado por meio do texturômetro Texture Analyzer BROOKFIELD conectado a um computador equipado com o programa TexturePro CT V1.4 *Build 17*<sup>®</sup>. Retiraram-se três amostras medindo 30 × 30 × 10 mm de quatro *fishburgers*, totalizando 12 replicatas. O teste foi realizado utilizando probe cilíndrico de acrílico com diâmetro de 38,1 mm, 50% de compressão da amostra, velocidade de teste de 1 mm/s e 5 segundos entre as duas compressões. Obtiveram-se, assim, os parâmetros dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade (SZCZESNIAK, 2002).

#### *Parâmetros de cocção*

Os *fishburgers* foram submetidos ao cozimento e grelha, ainda congelados, em um grill elétrico a 200 °C. Padronizou-se o tempo médio de 8 minutos para sua cocção, com viragem a cada 2 minutos, garantindo que a temperatura no centro do produto atingisse 75 °C (ARISSETO & POLLONIO, 2005). O rendimento dos *fishburgers* foi calculado pela diferença entre o seu peso inteiro cru e grelhado, sendo também analisadas a redução do diâmetro e da espessura dos *fishburgers* crus e grelhados (BAINY et al., 2015).

### *Análises microbiológicas*

As análises microbiológicas das amostras foram realizadas de acordo com os métodos oficiais adotados pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento e conforme o proposto por SILVA et al. (2007). Compararam-se os resultados com os padrões estipulados pela RDC n.º 12 (BRASIL, 2001) para coliformes termotolerantes a 45 °C, *Staphylococcus coagulase positiva*, e *Salmonella* sp.

### *Análises estatísticas*

O delineamento experimental foi do tipo inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições (controle, T1, T2, T3 e T4). Os resultados das análises físico-químicas, instrumentais e dos parâmetros de cocção dos *fishburgers* foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias, comparadas entre si usando o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade através do software estatístico SAEG Versão 9.1 (SAEG, 2007). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### *Análises físico-químicas*

Apresentam-se, na Tabela 1, o conteúdo de macronutrientes (teores de umidade, cinza, lipídeo, proteína, fibra e extrato não nitrogenado) expresso em g/100 g de matéria natural e o valor energético das cinco formulações experimentais de *fishburgers* elaborados com carne de tilápia.

As amostras estudadas mostraram conteúdo médio de 65,95% para umidade; 2,96% para cinzas; 13,75% para lipídeos; 14,17% para proteínas; 1,44% para fibra alimentar; e 1,61% para carboidratos. Os valores são superiores aos descritos por

BAINY et al. (2015) para lipídeos (5,21%) e semelhantes aos teores de proteína (13,98%) e de minerais (2,17%) reportados por esses autores em amostras de hambúrgueres crus de tilápia.

Foi observado efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) em todos os parâmetros testados, comprovando que a substituição da gordura suína pela farinha de chia interfere, diretamente, no valor nutricional e calórico das formulações analisadas.

A incorporação da farinha de chia promoveu aumento ( $P \leq 0,05$ ) nos teores de cinza, proteína e fibra alimentar, reportando a chia como uma importante fonte desses componentes. Os achados são bem expressivos, a elevação no teor de fibra, por exemplo, chegou ao patamar de 96% no T4. Notou-se, também, um aumento na ordem de 13% no valor proteico e um acréscimo de mais de 12% na composição mineral, todos observados em comparação ao tratamento controle. A farinha de chia é considerada um alimento de excelente composição nutricional, sendo uma rica fonte de fibras ( $27,6 \pm 0,1 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) e de proteínas de elevado valor biológico ( $29,3 \pm 0,4 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) (CAPITANI et al., 2013). A elevação do percentual de fibras é particularmente interessante em formulações de hambúrgueres, haja vista que, apesar de serem considerados produtos de fácil preparo e amplamente consumidos, apresentam, em geral, baixo teor de fibras.

A melhoria do valor nutricional também foi observada em estudo conduzido por SOUZA et al. (2014) em hambúrgueres de carne bovina com inclusão da farinha de chia parcialmente desengordurada. Esses autores descreveram aumento no percentual de proteína, cinzas, além de incremento no teor de ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3, sobretudo do ácido alfa-linolênico, concluindo que a adição de subprodutos da chia é uma alternativa para obter alimentos nutricionalmente equilibrados.

Corroborando, ao investigarem a fortificação de pães a partir da inclusão da farinha de chia, COSTANTINI et al. (2014) perceberam uma melhora consistente do conteúdo nutricional das formulações, descrevendo elevação nos valores de proteínas, fibras, cinzas, além de significativo incremento dos níveis de ácidos graxos da série n-3 (ômega-3). De forma semelhante, SANDRI et al. (2017) mencionaram elevação dos níveis de cinzas, lipídeos, proteínas e fibras alimentares em formulações de pães enriquecidos com 5% e 14% de farinha de chia em comparação ao pão branco isento de glúten.

