



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

RAÍSSA CRISTINA LEANDRO VITOR

**ELABORAÇÃO APLICAÇÃO DE FILME PROTEICO EM HAMBURGUERES CAPRINOS
INCORPORADOS DE DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS**

POMBAL-PB

2021

RAÍSSA CRISTINA LEANDRO VITOR

**ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILME PROTEICO EM HAMBURGUERES CAPRINOS
INCORPORADOS DE DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos
do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar,
da Universidade Federal de Campina Grande, como
requisito para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Raniere Lins de A. Meireles

POMBAL-PB

2021

iii

V845e

Vitor, Raíssa Cristina Leandro.

Elaboração e aplicação de filme protéico em hamburques caprinos incorporados de diferentes fontes lipídicas. / Raíssa Cristina Leandro Vitor. - Pombal, 2021.

34 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.

"Orientação: Prof. Dr. Bruno Raniere Lins de A. Meireles."

Referências.

1. Embalagem inteligente. 2. Filme protéico - hamburque caprino. 3. Caprino - hamburque. 4. Rã-touro. 5. Conservação de alimentos embalagem. 6. Embalagem - tecnologia. I. Meireles, Bruno Raniere Lins de A. II. Título.

CDU 621.798(043)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO BIBLIOTECÁRIO Msc. JESIEL FERREIRA GOMES - CRB-15/256

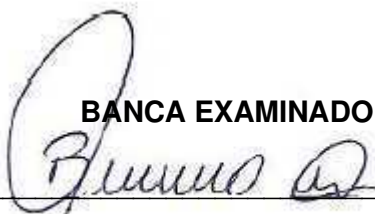
RAÍSSA CRISTINA LEANDRO VITOR

**ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILME PROTEICO EM HAMBURGUERES CAPRINOS
INCORPORADOS DE DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos
do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da
Universidade Federal de Campina Grande, como
requisito para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Alimentos.

Aprovado em 11 de Maio de 2021.

BANCA EXAMINADORA



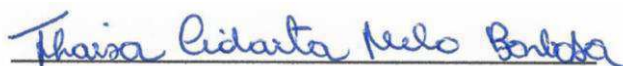
Prof. Dr. Bruno Raniere Lins de A. Meireles

UFCG / CCTA / UATA – Orientador



Prof. Dr. Stelio Braga da Fonseca

UFCG / CCTA / UATA – Examinador Interno



Ms. Thaisa Cidarta Melo Barbosa

Examinador Externo

POMBAL-PB

2021

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelo dom da vida, por ser meu sustento em todo o percurso e por colocar em meu caminho oportunidades e pessoas maravilhosas.

Agradeço a minha família, meus pais Cleide Sanches e Raimundo Vitor que me deram o suporte financeiro e emocional para chegar até aqui, por me apoiarem e sonharem meus sonhos, aos meus irmãos Raiede Leandro, Filipe Leandro e Mateus Sanches que também me ajudaram em todo o percurso.

Ao meu namorado Diego Medeiros, pelo apoio e compreensão em todos os momentos.

Aos meus amigos de curso Álvaro Gustavo, Dauany Sousa, Fabrício Moraes e Sinthya Kelly que me fizeram rir nos dias e situações mais difíceis, me encorajaram quando eu não tinha ânimo e fizeram meus dias na universidade mais leves apesar de todas as dificuldades.

Agradeço imensamente ao meu orientador Bruno Meireles que ainda no início da graduação viu em mim um potencial que eu não enxergava, e com muita paciência me lapidou e incentivou nesses anos de iniciação científica.

Deixo meus agradecimentos ao professor Sthelio Braga pelo incentivo durante a graduação e pelo seu ótimo trabalho como coordenador.

Agradeço a toda equipe de Assistência Estudantil, em especial ao Assistente Social Sebastião Marques, que sempre procurou nos acolher e direcionar durante a graduação.

A todas as residentes em especial as minhas colegas de quarto Tainá Sousa, Aline Fernanda, Gilmara Lima e Natália Negreiros, pela boa convivência e respeito as nossas individualidades.

Sou grata também pelas amizades que construí em especial, Emanoela Faustino que com seu café e conversas me confortou diversas vezes e a minha grande amiga Nadiana Passos que tem sido um balsamo em minha vida desde que chegou na universidade.

Ao meu parceiro de laboratório Damião Alisson que nessa etapa final foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos técnicos Vito Santos, Wélida Venceslau, Fabiola Farias e em especial a Sabrina Costa que tantas vezes me auxiliou nas jornadas de pesquisa em laboratório.

A Thaisa Cidarta por sanar minhas dúvidas e aceitar o convite para minha banca.

Agradeço aos membros da minha Igreja Avivamento Bíblico pelas orações e por me receberem de braços abertos sempre que voltei a minha cidade a cada período.

Agradeço a todos que participaram da minha jornada acadêmica e de alguma forma me ajudaram a crescer. Muito obrigada!

SUMÁRIO

1.Introdução.....	13
2.Material e métodos.....	14
Obtenção do extrato de orégano	14
Obtenção do colágeno de Rã-touro	14
Avaliação do potencial antioxidante do colágeno de Rã-touro e do extrato de orégano.....	15
Avaliação do teor de fenólicos totais.....	15
Preparo do filme proteico de colágeno.....	15
Determinação das propriedades hidrofílicas e ópticas do filme	15
Cor	15
Opacidade.....	16
Índice de intumescimento	16
Permeabilidade ao vapor d'água (PVA).....	16
Solubilidade	16
Perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas adicionadas nos hambúrgueres.....	17
Elaboração dos hambúrgueres caprinos.....	17
Avaliação da carne caprina e dos hambúrgueres caprinos.....	17
Análise estatística	18
3.Resultados e discussão	18
4.Conclusão.....	25
Referências.....	25
ANEXO	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de atividade antioxidante total e compostos fenólicos em colágeno de rã-touro extrato de orégano	18
Tabela 2. análises das propriedades hidrofílicas e ópticas do filme proteico e orégano	19
Tabela 3. Composição proximal e análise físico-química da carne caprina.....	20
Tabela 4. Composição proximal e análise físico-química dos hambúrgueres em estudo	21
Tabela 4. Perfil de ácidos graxos das fontes Lipídicas	21
Tabela 5. Perfil de ácidos graxos dos hambúrgueres ao fim dos 60 dias de armazenamento	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Filme polimérico de colágeno e orégano.....	15
Figura 3. Valores de L*, a* e b* dos hambúrgueres ao longo da estocagem	23
Figura 4. Valores de pH dos hambúrgueres ao longo da estocagem.....	24
Figura 5. Oxidação lipídica nos hambúrgueres durante os 60 dias	24

