



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

CINTIA LURDES DA SILVA PIRES

**APLICAÇÃO DE EXTRATOS DA CASCA DE GUABIROBA (*Campomanesia*
xanthocarpa) COMO AGENTE ANTIOXIDANTE EM PATÊS DE TILÁPIA**

LARANJEIRAS DO SUL

2020

CINTIA LURDES DA SILVA PIRES

APLICAÇÃO DE EXTRATOS DA CASCA DE GUABIROBA (*Campomanesia xanthocarpa*) COMO AGENTE ANTIOXIDANTE EM PATÊS DE TILÁPIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, como requisito para obtenção do título de Mestre, sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Eduarda Molardi Bainy e coorientação do Prof^o. Dr. Luciano Tormen.

**LARANJEIRAS DO SUL
2020**

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Pires, Cintia Lurdes da Silva
APLICAÇÃO DE EXTRATOS DA CASCA DE GUABIROBA
(Campomanesia xanthocarpa) COMO AGENTE ANTIOXIDANTE EM
PATÊS DE TILÁPIA / Cintia Lurdes da Silva Pires. --
2021.
62 f.

Orientadora: Doutora Eduarda Molardi Bainy
Co-orientador: Doutor Luciano Tormen
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, Laranjeiras do Sul, PR, 2021.

1. Fruta nativa, antioxidante, compostos bioativos,
resíduos, pescado. I. Bainy, Eduarda Molardi, orient.
II. Tormen, Luciano, co-orient. III. Universidade
Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

CINTIA LURDES DA SILVA PIRES

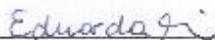
**APLICAÇÃO DE EXTRATOS DA CASCA DE GUABIROBA (*Campomanesia xanthocarpa*)
COMO AGENTE ANTIOXIDANTE EM PATÊS DE TILÁPIA**

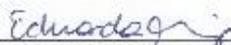
Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação *Stricto sensu*, da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

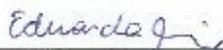
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

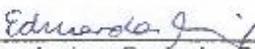
11/12/2020

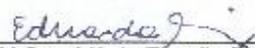
BANCA EXAMINADORA¹


Prof.^a Dra. Eduarda Molardi Bainy (UFFS – presidente/orientadora)


Prof. Dr. Luciano Tormen (UFFS – coordenador)


Prof.^a Dra. Michele Cristiane Mesomo Bombardelli (UNICENTRO – 1º membro)


Prof.^a Dra. Larissa Canhadas Bertan (UFFS – 2º membro)


Prof.^a Dra. Vânia Zanella Pinto (UFFS – suplente)

¹Em função da Pandemia do Coronavírus e as medidas de afastamento tomadas pela UFFS, esta Folha de Aprovação foi assinada pelo Presidente da Banca, como representante dos demais membros”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus por me proporcionar saúde e disposição para concluir o mestrado.

Aos meus pais, irmãs e meu marido por todo apoio e ajuda em diversos momentos durante a realização do mestrado.

À professora Eduarda Molardi Bainy por toda dedicação, atenção, orientação, incentivo e amizade.

Ao professor Luciano, pela ajuda na coleta dos frutos, na realização das análises, orientação e ensinamentos.

À Marina Silva pela ajuda na obtenção dos extratos, à Larissa Alves no desenvolvimento do produto, à Tayla Matsuo pela colaboração na realização das análises.

Aos professores que fazem parte do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos.

Aos membros componentes da banca examinadora, pela avaliação do trabalho, orientação, sugestões e contribuições.

À Tilapia Brazilian Indústria e Comércio de Peixes pela doação de carne mecanicamente separada.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq – Brasil pelo apoio financeiro.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram na realização desse trabalho.

Muito Obrigada!

APLICAÇÃO DE EXTRATOS DA CASCA DE GUABIROBA (*Campomanesia xanthocarpa*) COMO AGENTE ANTIOXIDANTE EM PATÊS DE TILÁPIA

Resumo

A guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) é uma fruta nativa do Brasil rica em compostos fenólicos, vitamina C, e possui atividade antioxidante, no entanto ainda é pouco aproveitada. Os produtos de peixe são susceptíveis à oxidação lipídica devido às características da matéria-prima, assim, o uso de ingredientes naturais é uma alternativa para diminuir tal problema. O objetivo deste trabalho foi caracterizar e aplicar extratos de casca de guabiroba como agente antioxidante em patês de tilápia. Os extratos de casca de guabiroba obtidos por decocção (ED) e hidroalcolico (EH) foram caracterizados pelas análises de sequestro do radical DPPH, capacidade de redução do íon férrico, compostos fenólicos totais, vitamina C, acidez titulável e identificação de compostos por cromatografia (CG-EM e HPLC). Quatro formulações de patês de tilápia foram elaboradas, sendo: controle (sem adição de extrato e aditivo) (C), com adição do extrato obtido por decocção (D), com adição do extrato hidroalcolico (H) e com adição do aditivo sintético BHT (BHT). Nos patês elaborados foram avaliados o pH, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), cor instrumental, análise microbiológica e análise sensorial, durante o armazenamento refrigerado por 90 dias. Os extratos apresentaram elevados teores de vitamina C, compostos fenólicos e boa capacidade antioxidante pelos métodos usados. Os extratos foram capazes de reduzir a oxidação lipídica nos patês durante o armazenamento refrigerado, em comparação às formulações C e BHT. O pH manteve-se na neutralidade e dentro dos limites aceitáveis para produtos de peixe. Para a acidez titulável não ocorreu diferença entre os tempos inicial e final para as quatro formulações. Em relação à cor, os parâmetros L* e Croma apresentaram diferença somente entre as formulações, mas não durante os tempos de armazenamento. Para o ângulo Hue, o patê com extrato obtido por decocção apresentou o menor valor. Os produtos mantiveram a qualidade microbiológica no final do estudo, segundo critérios estabelecidos pela legislação brasileira. Os patês com adição dos extratos apresentaram as menores médias na análise sensorial, porém os atributos sensoriais mantiveram-se com qualidade boa no tempo inicial e final do estudo, de acordo com a escala utilizada. Assim, os extratos da casca de guabiroba possuem potencial para serem utilizados em patês de tilápia como agente antioxidante e uma alternativa para os antioxidantes sintéticos empregados em produtos de pescado.

Palavras-chave: Fruta nativa, antioxidante, compostos bioativos, resíduos, pescado.

EXTRACTS OF BARK GUABIROBA APPLICATION (*Campomanesia xanthocarpa*) AS ANTIOXIDANT AGENT TILAPIA PATES

Abstract

Guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) is a fruit native to Brazil rich in phenolic compounds, vitamin C, and has antioxidant activity, however it is still little used. Fish products are susceptible to lipid oxidation due to the characteristics of the raw material, so the use of natural ingredients is an alternative to reduce this issue. The objective of this work was to characterize and apply extracts of guabiroba bark as an antioxidant agent in tilapia pâtés. The extracts of guabiroba bark obtained by decoction (ED) and hydroalcoholic (EH) were characterized by the analysis of sequestration of the DPPH radical, ability to reduce ferric ion, total phenolic compounds, vitamin C, titratable acidity and identification of compounds by chromatography (GC-MS and HPLC). Four formulations of tilapia pâtés were elaborated, being: control (without addition of extract and additive) (C), with addition of the extract obtained by decoction (D), with addition of hydroalcoholic extract (H) and with addition of the synthetic additive BHT (BHT). pH, substances reactive to thiobarbituric acid (TBARS), instrumental color, microbiological analysis and sensory analysis were evaluated during the refrigerated storage of the pâtés for 90 days. The extracts showed high levels of vitamin C, phenolic compounds and good antioxidant capacity by the methods used. The extracts were able to reduce lipid oxidation in the pâtés during refrigerated storage, compared to C and BHT formulations. pH remained neutral and within acceptable limits for fish products. For the titratable acidity, there was no difference between the initial and final times for the four formulations. Regarding color, the parameters L* and Croma showed differences only between formulations, but not during storage times. For the Hue angle, the pate with extract obtained by decoction showed the lowest value. The products maintained their microbiological quality at the end of the study, according to criteria established by Brazilian legislation. The pâtés with added extracts showed the lowest averages in the sensory analysis, but the sensory attributes remained with good quality at the beginning and at the end of the study, according to the scale used. Thus, guabiroba bark extracts have the potential to be used in tilapia pâtés as an antioxidant and an alternative to synthetic antioxidants used in fish products.

Keywords: Native fruit, antioxidant, bioactive compounds, waste, fish.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	14
2.1 GERAL	14
2.2 ESPECÍFICOS	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 TILÁPIA	15
3.2 GUABIROBA	16
3.3 ADITIVOS ALIMENTARES	17
3.4 ESTUDOS SOBRE A APLICAÇÃO DE EXTRATOS NATURAIS EM PRODUTOS DE PESCADO	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1 MATERIAIS	21
4.2 MÉTODOS	21
4.2.1 Preparo do Extrato	21
4.2.2 Caracterização dos Extratos	22
4.2.2.1 Análise por Cromatografia Gasosa (CG-Ms)	22
4.2.2.3 Compostos Fenólicos	23
4.2.2.4 Determinação da Atividade Antioxidante (AA) pela Capacidade De Sequestro Do Radical DPPH e de Redução Do Íon Férrico (FRAP)	23
4.2.2.5 Vitamina C	24
4.2.2.6 Acidez Titulável	24
4.2.3 Elaboração do patê de tilápia	25
4.2.4.2.1. Perfil dos Ácidos Graxos	27
4.2.4.2.2. Cor Instrumental	27
4.2.4.2.3 pH	27
4.2.4.2.5. Determinação da oxidação lipídica através de Substâncias Rreativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)	28
4.2.4.2.7 Análise sensorial	29
4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS EXTRATOS	30
5.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS PATÊS DE TILÁPIA	35

5.3	PERFIL DOS ÁCIDOS GRAXOS NAS AMOSTRAS DE PATÊ	36
5.4	AVALIAÇÃO DOS PATÊS DE TILÁPIA DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO	39
5.4	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	45
5.5	ANÁLISE SENSORIAL DOS PATÊS DE TILÁPIA	46
6.	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

O consumo de peixe está associado a menor incidência de doenças cardiovasculares, bem como, desempenha um papel importante na nutrição humana, fornecendo, pelo menos, 20% da ingestão de proteínas para um terço da população mundial (MOHANTY et al., 2018). Dentre os peixes, a tilápia está entre as espécies de peixes mais utilizadas na aquicultura em países de clima tropical e subtropical (MEDRI; MEDRI; FILHO, 2009). Além disso, tem grande aceitação no mercado consumidor, em virtude da qualidade de sua carne branca, do sabor delicado, da excelente textura e da ausência de espinhas em forma de “Y”, que facilita a filetagem (KUBITZA, 2011). De acordo com levantamentos da Associação Brasileira de Piscicultura, a produção brasileira de tilápia em 2019 foi de 758 toneladas, colocando o Brasil como quarto maior produtor mundial de tilápia, espécie que representa 57% da produção do país (PEIXE BR, 2020). O consumo mundial de pescado chegou a 20,5 kg per capita/ano em 2018, segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2020).

Grande parte da produção de tilápia é direcionada ao processamento industrial, principalmente na forma de filés congelados (KIRSCHNIK et al., 2013). No entanto, o processamento deste peixe para a produção de filés gera grande quantidade de resíduos que varia de 65 a 70% do volume total processado, dos quais, partes das carcaças e aparas podem ser utilizadas para produção da carne mecanicamente separada (CMS) (DALLABONA et al., 2013; MARENGONI et al., 2009). A CMS é a polpa do peixe separada da pele e ossos em máquina desossadora (GONÇALVES, 2011) e pode ser utilizada em diversos tipos de produtos, tais como o patê.

O patê é um produto cozido, com propriedades sensoriais bastante apreciadas pelos consumidores. A produção de patê com CMS de peixe pode ser uma alternativa de processamento para esta matéria-prima, a qual agrega valor e reduz a quantidade de resíduos de abatedouros de tilápia visando a sustentabilidade. Quando se fala em sustentabilidade, padrões de consumo e de produção responsáveis é um dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e faz parte da agenda 2030 para desenvolvimento sustentável promovido pelas Nações Unidas (ONU, 2015). Esse ODS visa reduzir pela metade o desperdício de alimentos per capita mundial, nos níveis de varejo e do consumidor, e reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento. Adicionalmente, o uso de CMS de tilápia como matéria-prima diversifica a variedade de produtos, oferecendo ao consumidor um produto de fonte de proteína com menos gordura saturada (MINOZZO; WASZCZYNSKYJ;

BOSCOLO, 2008).

O peixe é um dos alimentos mais susceptíveis à deterioração, sendo comum a oxidação lipídica e a deterioração microbiana (MURHEKAR et al., 2017; VALRELTZIS et al., 1997). Isto ocorre devido a sua composição de ácidos graxos insaturados de cadeia longa, e por conter nutrientes essenciais para o crescimento de microrganismos (RUIZ-CAPILLAS; JIMENEZ-COLMENERO, 2008). No intuito de preservar as características desejáveis a indústria alimentícia utiliza aditivos sintéticos para manter a qualidade dos produtos e evitar a deterioração (CORONADO et al., 2002; TAI; CHEN; CHEN, 2000).

Embora sejam amplamente utilizados, antioxidantes sintéticos podem ter efeitos nocivos à saúde, conforme indicam alguns estudos (SHAHIDI; ZHONG, 2010). Em virtude disso, a crescente demanda por produtos saudáveis, desperta o interesse na utilização de ingredientes naturais, como extratos de plantas. Assim produtos naturais, como especiarias, extratos e plantas nativas, estão sendo investigados pela capacidade antioxidante (AFONSO; SANT'ANA, 2007; SOCRIER et al., 2018). Estudos realizados com diversas partes das frutas, têm demonstrado a riqueza de compostos com propriedades antioxidantes presentes em suas cascas, sementes, polpas e folhas, que eventualmente não são utilizados.

A atividade antioxidante está relacionada à capacidade de um composto bioativo em manter a estrutura e função das células, removendo os radicais livres, inibindo as reações de peroxidação lipídica e prevenindo outros danos oxidativos (BRAVO, 1998). Extratos naturais de plantas e frutos são ricos em compostos fenólicos e fornecem uma boa alternativa em relação ao uso de aditivos sintéticos, além de proporcionar efeitos desejáveis à saúde (SHAH; BOSCO; MIR, 2014).

No Brasil existe abundância de frutos nativos, muitos dos quais não são aproveitados. Esses frutos poderiam ser utilizados como matéria-prima para o enriquecimento de produtos alimentícios, atendendo a demanda do mercado consumidor, o qual busca alternativas de produtos alimentícios tradicionais, mas com o diferencial de ser um produto que proporcione benefícios à saúde (SANTOS et al., 2012a).

A guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) é uma planta nativa do Brasil com grande potencial econômico, seja como alimento *in natura* ou na preparação de produtos alimentícios, com o intuito de agregar nutrientes e compostos bioativos. Além disso, estes frutos tem se destacado, não só devido ao seu potencial tecnológico e aplicações farmacológicas, mas devido ao fato dos extratos apresentarem um alto potencial antioxidante (CAPELETTO et al., 2016), no entanto, ainda não é explorada comercialmente. A guabiroba se destaca em relação ao elevado teor de vitamina C, em comparação com outras frutas reconhecidas como fontes

tradicionais e expressivo potencial antioxidante, além de compostos fenólicos (MORZELLE et al., 2015; SILVA; FONSECA, 2016).

Existem diversos métodos de extração com emprego de diferentes solventes, condições de processo e equipamentos para obtenção de extratos com composições químicas distintas. Para emprego em alimentos é interessante o uso de solventes não tóxicos, como água e mistura de água e etanol, conhecido por decoção e hidroalcoólico, respectivamente.

Extratos hidroalcoólicos obtidos da semente e casca da guabiroba demonstraram atividade antioxidante considerável pelo método DPPH, bem como teores de compostos fenólicos e flavonóides (FERNANDES et al., 2015). Extratos da fruta guabiroba destacaram-se pela maior quantidade de fenólicos totais e maior atividade antioxidante para os ensaios realizados (MALTA et al., 2013). Esses estudos sugerem o potencial antioxidante dos extratos da guabiroba para aplicação em produtos alimentícios.

Os extratos de folhas e polpa de guabiroba obtidos com etanol 70% apresentaram alta concentração de flavonoides (DALASTRA et al., 2019). Estudo anterior utilizando extração supercrítica de CO₂ dos frutos da *C. xanthocarpa* encontrou boa atividade antioxidante e teores de compostos fenólicos (CZAIKOSKI et al., 2015). O extrato etanólico da semente de guabiroba também apresentou elevado potencial antioxidante pelo método DPPH, bem como pela quantidade de compostos fenólicos totais (SANTOS et al., 2012a).

O extrato hidroalcoólico da polpa de guabiroba apresentou elevada capacidade antioxidante quando comparado ao extrato etéreo (SANTOS et al., 2012b). Esta fruta pode ser considerada uma fruta nativa com características funcionais e grande potencial de utilização pela indústria alimentar. Apesar de haver estudos demonstrando o potencial dos compostos presentes nas frutas nativas, ainda há poucos estudos com a aplicação dos extratos provenientes dessas frutas como antioxidantes naturais para aplicação em alimentos (PEREIRA et al., 2018).

Para o aproveitamento integral dos frutos, os resíduos provenientes das frutas, constituem-se como um produto nutritivo que pode ser aproveitado para o enriquecimento de produtos alimentícios, e assim evitando o descarte desta parte importante do fruto. Estudos demonstram que os resíduos da guabiroba possuem elevado teor de fenólicos em relação a polpa do fruto, bem como a atividade antioxidante do resíduo da guabiroba demonstrou-se superior em relação a polpa do fruto (ALVES et al., 2013). Assim, há uma indicação importância dos compostos fenólicos como um dos fatores determinantes da atividade antioxidante da guabiroba (PEREIRA et al., 2012).