Muito embora a farinha de chia seja considerada uma excelente fonte de lipídeos, com mais de 30% da sua composição total (MUÑOZ et al., 2012), neste estudo, a inclusão deste coproduto foi responsável por promover redução significativa ( $P < 0,05$ ) do conteúdo lipídico nas amostras de *fishburgers* analisadas.

A legislação brasileira determina que, para ser considerado como “baixo em gordura” ou light, um produto/alimento precisa apresentar em sua composição redução de lipídeo na ordem de 25% em relação à formulação tradicional (BRASIL, 2012). Assim, ao analisar a Tabela 1, é possível verificar que o tratamento com substituição de 50% da gordura suína pela farinha (T4) enquadra-se nesta classificação.

Paralelamente, e acompanhando a redução lipídica, houve também significativo ( $P \leq 0,05$ ) decréscimo no valor calórico das formulações mediante a incorporação da farinha de chia, chegando a pouco mais de 10% na formulação com 50% de substituição da fonte de gordura pela farinha. Esse resultado é satisfatório e demonstra a capacidade da chia e dos seus coprodutos de tornar as formulações alimentícias mais saudáveis promovendo a redução tanto da fração lipídica quanto do valor calórico, o que é, portanto, um atrativo ao consumidor que visa alimentos de

baixa caloria e baixo teor de gordura (especificamente produtos à base de carne) (HERRERO et al., 2017).

O resultado considerado nesse estudo corrobora os achados de SOUZA et al. (2014) em formulações de hambúrguer. Os autores descreveram redução do valor calórico das formulações mediante substituição parcial da mistura de carne bovina e gordura suína pela farinha de chia parcialmente desengordurada.

Os maiores valores de umidade foram observados nos tratamentos T3 e T4, com 37,5 e 50% de substituição da gordura suína pela farinha de chia, diferindo estatisticamente ( $P \leq 0,05$ ) entre si e entre os demais tratamentos. Os resultados estão de acordo com os achados de COSTANTINI et al. (2014), reportando aumento notável de umidade em formulações de pães acrescidas de farinha de chia. Essa resposta é interessante, já que o percentual de água adicionado foi o mesmo em todas as formulações (8,5 %). Conquanto, a diferença observada reflete a capacidade da farinha de chia de reter umidade no produto cárneo, isso porque a chia tem como importante característica a elevada capacidade de retenção de água, sendo capaz de absorver mais de 27 vezes seu peso em água, resultando na formação de um gel devido à presença de fibra solúvel em sua composição (MUÑOZ et al., 2012).

A inclusão da farinha de chia promoveu redução ( $P \leq 0,05$ ) no teor de carboidratos das amostras testadas. Essas descobertas estão em conformidade com as descritas por FERNANDES & SALAS-MELLADO (2017) em formulações de pães e por PEREIRA et al. (2013) ao elaborarem pães de batata isentos de glúten e enriquecidos com farinha de chia.

Portanto, sendo rica em fibras, proteínas, minerais e gorduras, a farinha de chia tem potencial para ser usada em formulações alimentícias de forma a aumentar seu valor nutricional (OLIVEIRA et al., 2015).

### *Análises instrumentais e parâmetros de cocção*

Os valores relativos à análise de cor das cinco amostras experimentais de *fishburgers* estão listados na Tabela 2. Tais análises mostram diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) em relação à luminosidade ( $L^*$ ) e a variante  $b^*$ , tanto nos produtos crus quanto naqueles submetidos ao processo de cozimento, enquanto a variante  $a^*$  demonstrou alteração significativa ( $P \leq 0,05$ ) apenas nos produtos grelhados.

A incorporação da farinha de chia foi responsável por promover redução significativa ( $P \leq 0,05$ ) da cromaticidade das coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  das amostras submetidas ao processamento térmico. Não obstante, ambas mantiveram-se dentro do mesmo espectro de cor, ou seja, vermelho ( $a^* +$ ) e amarelo ( $b^* +$ ).

Entre os tratamentos, observa-se que a luminosidade dos *fishburgers* diminuiu à medida que a gordura suína foi sendo substituída pela farinha de chia. Essa era uma resposta esperada, visto que a farinha de chia apresenta coloração mais escura quando comparada à gordura suína.

Estes resultados corroboraram os achados de FERNANDES & SALAS-MELLADO (2017) e de COSTANTINI et al. (2014) para miolo e crosta de pães elaborados com a farinha de chia em substituição ao trigo.

Neste estudo, no tratamento controle (ausência da farinha de chia), a luminosidade observada foi de 66,23 para amostras cruas e de 61,21 para as grelhadas. Esses resultados ratificam os descritos por BAINY et al. (2015), apresentando os valores de 69,13 para hambúrgueres crus e 63,89 para grelhados de tilápia.

O processamento térmico modificou a cor dos *fishburgers* de tilápia, tornando-os levemente mais escuros quando comparados aos produtos crus. Essa evidência é

mais expressiva quando a comparação é feita entre os resultados obtidos das amostras com menores percentuais de inclusão da farinha de chia (T1 e T2).