RESUMO GERAL

Nas últimas décadas, houve um avanço na tecnologia de embalagens com o intuito de aumentar a conservação dos alimentos e minimizar os impactos ambientais ocasionados pelos sistemas de embalagens convencionais. Diante deste fato, objetivou-se elaborar e caracterizar filmes obtidos de resíduos da Rã-touro adicionados de extrato de orégano e avaliar seu efeito na estabilidade oxidativa de hambúrgueres caprinos adicionados de diferentes fontes lipídicas. O extrato de orégano e o colágeno de Rã-touro foram submetidos a análise de fenólicos totais e atividade antioxidante. O filme proteico foi avaliado quanto a opacidade, solubilidade, variação de cor, intumescimento e permeabilidade ao vapor de água (PVA). Os hambúrgueres foram elaborados seguindo 3 tratamentos: Um controle com adição de toucinho (HT); com adição de óleo de soja (HS) e com adição de óleo de peixe (HP), realizou-se a análise do perfil de ácidos graxos de cada fonte lipídica, e avaliou-se no período de 0, 15, 30 e 60 dias a cor (a^* , b^* e L^*), pH e índice de oxidação. O extrato apresentou 1,54 EC50 (g / g DPPH) e 323,20 (mg EAG/100g) respectivamente, e o colágeno não apresentou detecção nas duas análises. O filme proteico obteve elevada opacidade em comparação com outros filmes (20,70%), PVA de água $1,03 \times 10^{-5}$ gH₂O. mm/m².h.mmHg e variação de cor (3,55), índice de intumescimento de 75,25% e 29,25% de Solubilidade. O óleo de peixe demonstrou ser rico em ácidos graxos polinsaturados EPA (17,903 %) e DHA (13,264%), o óleo de Soja em ácido linoleico (53,657%) e o toucinho em ácidos graxos saturados e monossaturados palmítico (24,124%), esteárico (23,143%) e oleico (36,815%). Com o monitoramento da estabilidade, após os, Ao fim dos 60 dias foi possível observar que HP apresentou o maior índice de oxidação (11,1 mg de MDA/kg) fato atribuído a composição do óleo de peixe que é rico em ácidos graxos polinsaturados, e HS o menor valor (1,5 mg de MDA/kg), tal proteção é atribuída aos antioxidantes naturais e artificiais em sua composição, Tocoferol e TBHQ respectivamente. Conclui-se que o filme apresentou elevada opacidade e baixa permeabilidade caracterizando o colágeno de Rã-Touro com uma excelente fonte de biopolímeros, que o extrato de orégano é uma ótima fonte de compostos fenólicos e a substituição do toucinho por óleo de peixe, apesar de mais saudável torna o hambúrguer mais susceptível a oxidação.

Palavras-chave: Colágeno; Ácidos Graxos; Extrato de orégano; Estabilidade oxidativa.

ABSTRACT

In the last decades, there has been an advance in packaging technology with the aim of increasing food conservation and minimizing the environmental impacts caused by conventional packaging systems. In view of this fact, the objective was to elaborate and characterize films obtained from bullfrog residues added with oregano extract and evaluate its effect on the oxidative stability of goat hamburgers added from different lipid sources. The oregano extract and collagen of bullfrog were subjected to analysis of total phenolics and antioxidant activity. The protein film was evaluated for opacity, solubility, color variation, swelling and water vapor permeability (PVA). The hamburgers were prepared following 3 treatments: a control with the addition of bacon (HT); with the addition of soy oil (HS) and with the addition of fish oil (HP), the analysis of the fatty acid profile of each lipid source was carried out, and it was evaluated in the period of 0, 15, 30 and 60 days the color (a^* , b^* and L^*), pH and oxidation index. The extract showed 1.54 EC₅₀ (g / g DPPH) and 323.20 (mg EAG / 100g) respectively, and collagen was not detected in both analyzes. The protein film obtained high opacity in comparison with other films (20.70%), water PVA 1.03×10^{-5} gH₂O. mm / m².h.mmHg and color variation (3.55), swelling index of 75.25% and 29.25% solubility. Fish oil was found to be rich in polyunsaturated fatty acids EPA (17.903%) and DHA (13, 264%), soybean oil in linoleic acid (53.657%) and bacon in saturated and monosaturated fatty acids (24.124%) , stearic (23.143%) and oleic (36.815%). With the stability monitoring, after 60 days, it was possible to observe that HP had the highest oxidation index (11.1 mg MDA / kg), a fact attributed to the composition of fish oil, which is rich in polyunsaturated fatty acids. , and HS the lowest value (1.5 mg MDA / kg), such protection is attributed to the natural and artificial antioxidants in their composition, Tocopherol and TBHQ respectively. It is concluded that the film presented high opacity and low permeability, characterizing the collagen of Bullfrog with an excellent source of biopolymers, that the oregano extract is a great source of phenolic compounds and the replacement of bacon by fish oil, despite healthier makes the hamburger more susceptible to oxidation.

Keywords: Collagen; Fatty acids; Oregano extract; Oxidative stability.

O trabalho de conclusão de curso intitulado de **Elaboração e Aplicação de filme proteico em hambúrgueres caprinos incorporados de diferentes fontes lipídicas** segue as normas da Revista Principia do IFPB (ISSN XXX versão online) se encontra em anexo ao manuscrito.

ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILME PROTEICO EM HAMBURGUERES
CAPRINOS INCORPORADOS DE DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS

Raíssa Cristina Leandro Vitor
Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: raissaclv@hotmail.com

Damião Alisson de Lima
Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: damiaoalisson17@gmail.com

Sthelio Braga da Fonseca
Universidade Federal de Campina Grande
Email:sthelio@yahoo.com.br

Thaísa Cidarta Melo Barbosa
Universidade Federal da Paraíba
E-mail: thaisacidarta@gmail.com

Sabrina dos Santos Costa
Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: sabrinasantoscosta@yahoo.com.br

Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles
Universidade Federal de Campina Grande
E-mail: bruno_meireles7@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se a elaborar e caracterizar filmes obtidos de resíduos da Rã-touro adicionados de extrato de orégano avaliando seu efeito na estabilidade oxidativa de hambúrgueres caprinos adicionados de diferentes fontes lipídicas. O extrato e o colágeno foram submetidos a análise de fenólicos totais e atividade antioxidante. Avaliou-se o filme quanto a opacidade, solubilidade, ΔE , intumescimento e permeabilidade ao vapor de água (PVA). Os hambúrgueres foram elaborados seguindo 3 tratamentos: com adição de toucinho (HT); óleo de soja (HS) e óleo de peixe (HP), realizou-se a análise do perfil de ácidos graxos das fontes lipídica, e avaliou-se no período de 0, 15, 30 e 60 dias a cor, pH e índice de oxidação. O extrato apresentou 1,54 EC_{50} (g / g DPPH) e 323,20 (mg EAG/100g) respectivamente, e o colágeno não apresentou detecção nas duas análises. O filme obteve elevada opacidade (20,70%), baixa PVA ($1,03 \times 10^{-5}$ gH₂O. mm/m².h.mmHg), ΔE de 3,55, índice de intumescimento de 75,25% e 29,25% de Solubilidade. O óleo de peixe demonstrou ser rico em ácidos graxos polinsaturados EPA (17,903 %) e DHA (13,264%), o óleo de Soja em ácido linoleico (53,657%) e o toucinho em ácidos graxos saturados e monossaturados palmítico (24,124%), esteárico (23,143%) e oleico (36,815%). Após 60 dias monitoramento observou-se que HP apresentou alta oxidação (11,1 mg de MDA/kg) fato atribuído a composição de ácidos graxos polinsaturados do óleo de peixe, e HS o menor valor (1,5 mg de MDA/kg), tal proteção é atribuída aos antioxidantes naturais e artificiais de sua composição, Tocoferol e TBHQ. Conclui-se de acordo com as análises do filme o colágeno de rã-touro é uma excelente fonte de biopolímeros, o extrato de orégano é uma ótima fonte de compostos fenólicos e a substituição do toucinho por óleo de peixe, apesar de mais saudável, torna o hambúrguer mais susceptível a oxidação.

Palavras-chave: Colágeno; Ácidos Graxos; Extrato de orégano; Estabilidade oxidativa.

ABSTRACT

The objective was to elaborate and characterize films obtained from bullfrog residues added with oregano extract, evaluating their effect on the oxidative stability of goat hamburgers added from different lipid sources. The extract and collagen were subjected to analysis of total phenolics and antioxidant activity. The film was evaluated for opacity, solubility, ΔE , swelling and water vapor permeability (PVA). The hamburgers were prepared following 3 treatments: with the addition of bacon (HT); soybean oil (HS) and fish oil (HP), the fatty acid profile of the lipid source was analyzed, and the color, pH and oxidation. The extract showed 1.54 EC₅₀ (g / g DPPH) and 323.20 (mg EAG / 100g) respectively, and collagen was not detected in both analyzes. The film obtained high opacity (20.70%), low PVA (1.03×10^{-5} gH₂O. Mm / m².h.mmHg), ΔE of 3.55, swelling index of 75.25% and 29.25% of Solubility. Fish oil was found to be rich in polyunsaturated fatty acids EPA (17.903%) and DHA (13, 264%), soybean oil in linoleic acid (53.657%) and bacon in saturated and monounsaturated fatty acids (24.124%) , stearic (23.143%) and oleic (36.815%). After 60 days of monitoring, it was observed that HP showed high oxidation (11.1 mg MDA / kg), a fact attributed to the composition of polyunsaturated fatty acids in fish oil, and HS the lowest value (1.5 mg MDA / kg) , such protection is attributed to the natural and artificial antioxidants of its composition, Tocopherol and TBHQ. According to the film's analysis, bullfrog collagen is an excellent source of biopolymers, oregano extract is a great source of phenolic compounds and the replacement of bacon with fish oil, although healthier, makes it the hamburger most susceptible to oxidation. and bacon in saturated and monounsaturated fatty acids (24.124%), stearic (23.143%) and oleic (36.815%). At the end of the 60 days it was possible to observe that HP had the highest oxidation index (11.1 mg MDA / kg), which is attributed to the composition of fish oil, which is rich in polyunsaturated fatty acids, and HS the lowest value (1, 5 mg MDA / kg), such protection is attributed to natural and artificial antioxidants in their composition Tocopherol and TBHQ respectively, and also to the bioactive compounds of oregano. We conclude that oregano extract is an important source of bioactive compounds, that bullfrog collagen is a good source of biopolymers and that the composition of fatty acids directly influences the levels of oxidation.

Keywords: Collagen; Fatty acids; Oregano extract; Oxidative stability.

1. Introdução

A caprinocultura é uma atividade de destaque em todo o mundo, caracterizada por animais de fácil adaptação a condições climáticas adversas, dentre os estados do Brasil destaca-se o Nordeste como a região de maior expressão e produtividade nacional (JÚNIOR, 2017). O consumo da carne caprina ainda é baixo quando comparado às carnes bovina e suína. Devido a escassa oferta e as características sensoriais como odor e sabor acentuados, que influenciam na escolha do consumidor. No entanto, a carne caprina possui proteínas de alto valor biológico, baixo teor calórico e colesterol,

uma alternativa para agregar valor a esta matéria-prima é o desenvolvimento de produtos à base deste tipo carne, como o hambúrguer (JÚNIOR, 2017; MELO et al., 2020).

Segundo a Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000, hambúrguer é o produto obtido da carne moída de animais de açougue adicionado ou não de gordura e ingredientes (BRASIL, 2000). Por ser um processado cárneo que possui alta aceitação pelos consumidores por sua praticidade, torna-se uma boa alternativa para impulsionar o consumo e aproveitamento da carne caprina.