Estudo que caracterizaram o potencial antioxidante de frutas brasileiras da família da Myrtaceae, demonstrou que a guabiroba apresentou teores superiores de compostos fenólicos

em comparação as outras frutas analisadas no estudo, além disso, a atividade antioxidante realizada pelo método ABTS, se destacou por apresentar potencial antioxidante 1,5 e 2 vezes maior que a da uvaia e da goiaba amarela, respectivamente (PEREIRA et al., 2012).

Em estudo recente, a casca da guabiroba adicionada em hambúrguer de tilápia diminuiu a oxidação lipídica e o produto apresentou boa aceitação sensorial (CRISTOFEL et al., 2020). Assim, pode-se considerar que a adição de extratos de casca de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) em patês de tilápia pode ser uma alternativa para aproveitar as propriedades antioxidantes desse fruto, e com isso substituir o uso de aditivos sintéticos nesse produto.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo geral do presente trabalho foi caracterizar e avaliar o efeito da adição de extratos da casca da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) como agente antioxidante em patês à base de CMS de tilápia.

2.2 ESPECÍFICOS

- Obter e caracterizar extratos da casca da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) obtidos por decocção (ED) e por extração hidroalcóolica (EH), por análises químicas;
- Elaborar quatro formulações de patê de tilápia: Controle (C - sem extratos e aditivos), com aditivo sintético (BHT), com adição de extrato obtido por decocção (D), e com adição de extrato obtido por extração hidroalcóolica a 70% (H), de casca de guabiroba;
- Determinar a composição centesimal dos patês de tilápia;
- Avaliar os patês de tilápia quanto ao: pH, acidez titulável, TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) e cor instrumental, durante o armazenamento refrigerado nos tempos 1, 15, 30, 60 e 90 dias;
- Avaliar alterações durante o armazenamento realizando análises microbiológicas e sensorial com painel semi-treinado.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 TILÁPIA

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) ou tilápia nilótica recebe esse nome por ser originária da bacia do Nilo, este vem se tornando um dos principais peixes para a piscicultura em todo o mundo (VILA NOVA; GODOY; ALDRIGUE, 2005). Esta espécie está adaptada às condições de clima e práticas criatórias mais utilizadas no Brasil, e em virtude disso, seu cultivo está crescendo rapidamente, em função da sua rusticidade (MACIEL et al., 2012).

A tilápia do Nilo foi inserida no Brasil em 1971, na região Nordeste, e difundiu-se para as demais regiões do país (MACIEL et al., 2012). O processamento industrial da tilápia no Brasil iniciou-se na década de 90, no Oeste do Paraná, priorizando apenas uma forma de beneficiamento, ou seja, filés de tilápia congelados (SCHULTER; FILHO, 2017).

A produção mundial de tilápia em 2017 atingiu aproximadamente 6,5 milhões de toneladas (FAO, 2018). No Brasil, em 2019, foram 758.006 toneladas de peixe produzidas no país (PEIXE BR, 2020). O aumento da produção de tilápia ao longo dos anos deve-se as características de criação da espécie e sua adaptação para o clima do país. Além do teor nutricional, pois fornece aminoácidos essenciais, gorduras insaturadas, vitaminas e minerais, tornando-o atraente para os consumidores que estão cada vez mais preocupados em manter uma alimentação saudável e equilibrada (RIBEIRO et al., 2014).

O consumo de pescado no Brasil é de 9,5 kg de peixes por ano, ainda está abaixo do preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que é 12 kg, por habitante (PEIXE BR, 2018). Destaca-se em relação a outros alimentos de origem animal, devido ao seu teor elevado de vitaminas lipossolúveis A e D, minerais cálcio, fósforo, ferro, cobre, selênio, e composição lipídica com elevada proporção de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (SARTORI; AMANCIO, 2012). O valor nutricional de sua carne é comprovado pela sua composição química, com proteína entre 15,0 e 20,0% e baixo teor de gordura (1,0 a 4,0%) (GARDUÑO-LUGO et al., 2003; OETTERER; GALLO; BISCALCHIN-GRYSCHKEK, 2008).

A obtenção da CMS destaca-se como um processo atraente pela possibilidade de maior recuperação de carne em relação à obtida pelos métodos tradicionais de filetagem diminuindo o custo de produção e a quantidade de resíduo gerado (KIRSCHNIK et al., 2007). A produção de CMS permite a elaboração de produtos nutritivos, que são transformados em produtos mais simples, que atendam à necessidade de demanda por proteína de origem animal de boa qualidade (KUHN; SOARES, 2002). Além disso, essa tecnologia permite maior recuperação da carne em comparação a métodos de processamentos convencionais (GONÇALVES, 2011).

A industrialização da tilápia agrega valor ao pescado, viabiliza a utilização de subprodutos de processamento do peixe para o desenvolvimento de novos produtos, que estimulam o aumento do consumo de pescado, com boa aceitação do consumidor e padrões de qualidade adequados (FREITAS et al., 2012). Novos produtos foram lançados no mercado, especialmente aqueles que incluem peixe, devido à vantagens apresentadas por esses produtos (ECHARTE et al., 2004). Alguns estudos já realizaram o desenvolvimento de produtos à base de CMS, como *fishburger* (BAINY et al., 2015), quenelle (ANGELINI et al., 2013), salsicha (BESSA et al., 2016) croquete (BORDIGNON et al., 2010), biscoito (NEIVA et al., 2012), almôndegas (LUSTOSA-NETO et al., 2016).

Devido a mudança no estilo de vida da população, principalmente em relação ao hábito alimentar, os consumidores apresentam-se mais seletivos, optando por alimentos com teores reduzidos de gordura, e com adição de ingredientes funcionais, sendo produtos práticos, mas com apelo à saúde. Dessa maneira, as indústrias procuram inovação e/ou desenvolvimento de alimentos com características especiais, que sejam saudáveis, para atender e surpreender o consumidor (HAUTRIVE et al., 2009).

3.2 GUABIROBA

A guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* Berg) é uma árvore frutífera pertencente à família *Myrtaceae*, pertencente a uma das 3.600 espécies distribuídas em mais de 100 gêneros que compõem esta família botânica. A planta é popularmente conhecida como a gabioba, cuja fruta é a gabioba, guabiroba, guavirova guabiroba-miúda e guabirobeira-do-mato (MARKMAN; BACCHI; KATO, 2004; VALLILO et al., 2008; LORENZI, 2002). Pode ser encontrada naturalmente na Argentina, Paraguai e Uruguai, com ampla distribuição natural na região Sul do Brasil (BIAVATTI et al., 2004).

A planta produz frutos de formato redondo, de cor verde quando jovens, amarelados quando maduros, às vezes alaranjados, com sabor adocicado e uma leve acidez, que são apreciados pela fauna e pelo homem nas áreas onde ocorrem. O fruto é composto de 16% de sementes. A casca é muito fina e compõe 17% da fruta, enquanto a polpa compõe aproximadamente 60% da massa total de frutos. A fruta também tem um cálice persistente ocupando, em média, 7% do fruto inteiro (SANTOS et al., 2013). O resíduo da guabiroba possui teores de lipídios, proteínas e cinzas superiores aos valores encontrados na polpa do fruto, bem como o teor de fibra alimentar no resíduo é três vezes maior que o teor observado na polpa. Além de possuir maior conteúdo de compostos fenólicos e atividade antioxidante em relação à polpa (ALVES et al., 2013).

De uma perspectiva nutricional, a guabiroba pode ser considerada uma boa fonte de vitamina C (383,33 mg/100g), pois possui valores superiores aos normalmente encontrados nas frutas tradicionalmente consumidas, pois o consumo de duas frutas (25,04 g) satisfaz a recomendação diária de (RDI, 45 mg) de um adulto (MORZELLE et al., 2015; SANTOS et al., 2012b). A semente de guabiroba também apresenta níveis significativos de compostos bioativos, ácidos graxos com alto grau de insaturação, indicando que a semente possui alta atividade antioxidante, rica em ácido oleico e ácido linoleico (SANTOS et al., 2012a).

Estudo anteriores com extratos dos frutos da *C. xanthocarpa* verificaram boa atividade antioxidante e elevados teores de compostos fenólicos (CZAIKOSKI et al., 2015; SANTOS et al., 2012a) Os compostos fenólicos são onipresentes nos alimentos vegetais e têm sido associados com as qualidades sensoriais e nutricionais de alimentos frescos e alimentos vegetais processados (MALTA et al., 2012).

Frutos da *Campomanesia xanthocarpa* foram analisados utilizando extração supercrítica de CO₂ quanto atividade antioxidante. Os extratos obtidos foram eficazes com elevada atividade antioxidante determinados pelo método do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) e pelo método de redução do fosfomolibdênio (CZAIKOSKI et al., 2015).

Os compostos presentes nesse fruto estão associados à vários benefícios para a saúde humana, bem como, representa uma opção de aroma e sabor para o mercado consumidor contribuindo, também, para a utilização deste recurso natural (LIMA et al., 2016; SANTOS et al., 2013).

Em estudo que visava o uso da guabiroba como matéria-prima para a indústria alimentícia, encontrou efeito positivo e significativo entre capacidade antioxidante e conteúdo de compostos bioativos (SANTOS et al., 2012b). No entanto, pouca informação está disponível em relação a aplicação de extratos desses frutos para uso como conservantes naturais e antioxidantes pela indústria alimentícia (PEREIRA et al., 2018).

3.3 ADITIVOS ALIMENTARES

Carnes e produtos à base de carne são susceptíveis à deterioração, devido à sua rica composição nutricional (DEVATKAL; NARSAIAH; BORAH, 2010). A composição de ácidos graxos é um dos mais importantes parâmetros, visto que são o principal substrato para o desenvolvimento da oxidação lipídica. Contudo, o conteúdo de outros compostos pró-oxidantes, como heme-proteínas, metais, enzimas pró-oxidantes ou compostos antioxidantes, como vitaminas, enzimas antioxidantes ou peptídeos, são determinantes no desenvolvimento de processos oxidativos (DOMÍNGUEZ et al., 2019).

A oxidação lipídica é um processo complexo no qual ocorre a perda de um radical de hidrogênio a partir de um ácido graxo insaturado, produzindo um radical livre que reage com o oxigênio formando um radical peróxido, seguida de uma série de reações, onde outros compostos instáveis se formam e também afetam a qualidade dos produtos cárneos e dando origem a um sabor desagradável (sabor e odor) (AMARAL; SILVA; LANNES, 2018; KUMAR et al., 2015).

Aditivos sintéticos são adicionados aos produtos de carne para prolongar o tempo de prateleira, evitar o crescimento de microrganismos e a oxidação lipídica (RUIZ-CAPILLAS; JIMENEZ-COLMENERO, 2008). A oxidação lipídica é responsável pelo desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis tornando os alimentos impróprios para consumo. Tais alterações, ocasionam alterações que irão afetar não só a qualidade nutricional, devido à degradação de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais, mas também a integridade e segurança dos alimentos, através da formação de compostos potencialmente tóxicos (SILVA, BORGES, FERREIRA, 2015; RAMALHO; JORGE, 2006).

Para evitar a oxidação lipídica, prevenir a deterioração e melhorar o prazo de validade dos produtos, os aditivos sintéticos são usados na indústria de alimentos, especialmente em alimentos contendo óleos e gorduras. No entanto, possuem ações controversas, devido aos seus potenciais efeitos adversos sobre a saúde do consumidor. Assim, o uso de aditivos naturais, tais como tocoferóis, ácido ascórbico e extratos de plantas, são menos preocupantes em termos de segurança ao consumidor (SHAHIDI; ZHONG, 2010).

O uso de aditivos em produtos alimentícios é controlado por leis reguladoras (KARRE; LOPEZ; GETTY, 2013) de cada país. No Brasil a Resolução N° 329, de 19 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019a), estabelece os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em pescado e produtos de pescado, baseada nas recomendações internacionais do padrão geral de aditivos alimentares do *Codex alimentarius* (CODEX ALIMENTARIUS, 2019).

Antioxidantes sintéticos, como o hidroxianisol butilado (BHA), hidroxitolueno butilado (BHT), ácido ascórbico e eritorbato de sódio têm sido comumente utilizados como antioxidantes em produtos cárneos e de pescado. O nitrito de sódio é utilizado para evitar o crescimento de microrganismos, sendo o único aditivo alimentar a inibir a toxina botulínica. (CAMMACK et al., 1999; CAROCHO; MORALES; FERREIRA, 2015).

O controle e a regulação do uso de conservantes em produtos cárneos é crucial para garantir a segurança do consumidor (RUIZ-CAPILLAS; JIMENEZ-COLMENERO, 2008). A

legislação brasileira regulamenta o limite máximo para utilização do BHT em produtos de peixe pescado é de 0,01 g /100 g (BRASIL, 2019a), e a legislação internacional *Codex Alimentarius Commission*, a concentração permitida é de 0,01 g/ 100 g para produtos cárneos e para produtos de pescado de 0,02 g /100 g (CODEX ALIMENTARIUS, 2019).

Em virtude dos malefícios observados nos antioxidantes sintéticos, muitos antioxidantes naturais tem sido estudados por apresentarem benefícios à saúde em relação a antioxidantes sintéticos e a aplicação desses compostos precisa ser explorada (KARRE; LOPEZ; GETTY, 2013). Assim a demanda por ingredientes naturais aumentou para substituir os aditivos tradicionais, devido à crescente preocupação entre os consumidores sobre aditivos sintéticos, e seus potenciais efeitos toxicológicos (THORAT, 2013).

3.4 ESTUDOS SOBRE A APLICAÇÃO DE EXTRATOS NATURAIS EM PRODUTOS DE PESCADO

Estudo analisou o uso do extrato de alecrim no pré-tratamento de salga de filé de tilápia, e no armazenamento congelado durante 240 dias (AFONSO; SANT'ANA, 2007). Neste trabalho o alecrim teve ótima ação antioxidante, especialmente quando seu extrato foi usado no pré-tratamento, antes do processo de salga.

Outro estudo verificou os efeitos do extrato de gengibre obtidos pela extração supercrítica de CO₂ em hambúrguer de tilápia durante o armazenamento refrigerado por 8 dias, e observaram que o extrato supercrítico foi eficaz no controle da oxidação lipídica, com potencial para substituir antioxidantes sintéticos (MATTJE et al., 2019).

A atividade antioxidante de diversos extratos vegetais de folhas verdes foram avaliadas por Kim; Cho; Han, 2013 na preservação de produtos cárneos e encontraram que a adição de extrato de fatsia (*Aralia elata Seem*) e chamnamul (*Pimpinella brachycarpa*), plantas verdes e comestíveis consumidas nas regiões do nordeste asiático, retardaram a oxidação lipídica durante o armazenamento refrigerado de hambúrguer de carne, apresentando potencial para utilização como conservantes naturais em produtos cárneos.

Diversos estudos utilizaram extratos vegetais em produtos cárneos e encontraram melhora da atividade antioxidante, como extratos da casca de tangerina e romã em pó (DEVATKAL; NARSAIAH; BORAH, 2010), extrato de chá verde e *Thymbra spicata* (tempero e chá no leste do Mediterrâneo) (BOZKURT, 2006), extrato de alecrim (NASSU et al., 2003), extrato de semente de lichia (HUANG et al., 2014).

O potencial tecnológico da guabiroba para uso como matéria-prima para a indústria alimentícia foi analisado, e neste estudo obtiveram resultados positivos devido a suas

características reológicas, funcionais, sensoriais e nutricionais (SANTOS et al., 2012b). No entanto, até o momento não foram encontrados estudos com a aplicação do extrato da casca de guabiroba em produtos cárneos.

Extratos vegetais de plantas são ricos em compostos fenólicos e fornecem uma boa alternativa ao antioxidante sintético e tem sido estudados em diferentes tipos de carnes e produtos cárneos. Os resultados são promissores em relação ao uso de extratos vegetais como antioxidantes em carnes, pois reduzem a oxidação lipídica e a degradação de pigmentos de carne. Assim, além de melhorar a qualidade sensorial e nutricional global destes produtos e, consequentemente, o seu tempo de armazenamento, assim são de muito interesse como alternativas para aditivos sintéticos para prevenir a oxidação e deterioração da qualidade nos sistemas alimentares, especialmente peixes e produtos de pesca (MAQSOOD; BENJAKUL; SHAHIDI, 2013; SHAH; BOSCO; MIR, 2014) .

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

A carne mecanicamente separada (CMS) das aparas do corte “V” de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi adquirida por doação de um frigorífico de tilápia (Tilapia Brazilian, Toledo, PR) localizado na região oeste do Paraná. Os frutos da guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) foram obtidos da área rural de Laranjeiras do Sul- Paraná nos meses de novembro e dezembro de 2018. Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Preparo do Extrato

Os frutos maduros e sem injúrias foram selecionados, sendo posteriormente higienizados e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 15 mL L⁻¹, por 15 min. Em seguida, os frutos foram imersos em água destilada durante 10 min para retirada do resíduo de hipoclorito de sódio, sendo então inseridos em embalagem plástica e congelados em freezer horizontal (-18 °C), até o momento de sua utilização.

Para o despulpamento, os frutos foram descongelados em refrigerador convencional (5 ± 1 °C) e posteriormente a polpa removida em despulpadeira previamente higienizada com peneira de 0,6 mm. A seguir, as cascas e sementes foram separadas de forma manual. Após a separação, a casca foi submetida a secagem em estufa de circulação de ar (AL 102-480, American Lab, Brasil) a 50 °C, por 24 h, sendo então triturada em processador de alimentos (Smart Power, Cuisinart, Brasil) e armazenada em embalagem de polietileno à vácuo e mantidas sob congelamento em ultrafreezer vertical (CL600-80, ColdLab, Brasil) à -80 °C até sua utilização.

O extrato obtido por extração hidroalcolica (EH) foi obtido com etanol 70% (v/v), de acordo com metodologia proposta por (FERNANDES et al., 2015) com modificações. Foram adicionados 10 g de casca seca e 100 mL de etanol 70% (v/v), a seguir submetidos a agitação magnética em temperatura ambiente, por 1 h e filtrado sob pressão reduzida. O resíduo resultante passou pelo processo de filtração sob pressão reduzida mais duas vezes. O solvente foi removido em evaporador rotativo (Quimis, modelo Q344M1, Brasil) até massa constante. O extrato seco foi armazenado à -18 °C em frascos envoltos com papel alumínio até seu uso.