Com 37,5% de substituição da gordura suína, a diferença observada para o parâmetro  $L^*$  torna-se menos relevante, haja vista que, a partir desse nível, o efeito de escurecimento impresso pela presença da farinha é semelhante ao incremento decorrido da produção de melanoidinas, produzidas durante as reações de Maillard, responsáveis pelo aspecto dourado observado na superfície dos produtos cárneos assados (SHIBAO & BASTOS, 2011; BAINY et al., 2015).

A atividade de água (AW) não foi influenciada pela inclusão da farinha de chia ( $P > 0,05$ ) nos diferentes tratamentos. Nota-se, porém, que os valores observados em todas as formulações são superiores a 0,98, indicando elevada disponibilidade de água na forma livre.

O alto conteúdo de água livre pode comprometer a vida de prateleira das formulações, influenciando não somente a segurança, como também a estabilidade, uma vez que há maior propensão para o crescimento microbiano, assim como para a ocorrência de reações deteriorativas, indicando, portanto, maior susceptibilidade do produto avaliado (WELTI & VERGARA, 1997; GARDA et al., 2012).

Adicionalmente, as amostras de *fishburgers* apresentaram valores de pH próximos da neutralidade, variando entre 6,50 e 6,81 e sendo influenciados ( $P \leq 0,05$ ) pela inclusão da farinha de chia. Aliado à elevada AW observada neste estudo, o pH próximo da neutralidade é considerado fator favorável ao desenvolvimento de microrganismos. No entanto, os valores de pH obtidos em todas as formulações avaliadas estão de acordo com o preconizado pela legislação brasileira, que estabelece, para carnes de pescados, valores de pH inferiores a 7,0, estando estas formulações aptas ao consumo (BRASIL, 2017). Os resultados são semelhantes aos

descritos por BAINY et al. (2015), MUZZOLON et al. (2018) e ZITKOSKI et al. (2019) para AW e pH de *fishburgers* de tilápia crus.

Ao analisar a Tabela 3, pode-se verificar que a presença da farinha de chia nas formulações de *fishburgers* influenciou de forma significativa ( $P \leq 0,05$ ) o perfil de textura, promovendo aumento nos parâmetros de dureza, elasticidade e mastigabilidade e redução da coesividade e da gomosidade das amostras avaliadas.

Os resultados indicam que a presença da farinha de chia, e consequente aumento da fração fibrosa, além de reduzir a maciez, tornou as amostras de *fishburgers* de tilápia mais elásticas e com maior demanda de energia necessária ao processo de mastigação.

As respostas observadas neste estudo ratificam a capacidade da farinha de chia de atuar como modificador dos principais atributos relacionados à textura em matrizes alimentares, sobretudo por atuar como agente espessante, gelificante e estabilizante (CAPITANI et al., 2012).

Ao avaliarem a fibra de aveia, TREVISAN et al. (2016) descreveram aumento da dureza e da mastigabilidade com redução da coesividade; no entanto, não observaram alteração significativa da elasticidade em formulações de hambúrguer cozido. De forma semelhante, LÓPEZ-VARGAS et al. (2014), ao analisarem amostras de hambúrguer suíno desenvolvidas com fibra de albedo do maracujá, relataram efeito significativo em todos os parâmetros de textura avaliados, com excessão da elasticidade e coesividade, as quais tenderam a menores valores mediante a inclusão da farinha.

A dureza representa um dos parâmetros mais importantes da textura de produtos cárneos, interferindo diretamente na qualidade dos produtos e, por conseguinte, influenciando a preferência do consumidor (SZCZESNIAK, 2002).

Ao analisar os resultados presentes na Tabela 3, nota-se significativa ( $P \leq 0,05$ ) variação dos parâmetros de cocção por meio da substituição da gordura suína pela chia.

O rendimento é uma medida de grande valor, especialmente para produtos submetidos ao processamento térmico, uma vez que intervém no peso observado após o cozimento. Considera-se importante que produtos cárneos mantenham ao máximo sua forma original, reduzindo as perdas com o processo de cocção como aquelas oriundas da exsudação de líquidos (CHAVES et al., 2018).

Neste estudo, os *fishburgers* exibiram altos percentuais de rendimento, variando entre 69 a 84 %, com os maiores valores constatados nos tratamentos com os maiores percentuais de inclusão da farinha de chia (T3 e T4). O ganho no rendimento é bastante expressivo, chegando ao patamar de mais de 18% no T4 quando comparado ao controle (C). Esse valor torna-se ainda mais significativo quando o cálculo é feito extrapolando-se para um maior volume da massa cárnea. Por exemplo, em uma tonelada de *fishburger*, pode-se chegar a um ganho de 180 kg, considerando apenas a substituição parcial da gordura suína pela farinha de chia.