A substituição total ou parcial por outras fontes lipídicas mais saudáveis, a exemplo do óleo de peixe, bastante explorado pela indústria farmacêutica devido suas propriedades funcionais, como a prevenção de processos inflamatórios e doenças cardíacas, torna o consumo deste produto mais atrativo ao consumidor (SIERRA et al., 2015).

Apesar de apresentar influência positiva sobre as características sensoriais do hambúrguer (textura, suculência e sabor), tanto os lipídeos presentes na carne quanto os adicionados podem sofrer reação química de oxidação lipídica, desenvolvendo sabores e odores indesejados (CLEMENTE, 2018). Para evitar esse processo, a indústria de alimentos faz uso de antioxidantes sintéticos, compostos que possuem a capacidade de neutralizar os radicais livres, definidos como moléculas que possuem um ou mais elétrons livres na última camada de valência e, devido a sua instabilidade, iniciam os processos oxidativos e deteriorantes nos alimentos (MENDES et al., 2021; FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

Tendo em vista que a população tem se importado cada vez mais com a alimentação saudável e preservação ambiental, estudos a respeito dos antioxidantes naturais e embalagens biodegradáveis vêm ganhando destaque. Vitaminas, minerais, enzimas, pigmentos, óleos essenciais, entre outros compostos vegetais, como os extratos vegetais, que são ricos em compostos fenólicos podem ser utilizados para inibir processos oxidativos em produtos cárneos, (PRETE, 2020; LEÃO, 2017; LIMA, 2014; JIA et al., 2012).

O orégano (*Origanum vulgare L.*) é considerado uma fonte importante de compostos fenólicos, os quais possuem capacidade de retardar a oxidação lipídica, pois agem sequestrando os radicais livres (PRETE et al., 2020). Em seu estudo Clemente (2018) demonstrou que a aplicação do extrato de orégano em embalagens ativas a base de fécula e gelatina foi capaz de retardar a oxidação lipídica em hambúrgueres de frango.

Os biopolímeros tem sido apontado como substitutos dos polímeros sintéticos na fabricação de embalagens, pois são obtidos de fontes renováveis e podem ser biodegradáveis ou biocompostáveis sob ambientes específicos (PEREIRA, 2017). O colágeno é uma proteína insolúvel em água, obtido principalmente da pele de bovinos e suínos, muito utilizada para a elaboração de filmes proteicos e biodegradáveis. Outra importante fonte de colágeno, porém pouco explorada e descartada pela indústria alimentícia, é a pele da Rã-touro (*Rana catesbeiana*), empregada na produção de membranas que auxiliam na regeneração da pele humana (SOUZA, 2015). Sendo utilizado para a produção de filmes adicionados de extrato vegetal com o intuito de aumentar a conservação dos produtos cárneos, preservar a saúde do consumidor e minimizar os impactos ambientais.

Deste modo, objetivou-se elaborar e caracterizar filmes proteicos obtidos a partir dos resíduos da rã-touro (pele) adicionados de extrato de orégano (*origanum vulgare L.*), e avaliar seu efeito na estabilidade oxidativa de hambúrgueres caprinos adicionados de diferentes fontes lipídicas.

2. Material e métodos

Obtenção do extrato de orégano

O extrato de orégano (*Origanum vulgare L.*) foi obtido segundo a metodologia descrita por Clemente (2018), utilizando a proporção 1:10 (m/v) e a água como solvente. A mistura foi mantida sob agitação em incubadora (SHAKER SL 222) por quatro horas a 120 rpm a temperatura ambiente de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Posteriormente, o extrato foi filtrado em papel filtro e mantido ao abrigo de luz e sob refrigeração a $6 \pm 2^\circ\text{C}$.

Obtenção do colágeno de Rã-touro

Para a obtenção do colágeno foram utilizadas peles de Rã-touro cedidas pela Universidade Federal da Paraíba – Campus Bananeiras, as quais foram congeladas a -18°C e transportadas em caixa térmica até a Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal. Para extração utilizou-se a

metodologia descrita por Molinari (2014), com algumas adaptações. As peles foram colocadas em recipiente com água em proporção de 1:4 (m/v) e submetidas a aquecimento a temperatura de 90°C por 30 minutos. A parte líquida foi separada dos sólidos por filtração e em seguida congelada a -18°C. Após o descongelamento, por não ser solúvel em água, o colágeno foi isolado e, logo em seguida, utilizado na elaboração dos filmes biodegradáveis.

Avaliação do potencial antioxidante do colágeno de Rã-touro e do extrato de orégano

A atividade de eliminação de radicais livres do colágeno e do extrato de orégano foi determinada com base no método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila radical) pela metodologia de Rufino et al. 2007. Foram usadas alíquotas de 60 µL das amostras e a absorbância foi medida a 517 nm. O cálculo do EC₅₀ foi feito após a estabilização da absorbância. Os resultados foram expressos em g de amostra/ g DPPH.

Avaliação do teor de fenólicos totais

O teor de fenólicos totais foi quantificado pelo método de Folin-Ciocalteu segundo Rossi e Singleton (1965), com alterações de Silva et al., (2006). A análise foi realizada em triplicata pelo método espectrofotométrico, usado na curva padrão o ácido gálico e os resultados foram expressos em termos de ácido gálico equivalente (mg GAE/100g extrato). As leituras das absorbâncias das amostras foram feitas a 760 nm.

Preparo do filme proteico de colágeno

A solução filmogênica foi preparada utilizando o colágeno e a glicerina, sendo este o agente plastificante, seguindo a metodologia descrita por Clemente (2018), com algumas alterações. A glicerina (2%) foi dispersa em 40 g de colágeno e submetidos a 90°C em manta aquecedora por 1 minuto. A solução foi aditivada com o extrato natural de orégano (5%), sendo incorporado quando a solução se manteve a temperatura de 25°C e homogeneizado por cinco minutos. Para a formação do filme, foi utilizado o método “casting”, espalhando-se a solução filmogênica em placas de acrílico (60 mm de diâmetro x 10 mm de altura), sendo seca à temperatura de 40 °C em estufa de secagem com circulação de ar, até a água ser evaporada. Após a secagem, os filmes foram armazenados em dessecadores a temperatura de 25°C.