A outra extração foi realizada pelo método de decocção, no qual 10 g de amostra foi adicionada em 1 L de água em ebulição por 5 minutos em chapa de aquecimento, posteriormente

o aquecimento foi desligado e aguardado por mais 5 minutos e a seguir filtrado sob pressão reduzida. O solvente foi removido em evaporador rotativo até massa constante e assim obter o extrato obtido por decocção (ED). O extrato seco foi armazenado à -18 °C em frascos envoltos com papel alumínio até seu uso.

4.2.2 Caracterização dos Extratos

4.2.2.1 Análise por Cromatografia Gasosa (CG-Ms)

Foram realizadas análises cromatográficas utilizando cromatógrafo a gás (GCMS-QP2010 Ultra, Shimadzu, Japão) equipado com coluna capilar de sílica fundida DB 5 ms (5% difenil, 95% dimetipolisiloxano) de 30 m com diâmetro interno de 0,25 mm e espessura de filme de 0,25 µm. Foi usado hélio como gás de arraste, numa velocidade linear de 43 cm s⁻¹. As condições instrumentais para análise dos extratos foram: Injetor no modo Split (1:5) com temperatura de 250 °C; interface em 250 °C; temperatura programada da coluna: temperatura inicial de 110 °C mantida por 2 min, aquecimento numa taxa de 10 °C min⁻¹ até 200 °C mantida por 10 min, aquecimento numa taxa de 5 °C min⁻¹ até 250 °C e mantida por 20 min. O espectrômetro de massa fez varreduras de 35 a 550 m/z. Os extratos foram dissolvidos em n-hexano e posteriormente realizado processo de esterificação de acordo com estabelecido pela IUPAC, (1987). Foram injetados 2 µL de cada amostra de maneira manual.

4.2.2.2 Análise por HPLC

O extrato decocção foi diluído em água, e o extrato hidroalcolico foi diluído em etanol, e ambos foram filtrados em filtro seringa de PTFE com porosidade de 0,22 µm e armazenado em vial. A análise foi realizada em cromatógrafo em fase líquida (UFLC, Shimadzu, Japão), equipado com detector por arranjo de diodos, usando coluna NST - C18 de 25 cm de comprimento, 4,6 mm de diâmetro e partículas com 5 µm de diâmetro numa temperatura de 40 °C. Usando o amostrador automático foram injetados na coluna 1 µL dos extratos mantendo a vazão da fase móvel em 1,2 mL min⁻¹. O gradiente da fase móvel (99,9% metanol, 0,1% ácido fórmico, fase móvel B; 99,9% água, 0,1% de ácido fórmico, fase móvel A) para a eluição dos fenóis foi conduzido de acordo com a Tabela 1. A identificação e quantificação dos fenóis foi realizada com soluções padrão de (+) catequina, (-) epicatequina, ácido cafeico, ácido vanílico, ácido p-cumárico, ácido trans iso-ferrúlico, (-) resveratrol e mirecetina adquiridos de Sigma-Aldrich, ácido gálico e quercitina adquiridos de Chem-Impex.

Tabela 1. Gradiente da fase móvel para eluição dos fenóis.

Etapa	Tempo (min)	Concentração fase móvel B (%)
1	0,01	14
2	16	55
3	16,01	100
4	17	100
5	17,01	14
6	20	14

4.2.2.3 Compostos Fenólicos

A determinação dos compostos fenólicos foi realizada baseando-se no método *Folin-Ciocalteu*, de acordo com Bucic-kojić et al., (2007), com modificações. Cerca de 30 mg do extrato foi dissolvida em água e posteriormente uma alíquota de 0,50 mL dessa solução foi transferida para um balão de 10 mL, protegido da luz (envoltos em papel alumínio), com 1,0 mL de água destilada, 2 mL de solução *Folin-Ciocalteu* a 10% (v/v) e, entre 30 segundos a 8 minutos, foram adicionados 1 mL de solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) a 7,5% (m/v). O volume foi completado com água destilada e a mistura homogeneizada. Os frascos foram mantidos em repouso, na ausência de luz por duas horas e posteriormente foi realizada a leitura em espectrofotômetro de UV-visível (Evolution 201, Thermo Scientific, China) a 765 nm, descontando o valor do branco de cada medida. Uma curva padrão foi realizada com ácido gálico (GAE) nas concentrações de 0; 2; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mg L⁻¹. Os resultados foram expressos em mg GAE kg⁻¹.

4.2.2.4 Determinação da Atividade Antioxidante (AA) pela Capacidade De Sequestro Do Radical DPPH e de Redução Do Íon Férrico (FRAP)

A determinação da capacidade de sequestro do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) foi fundamentada na metodologia apresentada por Rufino et al., 2007. Foram preparadas três diferentes diluições de cada extrato. Uma alíquota de 0,1 mL de cada diluição do extrato foi transferida para frasco de polipropileno junto a 3,9 mL de DPPH 60 µmol L⁻¹, este procedimento foi realizado em triplicata para cada uma das três diluições do extrato. Após o decorrido o tempo necessário para ocorrer a reação com o radical DPPH foi medida a

absorbância em espectrofotômetro de UV-visível (Evolution 201, Thermo Scientific, China) à 515 nm. Foi preparada uma curva padrão com Trolox nas mesmas condições das amostras de extrato, e medida a absorbância à 595 nm. A capacidade de sequestro do radical DPPH foi expressa em mmol de Trolox kg⁻¹ de extrato.

Para a determinação da capacidade de redução do íon férrico seguiu o método descrito por (RUFINO et al., 2006). Foram preparadas três diferentes diluições de cada extrato. De cada diluição do extrato foi transferido 0,1 mL para frasco de polipropileno junto com 0,2 mL de água destilada e 2,7 mL de solução FRAP (200 mL de tampão acetato 300 mmol L⁻¹, pH 3,6, 20 mL de solução 2,4,6-Tri-(2-Piridil)-1,3,5-Triazina (TPTZ) 10 mmol L⁻¹ em HCl 40 mmol L⁻¹ e 20 mL de FeCl₃.6H₂O 20 mmol L⁻¹), este procedimento foi realizado em triplicata para cada uma das três diluições do extrato. As soluções foram incubadas a 35 °C por 30 minutos na ausência de luz e posteriormente medida a absorbância em espectrofotômetro de UV-visível (Evolution 201, Thermo Scientific, China) à 595 nm. Foi preparada uma curva padrão com Trolox e medida a absorbância à 595 nm. A capacidade de redução do íon férrico foi expressa em mmol de Trolox kg⁻¹ de extrato.

4.2.2.5 Vitamina C

Para determinação de vitamina C, foi utilizado o método fundamentado na redução do 2,6-diclorofenolindofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico, sendo o ponto final a mudança da coloração da amostra titulada de incolor para rosa (KWIATKOWSKI, et al., 2010). Foi preparada uma solução de DCFI 1,8 mmol L⁻¹ dissolvido em água, com o auxílio de carbonato de sódio e etanol. Esta solução de DCFI foi padronizada com solução padrão de ácido ascórbico (AA). Para a análise das amostras foi medida aproximadamente 0,8 g de extrato em Erlenmeyer, adicionado de 20 mL de água destilada e 2 mL de solução de ácido clorídrico 1 mol L⁻¹ e titulado com solução de DCFI até cor rosa claro permanente. O teor de vitamina C foi expresso em g kg⁻¹ de amostra (g AA kg⁻¹ amostra).

4.2.2.6 Acidez Titulável

Para determinação da acidez total titulável, foi utilizada a metodologia descrita por Nollet (2004). Foram diluídas 2 g de cada amostra, em 40 mL de água, com o indicador fenolftaleína e titulado com solução padrão de hidróxido de sódio. A acidez total titulável foi expressa em mEq kg⁻¹ de amostra.

4.2.3 Elaboração do patê de tilápia

Os patês de tilápia foram elaborados com 64% (m/m) de carne mecanicamente separada (CMS) de aparas de filé, 1,6% (massa/massa total) de sal, 0,9% (massa/massa total) de condimentos, 1% (massa/massa total) de amido de milho, 14,5% (massa/massa total) de óleo de girassol, 18% (massa/massa total) de água, segundo metodologia descrita por Freitas et al., (2012) e Minozzo; Waszczynskyj; Boscolo, (2008) com modificações. Essa massa total foi dividida em quatro porções:

- Formulação Controle (C) sem adição de aditivos e extratos.
- Formulação com adição de aditivo sintético 0,01% (massa/massa total) de BHT (BHT).
- Formulação com adição de 1% (massa/massa total) de extrato obtido por extração hidroalcolica (H).
- Formulação com adição de 1% (massa/massa total) de extrato obtido por decocção (D).

As quatro formulações estão detalhadas na Tabela 2. As concentrações dos extratos nos patês de tilápia foram determinadas a partir de testes preliminares com o grupo de pesquisa, sendo estabelecida como a concentração máxima que não interferiu na aceitação sensorial dos produtos. A concentração do BHT baseou-se na legislação brasileira vigente e internacional (CODEX ALIMENTARIUS, 2019) que permite no máximo 0,01% de adição e estudos similares. Os patês foram produzidos em quatro bateladas independentes de 800 g cada.

Os ingredientes foram medidos em balança analítica. Metade da porção de CMS utilizada foi cozida por 1 min em forno micro-ondas. A homogeneização da CMS e ingredientes foi realizada em processador de alimentos por 3 min. A seguir, foram colocados aproximadamente 30 g de patê em embalagens de vidro com tampa, previamente esterilizadas em água fervente (100 °C por 30 min), e colocados em banho-maria por 30 min, a uma temperatura de 80 °C. Ao final dos trinta minutos de pasteurização foi aferida a temperatura no centro do alimento de uma amostra, para constatar se atingiu 75 °C. Em seguida os vidros de patês foram mantidos sob refrigeração a 3 ± 1 °C por até 90 dias.

O tempo de armazenamento dos patês foi extrapolado para 90 dias para a realização do estudo de vida útil dos produtos, haja visto que em patês pasteurizados e refrigerados produzidos na indústria alimentícia o tempo de prateleira é geralmente de 60 dias, com isso optou-se por verificar as alterações do produto até 90 dias de armazenamento sob refrigeração para avaliar os efeitos da adição dos extratos nos produtos.

Tabela 2: Formulações de patês de tilápia para controle (C), com aditivo sintético (BHT), e com adição dos extratos obtidos por extração hidroalcolica a 70% (H) e por decocção (D), da casca de guabiroba.

Ingredientes	C (%)	BHT (%)	H (%)	D (%)
CMS – V crua	32	32	32	32
CMS – V cozida	32	32	32	32
Sal	1,6	1,6	1,6	1,6
Pimenta do Reino	0,1	0,1	0,1	0,1
Cebola	0,5	0,5	0,5	0,5
Alho	0,3	0,3	0,3	0,3
Amido de milho	1	1	1	1
Água	18	18	18	18
Óleo de Girassol	14,5	14,5	14,5	14,5
H	-	-	1	-
D	-	-	-	1
BHT	-	0,01	-	-

4.2.4 Avaliação dos Patês

4.2.4.1 Composição Centesimal

A determinação da umidade foi realizada em estufa a 105 °C (método 012/IV), lipídios por extração com éter etílico em extrator Soxhlet (método 032/IV), proteínas pelo método de Kjeldahl (método 036/IV) e cinzas em incineração em mufla a 550 °C (método 018/IV), de acordo com o descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.2.4.2 Avaliação dos patês de tilápia durante o tempo de armazenamento

Os patês elaborados foram avaliados quanto ao pH, estabilidade oxidativa (TBARS), cor instrumental, acidez titulável e perfil de ácidos graxos nos tempos 1, 15, 30, 60 e 90 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C). Todas as análises foram realizadas em triplicata. Além disso, foi realizada análise microbiológica tempo final (90 dias), e sensorial no tempo inicial e final.

4.2.4.2.1. Perfil dos Ácidos Graxos

Os ácidos graxos nas amostras foram identificados utilizando cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massa (GCMS-QP2010 Ultra, marca SHIMADZU, Japão), equipado com coluna capilar de sílica fundida DB 5 ms (5% difenil, 95% dimetipolisiloxano) de 30 m com diâmetro interno de 0,25 mm e espessura de filme de 0,25 μm . Foi usado hélio como gás de arraste, numa velocidade linear de 43 cm s^{-1} . As condições de operação foram: injetor no modo Split (1:5) com temperatura de 280 °C; interface em 280 °C; temperatura programada da coluna: temperatura inicial 50 °C mantida por 1 min, aquecimento numa taxa de 15 °C min^{-1} até 175 °C, aquecimento numa taxa de 2 °C min^{-1} até 230 °C, aquecimento numa taxa de 3 °C min^{-1} até 260 °C, aquecimento numa taxa de 10 °C min^{-1} até 280 °C mantida por 5 min. O espectrômetro de massa foi ajustado para varredura de 35 a 500 m/z. Foram injetados 2 μL de cada amostra de maneira manual. Os ácidos graxos foram identificados através da comparação do perfil de fragmentação de cada composto e do índice de retenção dos ésteres metílicos de cada ácido graxo usando as bibliotecas NIST11 e NIST11s. O índice de retenção foi calculado por meio do software do equipamento após a análise do padrão de n-alcenos C8 – C40 (40147-U Supelco).

Para extração dos lipídios das amostras de patês foi utilizado o método de Bligh-Dyer (1959) com alterações. Os lipídios obtidos foram esterificados usando o procedimento padrão da (IUPAC (1987)). As soluções contendo os ésteres dos ácidos graxos das amostras foram devidamente diluídas com n-hexano para injetar no cromatógrafo. A análise foi realizada em triplicata.

4.2.4.2.2. Cor Instrumental

Foi realizada com colorímetro portátil 160 (CHROMA METER CR-400/410, KONICA MINOLTA OPTICS INC., Japão), previamente calibrado com placa de porcelana branca. As medidas foram realizadas com o iluminante D65 e ângulo observador de 10°. Foi utilizada a escala CIE L^*C^*h , na qual o componente L^* representa luminosidade, C^* a intensidade da cor e o ângulo *hue* (h) representa a tonalidade das diferentes cores existentes.

4.2.4.2.3 pH

Para a determinação do pH, foi realizada a homogeneização de 2,5 g de amostra em 25 mL de água destilada durante 2 min sob agitação magnética, e em seguida foi realizada as medidas de pH (HI2221, HANNA instruments, Brasil), foram realizadas como descrito pelo

Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.2.4.2.4 Acidez titulável

Para determinação da acidez total titulável, foi utilizada a metodologia descrita por Nollet (2004). Foram diluídas 2 g de cada amostra, em 40 mL de água, com o indicador fenolftaleína e titulados com solução padrão de hidróxido de sódio. A acidez total titulável foi expressa em termos de mEq kg⁻¹ de amostra.

4.2.4.2.5. Determinação da oxidação lipídica através de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

A medida da concentração das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) é um método conveniente para determinar o teor relativo de peróxido lipídico em uma amostra. A determinação TBARS foi realizada transferindo 2,5 g de amostra de patê para um tubo de polipropileno com 5 mL de cloreto de potássio a 1% (m/v) e homogeneizado em vortex por 2 minutos, em seguida centrifugado em centrífuga de bancada (3-16 L, SIGMA, Alemanha), por 10 minutos, a 5000 rpm. Posteriormente foi retirado 1 mL do sobrenadante e transferido para outro tubo de polipropileno, adicionado 3 mL de solução reativa de ácido tiobarbitúrico (15% (m/v) em ácido tricloroacético, 0,35% (m/v) em ácido tiobarbitúrico, 0,05% (m/v) em BHT e 0,25 mol/L em HCl) e homogeneizado em vortex por 2 minutos. A mistura foi aquecida em banho-maria por 30 minutos, a seguir foi centrifugada a 5000 rpm por 10 minutos, e foi realizada medida da absorbância em espectrofotômetro UV-visível (EVOLUTION 201, THERMOSCIENTIFIC, China) à 535 nm. Foi preparada curva de calibração e submetidas as mesmas condições das amostras. Os resultados foram expressos em mmol malonaldeído (MDA) por quilograma de amostra (mmol MDA kg⁻¹ amostra).

4.2.4.2.6. Análises microbiológicas

Foram realizadas análises microbiológicas, de acordo com o exigido na Resolução – RDC N° 331 e Instrução Normativa N° 60, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019b), a qual estabelece os padrões microbiológicos de alimentos, para produtos à base de pescado refrigerados ou congelados. Conforme a legislação vigente, foram realizadas as análises de contagem de *Escherichia coli*, Contagem de estafilococos coagulase positiva, pesquisa de *Salmonella* sp. (ISO - 6579: 2002) no tempo 90 dias (final do armazenamento refrigerado).

4.2.4.2.7 Análise sensorial

Foi realizada análise sensorial dos patês de tilápia com painel semi-treinado aprovado pelo Comitê de ética em pesquisa com seres humanos (CEP/SH) de acordo com número do Parecer 2.658.249 e CAAE: 85954318.0.0000.5564. Foram avaliados os parâmetros cor, odor, sabor e impressão global dos patês nos tempos estabelecidos. Para isso foi utilizada uma escala estruturada verbal descrita por Ozogul et al., (2010) adaptada para 5 pontos, variando de 5 “qualidade muito boa”, 4 “qualidade boa”, 3 “qualidade aceitável”, 2 “qualidade ruim” ou 1 “qualidade inaceitável”.

As amostras foram dispostas em copinhos descartáveis de cor branca codificadas com números aleatórios de 3 dígitos. Cada avaliador, analisou as amostras em duas repetições de cada formulação, em ordem aleatória para cada avaliador. A média das duas avaliações foi obtida para cada formulação. O painel foi instruído a limpar o paladar com água a temperatura ambiente entre as amostras.