BAINY et al. (2015) descreveram o rendimento médio em hambúrgueres de peixe grelhados de 85 %. Em estudo avaliando os efeitos da adição de farinha da batata yacon sobre as características nutricionais, tecnológicas e sensoriais de *fishburgers* de tilápia, ZITKOSKI et al. (2019) relataram rendimentos variando entre 69 e 74 %. Ao analisarem a utilização de um mix de farinhas (aveia e linhaça) em substituição à proteína texturizada de soja, CHAVES et al. (2018) descreveram significativo aumento do rendimento das formulações de hambúrguer bovino.

A fibra das sementes de chia contém mucilagem, a qual apresenta propriedades semelhantes a vários hidrocolóides, e essa mucilagem tem alta

capacidade de absorção e retenção de água. É provável que a presença de mucilagem e sua alta capacidade de absorção de água possa ter sido efetiva no incremento do rendimento, atuando de forma a reduzir o conteúdo de água livre que tende a evaporar durante o processo de cozimento das amostras de *fishburgers* (MUÑOZ et al., 2012).

A adição de farinha de chia contribuiu ainda para menor variação física ( $P < 0,05$ ) nas amostras de *fishburgers* testadas.

A partir da análise dos dados apresentados na Tabela 3, é possível verificar que o encolhimento foi 25% menor no tratamento com maior percentual de inclusão da chia em relação ao controle. A redução na espessura apresentou valores ainda mais relevantes, sendo 17,31% no controle e 10,01% no T4, uma redução observada de 42%. Destarte, pode-se afirmar que a utilização de 50% de farinha de chia em substituição ao toucinho proporcionou amostras de *fishburgers* mais estáveis ao processo de cocção.

A utilização de fontes de origem vegetal em substituição à gordura suína interferiu positivamente tanto no rendimento quanto na redução do encolhimento de amostras de hambúrgueres elaborados com carne bovina e ovina, em estudos conduzidos por DE OLIVEIRA et al. (2014) e SEABRA et al. (2002), respectivamente.

Esses resultados reafirmam a maior capacidade de retenção de água observada pelas fibras que compõem a semente de chia, garantindo, dessa forma, a manutenção da suculência do produto final e diminuindo as perdas durante o processo de cocção (MUÑOZ et al., 2012; CAPITANI et al., 2013).

#### *Análises microbiológicas*

Os resultados microbiológicos das análises dos *fishburgers* de tilápia estão apresentados na Tabela 4 e demonstram que as formulações testadas não apresentam riscos à saúde dos consumidores, uma vez que, para todas as análises, os valores encontraram-se em conformidade com o limite estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 2001). Por conseguinte, a utilização da farinha de chia em substituição parcial da gordura suína não implicou negativamente a qualidade microbiológica dos produtos desenvolvidos.

## **CONCLUSÃO**

Neste estudo, a farinha de chia mostrou-se um ingrediente promissor para substituição parcial da gordura suína, proporcionando enriquecimento do valor nutricional das amostras avaliadas, além de melhora significativa nos parâmetros de cocção avaliados. No entanto, as alterações observadas na cor e no perfil de textura reforçam a necessidade da realização de estudos adicionais a fim de avaliar a aceitação sensorial de *fishburgers* elaborados com carne de tilápia.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo [Ifes – Campus de Alegre (ES)] por todo o apoio concedido na execução deste estudo.

## **DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES**

Os autores declaram não haver conflito de interesses. Os patrocinadores fundadores não tiveram nenhum papel no desenho do estudo; na coleta, análise ou interpretação de dados; na redação do manuscrito; e nem na decisão de publicar os resultados.

## **CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES**

Todos os autores contribuíram igualmente para a concepção e redação do manuscrito.

Todos os autores revisaram criticamente o manuscrito e aprovaram a versão final.

## REFERÊNCIAS

A.O.A.C. - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 17th ed. Virginia, 2000.

ARISSETO, A. P.; POLLONIO, M. A. R. Avaliação da estabilidade oxidativa do hambúrguer tipo calabresa, formulado com reduzidos teores de nitrito e diferentes percentagens de gordura, durante armazenamento congelado. **Higiene Alimentar**, n. 19, v. 136, p. 72-80, 2005. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000060&pid=S0100-04X201300070001500004&lng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000060&pid=S0100-04X201300070001500004&lng=pt)> . Acesso em: 05 de junho de 2019.

BAINY, E. M. et al. Effect of grilling and baking on physicochemical and textural properties of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish burger. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 8, p. 5111-9, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s13197-014-1604-3>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019. doi: 10.1007/s13197-014-1604-3.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001. Disponível em: <<https://www.anvisa.gov.br/alimentos>>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. **Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, Agência Nacional de Vigilância

Sanitária, 2012. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864](http://portal.anvisa.gov.br/documents/%2033880/2568070/rdc0054_12_11_2012.pdf/c5ac23fd-974e-4f2c-9fbc-48f7e0a31864)>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.