Figura 1. Filme polimérico de colágeno e orégano.



Fonte: Elaboração própria

Determinação das propriedades hidrofílicas e ópticas do filme

Os filmes foram caracterizados pelas análises de cor, opacidade, índice de intumescimento, permeabilidade ao vapor de água e solubilidade.

Cor

A colorimetria foi avaliada seguindo a metodologia de Gennadios et al., (1996) utilizando Colorímetro Konica Minolta, modelo CR-10 para leitura dos parâmetros L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho/verde) e b^* (intensidade de amarelo/azul), onde os filmes foram amostrados em sextuplicata. A mudança de cor (ΔE) em relação ao tempo foi calculada de acordo com a Equação (2).

$$\Delta E = \sqrt{((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)} \quad (1)$$

Onde:

$$\Delta L^* = L^* - L_0^*$$

$$\Delta a^* = a^* - a_0^*$$

$$\Delta b^* = b^* - b_0^*$$

Onde L_0^* , a_0^* e b_0^* são os parâmetros de cor do filme utilizado como referência e L^* , a^* e b^* são os atributos de cor dos filmes ao fim dos 60 dias de armazenamento.

Opacidade

Para a avaliação da opacidade dos filmes foi empregada a metodologia descrita por Almeida et al. (2013) sendo calculada com base na absorvância do filme a 600 nm dividida pela espessura do filme. A transmissão de luz ultravioleta-visível (UV-Vis) do filme foi registrada pelo equipamento espectrofotômetro SP-220 (Biospectro) e a espessura medida utilizando-se um paquímetro digital da marca Mitutoyo.

Índice de intumescimento

Os filmes foram amostrados em tamanhos de 4 cm², em sextuplicata, e mantidos em dessecador com sílica gel por 3 a 7 dias. Após esse período, as amostras foram pesadas e submetidas a um processo de imersão em água destilada em intervalos de tempo de 2, 5, 10 e 20 minutos. O cálculo do índice de intumescimentos foi realizado conforme metodologia descrita por Wang et al. (2007).

Permeabilidade ao vapor d'água (PVA)

A permeabilidade ao vapor d'água dos filmes foi determinada de acordo com o método gravimétrico da ASTM E96/E96M-16 (ASTM, 2016) com adaptações da metodologia Caetano (2016). Os filmes foram afixados em cápsula circulares de vidro de 5 cm de diâmetro, no seu interior foi colocado sílica seca à 0%UR. Em seguida, as cápsulas foram colocadas em dessecadores contendo solução saturada de NaCl, gerando uma condição de umidade relativa fora da cápsula de 75% a 25°C. As amostras foram sucessivamente pesadas por 7 dias a cada 24 horas. A permeabilidade ao vapor d'água foi calculada de acordo com a Equação 2 onde C_i é o coeficiente angular da reta gerada pelo ganho de peso da sílica em função do tempo; X é a espessura (mm) e A é a área do filme (m²); P_s é a pressão de saturação de vapor de água à 25°C (22,2mmHg); UR_1 é a umidade relativa na câmara (75 %) e UR_2 é a umidade relativa no interior da cápsula (0 %). O resultado foi expresso em gH₂O. mm/m².h.mmHg.

$$PVA = (((C_i/a) * X) / (P * (UR1 - UR2))) \quad (2)$$

Solubilidade

Os valores de solubilidade em água foram obtidos seguindo o método descrito por Almeida et al., (2013). Os filmes foram cortados nas medidas de 2 x 2 cm, sendo as amostras secas em estufa de circulação na temperatura de 105°C por 24 horas, até peso constante. Em seguida, as amostras de

filmes foram imersas diretamente em 30 mL de água destilada a 25 °C por 24 horas, então foram coletadas e passaram por secagem novamente em estufa até obter peso constante. A solubilidade dos filmes foi calculada utilizando a Equação 3 abaixo:

$$\text{Solubilidade (\%)} = [(P_i - P_f)/P_i] \times 100 \quad (3)$$

Onde, P_i e P_f representam os pesos iniciais e finais das amostras secas, respectivamente.

Perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas adicionadas nos hambúrgueres

Para a determinação do perfil de ácidos graxos do óleo e do hambúrgueres aos 60 dias de armazenamento foi realizado uma esterificação metílica seguindo a metodologia descrita por Hartman e Lago (1973), com a quantificação (% área) obtida por comparação com padrões de ésteres metílicos. Utilizou-se um cromatógrafo Trace 1310 (Thermo Scientific) a gás equipado com colunas capilares Thermo TR-FAME (30m x 0,25mm ID, 0,25µm film). Foi realizada injeção manual e detecção por ionização de chamas (FID). O injetor, em modo split, e o detector foram configurados para trabalhar em 250 e 280°C, respectivamente. A temperatura inicial da coluna foi de 50°C por 3 minutos, elevando-se na rampa numa taxa de 10°C/min até atingir 280°C sendo mantida por 10 minutos e, logo em seguida é resfriada. Utilizou-se o Hélio como gás de arraste a uma vazão de 1,5mL/min. Ar comprimido e hidrogênio foram fornecidos ao detector numa vazão de 350 e 35 mL/min, respectivamente

Elaboração dos hambúrgueres caprinos

Os hambúrgueres caprinos foram elaborados segundo a formulação descrita por Pereira et al (2018), no Laboratório de Carnes, Ovos e Pescado do CCTA/UFCG – Pombal. Utilizou-se 81,9% de carne caprina e 10% de gordura, adicionada de forma igualitária entre os tratamentos desenvolvidos, cujo conjunto foi submetido à moagem em moedor de carne em inox (BRAESI BMC-10). Posteriormente, foi adicionado 1,1% de sal, 2% de fécula de mandioca e 5% de água gelada. Na sequência, a emulsão cárnea foi homogeneizada e modelada manualmente com auxílio de hambúrgueiras de aço inox, sendo formatadas em porções de 60 g para cada tempo de armazenamento. Os hambúrgueres foram embalados com os filmes poliméricos de colágeno e orégano elaborados e acondicionados em bandejas de plástico a -10 °C. Os hambúrgueres foram elaborados a partir de três formulações: Hambúrguer controle com adição de toucinho (HT); Hambúrguer com adição de óleo de soja (HS) e Hambúrguer com adição de óleo de peixe (HP). De cada formulação foram feitas duas repetições.