4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos da caracterização dos extratos e composição centesimal dos patês foram submetidos a análise de variância (ANOVA) univariada para determinar diferenças significativas com 95% de significância ($p < 0,05$) e foram apresentados como média \pm erro padrão da média. Com relação aos dados das análises realizadas nos patês, foi realizada ANOVA bifatorial, os efeitos da formulação (F), tempo de armazenamento (ST) e a interação dos fatores (F x ST) nas variáveis estudadas foram analisados por ANOVA com 95% de significância ($p < 0,05$). Quando não houve diferença significativa na interação F x ST, os resultados foram expressos com a média \pm erro padrão da média dos fatores, F e ST. A comparação de médias foi realizada pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$), quando F e / ou ST foram significativos ($p < 0,05$). Para interação F x ST significativa, realizou-se análise de regressão e determinação do coeficiente de correlação (R^2), quando os dados se ajustaram à um modelo. Para a análise de Cromatografia Gasosa dos patês e análise sensorial foram apresentadas as médias e desvios, pois foram estudados somente três tempos, assim não foi possível realizar análise de regressão. A análise estatística foi realizada com *software* gratuito Genes versão 1990.2017.61 desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (CRUZ, 2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS EXTRATOS

A análise cromatográfica por CG-MS indicou a presença de 20 principais compostos nos extratos da casca de guabiroba, que estão demonstrados na Tabela 3, sendo que a maioria dos compostos foram identificados no extrato hidroalcolico (18) e no extrato obtido por decocção somente 13 compostos foram identificados.

Entre os compostos identificados, doze deles foram comuns para ambos os extratos, enquanto os outros foram obtidos para apenas um dos solventes de extração. O composto com a maior área foi o 2-Metil-5-(2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il) -2,3-pentanediol com área de 40,2%, e Guaiol com 18,3% de área relativa, nos ED e EH, respectivamente.

Guaiol é um composto orgânico, um álcool sesquiterpênico encontrado em várias plantas (NIH, 2005; TMIC, 2010). Possui aroma semelhante ao aroma de pinho, sendo característico de compostos de terpeno, além de possuir atividades antibacteriana e antitumoral (SOUZA et al., 2020; YANG et al., 2016). De modo geral, os sesquiterpenos possuem uma vasta gama de atividades farmacológicas, como antioxidante, citotóxica, antiinflamatória, antimicrobiana (KOULOURA et al., 2014).

Com menores áreas relativas, os compostos identificados foram: Bulnesol (17,7%), α -Eudesmol (16,7%), β - Eudesmol (13,1%), γ - Eudesmol (9,2%), Cubenol (3,6%). Esses compostos identificados, em sua maioria são terpenos e sesquiterpenos contribuem para a atividade antioxidante esperada dos extratos, além da caracterização do aroma e sabor da provenientes da fruta (SANTOS, 2011).

Estudo com *Campomanesia. adamantium* identificou um total de 95 compostos no óleo essencial (COUTINHO et al., 2009), tendo em comum ao presente estudo estão os compostos: Guaiol, 2- Bulneseno, δ - Cadineno, Valenceno, Epatulenol, γ - Eudesmol. Em análise de CG de frações hexânicas de frutas de *C. pubescens* 34 compostos foram identificados, dentre eles os compostos Epatulenol, δ - Cadineno, α - Eudesmol, β - Eudesmol, γ - Eudesmol e Guaiol foram encontrados, semelhantes ao encontrado neste estudo (CARDOSO et al., 2010).

Tabela 3. Compostos químicos identificados por Cromatografia Gasosa (CG-MS) nos extratos obtidos por extração hidroalcoólica a 70% (EH) e por decocção (ED), da casca de guabiroba.

Perfil dado pela área relativa (%) de cada composto					
	TR	Nome	Fórmula	EH	ED
1	11,80	β -cis-Cariofileno	C ₁₅ H ₂₄	1,0 \pm 0,2	2,1 \pm 0,4
2	13,16	β -Eudesmeno	C ₁₅ H ₂₄	0,9 \pm 0,1	1,5 \pm 0,1
3	13,34	α -Bulneseno	C ₁₅ H ₂₄	1,3 \pm 0,1	1,5 \pm 0,1
4	13,83	δ -Cadineno	C ₁₅ H ₂₄	0,9 \pm 0,1	-
5	14,15	Valenceno	C ₁₅ H ₂₄	0,5 \pm 0,2	-
6	14,61	γ -Elemeno	C ₁₅ H ₂₄	0,5 \pm 0,1	-
7	15,01	(-)-Espatulenol	C ₁₅ H ₂₄ O	1,7 \pm 0,2	-
8	15,14	Óxido de Cariofileno	C ₁₅ H ₂₄ O	1,8 \pm 0,1	-
9	15,41	Guaiol	C ₁₅ H ₂₆ O	18,3 \pm 0,4	5,2 \pm 0,1
10	16,12	γ -Eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	9,2 \pm 0,6	2,2 \pm 0,4
11	16,29	Cubenol	C ₁₅ H ₂₆ O	3,6 \pm 0,1	-
12	16,55	β -Eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	13,1 \pm 0,2	5,5 \pm 0,3
13	16,62	α -Eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	16,7 \pm 0,3	6,0 \pm 0,8
14	16,86	Bulnesol	C ₁₅ H ₂₆ O	17,7 \pm 0,3	6,2 \pm 0,4
15	17,46	Juniper cânfora	C ₁₅ H ₂₆ O	0,8 \pm 0,1	-
16	17,90	7-Hydroxifarneseno	C ₁₅ H ₂₄ O	-	5,2 \pm 0,2
17	19,03	2-(4a,8-Dimetil-2,3,4,4a,5,6,7,8-octahidro-2-naftalenil)-2-propanol	C ₁₅ H ₂₆ O	1,3 \pm 0,2	8,7 \pm 0,2
18	19,84	2-Metil-5-(2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il)-2,3-pentanediol	C ₁₅ H ₂₈ O ₂	5,8 \pm 0,8	40,2 \pm 2,5
19	20,12	7-Metil-4-(1-metiletilidene)biciclo [5,3,1]undec-1-en-8-ol	C ₁₅ H ₂₄ O	-	2,3 \pm 0,4
20	21,82	Éster metílico do Ácido Palmítico	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	2,9 \pm 0,4	8,9 \pm 0,3
		Outros		2,1	4,6

TR: Tempo de retenção. Dados da área de cada composto são expressos como média \pm desvio padrão.

No óleo essencial das folhas de *Campomanesia adamantium* compostos semelhantes encontrados foram espatulenol e óxido de cariofileno (OLIVEIRA et al., 2017). O espatulenol encontrado no presente estudo, é um antioxidante eficaz, e demonstrou efeitos terapêuticos (NASCIMENTO et al., 2018). Estudos indicam que o composto β - eudesmol, um sesquiterpeno, possui potencial anticancerígeno (BEN SGHAIER et al., 2016; KOTAWONG et al., 2018), anti-inflamatório (MOON et al., 2018) e possível atuação no sistema nervoso (OHARA; KATAYAMA; NAGAI, 2018).

Utilizando CO₂ supercrítico como técnica de extração, o perfil aromático do extrato da fruta guabiroba foi caracterizado pela presença de α - eudesmol, β - eudesmol, γ - eudesmol, cariofileno (E), α - sabineno, β - sabineno, germacreno B, δ - cadineno, humuleno, e selina -3,7 (11) -dieno (CZAIKOSKI et al., 2015), alguns compostos comum ao encontrado no presente estudo. O aroma típico das frutas é resultado da combinação de inúmeras substâncias voláteis representantes de diversas classes de compostos orgânicos (BICAS et al., 2011; EL HADI et al., 2013).

Dos dez padrões de fenóis utilizados para a identificação e quantificação apenas três compostos fenólicos foram identificados por HPLC, que estão apresentados na Tabela 4. A catequina foi o composto mais abundante em ambos os extratos da casca de guabiroba, seguido do ácido gálico, e a epicatequina foi identificada somente no extrato decocção.

Tabela 4. Compostos fenólicos presentes nos extratos obtidos por extração hidroalcolica a 70% (EH) e por decocção (ED), da casca de guabiroba, determinados por HPLC.

Compostos	Concentração mg kg ⁻¹	
	EH	ED
Catequina	76,3 ± 1,7 ^a	71,9 ± 6,9 ^a
Ácido Gálico	60,9 ± 0,4 ^a	45,8 ± 1,2 ^b
Epicatequina	n.d	5,2 ± 3,3

Resultados são expressos como média ± desvio padrão. As médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras no Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As catequinas estão entre os principais compostos que conferem atividade nutracêutica aos polifenóis, que são classificadas como flavonoides. A estrutura polifenólica permite a deslocalização de elétrons, conferindo a capacidade de extinguir os radicais livres (SHUKLA et al., 2018).

As catequinas são capazes de prevenir a oxidação de proteínas e lipoproteína de baixa densidade, possuem atividade anti-aterosclerótica, e revelaram atividade anticancerígena, tendo

efeitos na desaceleração do progresso do envelhecimento (BRODOWSKA, 2017). Além disso, demonstrou atividade antioxidante mais eficaz do que α -tocoferol ou ascorbato (RICE-EVANS et al., 1995). Variações nos frutos decorrem da rota de formação desses compostos, já que sua presença difere em cada fruta (DENARDIN et al., 2015).

Grupos hidroxila de ácido gálico podem eliminar espécies reativas de oxigênio e quebrar o ciclo de geração de novos radicais. Eles agem como antioxidantes e podem inibir a oxidação de lipídios, DNA, proteínas e enzimas envolvidas em uma geração de radical (YOSHINO et al., 2002; SERRANO et al., 1998). Yen; Duh; Tsai, (2002), observaram que ácido gálico e ácido ascórbico em maior concentração exibiu antioxidante atividade que pode ser principalmente devido ao seu efeito de eliminação no radical hidroxila, mas não devido a sua capacidade de doação de hidrogênio. Desta forma, a identificação da presença de compostos como a catequina, ácido gálico e epicatequina nos extratos obtidos, são importantes para conferir a atividade antioxidante esperada dos extratos.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados da caracterização dos extratos obtidos por extração hidroalcolica a 70% (EH) e por decocção (ED), da casca de guabiroba, por meio da determinação de compostos fenólicos totais (CFT), capacidade de sequestro do radical DPPH, determinação da capacidade de redução de íon ferro (FRAP), quantificação de vitamina C e acidez titulável.

Tabela 5: Caracterização dos extratos obtidos por extração hidroalcolica a 70% (EH) e por decocção (ED), da casca de guabiroba.

Extratos	CFT (mg de GAE kg ⁻¹ de amostra)	DPPH (mmol Trolox kg ⁻¹ extrato)	FRAP (mmol Trolox kg ⁻¹ extrato)	Vitamina C (g AA kg ⁻¹)	Acidez Titulável (mEq kg ⁻¹)
EH	40,9 ± 0,6 ^a	213,6 ± 2,09 ^b	386 ± 12,7 ^b	6,8 ± 0,1 ^a	52,2 ± 2,8 ^a
ED	41,5 ± 0,7 ^a	340,7 ± 13,7 ^a	514 ± 7,4 ^a	6,7 ± 0,1 ^a	52,3 ± 0,6 ^a

Resultados são expressos como média ± desvio padrão da média. As médias com letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras no Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CFT: Compostos fenólicos totais.

Os extratos da casca de guabiroba obtidos por decocção (41,5 mg GAE kg⁻¹) e por extração hidroalcolica (40,9 mg GAE kg⁻¹) não apresentaram diferença estatística entre si em relação ao teor de fenólicos. O conteúdo fenólico é um parâmetro importante da capacidade antioxidante e amplamente utilizado para avaliação de extratos antioxidantes (SHAHIDI;

ZHONG, 2015). A atividade antioxidante dos compostos fenólicos é atribuída ao poder redutor do grupo fenólico, reduzindo assim os radicais livres (CAPELETTO et al., 2016). A estrutura química dos compostos fenólicos está associada a ação antioxidante (MAMEDE; PASTORE, 2004), bem como, há uma forte correlação entre atividade antioxidante e concentrações de compostos fenólicos (DE LA ROSA; ALVAREZ-PARRILLA; SHAHIDI, 2011), no entanto nem sempre é o caso. O modo de ação dos antioxidantes é complexo e pode ser altamente dependente em uma ampla gama de variáveis dentro de um sistema (CRAFT et al., 2012).

Em estudo de Pereira et al., (2012) a guabiroba se destacou por apresentar os níveis mais altos de compostos fenólicos, em comparação as quantidades detectadas na goiaba amarela e na uvaia. Variações para quantificação de composto fenólicos, devem-se a região, clima, estágio de desenvolvimento do fruto, e fatores como luz, temperatura, bem como técnica de cultivo, permeabilidade do solo e estação de colheita (CAO et al., 2019), especialmente permeabilidade, induz variações de conteúdo de compostos fenólicos (RADIX et al., 1998).

A determinação da capacidade antioxidante foi realizada pelo método de sequestro do radical livre DPPH, o ensaio é baseado na doação de elétrons por antioxidantes para neutralizar o radical DPPH (SHAHIDI; ZHONG, 2015). Desta forma, o ED apresentou maior capacidade de sequestro do radical DPPH (340,7 mmol Trolox kg⁻¹ extrato) do que o extrato hidroalcolico (213,6 mmol Trolox kg⁻¹ extrato). A atividade antioxidante do BHT pelo mesmo método (DPPH) é de 2,79 ± 0,09 mmol Trolox kg⁻¹, assim, pode-se dizer que os extratos da casca de guabiroba possuem elevada atividade antioxidante comparada ao antioxidante sintético BHT pelo método DPPH.

Alta capacidade antioxidante para o extrato hidroalcolico pelo método DPPH (43,58 μmol Trolox g⁻¹) foi verificada em estudo de Santos et al., (2012b), semelhante ao encontrado no presente estudo. Por este mesmo método, Pereira et al., (2012) encontraram que a guabiroba apresentou duas vezes a atividade antioxidante encontrada na goiaba amarela (161, 29 g/g DPPH). Extratos de *Campomanesia adamantium* demonstraram resultados semelhante ao BHT em atividade antioxidante, e foi cerca de 15 vezes maior do que a do ácido ascórbico, pelo método DPPH ao determinar a atividade antioxidante *in vitro* (ESPINDOLA et al., 2016).

Outro método utilizado para identificar a capacidade antioxidante é o FRAP, o ensaio mede a capacidade de redução do íon Fe(III) (CAPELETTO et al., 2016). Neste ensaio, o ED também obteve a maior atividade antioxidante pelo FRAP (514,1 ± 7,4 mmol Trolox kg⁻¹) do que o EH (384,9 ± 12,7 mmol Trolox kg⁻¹ extrato). Diferentes mecanismos de medição podem apresentar diferentes resultados da atividade antioxidante de acordo com a composição antioxidante da amostra (CRAFT et al., 2012). A atividade antioxidante do BHT pelo método

FRAP é de $3,42 \pm 0,23$ mmol Trolox kg^{-1} , comparando ao resultado obtido pelos extratos por esta mesma metodologia, os extratos também possuem atividade antioxidante superior ao BHT.

A quantificação de vitamina C dos extratos da casca de guabiroba não apresentaram diferença significativa, obtendo $6,7 \pm 0,1$ e $6,8 \pm 0,1$ g kg^{-1} de vitamina C para ED e EH respectivamente. Quantidades consideráveis de vitamina C para a guabiroba também foram encontradas em outros estudos, 383,33 mg/100g (MORZELLE et al., 2015), 312,21 mg / 100 g (SANTOS et al., 2012b).

A acidez titulável não apresentou diferença estatística entre os extratos ED ($52,3 \pm 0,6$ mEq) e EH ($52,2 \pm 2,8$ mEq). Estudo que caracterizou frutos do cambucizeiro, espécie do mesmo gênero *Campomanesia*, encontrou resultados elevados para acidez (1,2 g em ácido cítrico) (VALLILO et al., 2005). Os compostos fenólicos também apresentam caráter ácido, o que também pode contribuir para a acidez, além da adstringência (SILVA et al., 2009). A diminuição da acidez titulável corresponde ao amadurecimento do fruto da guabiroba, conforme verificado Santos et al., (2009).

5.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS PATÊS DE TILÁPIA

A análise de composição centesimal dos patês de tilápia está demonstrada na Tabela 6.

Tabela 6. Composição centesimal das formulações de patês de tilápia Controle, com adição de BHT e com adição do extrato obtido por extração hidroalcolólica (H) e por decocção (D).

Formulações	Umidade (g/100 g)	Lipídios (g/100 g)	Proteínas (g/100 g)	Cinzas (g/100 g)
C	$67,5 \pm 0,6^a$	$15,9 \pm 0,5^a$	$10,5 \pm 0,1^a$	$2,4 \pm 0,01^a$
BHT	$67,5 \pm 0,6^a$	$15,9 \pm 0,5^a$	$10,5 \pm 0,1^a$	$2,4 \pm 0,01^a$
H	$66,1 \pm 0,1^{ab}$	$17,5 \pm 0,2^a$	$9,7 \pm 0,1^b$	$2,4 \pm 0,01^a$
D	$64,0 \pm 0,5^b$	$16,3 \pm 0,2^a$	$10,2 \pm 0,1^a$	$2,3 \pm 0,01^b$

Resultados são expressos como média \pm desvio padrão. As médias com letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre as amostras no Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de patês, estabelecido pelo Ministério da Agricultura, os valores máximos estabelecidos para umidade e lipídios, são respectivamente de 70 e 32%, e para proteínas o mínimo estabelecido é 8% (BRASIL, 2000), assim os patês de tilápias elaborados estão de acordo com o estabelecido pela legislação brasileira.

Os teores de umidade encontrados foram superiores nas amostras C ($67,5 \pm 0,6$ g/100g) e BHT ($67,5 \pm 0,6$ g/100g) e a formulação D apresentou os menores teores de umidade ($64,0 \pm 0,5$). Em estudo com patês de tilápia foi encontrado valores de umidade inferiores (59%) ao encontrado no presente estudo (MINOZZO; WASZCZYNSKYJ; BOSCOLO, 2008).

Já os teores de lipídios variaram de $15,9 \pm 0,5$ a $17,5 \pm 0,2$ g/100g e não apresentaram diferença estatística entre as formulações, sendo que quantidade obtida foi inferior (27,41%) ao encontrado por Minozzo; Waszczyński; Beirão, (2004) em patês de tilápia. Em relação a quantidade de proteínas, a formulação H diferiu das demais apresentando os menores teores ($9,7 \pm 0,1$), valores próximos (~9%) ao encontrado em estudo com patê de armado (MINOZZO; WASZCZYNSKYJ; BOSCOLO, 2010). Em relação a análise de cinzas, as amostras C, BHT e H diferiram da formulação D que apresentou os menores valores ($2,3 \pm 0,1$ g/100g), valores semelhantes (2,1%) ao encontrado por Freitas et al., (2012).