BRASIL, 2017. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/diariooficial-publica-decreto-do-novo-regulamento-de-inspecao-industrial-e-sanitaria>>. Acesso em: 30 março 2019.

CAPITANI, M. I. et al. Physico chemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. **LWT – Food Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 94-102, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.012>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018. doi: 10.1016/j.lwt.2011.07.012.

CAPITANI, M. I. et al. Microstructure, chemical composition and mucilage exudation of chia (*Salvia hispanica* L.) nutlets from Argentina. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 15, p. 3856-62, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jsfa.6327>>. Acesso em: 03 de setembro de 2019. doi: 10.1002/jsfa.6327.

CHAVES, M. A. et al. Bovine meat hamburger with chia mixed flour, oats and linseed. **Revista Produção e Desenvolvimento**, 4, 2, 21-30, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.32358/rpd.2018.v4.306>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018. doi: 10.32358/rpd.2018.v4.306.

COSTANTINI, L. et al. Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. **Food Chemistry**,

v. 165, n. 15, p. 232-240, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.095>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.05.095.

DE OLIVEIRA, D. F. et al. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 3, p. 163-174, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232013005000021>>. Acesso em: 10 de setembro de 2019. doi: 10.1590/S1981-67232013005000021.

DE OLIVEIRA, D. F. et al. Farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 4, p. 273-282, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981-6723.0714>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019. doi: 10.1590/1981-6723.0714.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020**. Sustainability in action. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca9229en/CA9229EN.pdf>>. Acesso em: 25 de junho de 2020.

FERNANDES, S. S; SALAS-MELLADO, M. M. Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. **Food Chemistry**, v. 227, p. 237–244, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.075>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019. doi:10.1016/j.foodchem.2017.01.075.

FOGAÇA, F. H. S. et al. Caracterização de surimi obtido a partir da carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo e elaboração de *fishburger*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 765-776, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p765>>. Acesso em: 10 de setembro de 2019. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n2p765.

GARDA, M. R. et al. Rol de los hidrocoloides de semillas de chía y lino en la optimización de panificados libres de gluten. **Diaeta** v.30, n 140, p. 31-38, 2012. Disponível em: <<https://docplayer.es/26850864-Rol-de-los-hidrocoloides-de-semillas-de-chia-y-lino-en-la-optimizacion-de-panificados-libres-de-gluten.html>>.. Acesso em: 05 de junho de 2019.

HERRERO, A. M. et al. Infrared spectroscopy used to determine effects of chia and olive oil incorporation strategies on lipid structure of reduced-fat frankfurters. **Food Chemistry**, v. 221, p. 1333–1339, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.022>>. Acesso em: 05 de junho de 2019. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.11.022.

LÓPEZ-VARGAS, J. et al. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis var. flavicarpa*) co-products. **Meat Science**, v. 97, n. 2, p. 270-276, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.02.010>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.02.010.

MATTJE, L. G. B. et al. Ginger essential oil and supercritical extract as natural antioxidants in tilapia fish burger. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.43, n. 5, 2019. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1111/jfpp.13942>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi: 10.1111/jfpp.13942.

MESÍAS, M. et al. Risk/benefit considerations of a new formulation of wheat-based biscuit supplemented with different amounts of chia flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 73, n. 1, p. 528-535, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.056>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi: 10.1016/j.lwt.2016.06.056.

MESSIAS, C. R. et al. Treinamento e caracterização sensorial de formulações de fishburguer elaboradas à base de subprodutos da filetagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Brazilian Journal of Food Research**, v.7, n. 2, p.125 - 142, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3895/rebrapa.v7n2.3652>>. Acesso em: 14 de julho de 2018. doi:10.3895/rebrapa.v7n2.3652.

MILANEZ, A. Y. et al. Potencial e barreiras para a exportação de carne de tilápias pelo Brasil. **Embrapa Pesca e Aquicultura**, v. 25, n. 49, p.155-213, 2019. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196950/1/CNPASA-2019-bndes.pdf>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019.

MITTERER-DALTOÉ, M. L. et al. Sensory perception in the replacement of NaCl by MSG in fish burgers. **Acta Scientiarum Technology**, v. 39, suppl., p. 565-572, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actascitechnol.v39i5.28660>>. Acesso em: 13 de setembro de 2018. doi: 10.4025/actascitechnol.v39i5.28660.

MUÑOZ, L. A. et al. Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. **Journal of Food Engineering**, v. 108, n. 1, p. 216 – 224, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.06.037>>. Acesso em: 15 de agosto de 2018. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.06.037.