Avaliação da carne caprina e dos hambúrgueres caprinos

Todas as determinações físico-químicas da matéria prima cárnea e dos hambúrgueres caprinos foram realizadas em triplicata.

Para avaliar as características físico-químicas da carne e dos hambúrgueres foram realizadas as seguintes análises:

- Composição Proximal: Os teores de umidade, cinzas e proteínas foram determinados utilizando a metodologia descrita nos itens nº 950.46.41, 920.153 e 928.08, respectivamente (AOAC, 2012). E o extrato etéreo foi determinado seguindo os procedimentos de Folch, Less e Stanley (1957).

-pH: Foi quantificado com um pHmetro digital, seguindo as recomendações do método 977.20, descrito pela AOAC (2012).

-Oxidação lipídica (número de TBARS): Foi determinada de acordo com metodologia descrita por Rosmini et al. (1996).

- Colorimetria: Foi avaliada utilizando o Colorímetro Konica Minolta, modelo CR-10 para leitura dos parâmetros L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho/verde) e b^* (intensidade de amarelo/azul).

O estudo da estabilidade físico-química ocorreu dentro de um período de 60 dias, onde foi avaliado o grau de oxidação lipídica, o pH e a cor dos hambúrgueres caprinos em intervalos de 0, 15, 30 e 60 dias.

Análise estatística

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado, composto por três formulações de hambúrguer com duas repetições e análises em triplicata. Os dados de composição proximal foram submetidos aos testes de Cochran e Shapiro-Wilk para avaliação da homogeneidade e normalidade. Sendo esses pressupostos satisfeitos, aplicou-se a Análise de Variância e, quando necessário, o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As avaliações ao longo do tempo foram analisadas pela Análise de Regressão. Quando detectado efeito de regressão, os modelos foram comparados entre si pela estatística “W”. Não havendo efeito de regressão ao longo do tempo, os dados foram analisados pela Análise de Variância supracitada.

3. Resultados e discussão

Os resultados da atividade antioxidante e compostos fenólicos do colágeno de rã-touro e do extrato de orégano são apresentados na Tabela 1. O extrato de orégano apresentou atividade antioxidante, sendo necessárias 1,54 gramas de extrato para reduzir um grama de DPPH, quanto menor o valor encontrado maior a capacidade antioxidante do composto em estudo (PEREIRA et al., 2012). Em contrapartida, não foi possível detectar atividade antioxidante para o colágeno de Rã-touro. Tais resultados podem ser explicados pelos valores encontrados na análise de compostos fenólicos, no qual não foram detectados a presença de compostos bioativos no colágeno, diferentemente do o extrato de orégano que apresentou 323,20 mg EAG/g, de fenólicos totais, resultado superior ao verificado por Alvarez et al., (2019) que, avaliando amostra de óleo essencial de orégano obtiveram valor de 263,4 mg EAG/g.

Segundo Granato et al. (2018), os compostos fenólicos agem sequestrando os radicais e quelantes de metais, tendo ação tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Logo,, a presença de substâncias bioativos, como os compostos fenólicos, no extrato de orégano e a ausência destes no colágeno de rã-touro justifica a diferença dos resultados para a análise de potencial antioxidante e a necessidade de aditivar as embalagens biodegradáveis de colágeno com este extrato vegetal.

Tabela 1. Análise de atividade antioxidante total e compostos fenólicos em colágeno de rã-touro extrato de orégano

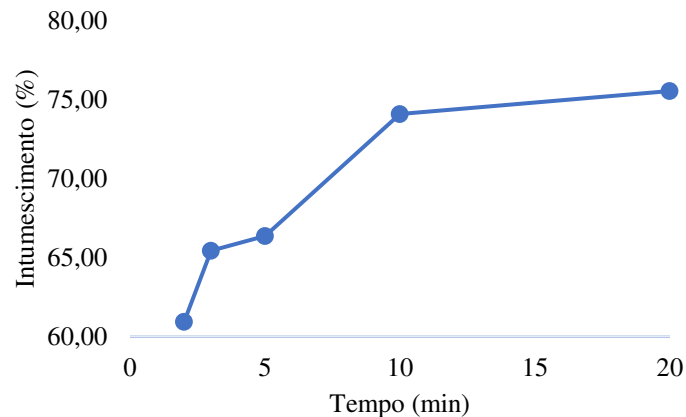
Parâmetros	Colágeno	Extrato
EC ₅₀ (g amostra/ g DPPH)	ND*	1,54±1,2
Fenólicos totais (mg EAG/100g)	ND*	323,20±0,04

* ND - Não detectado.

Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 2 estão apresentados os resultados da análise de índice de intumescimento, esse parâmetro é utilizado para determinar o grau de retenção de água pelo filme. Considerando que o alto teor de umidade presente carne caprina proporciona aos hambúrgueres maciez e suculência, sensorialmente não é interessante que o filme absorva água deste produto (SILVA et al., 2019). Os resultados demonstram que ocorreu maior período de absorção nos primeiros minutos, que após o tempo de dez minutos a umidade aumentou 1,46% demonstrando uma tendência a estabilidade, obtendo o resultado de 75,54% ao final da análise. Tais resultados estão relacionados a composição da solução filmogênica utilizada para a elaboração do filme.

Figura 2. Índice de intumescimento do filme polimérico de colágeno e orégano



Fonte: Elaboração própria

Além do índice de intumescimento, o grau de solubilidade do filme indica a afinidade do material com a água e sua integridade em produtos úmidos. O valor ideal de solubilidade irá depender do emprego do filme. Para filmes comestíveis, os quais serão consumidos com o produto embalado, é esperado que tenha alto grau de solubilidade. Para alimentos que possuem alta atividade de água, são apropriados filmes com baixa solubilidade, a fim de manter a integridade do alimento e produto (SILVA et al., 2019). Segundo Clemente (2018) um dos fatores que afetam na absorção de água pelo filme e sua solubilização é a presença da glicerina, plastificante usado na formulação, que possui característica higroscópica.