5.3 PERFIL DOS ÁCIDOS GRAXOS NAS AMOSTRAS DE PATÊ

O perfil de ácidos graxos das quatro formulações de patês durante o armazenamento está apresentado na Tabela 7. Devido a necessidade de excessiva diluição do conteúdo lipídico para a realização da análise, foi possível identificar e mensurar com segurança somente sete ácidos graxos, os quais tem como origem o óleo de girassol utilizado na formulação dos patês e a CMS de tilápia, não sendo possível identificar os ácidos graxos que são exclusivamente oriundos da tilápia.

Conforme observado na Tabela 7, os ácidos mirístico, ácido linoleico, ácido oleico e cis-vacênico apresentaram interação significativa entre os fatores F e o ST. O ácido palmítico apresentou diferença significativa somente para o fator ST. Já o ácido palmitoleico e ácido esteárico não apresentaram diferença entre os fatores F e ST.

Os ácidos graxos que apresentaram a maior área relativa foram o ácido linoleico, que variou de 44 a 46,2%, e o ácido oleico de 35,2 a 38,6%. Embora algumas diferenças significativas tenham sido encontradas entre as formulações e tempo de armazenamento para cada ácido graxo, os valores foram similares entre as formulações. Isto significa que mesmo que tenha ocorrido a oxidação dos ácidos graxos insaturados (mais susceptíveis), esse processo não ocasionou alteração significativa na composição da amostra, nos tempos e condições estudados.

Tabela 7. Perfil dos ácidos graxos identificados por cromatografia gasosa (CG-MS) nos patês de tilápia Controle (C), BHT e com extratos obtidos por extração hidroalcolólica (H) e por decocção (D) durante o armazenamento refrigerado por 90 dias.

Tempo Retenção (min)	Nome do composto	C			BHT			H			D			P valor	
		D1	D60	D90	D1	D60	D90	D1	D60	D90	D1	D60	D90	F	ST
13,898	Éster metílico do ácido mirístico	0,7 ± 0 ^{Aa}	0,5 ± 0,1 ^{Aa}	0,5 ± 0,1 ^{Ba}	0,5 ± 0,1 ^{Aab}	0,6 ± 0 ^{Aa}	0,4 ± 0,2 ^{Ba}	0,5 ± 0,1 ^{Ab}	0,6 ± 0,1 ^{Aa}	0,5 ± 0,1 ^{Aa}	0,5 ± 0 ^{Ab}	0,5 ± 0,1 ^{Aa}	0,5 ± 0 ^{Aa}		
17,904	Éster metílico do ácido palmitoléico	1,2 ± 0,1	1,0 ± 0,1	0,9 ± 0,4	1,0 ± 0	1,0 ± 0,1	0,9 ± 0,2	0,1 ± 0,1	1,1 ± 0	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,2	0,9 ± 0,1	n.s	n.s
18,503	Éster metílico do ácido palmítico	10,7 ± 0,2 ^A	10,1 ± 0,2 ^B	10,1 ± 0,1 ^B	10,5 ± 0,4 ^A	10,3 ± 0,2 ^A	10,3 ± 0 ^A	10,3 ± 0 ^A	10,5 ± 0,1 ^A	10,3 ± 0,1 ^A	10,5 ± 0,2 ^A	10,2 ± 0,3 ^{AB}	10,0 ± 0,1 ^B	n.s	
23,672	Éster metílico do ácido linoléico	46,2 ± 0,2 ^{Aa}	44,8 ± 0,5 ^{Bab}	44,6 ± 0,2 ^{Ba}	45,2 ± 0,9 ^{Aab}	45,0 ± 0,5 ^{ABab}	44,0 ± 0,9 ^{Ba}	44,2 ± 0,3 ^{Bb}	45,5 ± 0,5 ^{Aa}	44,8 ± 0,4 ^{ABa}	45,0 ± 0,3 ^{Ab}	44,2 ± 0,5 ^{Ab}	45,0 ± 0,2 ^{Aa}		
23,901	Éster metílico do ácido oleico	35,2 ± 0,2 ^{Bb}	37,2 ± 0,3 ^{Aa}	37,7 ± 0,8 ^{Aab}	36,7 ± 0,9 ^{Ba}	36,7 ± 0,3 ^{Ba}	38,6 ± 1,5 ^{Aa}	37,4 ± 0,2 ^{Aa}	36,4 ± 0,4 ^{Aa}	37,1 ± 0,4 ^{Aab}	36,8 ± 0 ^{Aa}	37,8 ± 1,0 ^{Aa}	37,1 ± 0,1 ^{Ab}		
23,973	Éster metílico do ácido cis-vacênico	1,4 ± 0,1 ^{Bb}	2,2 ± 0,4 ^{Aa}	2,2 ± 0,2 ^{Aa}	2,0 ± 0,3 ^{Aa}	1,9 ± 0,2 ^{Aab}	1,8 ± 0,1 ^{Aa}	2,3 ± 0,2 ^{Aa}	1,5 ± 0,2 ^{Bb}	1,9 ± 0,3 ^{ABa}	1,8 ± 0,1 ^{Aab}	2,0 ± 0,1 ^{Aa}	2,0 ± 0,1 ^{Aa}		
24,628	Éster metílico do ácido esteárico	4,6 ± 0,1	4,2 ± 0,2	4,2 ± 0,3	4,2 ± 0,4	4,5 ± 0,1	4,0 ± 0,4	4,4 ± 0,2	4,4 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,3 ± 0,1	4,3 ± 0,3	4,5 ± 0	n.s	n.s

Valores representam média ± desvio padrão da área relativa de cada composto identificado (%). Médias seguidas pelas letras diferentes maiúsculas na horizontal diferem estatisticamente entre si; médias seguidas pelas letras diferentes minúsculas na vertical diferem estaticamente entre si, pelo teste de Tukey (p < 0,05). n.s = não significativo. D1= Dia 1; D60= 60 dias; D90 = 90 dias.

Os ácidos graxos identificados com menores áreas foram ácido mirístico, palmitoleico, cis-vacênico e esteárico. Composição semelhante foi verificada em estudo que analisou o perfil de ácidos graxos de filés de tilápia do Nilo, os ácidos graxos identificados foram mirístico, palmítico, esteárico, oléico, linoléico, linolênico e heicosanóico (LEMA ABELTI, 2017).

O ácido oleico é um ácido graxo monoinsaturado. Os ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs) são ácidos graxos cis insaturados ômega 9 com uma única ligação dupla. (THOLSTRUP et al., 1994). Eles foram associados a uma melhor sensibilidade à insulina e têm mais resistência à modificação oxidativa (ROOIJEN; MENSINK, 2020).

Os PUFA apresentam duas ou mais ligações duplas e 18-22 átomos de carbono, os mais conhecidos são chamados de ômega 6 e ômega 3, ácido linoleico e α linoleico, eles diferem um do outro estruturalmente pela posição de sua ligação dupla do terminal metílico na 6^a e na 3^a ligação, respectivamente. Como não podem ser produzidos endogenamente em humanos e são essenciais para a saúde, devem ser consumidos na dieta e, portanto, são denominados ácidos graxos essenciais (CHONG; SINCLAIR; GUYMER, 2006). Os PUFA são considerados para melhorar os níveis lipídicos, o consumo PUFA ômega-3, resulta na redução dos triacilgliceróis plasmáticos, e têm sido associados a antitrombóticos e antiarrítmicos, efeitos antiateroscleróticos e antiinflamatórios, apresentando efeitos cardioprotetores (DIN; NEWBY; FLAPAN, 2004; SOKOŁA-WYSOCZAŃSKA et al., 2018).

Ácidos graxos saturados não tem ligações duplas (CHONG; SINCLAIR; GUYMER, 2006). O ácido palmítico é um dos ácidos constituintes importantes dos triglicerídeos no tecido adiposo e seu alto consumo aumenta o risco de doenças cardiovasculares (SHRAMKO et al., 2020). Considera-se que o ácido esteárico não tem uma influência significativa no metabolismo lipídico (FLOCK; KRIS-ETHERTON, 2013). Ácido mirístico é um ácido graxo saturado de plasma menor, evidências clínicas que sugerem sua potente ação reguladora do colesterol (BRADBURY et al., 2010).

Estudo utilizando resíduos de filetagem de jundiá na formulação de fishburgers, encontrou os ácidos graxos linoléico, oleico, esteárico e palmítico em todas as formulações de fishburgers (BOCHI et al., 2008), composição semelhante de ácidos graxos encontrado no presente estudo. Outro estudo realizou desenvolvimento de patê de cachapinta, encontrou perfil de ácidos graxos com alto conteúdo de ácidos graxos insaturados, com predominância de ácido linoléico, que também está presente no óleo de girassol (LOBO et al., 2014), resultados similares ao encontrado no presente estudo.

Análise cromatográfica do óleo de girassol identificou como ácidos graxos

predominantes o ácido oleico (49,02%) e o ácido linoleico (45,35%) (CORREIA et al., 2014). Em estudo que realizou análise de ácidos graxos de três espécies de tilápias, encontrou as maiores proporções para os ácidos palmítico, esteárico, oleico, palmitoléico e linoléico (RASOARAHONA et al., 2005) . Assim, a análise de perfil de ácidos graxos encontrada está em concordância com a composição óleo de girassol, e apresenta similaridade com os ácidos graxos da tilápia.

5.4 AVALIAÇÃO DOS PATÊS DE TILÁPIA DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados das análises de pH e cor instrumental (L* e Cromo) das quatro formulações (F) de patês de tilápia, controle (C), com BHT, e com extratos hidroalcolóico 70% (H) e obtido por decocção (D) de casca de guabiroba, durante os cinco tempos de armazenamento refrigerado (1, 15, 30, 60 e 90 dias) (ST).

Para esses parâmetros, não houve interação ($p < 0,05$) entre os fatores formulação (F) e tempo de armazenamento (ST), logo foram apresentadas as médias de cada formulação e as médias de cada tempo de armazenamento. O pH apresentou diferença significativa ($p < 0,01$) entre as F e os ST. As formulações com adição dos extratos de guabiroba apresentaram pH ligeiramente menor (6,6) em relação as formulações C e BHT (6,7). Com relação ao ST, os patês de Tilápia apresentaram pH de 6,55 no tempo inicial e aumentou para 6,74 no final dos 90 dias de armazenamento refrigerado.

Esse aumento do pH em pescados pode ser explicado pelo aumento na produção de compostos alcalinos (por exemplo, amônia e trimetilamina) produzidos por enzimas endógenas ou microbiana (CHAIJAN et al., 2005). A deterioração do peixe é um processo que inclui ações enzimáticas e mudanças químicas, que geralmente resultam na perda inicial de frescor e alterações microbiológicas. Aminoácidos biogênicos, compostos orgânicos nitrogenados, são gerados e se acumulam nos alimentos, principalmente devido a descarboxilação microbiana de aminoácidos (WANG et al., 2019).

Tabela 8. Médias de pH e parâmetros de cor instrumental (L*, Croma) das formulações de patês Controle (C), BHT e com extratos hidroalcolóico (H) e obtido por decocção (D) de casca de guabiroba, e as médias de cada tempo de armazenamento.

	Formulação (F)				Tempo de armazenamento (ST)					p valor	
	C	BHT	H	D	D1	D15	D30	D60	D90	F	ST
pH	6,70 ± 0,02 ^a	6,69 ± 0,02 ^a	6,60 ± 0,02 ^b	6,58 ± 0,01 ^b	6,55 ± 0,01 ^c	6,64 ± 0,02 ^b	6,66 ± 0,02 ^b	6,63 ± 0,02 ^b	6,74 ± 0,01 ^a	< 0,01	< 0,01
L*	79,0 ± 0,4 ^a	79,8 ± 0,3 ^a	73,6 ± 0,4 ^b	73,6 ± 0,4 ^b	77,1 ± 0,8	76,9 ± 0,8	75,8 ± 1,0	75,8 ± 1,1	76,9 ± 1,1	< 0,01	0,05 ns
Croma	16,1 ± 0,2 ^c	15,6 ± 0,2 ^c	23,8 ± 0,2 ^a	17,8 ± 0,3 ^b	18,5 ± 1,1	18,0 ± 1,0	18,6 ± 1,0	18,7 ± 0,9	17,9 ± 1,0	< 0,01	0,08 ns

Valores representam Média ± desvio padrão de três replicatas independentes; D1 - D90: 1 a 90 dias de armazenamento refrigerado, respectivamente. ns: Não significativo. ^{a-c} Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p < 0,05) entre as formulações (F).

Estudo com patês de corvina, encontrou valores de pH de 6,6 a 6,9, valores semelhantes ao do presente estudo (RODRIGUES et al., 2017). Valores semelhantes também foram encontrados em formulações de patê de armado, no quais o pH foi de 6,82 a 6,85 (MINOZZO; WASZCZYNSKYJ; BOSCOLO, 2010). Para que a carne de peixe seja considerada adequada ao consumo humano, o pH deve estar abaixo de 6,8 (OLIVEIRA FILHO et al., 2015), indicando que os patês elaborados estavam aptos para consumo.

Os parâmetros de cor instrumental (Tabela 8) L* (luminosidade) e Croma apresentaram diferença significativa somente entre as formulações. O tempo de armazenamento não alterou o L* e Croma dos patês. As formulações com extratos, apresentaram L* menor (73), indicando que a coloração foi mais escura do que as formulações controle e BHT. O Croma representa a intensidade da cor e as formulações com adição dos extratos apresentaram maiores valores do mesmo. O patê com extrato hidroalcolico apresentou maior valor de Croma do que o extrato obtido por decocção. Esse resultado era esperado, pois os patês visivelmente apresentaram a coloração mais intensa, principalmente o patê com extrato hidroalcolico do que a controle e com BHT, possivelmente devido a coloração alaranjada da matéria-prima utilizada na obtenção dos extratos, e ao o método de extração e solvente utilizado também contribuiu para esse resultado.

Resultados semelhantes foram encontrados em estudo com fishburguer de tilápia com adição de extrato de gengibre (MATTJE et al., 2019) que deixou a formulação com uma cor mais intensa que os outros. Estudo com a adição da casca da guabiroba em pó em fishburguer de tilápia, verificou que a adição da casca interferiu no parâmetro * L, ocasionando diferença estatística entre as formulações com adição da casca e sem adição de casca de guabiroba (L* menor) (CRISTOFEL et al., 2020), semelhante ao encontrado no presente estudo.

O Ângulo *Hue* apresentou interação significativa ($p < 0,01$) entre os fatores formulação e tempo de armazenamento e com isso foi realizada análise de regressão representada na Figura 1.

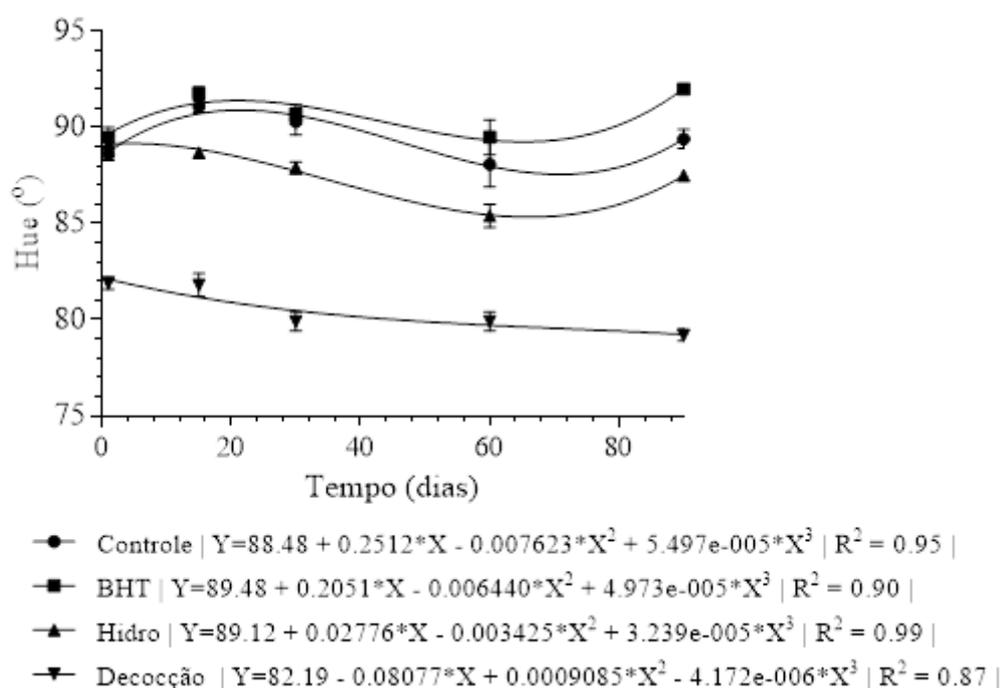


Figura 1. Ângulo Hue das quatro formulações de patês de tilápia (Controle, BHT e com extratos hidroalcolóico e obtido por decocção), durante o armazenamento refrigerado por 90 dias.

Segundo o sistema CIELAB o ângulo Hue (H) é a tonalidade definida em graus e varia entre de 0° e 90°. Quanto maior for o ângulo Hue, maior será a coloração amarela da amostra e quanto menor for o ângulo, mais vermelha será a amostra. O patê com extrato obtido por decocção se diferenciou das demais, com os menores valores (~80°) e teve um decréscimo com o tempo de armazenamento, indicando diminuição da tonalidade (~79,2°), como pode ser observado na Figura 1. As formulações Controle e BHT tiveram os maiores valores, entre 89 e 92°, e em seguida a hidroalcolóica com valores entre 85 e 89°, indicando coloração mais próxima do eixo amarelo (~90°).