MUZZOLON, E. et al. Processamento de fishburguer utilizando subprodutos da filetagem de tilápia: Caracterização físico-química, análise do congelamento e avaliação da vida de prateleira. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9, n. 1, p. 154-173, 2018. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.3895/rebrapa.v9n1.5251>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018. doi: 10.3895/rebrapa.v9n1.5251.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Adição de linhaça dourada (*Linum usitatissimum* L.) e derivados em hambúrgueres bovinos: aceitação sensorial e análise de

sobrevivência. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 2, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/cep.v30i2.30505>>. Acesso em: 12 de setembro de 2019. doi: 10.5380/cep.v30i2.30505.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999. 430 p

OLIVEIRA, M. R. et al. Avaliação da substituição da farinha de trigo por farinha de chia (*Salvia hispanica* L.) em massas alimentícias. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36. n. 4, p. 2545-2554, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2545>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi:10.5433/1679-0359.2015v36n4p2545.

PEIXE BR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA - **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2020**. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>>. Acesso em: 20 de junho de 2020.

PEREIRA, B. S. et al. Análise físico-química e sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**. V, 8, n. 2, p. 125-136, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/demetra.2013.5646>. Acesso em: 21 de setembro de 2019. doi: 10.12957/demetra.2013.5646.

PINTADO, T. et al. Chia and oat emulsion gels as new animal fat replacers and healthy bioactive sources in fresh sausage formulation. **Meat Science**, v. 135, p. 6-13, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.08.004>>. Acesso em: 05 de junho de 2019. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.08.004.

REYES-CAUDILLO, E. et al. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. **Food Chemistry**, v.

107, n. 2, p. 656–663, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.062>>. Acesso em: 02 de setembro de 2017. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.08.062.

SAEG: **Sistema para análises estatísticas**: versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

SANDRI, L. T. B et al. Development of gluten-free bread formulations containing whole chia flour with acceptable sensory properties. **Food Science & Nutrition**, v. 5, n. 5, p. 1021-1028, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/fsn3.495>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi:10.1002/fsn3.495.

SEABRA, L. M. J. et al. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Food Science and Technology**, v. 22, n. 3, p. 245-248, 2002 Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000300008>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018. doi: 10.1590/S0101-20612002000300008.

SHIBAO, J.; BASTOS, D.H.M. Maillard reaction products in foods: Implications for human health. **Revista de Nutrição**, v. 24, n. 6, p. 895-904, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732011000600010>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi: 10.1590/S1415-52732011000600010.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**, 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007.

SOUZA, A. H. et al. Effect of the addition of chia's by-product on the composition of fatty acids in hamburgers through chemometric methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 5, p. 928-35, 2014. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1002/jsfa.6764>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019.  
doi:10.1002/jsfa.6764.

SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v. 13, n. 4, p.2005-222, 2002. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8)>. Acesso em: 05 de junho de 2019. doi: 10.1016/S0950-3293(01)00039-8.

TREVISAN, Y.C. Efeito da adição de fibra de aveia sobre as propriedades físico-químicas de hambúrguer cozido e congelado com redução de gordura e sal. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, e2015079, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.7915>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018. doi: 10.1590/1981-6723.7915.

WATT, B.; MERRILL, A. L. **Composition of foods: raw, processed, prepared**. Washington, DC: Consumer and Food Economics Research Division/ Agricultural Research Service, p.198 (Agriculture Handbook, 8), 1963.

WELTI, J.; VERGARA, F. Atividade de água / Conceito y aplicación em alimentos com alto contenido de humedad. In: AGUILERA, J.M. **Temas em Tecnologia de Alimentos**. Santiago de Chile: Universidad de Santiago de Chile, 1997. p.11-26.

ZITKOSKI, N. et al. Características nutricionais, tecnológicas e sensoriais de fishburger de tilápia com adição de farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 13, n. 1, p. 2840-2862, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3895/rbta.v13n1.7267>>. Acesso em: 02 de setembro de 2019. doi: 10.3895/rbta. v13n1.7267.

Tabela 1- Ingredientes e composição físico-química das formulações de *fishburgers* de tilápia com substituição da gordura suína por farinha de chia.