Na Tabela 2 estão expressos os resultados das análises das propriedades hidrofílicas e ópticas do filme proteico e orégano. O filme proteico apresentou baixa solubilidade em água com resultado de 29,25%, valor inferior quando comparado com outros filmes a base de colágeno, como os de Makish (2016) adicionado de extrato de boldo-do chile e Valencia (2017) reforçado com laponita que apresentaram 63,08% e 40,0% respectivamente. Por ser solúvel em água, acredita-se que parte do material que se solubilizou é composto pelo extrato de orégano, o que é positivo, pois o intuito da embalagem é que os compostos fenólicos presentes no filme auxiliem no retardamento da oxidação lipídica quando em contato com o hambúrguer.

Tabela 2. análises das propriedades hidrofílicas e ópticas do filme proteico e orégano

Parâmetros analisados	Filme polimérico
Solubilidade (%)	29,25 ± 0,11
PVA (gH ₂ O. mm/m ² .h. mmHg)	1,03x10 ⁻⁵ ± 0,09
Opacidade (%)	20,70 ± 0,04
ΔE	3,55 ± 0,13

Fonte: Elaboração própria.

O filme proteico adicionado de extrato de orégano apresentou resultado de 1,03x10⁻⁵ gH₂O. mm/m².h.mmHg para a análise de permeabilidade ao vapor de água, valor inferior ao encontrado por Grisi (2019), que obteve valores entre 4,77x10⁻⁵ e 11,5x10⁻⁵ gH₂O. mm/m².h.mmHg em filmes de amido de mandioca e extrato de jucá e Hewage et al., (2009) que encontraram valores entre 8x10⁻⁴ e 17,0x10⁻³ gH₂O. mm/m².h.mmHg, para filmes elaborados a partir da proteína de feijão. A barreira ao vapor de água conferida pelo filme proteico, auxilia na proteção das características sensoriais do alimento ao qual foi aplicado, evitando a perda de umidade do alimento para o ambiente externo, preservando a textura e suculência dos hambúrgueres.

O filme a base de colágeno e extrato de orégano apresentou 20,70% de opacidade. Tal resultado está relacionado ao extrato de orégano que possui uma coloração escura, bem como a presença de glicerina, que segundo Bagatini (2017), se liga à matriz polimérica, diminuindo os espaços entre as cadeias e por consequência a passagem de luz. Nesse estudo foi verificado resultado superior para a opacidade e quando comparado aos valores reportados por Bagatini (2017) e López et al., (2017), que encontraram valores máximos 3,72% e 5% respectivamente.

O grau de opacidade do filme influencia diretamente na transmissão de luz, sendo inversamente proporcional, quanto maior a opacidade menor a incidência luminosa, o que é desejado, já que os fótons da luz, excitam o oxigênio molecular iniciando o ciclo de oxidação lipídica. Assim no estudo em questão, uma alta opacidade é ideal para conservação do produto em se tratando da incidência luminosa (NAKASHIMA et al., 2016).

Ao final dos 60 dias, o filme proteico obteve um ΔE (mudança de cor) de 3,55, sendo considerada segundo Tassanawat et al., (2007) uma mudança não perceptível ao olho humano, sendo esta variação menor que 5. Deste modo pode-se assumir que a coloração não seria um problema para aceitação do consumidor em se tratando de sua variação.

Na Tabela 3 estão expressos os valores da composição proximal e das análises de pH e oxidação lipídica da carne caprina.

Tabela 3. Composição proximal e análise físico-química da carne caprina.

Parâmetro (%)	Carne caprina
Umidade	66,43 \pm 1,33
Proteínas	22,40 \pm 0,45
Lipídeos	5,97 \pm 0,57
Cinzas	1,05 \pm 0,04
pH	6,16 \pm 0,01
TBARS (mg de malonaldeído/Kg)	0,62 \pm 0,10

Fonte: Elaboração própria

A carne caprina obteve 66,43% de umidade, sendo o componente em maior quantidade é um importante constituinte que influi diretamente no rendimento e qualidade final do produto desempenhando papel importante nas características sensoriais, influenciando diretamente na maciez e suculência. Entretanto, a água presente nessa matéria-prima pode ser utilizada como substrato para que microrganismos se desenvolvam, causando danos à segurança do alimento, bem como à saúde do consumidor (HENCHION et al., 2014).

Em relação ao teor de proteínas, observou-se o resultado de 22,40%, do ponto de vista nutricional as proteínas presentes na carne possuem alto valor biológico, pois possuem todos os aminoácidos que o corpo humano necessita e não produz, por isso são ditos essenciais. As proteínas da carne possuem características funcionais que proporcionam a estabilidade da emulsão dos produtos cárneos, uma vez que possibilitam a ligação entre os lipídeos, moléculas apolares, e a água, molécula polar (MEIRELES et al., 2020).

Os resultados obtidos para os lipídeos foram de 5,97% da matéria-prima. Apesar de serem encontrados em menor teor que a umidade e proteínas, os lipídeos são imprescindíveis para uma boa aceitação sensorial, pois conferem sabor, suculência e maciez. (LIMA, 2012; MADRUGA, 2004).

A carne caprina apresentou pH de 6,16, estando em condições adequadas para processamento, pois segundo Mangachaia (2016) é esperado que antes da transformação em diversos produtos esta matéria-prima apresente pH entre 5,8 e 6,2. Por possuir valores mais altos de pH comparado com outras carnes, a carne caprina tem maior retenção de água e coloração vermelho-escura, o que é positivo em se tratando de produtos processados, porém é um fator preocupante do ponto de vista microbiológico, pois quanto mais próximo da neutralidade maior a probabilidade de desenvolvimento microbiano (ALMEIDA, 2017).

Para a avaliação de oxidação lipídica, a carne utilizada obteve 0,98 mg malonaldeído/kg, atestando a sua qualidade química para ser utilizada na elaboração dos hambúrgueres experimentais. De acordo com Chouliara et al., (2008), valores acima de 3 mg malonaldeído/kg indicam que o produto está impróprio para consumo, estando com uma alta taxa de oxidação.