Semelhante resultado encontrado com adição de guabiroba, que reduziu a intensidade da cor e H ° ou seja, a cor se tornou menos vívida e mostrou uma tendência para amarelo (CRISTOFEL et al., 2020). Todas as formulações, exceto a decocção, tiveram um comportamento sinusoidal com diminuição até 60 dias e aumento no final do armazenamento. Esse aumento na tonalidade pode estar associado a oxidação lipídica que envolve uma série de reações complexas causando alteração da cor (HALLIER et al., 2007).

Os resultados obtidos para acidez titulável, estão demonstrados na Figura 2.

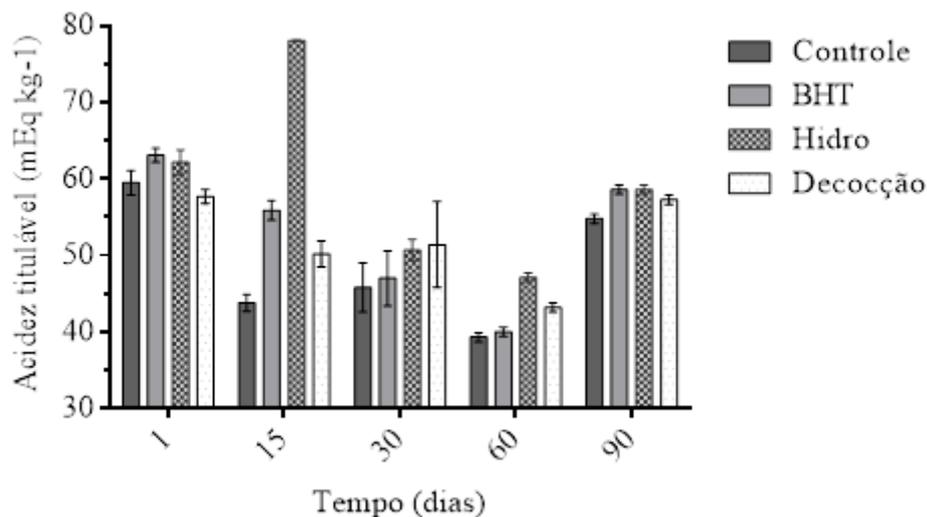


Figura 2. Acidez titulável das quatro formulações de patês de tilápia (Controle, BHT e com extratos hidroalcoólico e de decocção), durante o armazenamento refrigerado por 90 dias.

Não houve diferença significativa no tempo inicial entre as formulações, com uma média de 60,6 mEq/kg de amostra. Ocorreu uma diminuição da acidez titulável para as formulações nos tempos 15, 30 e 60 dias, exceto para a formulação hidroalcoólica no tempo 15 dias, esse aumento pode ter ocorrido devido a formação de ácidos graxos livres, que pode ocorrer em decorrência do início do processo de deterioração do peixe. No entanto, não ocorreu diferença significativa entre os tempos inicial e final para as quatro formulações.

Logo, o parâmetro de acidez titulável não mostrou diferença durante o armazenamento dos patês. A degradação da gordura do peixe pode formar ácidos graxos livres que elevam a acidez titulável. A determinação de acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício (IAL, 2008). Esses resultados estão de acordo com o pH que apresentou pouca diferença significativa, variando de 6,55 a 6,74 com o armazenamento refrigerado.

Estudo anterior encontrou que a acidez titulável das duas formulações de nuggets de peixe e surumi aumentaram durante todo o período de armazenamento, com valores de 1,24 no tempo inicial e 11,97 mg/g ao final do armazenamento (MOOSAVI-NASAB; ASGARI; OLIYAEI, 2019), semelhante ao que ocorreu com a formulação hidroalcoólica. Em estudo com farinha de peixe traíra, não encontraram diferença para acidez titulável durante o tempo de armazenamento (MAIA NETA et al., 2020), semelhante ao encontrado no presente estudo.

Os valores de TBARS (substâncias reativas ácido tiobarbitúrico) são utilizados como indicadores do grau de oxidação lipídica, cujo resultado de análise é apresentado em termos do malonaldeído (MDA), que é a principal substância formada durante a oxidação e que reage com o ácido tiobarbitúrico (VYNCKE, 1970). Os resultados obtidos da determinação de TBARS para as quatro formulações de patês de tilápia estão mostrados na Figura 3, no qual houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores formulação e tempo de armazenamento. Como não foi possível ajustar os dados aos modelos polinomiais utilizou-se gráfico de barras.

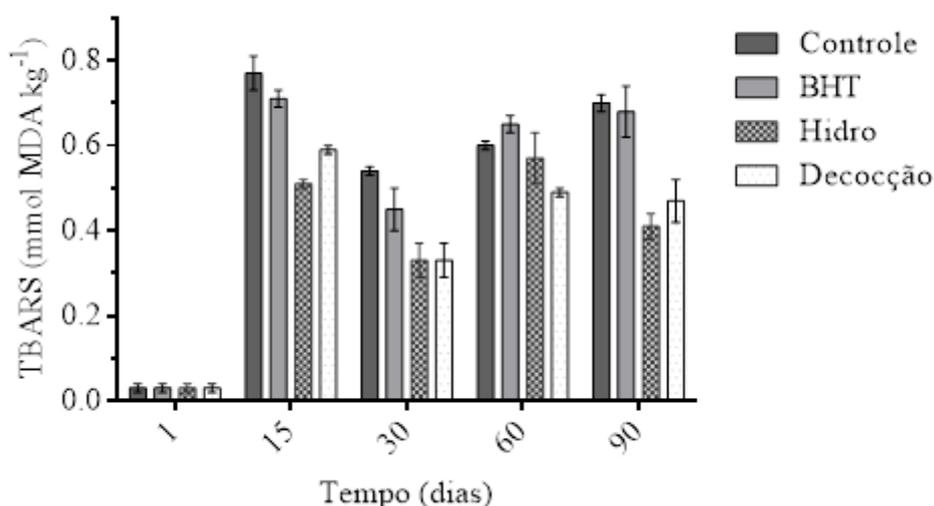


Figura 3. Resultados de TBARS para as formulações de patês de tilápia Controle, BHT e com extratos obtidos por extração hidroalcolóica e por decocção) durante o armazenamento refrigerado por 90 dias.

Na Figura 3 é possível observar que a partir do 15º dia de armazenamento até o final do estudo as formulações contendo extratos apresentaram os menores valores para TBARS em relação as outras formulações, indicando que os extratos foram efetivos em diminuir a oxidação lipídica. Resultados semelhantes foram encontrados em estudo no qual extratos de alecrim e tomilhos aplicados em filés de tilápia inibiram a oxidação durante o armazenamento (KHALAFALLA; ALI; HASSAN, 2015). Os compostos encontrados na análise de cromatografia gasosa e na análise por HPLC dos extratos, são potenciais antioxidantes, e desta forma podem ter contribuído para que os extratos da casca da guabiroba tenham apresentado os menores valores de TBARS.

As formulações de patê passaram pela etapa de cozimento, este processo torna-os mais suscetíveis à oxidação em comparação com a carne fresca, devido à interação facilitada entre ácidos graxos livres e oxigênio na presença de catalisadores, como calor, induzindo assim a produção de radicais livres (AMARAL; SILVA; LANNES, 2018; SECCI; PARISI, 2016).

Os valores de TBARS aumentaram até os 15 dias de armazenamento, e aos 30 dias houve uma diminuição, e nos tempos seguintes 60 e 90 dias aumentaram novamente. Flutuações nos valores de TBARS também foram verificadas durante o período de armazenamento de quenelle de tilápia (ANGELINI et al., 2013), e de fishburguer de tilápia (MATTJE et al., 2019). O resultado desta análise está em concordância com os resultados obtidos para o perfil dos ácidos graxos, no qual pode ter ocorrido a oxidação dos ácidos graxos insaturados (mais susceptíveis), mas não ocasionou alterações significativas na composição da amostra.

Os valores de TBARS podem diminuir durante o período de armazenamento devido a reações entre malonaldeído e proteínas, transformando essas moléculas de proteínas em componentes insolúveis. As alterações nos valores TBARS estão associadas a alterações no sabor e aroma do produto (DALLABONA et al., 2013). Muitos compostos são formados durante este processo, e os hidroperóxidos por sua vez, originam outros compostos responsáveis para o aparecimento de odor e sabor rançosos em peixes (YERLIKAYA; GOKOGLU; URAN, 2005).

Estudo com extrato de alecrim em filés de tilápia armazenados por 240 dias, demonstrou proteção contra oxidação, comparado ao grupo controle que teve um aumento nos valores de TBARS durante o tempo de armazenamento (AFONSO; SANT'ANA, 2007). Comportamento foi semelhante ao encontrado no presente estudo em que as formulações de patês Controle e BHT tiveram valores maiores de TBARS. A adição de extrato de gengibre também foi efetivo em controlar a oxidação lipídica em fishburguer de tilápia (MATTJE et al., 2019). Outro estudo encontrou resultados semelhantes, no qual a quantidade de TBARS foi significativamente menor em hambúrgueres de carne suína com extratos de abacate do que nas formulações controle durante o armazenamento refrigerado ao final do estudo (RODRÍGUEZ-CARPENA; MORCUENDE; ESTÉVEZ, 2011). Demonstrando o potencial de frutas ricas em compostos fenólicos na prevenção da oxidação lipídica em produtos cárneos.

5.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Todas as formulações de patês de tilápia (Tabela 9) estavam de acordo com o estabelecido na legislação vigente (BRASIL, 2019c), e assim aptos para consumo ao final do estudo.

Tabela 9. Análise microbiológicas dos patês de Tilápia Controle (C), BHT e com adição dos extratos obtidos por extração hidroalcolica (H) e por decocção (D) da casca de guabiroba refrigerados por 90 dias.

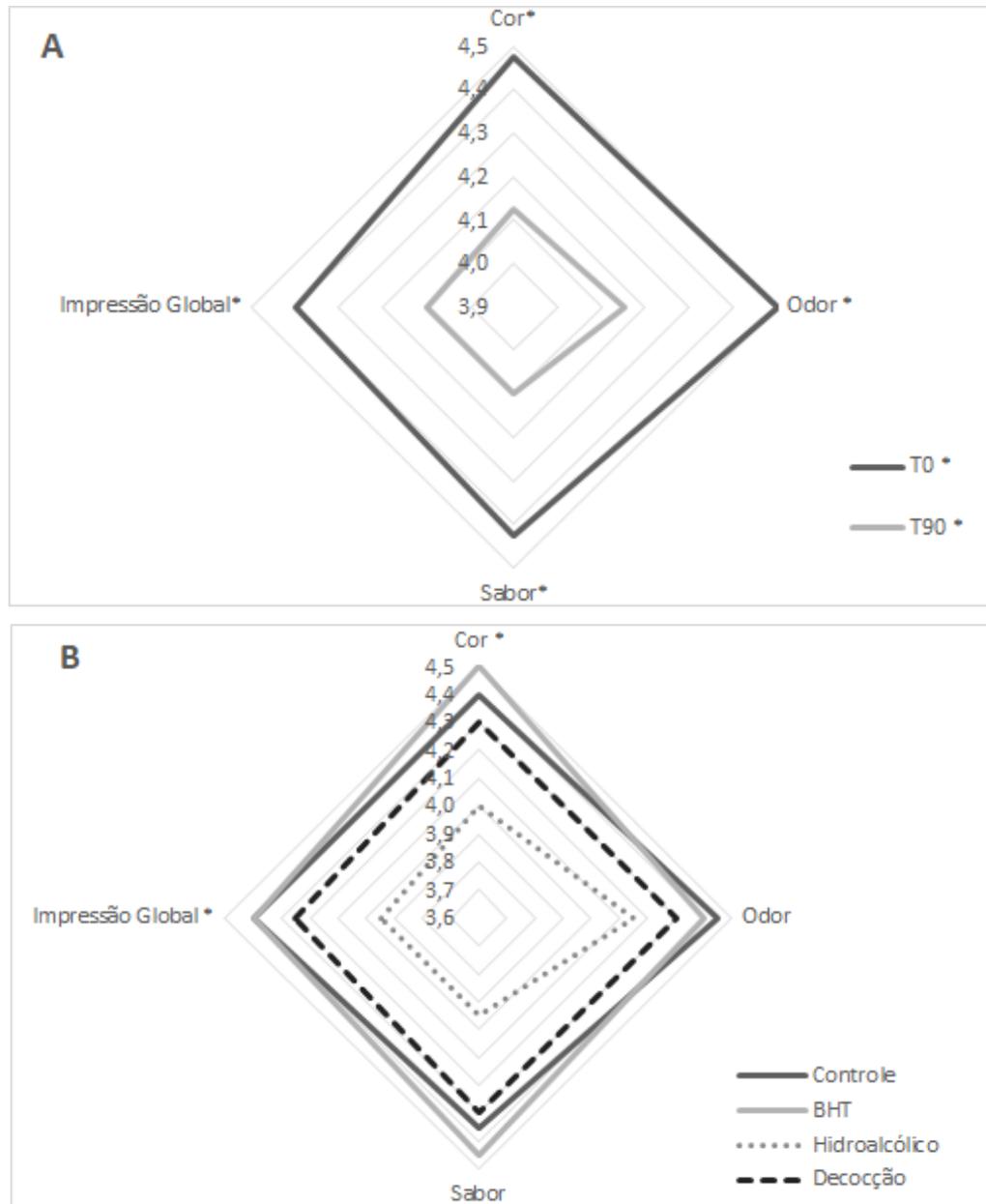
	C	BHT	H	D	Legislação (Brasil, 2019)
Contagem de <i>E. coli</i> (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	50
Contagem de estafilococos coagulase positiva UFC/g	< 10 ²				
Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp	Ausência/ 25 g				

Os produtos apresentaram contagens microbianas inferiores aos limites máximos estipulados pela legislação vigente (BRASIL, 2019c). Em um estudo anterior, Veloso et al., (2019) verificaram que a salsicha fresca de peixe apresentou contagem de *E. coli* acima do permitido pela legislação a partir 32 dias de armazenamento refrigerado. Resultado foi diferente do encontrado no presente estudo, em que o produto manteve-se com a contagem inferior ao limite máximo da legislação após 90 dias de armazenamento. Os resultados indicam que o processo de cocção foi eficiente para pasteurizar o produto, bem como o método de conservação pelo uso da refrigeração doméstica a 4 °C foi eficiente para garantir a segurança microbiológica dos produtos desenvolvidos durante o período do estudo.

5.5 ANÁLISE SENSORIAL DOS PATÊS DE TILÁPIA

Os resultados da análise sensorial com painel semi-treinado não apresentaram interação dos fatores formulação e tempo de armazenamento ($p > 0,05$). Desta forma os resultados foram expressos com as médias do tempo inicial e final do armazenamento (D1 e D90) e as médias das quatro formulações conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3. Análise sensorial com painel semi-treinado das formulações de patês de tilápia (Controle, BHT e com extratos obtidos por extração hidroalcóolica e por decocção)



A: Atributos sensoriais em função dos tempos de armazenamento inicial (D1) e final (D90); B: Atributos sensoriais em função das quatro formulações.

* Indica diferença significativa entre as formulações ou tempo de armazenamento ($p < 0,05$).

A análise sensorial apresentou diferença significativa entre os tempos de armazenamento inicial e final para todos os atributos avaliados (cor, odor, sabor e impressão global), conforme apresentado na Figura 3 A. As médias ficaram maiores no tempo inicial de

armazenamento, entre "qualidade boa" e "qualidade muito boa" na escala, para as quatro formulações. E com o tempo de armazenamento, ocorreu redução das médias dos atributos sensoriais no final do estudo. Com isso o armazenamento refrigerado por 90 dias afetou a qualidade sensorial dos produtos desenvolvidos. Porém, ressalta-se que os patês permaneceram com qualidade boa, com valores próximos de 4 na escala utilizada. Este resultado pode estar relacionado ao encontrado na análise de TBARS, no qual ao final do estudo valores encontrados foram maiores do que no tempo inicial, indicando a ocorrência de oxidação lipídica, e ao resultado da análise de pH e acidez titulável que são indicadores do estado de conservação.

Conforme apresentado na Figura 3B, o patê com adição do extrato hidroalcolico apresentou as menores médias para os atributos sensoriais do que as demais formulações. E com comportamento similar, a formulação com extrato obtido por decocção, porém com maiores médias do que o patê com extrato hidroalcolico. Este resultado pode ser devido as características da fruta guabiroba utilizada na obtenção do extrato, que possui coloração intensa e marcante, e o método de extração, pois no extrato hidroalcolico foi obtido maior proporção de terpenos e sesquiterpenos, os quais possuem características pungentes ou de sabor amargo, conforme pode ser verificado na tabela 7 na análise por CG. No entanto, mesmo com as médias menores, ainda foram considerados de boa qualidade sensorial de acordo com a escala utilizada. A combinação de várias substâncias voláteis é responsável pela caracterização do aroma e sabor característico das frutas. Ésteres, aldeídos, álcoois, terpenos ou seus derivados são geralmente os compostos voláteis responsáveis pelo sabor característico de frutas e vegetais (BICAS et al., 2011; EL HADI et al., 2013).

Estudo com fishburguer de tilápia e adição da casca da guabiroba em pó e amaranto, verificou que a adição desses ingredientes não interferiu nas características sensoriais do produto final em relação a todos os atributos analisados (CRISTOFEL et al., 2020), diferente do resultado encontrado no presente estudo. Resultado que se assemelha em alguns aspectos ao presente estudo foi encontrado por Khalafalla; Ali; Hassan, (2015), no qual a aceitabilidade geral dos filés de tilápia com ervas naturais diminuíram com o tempo de armazenamento, devido as características de cor e odor das ervas utilizadas. Resultados similares, com redução das médias dos atributos sensoriais avaliados foram encontrados para fishburguer de tilápia com adição de extrato e óleo essencial de gengibre (MATTJE et al., 2019).