	-----Tratamento-----				
	Controle	T1	T2	T3	T4
<i>Ingredientes (%)</i>					
Carne de peixe <sup>1</sup>	70,96	70,96	70,96	70,96	70,96
Gordura suína <sup>2</sup>	17,74	15,52	13,30	11,09	8,87
Farinha de chia <sup>3</sup>	0,00	2,22	4,44	6,65	8,87
Água <sup>4</sup>	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Sal <sup>5</sup>	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Antioxidante <sup>6</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Conservante <sup>7</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Açúcar <sup>8</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Alho em pó <sup>9</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100	100	100	100	100
<i>Composição</i>					
Umidade (%)	65,32 ± 0,62 <sup>c</sup>	65,48 ± 0,51 <sup>c</sup>	65,67 ± 0,47 <sup>c</sup>	66,26 ± 0,56 <sup>b</sup>	67,03 ± 0,5 <sup>a</sup>
Cinza (%)	2,76 ± 0,07 <sup>c</sup>	2,86 ± 0,07 <sup>b</sup>	2,96 ± 0,07 <sup>b</sup>	3,08 ± 0,08 <sup>a</sup>	3,16 ± 0,09 <sup>a</sup>
Lipídeo (%)	15,81 ± 0,51 <sup>a</sup>	15,39 ± 0,35 <sup>a</sup>	14,17 ± 0,33 <sup>b</sup>	12,35 ± 0,81 <sup>c</sup>	11,05 ± 0,55 <sup>d</sup>
Proteína (%)	13,11 ± 0,45 <sup>d</sup>	13,93 ± 0,41 <sup>c</sup>	14,19 ± 0,33 <sup>b</sup>	14,50 ± 0,22 <sup>b</sup>	15,14 ± 0,53 <sup>a</sup>
Fibra (%)	0,09 ± 0,01 <sup>e</sup>	0,79 ± 0,05 <sup>d</sup>	1,46 ± 0,05 <sup>c</sup>	2,25 ± 0,03 <sup>b</sup>	2,61 ± 0,05 <sup>a</sup>
ENN <sup>10</sup> (%)	2,89 ± 0,60 <sup>a</sup>	1,54 ± 0,36 <sup>b</sup>	1,56 ± 0,40 <sup>b</sup>	1,04 ± 0,49 <sup>c</sup>	1,01 ± 0,64 <sup>c</sup>
VC <sup>11</sup> (Kcal)	206,33 ± 4,35 <sup>a</sup>	200,41 ± 2,50 <sup>b</sup>	190,54 ± 2,74 <sup>c</sup>	177,83 ± 3,15 <sup>d</sup>	184,05 ± 3,84 <sup>e</sup>

<sup>1</sup>Filé de tilápia sem pele.

<sup>2</sup>Toucinho sem carne e sem pele.

<sup>3</sup>Estabilizada (Jasmine®).

<sup>4</sup>Mineral (Crystal®); <sup>5</sup>Cloreto de sódio marca Globo®.

<sup>6</sup>Antioxidante INS 316 (Ibracor LF da Ibrac®).

<sup>7</sup>Conservante INS 250 (Cura LF 600 da Ibrac®).

<sup>8</sup>Marca Paineiras®.

<sup>9</sup>Marca Adicel®.

<sup>10</sup>Extrato não nitrogenado.

<sup>11</sup>Valor calórico.

Controle = apenas gordura suína; T1 = 12,50%; T2 = 25,00%; T3 = 37,50%; e 50,00% de substituição da gordura suína por farinha de chia.

Os valores são médias ± desvio-padrão de análises realizadas em triplicata. Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott (p>0,05).

Tabela 2 - Médias e desvios-padrão da cor instrumental dos *fishburgers* crus e grelhados elaborados com diferentes níveis de substituição da gordura suína por farinha de chia.

Cor	-----Formulação-----				
	Controle	T1	T2	T3	T4
<i>Fishburger cru</i>					
L*	66,23 ± 1,31 <sup>a</sup>	58,98 ± 1,22 <sup>b</sup>	55,02 ± 0,84 <sup>c</sup>	52,09 ± 1,07 <sup>d</sup>	51,55 ± 0,77 <sup>d</sup>
a*	1,55 ± 0,25 <sup>a</sup>	1,62 ± 0,15 <sup>a</sup>	1,66 ± 0,23 <sup>a</sup>	1,68 ± 0,24 <sup>a</sup>	1,72 ± 0,18 <sup>a</sup>
b*	10,30 ± 0,49 <sup>a</sup>	7,98 ± 0,48 <sup>b</sup>	7,14 ± 0,43 <sup>c</sup>	6,76 ± 0,45 <sup>c</sup>	6,75 ± 0,40 <sup>c</sup>
<i>Fishburger grelhado</i>					
L*	61,21 ± 2,08 <sup>a</sup>	55,53 ± 2,26 <sup>b</sup>	52,66 ± 2,25 <sup>c</sup>	52,34 ± 2,28 <sup>c</sup>	51,89 ± 1,68 <sup>c</sup>
a*	6,29 ± 0,57 <sup>a</sup>	4,61 ± 0,56 <sup>b</sup>	4,48 ± 0,70 <sup>b</sup>	3,81 ± 0,44 <sup>c</sup>	3,66 ± 0,67 <sup>c</sup>
b*	14,11 ± 0,62 <sup>a</sup>	11,33 ± 0,48 <sup>b</sup>	10,37 ± 0,56 <sup>c</sup>	8,89 ± 0,69 <sup>d</sup>	8,52 ± 0,75 <sup>d</sup>

Controle = apenas gordura suína; T1 = 12,50%; T2 = 25,00%; T3 = 37,50%; e 50,00% de substituição da gordura suína por farinha de chia.

Os valores são médias ± desvio-padrão de análises realizadas em triplicata. Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ( $p > 0,05$ ).

Tabela 3 - Médias e desvios-padrão das variáveis físico-químicas e parâmetros de cocção de *fishburgers* com diferentes níveis de substituição da gordura suína por farinha de chia.