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que os extratos da casca da guabiroba apresentam elevada atividade antioxidante pelos métodos avaliados, bem como teores de compostos fenólicos e vitamina C. Além disso, foram eficientes na prevenção da oxidação lipídica durante armazenamento refrigerado dos patês de tilápia, com resultados melhores do que a formulação com o antioxidante sintético BHT. Desta forma, possuem potencial para serem utilizados em produtos de peixe no intuito de prevenir a oxidação lipídica, e dos outros parâmetros avaliados, como pH, cor instrumental e acidez titulável que apresentaram pouca variação durante o tempo de armazenamento refrigerado dos patês e, ainda manter a qualidade sensorial e microbiológica dos patês. Assim, a utilização da casca da guabiroba pode ser uma alternativa de processamento para os resíduos provenientes tanto do fruto que é pouco utilizado, quanto do resíduo resultante do processamento da tilápia, para a oferta de um produto com características que atendem à demanda de produtos inovadores sem adição de aditivos sintéticos para o consumidor.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, M. D. S.; SANT'ANA, L. S. Effects of pre treatment with Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) In the prevention of lipid oxidation in salted tilapia fillets. **Journal of Food Quality**, v. 31, n. 2008, p. 586–595, 2007.
- ALVES, A. M.; ALVES, M. S. O.; FERNANDES, T. O.; NAVES, R. V.; NAVES, M. M. V. Caracterização física e química, fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa e resíduo de gabioba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 837–844, 2013.
- AMARAL, A. B.; SILVA, M. V. DA; LANNES, S. C. D. S. Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors - a review. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 1–15, 2018.
- ANGELINI, M. F. C.; GALVÃO, J. A.; VIEIRA, A. F.; SAVAY-DA-SILVA, L. K.; SHIRAHIGUE, L. D.; CABRAL, I. S. R.; MODESTA, R. C. D.; GALLO, C. R.; OETTERER, M. Shelf life and sensory assessment of tilapia quenelle during frozen storage. n. 1, p. 1080–1087, 2013.
- BAINY, E. M.; BERTAN, L. C.; CORAZZA, M. L.; LENZI, M. K. 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.
- BEN SGHAIER, M.; MOUSSLIM, M.; PAGANO, A.; AMMARI, Y.; LUIS, J.; KOVACIC, H. β -eudesmol, a sesquiterpene from *Teucrium ramosissimum*, inhibits superoxide production, proliferation, adhesion and migration of human tumor cell. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 46, p. 227–233, 2016.
- BESSA, D. P.; TEIXEIRA, C. E.; FRANCO, R. M.; FREITAS, M. Q.; MONTEIRO, M. L. G.; CONTE-JUNIOR, C. A.; GAZE, L. V. Functional sausage made from mechanically separated tilapia meat. **Ital. J. Food Sci**, v. 28, p. 426–440, 2016.
- BIAVATTI, M. W. FARIAS, C.; CURTIUS, F.; BRASIL, L. M.; HORT, S.; SCHUSTER, L.; LEITE, S. N.; PRADO, S. R.T. Preliminary studies on *Campomanesia xanthocarpa* (Berg.) and *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J.F. Macbr. aqueous extract: Weight control and biochemical parameters. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 93, n. 2–3, p. 385–389, 2004.
- BICAS, J. L.; MOLINA, G.; DIONÍSIO, A. P.; BARROS, F. F.; WAGNER, R. MARÓSTICA JR, M. R.; PASTORE, G. M. Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1843–1855, 2011.
- BLIGH, E. G. AND DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**. v 37, 1959.
- BOCHI, V. C.; WEBER, J.; RIBEIRO, C. P.; VICTÓRIO, A. M.; EMANUELLI, T. Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 18, p. 8844–8849, 2008.
- BORDIGNON, A. C.; SOUZA, B. E.; BOHNENBERGER, L.; HILBIG, C. C.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir

de CMS e aparas do corte em “V” do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p. 101–108, 2010.

BOZKURT, H. Utilization of natural antioxidants: Green tea extract and Thymbra spicata oil in Turkish dry-fermented sausage. **Meat Science**, v. 73, n. 3, p. 442–450, 2006.

BRADBURY, K. E.; SKEAFF, C. M.; GREEN, T. J.; GRAY, A. R.; CROWE, F. L. The serum fatty acids myristic acid and linoleic acid are better predictors of serum cholesterol concentrations when measured as molecular percentages rather than as absolute concentrations. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 91, n. 2, p. 398–405, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Instrução Normativa N° 21, de 31 de Julho de 2000. Estabelece Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Patê. **Diário Oficial da União**, 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. RDC n° 329, de 19 de dezembro de 2019. Estabelece os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em pescado e produtos de pescado. 2019a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução - RDC n° 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial da União**, 2019b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Instrução Normativa n° 60, de 23 de dezembro de 2019. estabelece listas de padrões microbiológicos para alimentos. 2019c.

BRAVO, L. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. **Nutrition Reviews**, v. 56, n. 11, p. 317–333, 1998.

BRODOWSKA, K. M. European Journal of Biological Research Natural flavonoids: classification, potential role, and application of flavonoid analogues. **European Journal of Biological Research**, v. 7, n. 2, p. 108–123, 2017.

BUCIĆ-KOJIĆ, A.; PLANINIĆ, M.; TOMAS, S.; BILIĆ, M.; VELIĆ, D. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. **Journal of Food Engineering**, v. 81, n. 1, p. 236–242, 2007.

CAMMACK, R.; JOANNOU, C. L.; CUI, X. Y.; TORRES, C. T.; MARAJ, S. R.; HUGHES, M. N. Nitrite and nitrosyl compounds in food preservation. **Biochimica et Biophysica Acta - Bioenergetics**, v. 1411, n. 2–3, p. 475–488, 1999.

CAO, Y.; FANG, S.; FU, X.; SHANG, X.; YANG, W. Seasonal variation in phenolic compounds and antioxidant activity in leaves of Cyclocarya paliurus (Batal.) Iljinskaja. **Forests**, v. 10, n. 8, 2019.

CAPELETTO, C.; CONTERATO, G.; SCAPINELLO, J.; RODRIGUES, F. S.; COPINI, M. S.; KUHN, F. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of guavirova (Campomanesia xanthocarpa Berg) seed extracts obtained by supercritical CO₂ and compressed n-butane. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 110, p. 32–38, 2016.

CARDOSO, C. A. L.; SALMAZZO, G. R.; HONDA, N. K.; PRATES, C. B.; VIEIRA, M. C.; COELHO, R. G. Antimicrobial Activity of the Extracts and Fractions of Hexanic Fruits of *Campomanesia* Species (Myrtaceae). **Journal of Medicinal Food**, v. 13, n. 5, p. 1273–1276, 2010.

CAROCHO, M.; MORALES, P.; FERREIRA, I. C. F. R. Trends in Food Science & Technology Natural food additives : Quo vadis ? v. 45, p. 284–295, 2015.

CHAIJAN, M.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; FAUSTMAN, C. Changes of pigments and color in sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) muscle during iced storage. **Food Chemistry**, v. 93, n. 4, p. 607–617, 2005.

CHONG, E. W. T.; SINCLAIR, A. J.; GUYMER, R. H. Facts on fats. **Clinical and Experimental Ophthalmology**, v. 34, n. 5, p. 464–471, 2006.

CODEX ALIMENTARIUS. **GSFA Online Food Additive Details for Butylated hydroxytoluene (BHT)**. Disponível em: <<http://www.fao.org/gsfonline/additives/details.html?id=189>>. Acesso em: 11 nov. 2020.

CORONADO, S. A.; TROUT, G. R.; DUNSHEA, F. R.; SHAH, N. P. Antioxidant effects of rosemary extract and whey powder on the oxidative stability of wiener sausages during 10 months frozen storage. v. 62, p. 217–224, 2002.

CORREIA, I. M. S.; ARAÚJO, G. S.; PAULO, J. B. A.; SOUSA, E. M. B. D. Avaliação das potencialidades e características físico- químicas do óleo de Girassol (*Helianthus annuus* L.) e Coco (*Cocos nucifera* L.) produzidos no Nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v. 10, p. 1–7, 2014.

COUTINHO, I. D.; CARDOSO, C. A. L.; RÉ-POPPI, N.; MELO, A. M.; VIEIRA, M. C.; HONDA, N. K.; COELHO, R. G. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) and evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (*Guavira*). **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, 2009.

CRAFT, B. D.; KERRIHARD, A. L.; AMAROWICZ, R.; PEGG, R. B. Phenol-Based Antioxidants and the In Vitro Methods Used for Their Assessment. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 11, n. 2, p. 148–173, 2012.

CRISTOFEL, C. J.; GRANDO, R. C.; TORMEN, L.; FRANCISCO, C. T. P.; BERTAN, L. C. Effect of the use of guabiroba bark and functional ingredients on the characteristics of Nile Tilapia burger. **Journal of Food Processing and Preservation**, p. 0–3, 2020.

CRUZ, C. D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum - Agronomy**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 271 – 276, 2013.

CZAIKOSKI, K.; MESOMO, M. C.; KRÜGER, R. L.; QUEIROGA, C. L.; CORAZZA, M. L. Extraction of *Campomanesia xanthocarpa* fruit using supercritical CO₂ and bioactivity assessments. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 98, p. 79–85, 2015.

DALASTRA, V.; SOUTHER, N.; ANAISSI, F. J.; DALASTRA, J.; YAMAZAKY, R. K. Flavonoides presentes nos extratos da campomanesia xanthocarpa Berg. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 8983–8991, 2019.

DALLABONA, B. R.; KARAM, L. B.; WAGNER, R.; BARTOLOMEU, D. A. F. S.; MIKOS, J. D.; FRANCISCO, J.G. P.; MACEDO, R. E. F.; KIRSCHNIK, P. G. Effect of heat treatment and packaging systems on the stability of fish sausage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 12, p. 835–843, 2013.

DE LA ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; SHAHIDI, F. Phenolic compounds and antioxidant activity of kernels and shells of Mexican pecan (*Carya illinoensis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 1, p. 152–162, 2011.

DENARDIN, C. C.; HIRSCH, G. E.; DA ROCHA, R. F.; VIZZOTTO, M.; HENRIQUES, A. T.; MOREIRA, J. C.F.; GUMA, F.T.C.R.; EMANUELLI, T. Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian native fruits. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 23, n. 3, p. 387–398, 2015.

DEVATKAL, S. K.; NARSAIAH, K.; BORAH, A. Anti-oxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. **Meat Science**, v. 85, n. 1, p. 155–159, 2010.

DIN, J. N.; NEWBY, D. E.; FLAPAN, A. D. Omega 3 fatty acids and cardiovascular disease—fishing for a natural treatment Sources and selection criteria Omega 3 polyunsaturated fatty acids. **Journal Bmj**, v. 328, n. January, p. 30–35, 2004.

DOMÍNGUEZ, R.; PATEIRO, M.; GAGAOUA, M.; BARBA, F. J.; ZHANG, W.; LORENZO, J. M. comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. **Antioxidants**, v. 8, n. 10, p. 1–31, 2019.

ECHARTE, M.; CONCHILLO, A.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Food Chemistry Evaluation of the nutritional aspects and cholesterol oxidation products of pork liver and fish pat es. v. 86, p. 47–53, 2004.

EL HADI, M. A. M.; ZHANG, F. J.; WU, F. F.; ZHOU, C. H.; TAO, J. Advances in fruit aroma volatile research. **Molecules**, v. 18, n. 7, p. 8200–8229, 2013.

ESPINDOLA, P. P. T.; ROCHA, P. S.; CAROLLO, C. A.; SCHMITZ, W. O.; PEREIRA, Z. V.; VIEIRA, M. C.; SANTOS, E.L.; SOUZA, K. P. Antioxidant and Antihyperlipidemic Effects of Campomanesia adamantium O. Berg Root. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2016, 2016.

FAO - Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Tilapia Trade Global and Regional Trends. 2018.

FAO. Food And Agriculture Organization Of The United Nations. **The State of World Fisheries and Aquaculture**. 2020

FERNANDES, T. O.; ÁVILA, R. I.; MOURA, S.S.; RIBEIRO, G. A.; NAVES, M.M.V.; VALADARES, M. C. Campomanesia adamantium (Myrtaceae) fruits protect HEPG2 cells

against carbon tetrachloride-induced toxicity. **Toxicology Reports**, v. 2, p. 184–193, 2015.

FLOCK, M. R.; KRIS-ETHERTON, P. M. Diverse physiological effects of long-chain saturated fatty acids: Implications for cardiovascular disease. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 16, n. 2, p. 133–140, 2013.

FREITAS, D. D. G. C.; BECHARA, H. M.; TASHIMA, L.; RESENDE, A. L. S. S.; FURTADO, A. A. L. The sensory acceptability of a tilapia (*Oreochromis niloticus*) mechanically separated meat-based spread. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 166–173, 2012.

GARDUÑO-LUGO, M.; GRANADOS-ALVAREZ, I.; OLVERA-NOVOA, M. A.; MUÑOZ-CÓRDOVA, G. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia x Stirling red *O. niloticus*) males. **Aquaculture Research**, v. 34, n. 12, p. 1023–1028, 2003.

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

HALLIER, A. CHEVALLIER, S.; SEROT, T.; PROST, C. Influence of farming conditions on colour and texture of European catfish (*Silurus glanis*) fles. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 1243, n. November 2005, p. 1237–1243, 2007.

HAUTRIVE, T. P. OLIVEIRA, V. R.; SILVA, A. R. D.; TERRA, N. N.; CAMPAGNOL, P. C. B. Análise físico-química e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 95–101, 2009.

HUANG, H.; QI, S.; WEI, Q.; WANG, Q.; HUANG, J. Lychee (*Litchi chinensis Sonn.*) seed water extract as potential antioxidant and anti-obese natural additive in meat products. **Food Control**, v. 50, p. 195–201, 2014.

IAL. **Instituto Adolfo Lutz**. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 482 4ª ed., 1ª Ed. Digital, São Paulo: 2008.

IUPAC. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives 1st Supplement to the 7th Edition International Union of Pure and Applied Chemistry Commission on Oils, Fats and Derivatives. p. 151, 1987.

KARRE, L.; LOPEZ, K.; GETTY, K. J. K. Natural antioxidants in meat and poultry products. **MESC**, v. 94, n. 2, p. 220–227, 2013.

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

KIM, S. J.; CHO, A. R.; HAN, J. Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. **Food Control**, v. 29, n. 1, p. 112–120, 2013.

KIRSCHNIK, P. G. Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Tese de doutorado. 2007.

KIRSCHNIK, P. G.; TRINDADE, M. A.; GOMIDE, C. A.; MORO, M. E. G; VIEGAS, E.M. M. Estabilidade em armazenamento da carne de tilápia-do-nilo mecanicamente separada, lavada, adicionada de conservantes e congelada. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 935–942, 2013.

KOTAWONG, K.; CHAIJAROENKUL, W.; MUHAMAD, P.; NA-BANGCHANG, K. Cytotoxic activities and effects of atractyloidin and β -eudesmol on the cell cycle arrest and apoptosis on cholangiocarcinoma cell line. **Journal of Pharmacological Sciences**, v. 136, n. 2, p. 51–56, 2018.

KOULOURA, E.; TCHOUMTCHOUA, J.; HALABALAKI, M.; SKALTSOUNIS, A. L. **Plant Sesquiterpenes and other Terpenoids**. Encyclopedia of Analytical Chemistry, 2014.

KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e Planejamento na Produção Comercial**. 2 ed. Jundiaí: Aqua imagem, 2011.

KUHN, C. R.; SOARES, G. J. D. Proteases e Inibidores no Processamento de Surimi. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 1, p. 5–11, 2002.

KUMAR, Y.; YADAV, D. N.; AHMAD, T.; NARSAIAH, K. Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 14, n. 6, p. 796–812, 2015.

KWIATKOWSKI, A., FRANÇA, G., OLIVEIRA, D. M., ROSA, C. I. L. F. & CLEMENTE, E. Avaliações químicas da polpa e resíduo da polpa de amora-preta Orgânica, cv. Tupy. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, v. 1, n. 1, p. 43–45, 2010.

LEMA ABELTI, A. Minerals Content and Fatty Acids Profile of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fillet from Lake Zeway: Effect of Endogenous Factors. **Journal of Nutrition & Food Sciences**, v. 07, n. 01, p. 7–9, 2017.

LIMA, J. D. S. S.; CASTRO, J. M. C.; SABINO, L. B. S.; LIMA, A. C. S.; TORRES, L. B. V. Physicochemical properties of gabiroba (*Campomanesia lineatifolia*) and myrtle (*Blepharocalyx salicifolius*) native to the mountainous region of Ibiapaba-CE, Brazil. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 753–757, 2016.

LOBO, C. M. O.; TORREZAN, R.; FURTADO, A. A. L.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, D. G. C.; CONTE-JUNIOR, C. A.; MÁRSICO, E. T. Development and nutritional and sensory evaluation of pate cachapinta (*Pseudoplatystoma sp*) **Food Science & Nutrition**, v. 3, n. Crepaldi 2008, p. 10–16, 2014.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002. v. 1 .

LUSTOSA-NETO, A. D. NUNES, M. L.; FERREIRA, R.N C.; BEZERRA, J.H.; FURTADO-NETO, M. A. A. Elaboração , rendimento e custo de almôndegas de tilápia do Nilo e pirarucu

cultivados : aplicação na merenda escolar Preparation , yield and cost of farm-grown Nile tilapia and pirarucu meatballs : their. v. 4, n. October, p. 101–109, 2016.

MACIEL, E. S.; GALVÃO, J. A.; ARRUDA, L. F.; SAVAY-DA-SILVA, L.K.; ANGELINI, M. F. C.; OETTERER, M. Recomendações técnicas para o processamento da tilápia. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa**, p. 65, 2012.

MAIA NETA, Z.; ALMEIDA, N. M.; GRISI, C. V. B.; SOUSA, S.; CORDEIRO, A. M. T. M. Elaboration and quality control of the piracui from trahira (*Hoplias malabaricus*) during storage. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 23, p. 100287, 2020.

MALTA, L. G.; GHIRALDINI, F. G.; REIS, R.; OLIVEIRA, M. V.; SILVA, L. B.; PASTORE, G. M. In vivo analysis of antigenotoxic and antimutagenic properties of two Brazilian Cerrado fruits and the identification of phenolic phytochemicals. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 604–611, 2012.

MALTA, L. G.; TESSARO, E. P.; EBERLIN, M.; PASTORE, G. M.; LIU, R. H. Assessment of antioxidant and antiproliferative activities and the identification of phenolic compounds of exotic Brazilian fruits. **Food Research International**, v. 53, n. 1, p. 417–425, 2013.