Parâmetro	-----Formulação-----				
	Controle	T1	T2	T3	T4
pH	6,50 ± 0,10 <sup>c</sup>	6,70 ± 0,00 <sup>b</sup>	6,77 ± 0,04 <sup>a</sup>	6,81 ± 0,03 <sup>a</sup>	6,71 ± 0,03 <sup>b</sup>
Atividade de água	0,98 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,99 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,99 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,99 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,99 ± 0,01 <sup>a</sup>
Dureza (N)	64,51 ± 2,29 <sup>b</sup>	65,46 ± 1,50 <sup>b</sup>	66,04 ± 2,48 <sup>b</sup>	67,57 ± 1,01 <sup>a</sup>	68,90 ± 0,96 <sup>a</sup>
Coesividade	0,66 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,64 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,62 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,57 ± 0,03 <sup>c</sup>	0,56 ± 0,01 <sup>c</sup>
Elasticidade (mm)	3,91 ± 0,13 <sup>e</sup>	4,12 ± 0,14 <sup>d</sup>	4,27 ± 0,16 <sup>c</sup>	5,30 ± 0,15 <sup>b</sup>	5,48 ± 0,15 <sup>a</sup>
Gomosidade (N)	42,85 ± 1,97 <sup>a</sup>	42,04 ± 1,78 <sup>a</sup>	41,26 ± 2,17 <sup>a</sup>	38,57 ± 1,92 <sup>b</sup>	38,48 ± 1,47 <sup>b</sup>
Mastigabilidade (mJ)	167,60 ± 7,66 <sup>b</sup>	173,16 ± 11,00 <sup>b</sup>	176,29 ± 10,49 <sup>b</sup>	204,49 ± 10,23 <sup>a</sup>	211,18 ± 11,66 <sup>a</sup>
Rendimento (%)	69,48 ± 1,18 <sup>e</sup>	76,87 ± 1,04 <sup>d</sup>	79,05 ± 0,98 <sup>c</sup>	80,50 ± 0,95 <sup>b</sup>	84,95 ± 0,71 <sup>a</sup>
RD <sup>1</sup> (%)	10,42 ± 0,47 <sup>a</sup>	9,82 ± 0,47 <sup>b</sup>	8,45 ± 0,30 <sup>c</sup>	8,39 ± 0,30 <sup>c</sup>	7,82 ± 0,47 <sup>d</sup>
RE <sup>2</sup> (%)	17,31 ± 0,60 <sup>a</sup>	14,84 ± 0,41 <sup>b</sup>	12,98 ± 0,38 <sup>c</sup>	12,02 ± 0,24 <sup>d</sup>	10,01 ± 0,29 <sup>e</sup>

<sup>1</sup> = Redução do diâmetro; <sup>2</sup> = Redução da espessura.

Controle = apenas gordura suína; T1 = 12,50%; T2 = 25,00%; T3 = 37,50%; e 50,00% de substituição da gordura suína por farinha de chia.

Os valores são médias ± desvio-padrão de análises realizadas em triplicata. Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott (p>0,05).

Tabela 4 - Médias e desvios-padrão da análise microbiológica em *fishburgers* com diferentes níveis de substituição da gordura suína por farinha de chia.

Parâmetro	Formulação					Referência*
	Controle	T1	T2	T3	T4	
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	10 <sup>3</sup>
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella</i> sp. (em 25 g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

\*BRASIL (2001).

Controle = apenas gordura suína; T1 = 12,50%; T2 = 25,00%; T3 = 37,50%; e 50,00% de substituição da gordura suína por farinha de chia.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os coprodutos da chia apresentaram-se como potenciais substitutos de parte da gordura suína em formulações de *fishburgers* de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

A utilização do gel e da farinha de chia melhorou significativamente o perfil nutricional das formulações, com destaque para o incremento do teor de fibra, acompanhado de redução do percentual lipídico e do valor calórico total das amostras avaliadas.

O gel de chia não causou prejuízos no rendimento e nos principais parâmetros de textura avaliados, houve inclusive menor variação física dos *fishburgers*, observada por menores retrações tanto da espessura quanto do diâmetro quando o gel foi incluído. No entanto, a presença desse ingrediente modificou a coloração das amostras, tornando-as mais escuras; mesmo quando submetidas ao processo de cocção, houve diferença em relação ao tratamento controle.

A farinha de chia, por sua vez, contribuiu, de forma significativa, para a manutenção da forma física dos *fishburgers* assados. Foi observada menor variação, tanto no diâmetro quanto na espessura das formulações com inclusão da farinha de chia. No tratamento com 50% de substituição da gordura pela farinha (T4), a redução no encolhimento e na espessura chegou a 25% e a 42%, respectivamente, em relação ao tratamento controle. Houve melhora significativa no rendimento dos *fishburgers*, indicando que a utilização da farinha de chia reduz perdas durante o processo de cocção. No entanto, as alterações observadas na cor e no perfil de textura reforçam a necessidade da realização de estudos adicionais a fim de avaliar a aceitação sensorial de *fishburgers* elaborados com carne de tilápia.