MAMEDE, M. E. D. O.; PASTORE, G. M. Compostos Fenólicos Do Vinho: Estrutura E Ação Antioxidante. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 233–252, 2004.

MAQSOOD, S.; BENJAKUL, S.; SHAHIDI, F. Emerging Role of Phenolic Compounds as Natural Food Additives in Fish and Fish Products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 53, n. 2, p. 162–179, 2013.

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

MARKMAN, B. E. O.; BACCHI, E. M.; KATO, E. T. M. Antiulcerogenic effects of *Campomanesia xanthocarpa*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, n. 1, p. 55–57, 2004.

MATTJE, L. G. B.; TORMEN, L.; BOMBARDELLI, M. C. M.; CORAZZA, M. L.; BAINY, E. M. Ginger essential oil and supercritical extract as natural antioxidants in tilapia fish burger. **Journal of Food Processing and Preservation**, n. February, p. e13942, 2019.

MEDRI, V.; MEDRI, W.; FILHO, M. C. Growth of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* Fed Diets with Different Levels of Proteins of Yeast. v. 52, n. June, p. 721–728, 2009.

MINOZZO, M. G.; WASZCZYNSKYJ, N.; BEIRÃO, L. H. Características físico-químicas do patê de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), comparado a produtos similares comerciais. **Alim. Nutr.**, p. 101–105, 2004.

MINOZZO, M. G.; WASZCZYNSKYJ, N.; BOSCOLO, W. R. Utilização De Carne Mecanicamente Separada. **Alim. Nutr.**, v. 19, n. 3, p. 315–319, 2008.

MINOZZO, M. G.; WASZCZYNSKYJ, N.; BOSCOLO, W. R. Obtenção de patê de armado (

Pterodoras granulosus) e a sua caracterização microbiológica, sensorial e físico-química. Production of creamy granulated catfish (*Pterodoras granulosus*) pate. **Braz. J. Food Technol.**, v. 13, p. 182–188, 2010.

MOHANTY, B. P.; MAHANTY, A.; GANGULY, S.; MITRA, T.; KARUNAKARAN, D.; ANANDAN, R. Nutritional composition of food fishes and their importance in providing food and nutritional security. **Food Chemistry**, n. June 2017, p. 1–10, 2018.

MOON, P. D.; NA-RA, H.; LEE, J. S.; KIM, H. Y.; HONG, S.; KIM, H. J.; YOO, M. S.; KIM, H. M.; JEONG, J. β -eudesmol inhibits thymic stromal lymphopoietin through blockade of caspase-1/NF- κ B signal cascade in allergic rhinitis murine model. **Chemico-Biological Interactions**, v. 294, n. August, p. 101–106, 2018.

MOOSAVI-NASAB, M.; ASGARI, F.; OLIYAEI, N. Quality evaluation of surimi and fish nuggets from Queen fish (*Scomberoides commersonnianus*). **Food Science and Nutrition**, v. 7, n. 10, p. 3206–3215, 2019.

MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabirola e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Rev. Bras Frutic.**, v. 37, p. 96–103, 2015.

MURHEKAR, S.; WRIGHT, M. H.; GREENE, A. C.; BROWNLIE, J. C.; COCK, I. E. Inhibition of *Shewanella* spp. growth by *Syzygium australe* and *Syzygium luehmannii* extracts: natural methods for the prevention of fish spoilage. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 10, p. 3314–3326, 2017.

NASCIMENTO, K. F.; MOREIRA, F. M. G.; SANTOS, J. A.; KASSUYA, C. A. L.; CRODA, J. H. R.; CARDOSO, C. A. L.; VIEIRA, M. C.; RUIZ, A. L. T. G.; FOGGIO, M. A.; CARVALHO, J. E.; FORMAGIO, A. S. N. Antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and antimycobacterial activities of the essential oil of *Psidium guineense* Sw. and spathulenol. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 210, n. August 2017, p. 351–358, 2018.

NASSU, R. T. GONÇALVES, L. A. G.; SILVA, M. A. A. P.; BESERRA, F. J. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. **Meat Science**, v. 63, n. 1, p. 43–49, 2003.

NEIVA, C. R. P.; MACHADO, T. M.; TOMITA, R. Y.; FURLAN, E. F.; LEMOS NETO, M. J.; BASTOS, D. H. M. Fish crackers development from minced fish and starch: an innovative approach to a traditional product. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 973–979, 2012.

NIH. Guaiol | C15H26O - PubChem - NIH - National Library of Medicine; National Center for Biotechnology Information. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Guaiol>>.

NOLLET, L. M. L. **Handbook of Food Analysis: Physical characterization and nutrient analysis**. Hardcover, Second Edition. vol.1, 2004.

OETTERER, M.; GALLO, C. R.; BISCALCHIN-GRYSCHAK, S. F. Journal of Aquatic Food Characterization and Frozen Storage Stability of Minced Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

and Red Tilapia (*Oreochromis spp.*). n. April 2014, p. 37–41, 2008.

OHARA, K.; KATAYAMA, M.; NAGAI, K. β -Eudesmol, an Oxygenized Sesquiterpene, Affects Efferent Adrenal Sympathetic Nerve Activity Via Transient Receptor Potential Ankyrin 1 in Rats. **Neuroscience Letters**, v. 684, n. June, p. 18–24, 2018.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; OLIVEIRA, C. A.F.; SOBRAL, P. J.A.; BALIEIRO, J. C.C.; NATORI, M. M.; VIEGAS, E. M.M. How stunning methods affect the quality of Nile tilapia meat. **CYTA - Journal of Food**, v. 13, n. 1, p. 56–62, 2015.

OLIVEIRA, J. D.; ALVES, D. K. M.; MIRANDA, M. L. D.; ALVES, J. M.; XAVIER, M. N.; CAZAL, C. M.; ALVES, C. C. F. Chemical composition of essential oil extracted from leaves of *Campomanesia adamantium* subjected to different hydrodistillation times. **Ciência Rural**, v. 47, n. 1, p. 1–7, 2017.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>.

OZOGUL, Y.; AYAS, D.; YAZGAN, H.; OZOGUL, F.; BOGA, E. K.; OZYURT, G. The capability of rosemary extract in preventing oxidation of fish lipid. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 45, n. 8, p. 1717–1723, 2010.

PEIXE BR. **PeixeBR | Associação Brasileira da Piscicultura**. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/>>.

PEIXE BR. **PeixeBR | PEIXE BR lança campanha para aumento do consumo de peixes de cultivo no país**. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/peixe-br-lanca-campanha-para-aumento-do-consumo-de-peixes-de-cultivo-no-pais/>>. Acesso em: 18 dez. 2020.

PEREIRA, M. C.; STEFFENS, R. S.; JABLONSKI, A.; HERTZ, P. F.; RIOS, A.O.; VIZZOTTO, M.; FLÔRES, S. H. Characterization and antioxidant potential of Brazilian fruits from the Myrtaceae family. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 12, p. 3061–3067, 2012.

PEREIRA, M. C.; OLIVEIRA, D. A.; HILL, L. E.; ZAMBIAZI, R. C.; BORGES, C.D.; VIZZOTTO, M.; MERTENS-TALCOTT, S.; TALCOTT, S.; GOMES, C. L. Effect of nanoencapsulation using PLGA on antioxidant and antimicrobial activities of guabiroba fruit phenolic extract. **Food Chemistry**, v. 240, n. July 2017, p. 396–404, 2018.

RADIX, P. BASTIEN, C.; JAY-ALLEMAND, C.; CHARLLOT, G.; SEIGLE-MURANDI, F. The influence of soil nature on polyphenols in walnut tissues. A possible explanation of differences in the expression of walnut blight. **Agronomie**, v. 18, n. December 1998, p. 627–637, 1998.

RAMALHO, V.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755–760, 2006.

RASOARAHONA, J. R. E.; BARNATHAN, G.; BIANCHINI, J. P.; GAYDOU, E. M. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. **Food Chemistry**,

v. 91, n. 4, p. 683–694, 2005.

RIBEIRO, I. S.; SHIRAHIGUE, L. D.; SUCASAS, L. F. A.; ANBE, L.; CRUZ, P. G.; GALLO, C. R.; CARPES, S. T.; MARQUES, M. J.; OETTERER, M.. Shelf life and quality study of minced tilapia with Nori and Hijiki seaweeds as natural additives. **Scientific World Journal**, v. 2014, 2014.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; BOLWELL, P. G.; BRAMLEY, P. M.; PRIDHAM, J. B. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. **Free Radical Research**, v. 22, n. 4, p. 375–383, 1995.

RODRIGUES, M. H. P.; QUADROS, C. C.; CAVALHEIRO, P. L.; SOUZA, M. M.; PRENTICE, C. Physicochemical, microbiological and sensory properties of pâté elaborated from Whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) muscle. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 8850, n. August, 2017.

RODRÍGUEZ-CARPENA, J. G.; MORCUENDE, D.; ESTÉVEZ, M. Avocado by-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage. **Meat Science**, v. 89, n. 2, p. 166–173, 2011.

ROOIJEN, M. A. VAN; MENSINK, R. P. Palmitic Acid Versus Stearic Acid : Effects of Interesterification and Intakes on Cardiometabolic. **Nutrient Journal**, v. 12, n. 615, p. 1–24, 2020.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. FRAP embrapa. **Comunicado Técnico, 125 Embrapa**, p. 3–6, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica : Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre. p. 0–3, 2007.

RUIZ-CAPILLAS, C.; JIMENEZ-COLMENERO, F. Determination of preservatives in meat products by flow injection analysis (FIA). **Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment**, v. 25, n. 10, p. 1167–1178, 2008.

SANTOS, M. D. S. Impacto do processamento sobre as características físico-químicas, reológicas e funcionais de frutos da gabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa Berg*). Tese de doutorado. **Universidade Federal do Paraná**, 2011.

SANTOS, M. D. S.; MIGUEL, O. G.; PETKOWICZ, C. L. O.; CÂNDIDO, L. M. B. Antioxidant and fatty acid profile of gabiropa seed (*Campomanesia Xanthocarpa Berg*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. ahead, p. 0–0, 2012a.

SANTOS, M. DA S.; LIMA, J. J.; PETKOWICZ, C. L. O.; CÂNDIDO, L. M. B. Caracterização química e avaliação do potencial antioxidante do doce em massa de gabiropa (*Campomanesia xanthocarpa Berg*). **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 35, n. 1, p. 73–82, 2013.

SANTOS, M. S.; CARNEIRO, P. I. B.; WOSIACKI, G.; PETKOWICZ, C. L. O.; CARNEIRO,

E.B.B. Caracterização físico-química, extração e análise de pectinas de frutos de *Campomanesia Xanthocarpa B.* (Gabirola), **Ciência de alimentos**, v. 30, n. 1, p. 101–106, 2009.

SANTOS, M. S.; CORREIA, C. H.; PETKOWICZ, C. L. O.; CÂNDIDO, L. M. B. Evaluation of the Technological Potential of Gabirola [*Campomanesia xanthocarpa Berg*] Fruit. **Journal of Nutrition & Food Sciences**, v. 02, n. 09, 2012b.

SARTORI, A. G. DE O.; AMANCIO, R. D. Fish: nutritional relevance and consumption in Brazil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 19, n. 2, p. 83, 2012.

SCHULTER, E. P.; FILHO, J. E. R. V. Evolução Da Piscicultura No Brasil: Diagnóstico E Desenvolvimento Da Cadeia Produtiva De Tilápia. **Instituto de pesquisa Econômica Aplicada - Ipea**, p. 42, 2017.

SECCI, G.; PARISI, G. From farm to fork: Lipid oxidation in fish products. A review. **Italian Journal of Animal Science**, v. 15, n. 1, p. 124–136, 2016.

SERRANO, A.; PALACIOS, C.; ROY, G.; CESPÓN, C.; VILLAR, M. L.; NOCITO, M.; GONZÁLEZ-PORQUÉ, P. Derivatives of gallic acid induce apoptosis in tumoral cell lines and inhibit lymphocyte proliferation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 350, n. 1, p. 49–54, 1998.

SHAH, M. A.; BOSCO, S. J. D.; MIR, S. A. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. **Meat Science**, v. 98, 2014.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Novel antioxidants in food quality preservation and health promotion. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 112, n. 9, p. 930–940, 2010.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Measurement of antioxidant activity. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 757–781, 2015.

SHRAMKO, V. S.; POLONSKAYA, Y. V.; KASHTANOVA, E. V.; STAKHNEVA, E. M.; RAGINO, Y. I. The short overview on the relevance of fatty acids for human cardiovascular disorders. **Biomolecules**, v. 10, n. 8, p. 1–24, 2020.

SHUKLA, A. S. JHA, A. K.; KUMARI, R.; RAWAT, K.; SYEDA, S.; SHRIVASTAVA, A. Role of Catechins in Chemosensitization. Elsevier Inc., 2018. v. 2.

SILVA, C. A. DE A.; FONSECA, G. G. Brazilian savannah fruits: Characteristics, properties, and potential applications. **Food Science and Biotechnology**, v. 25, n. 5, p. 1225–1232, 2016.

SILVA, E. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; RODRIGUES, L. J.; SIQUEIRA, H. H. Caracterização física, química e fisiológica de gabirola (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 803–809, 2009.

SILVA, F.; BORGES, M.; FERREIRA, M. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **QUÍMICA NOVA**, v. 22, n. 1, p. 4–6, 1999.

SOCRIER, L. QUÉRO, A.; VERDU, M.; SONG, Y.; MOLINIÉ, R.; MATHIRON, D.;

PILARD, S.; MESNARD, F.; MORANDAT, S. Flax phenolic compounds as inhibitors of lipid oxidation : elucidation of their mechanisms of action. **Food Chemistry**, 2018.

SOKOŁA-WYSOCZAŃSKA, E.; WYSOCZAŃSKI, T.; WAGNER, J.; CZYŻ, K.; BODKOWSKI, R.; LOCHYŃSKI, S.; PATKOWSKA-SOKOŁA, B. Polyunsaturated fatty acids and their potential therapeutic role in cardiovascular system disorders—a review. **Nutrients**, v. 10, n. 10, p. 1–21, 2018.

SOUZA, M. A.; GUZATTI, J. G.G.; MARTELLO, R. H.; SCHINDLER, M. S.Z.; CALISTO, J. F.F.; MORGAN, L. V.; AGUIAR, G. P.S.; LOCATELI, G.; SCAPINELLO, J.; MÜLLER, L. G.; OLIVEIRA, J. V.; DAL MAGRO, J. Supercritical CO₂ extraction of Aloysia gratissima leaves and evaluation of anti-inflammatory activity. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 159, 2020.

TAI, C.; CHEN, Y. C.; CHEN, B. H. Analysis , Formation and Inhibition of Cholesterol Oxidation Products in Foods : An Overview (Part II). v. 8, n. 1, p. 1–15, 2000.

THOLSTRUP, T. MARCKMANN, P.; JESPERSEN, J.; SANDSTRÖM, B. Fat high in stearic acid favorably affects blood lipids and factor VII coagulant activity in comparison with fats high in palmitic acid or high in myristic and lauric acids. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, n. 2, p. 371–377, 1994.

THORAT, I. Antioxidants, their properties, uses in food products and their legal implications. **International Journal of Food Studies**, v. 2, n. 1, p. 81–104, 2013.

TMIC. Showing Compound Guaiol (FDB014357) - FooDB The Metabolomics Innovation Centre. Disponível em: <<https://foodb.ca/compounds/FDB014357>>.

VALLILO, M. I.; GARBELOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L. C. A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 241–244, 2005.

VALLILO, M. I.; MORENO, P. R. H.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L. C. A.; GARBELOTTI, M. L. Composição química dos frutos de *Campomanesia xanthocarpa* Berg-Myrtaceae. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 231–237, 2008.

VALRELTZIS, K.; KOUFIDIS, D.; GAVRIILIDOU, E.; PAPAVERGOU, E.; VASILIADOU, S. Effectiveness of a natural Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. **Z Lebensm Unters Forsch A** (1997), v. 205, n. 2, p. 93–96, 1997.

VELOSO, R. R.; ANJOS, B. W.; MACIEL, M. I.S.; SHINOHARA, N. K.S.; ANDRADE, H. A.; OLIVEIRA FILHO, P. R.C. Development and evaluation of fresh sausage type of marine catfish [*Sciades herzbergii* (Bloch. 1794)] stored under low temperatures. **International Food Research Journal**, v. 26, n. 2, p. 619–629, 2019.

VILA NOVA, C. M. V. M.; GODOY, H. T.; ALDRIGUE, M. L. Composição química, teor de colesterol e caracterização dos lipídios totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo (*Lutjanus purpureus*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 25, p. 430–436, 2005.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichmittel**, n. 12, p. 1084–1087, 1970.

WANG, J.; FANG, J.; WEI, L.; ZHANG, Y.; DENG, H.; GUO, Y.; HU, C.; MENG, Y. Decrease of microbial community diversity, biogenic amines formation, and lipid oxidation by phloretin in Atlantic salmon fillets. **Lwt**, v. 101, n. June 2018, p. 419–426, 2019.

YANG, Q. WU, J.; LUO, Y.; HUANG, N.; ZHEN, N.; ZHOU, Y.; SUN, F.; LI, Z.; PAN, Q.; LI, Y. (-)-Guaiol regulates RAD51 stability via autophagy to induce cell apoptosis in non-small cell lung cancer. **Oncotarget**, v. 7, n. 38, p. 62585–62597, 2016.

YEN, G. C.; DUH, P. DER; TSAI, H. L. Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. **Food Chemistry**, v. 79, n. 3, p. 307–313, 2002.

YERLIKAYA, P.; GOKOGLU, N.; URAN, H. Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. **European Food Research and Technology**, v. 220, n. 3–4, p. 287–291, 2005.

YOSHINO, M.; HANEDA, M.; NARUSE, M.; HTAY, H. H.; IWATA, S.; TSUBOUCHI, R.; MURAKAMI, K. Prooxidant action of gallic acid compounds: Copper-dependent strand breaks and the formation of 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine in DNA. **Toxicology in Vitro**, v. 16, n. 6, p. 705–709, 2002.