Encontram-se na Tabela 4 os valores da composição proximal dos hambúrgueres caprinos.

Tabela 4. Composição proximal e análise físico-química dos hambúrgueres em estudo

Parâmetro (%)	HT	HS	HP
Umidade	64,88±2,47 b	61,57±1,90 a	65,89±0,64 b
Cinzas	2,13±0,07 b	1,98±0,0 a	2,03±0,05 ab
Proteínas	18,72±1,80 a	19,81±0,16 a	20,26±0,57 a
Lipídeos	8,96±0,78 a	11,28±0,25 b	9,83±1,35 ab

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey.

Fonte: Elaboração própria

Em relação a umidade, HT e HP diferiram estatisticamente de HS que expressou o menor teor. Este resultado pode ser atribuído ao fato da quantidade de lipídeos encontrado em HS ser superior aos outros tratamentos, evidenciando a relação inversamente proporcional entre componentes polares e apolares. de acordo com a legislação vigente para hambúrgueres, a Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000, não estabelece limite mínimo ou máximo para umidade (BRASIL, 2000).

Para os teores de cinzas os tratamentos HT e HS diferiram estatisticamente entre si. Tal diferença pode estar atrelada a fonte lipídica, uma vez que de acordo com a Tabela de Composição de Alimentos (TACO,2011), em 100 gramas de toucinho há 0,7 gramas de minerais. Em contrapartida que o óleo de soja não apresenta cinzas em sua composição (TACO, 2011). De acordo com a legislação vigente o único requisito estabelecido em relação as cinzas (BRASIL, 2000).

Quanto aos parâmetros de lipídeos e proteínas as amostras se apresentaram dentro dos padrões estabelecidos pela Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000, que preconiza um teor máximo de 23% de lipídeos e mínimo de 15% de proteínas (BRASIL, 2000). Vale ressaltar que os lipídeos incorporados melhoram a textura e palatabilidade, em contrapartida, quanto mais insaturações os ácidos graxos possuírem mais rápida a reação de oxidação ocorrerá. Deste modo, todas as formulações estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação para composição proximal.

Na Tabela 4 está expresso o perfil de ácidos graxos das fontes lipídicas utilizadas neste experimento, verificou que o hambúrguer contendo o toucinho em sua formulação apresentou maior conteúdo de ácidos graxos saturados, enquanto que o tratamento incorporado por óleo de soja demonstrou maior quantidade de ácidos graxos monoinsaturados e o hambúrguer contendo o óleo de peixe obteve maior conteúdo de ácidos graxos polinsaturados. Entre o principal representante dos ácidos graxos saturados presente no toucinho foi verificado o ácido palmítico (C16:0) com resultados de 24,124%, sendo encontrado também nos tratamentos com óleo de peixe e de soja nas quantidades de 16,505 e 10,469%, respectivamente Por possuir apenas saturações, esse ácido graxo é muito estável à oxidação, sua aparência varia de branco a amarelo, sendo ligeiramente brilhante e sólido cristalino (ZHANG et al., 2013; ACID, 1987).

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos das fontes Lipídicas

Ácidos Graxos	Fontes lipídicas		
	Toucinho (%)	Óleo de Peixe (%)	Óleo de Soja (%)
Mirístico (C14:0)	-	6,506 ± 0,09	0,058 ± 0,10
Miristoléico (C14:1)	-	0,139 ± 0,33	-
Palmítico (C16:0)	24,124 ± 0,10	16,505 ± 0,30	10,469 ± 0,33
Palmitoléico (C16:1)	1,845 ± 0,45	9,466 ± 0,22	0,084 ± 0,04
Esteárico (C18:0)	23,143 ± 0,10	2,839 ± 0,21	6,639 ± 0,12
Oleico (C18:1n9)	36,815 ± 0,33	14,034 ± 0,32	21,289 ± 0,31
Linoleico C18:2n6	4,955 ± 0,38	1,269 ± 0,10	53,657 ± 0,54
Alfa-linolênico (C18:3n3)	0,231± 0,10	0,779 ± 0,21	5,882 ± 0,33
Eicosapentaenoico (C20:5n3)	-	17,903 ± 0,33	-
Docosaenoico C22:6n3	-	13,264 ± 0,10	-
Total			
Total Saturados (AGS)	47,0267 ± 0,32	25,850 ± 0,44	7,166± 0,12

Total Monoinsaturados (MUFA)	38,660 ± 0,38	23,639 ± 0,21	21,289 ± 0,10
Total Polinsaturados (PUFA)	5,186 ± 0,32	33,215 ± 0,27	59,539 ± 0,32

Fonte: Elaboração própria

O ácido oleico foi também detectado em quantidade significativa nas três amostras, sendo o toucinho a que obteve maior teor (36,816%), seguido do óleo de Soja (21,289%) e o óleo de Peixe (14,034%). O ácido oleico é um monoinsaturado que possui uma dupla ligação entre os carbonos 9 e 10 do grupo final metil, é um ácido graxo que também possui certa resistência a oxidação por possuir apenas uma insaturação, contudo quando oxida forma aldeídos, álcoois, hidrocarbonetos e ácido carboxílico. Em temperatura ambiente possui forma líquida e é levemente amarelado (SEREMETA, 2014; MOREIRA et al., 2002).

Para o Toucinho os ácidos graxos em maior teor foram, palmítico (24,124%), esteárico (23,143%) e oleico (36,815%), representando mais de 80% da sua composição. No óleo de soja, o ácido linoleico (C18:2n6) compõe 53,657% dos ácidos graxos e juntamente com o palmítico e o oleico perfazem mais de 80% dos ácidos. O corpo humano é incapaz de sintetizar o ácido linoleico, porém ele é essencial para nosso corpo, pois atua como precursor na síntese dos ácidos araquidônico (AA), eicosapentaenóico (EPA) e docosaheptaenóico (DHA), os quais desempenham funções importantes no organismo (SIERRA et al., 2015).

O óleo de Peixe apresentou quantidades expressivas dos ácidos Eicosapentaenóico (EPA) 17,903% e Docosaheptaenóico (DHA) 13,264%, somando mais de 30% da composição. Estes ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa, proporcionam diversos benefícios a saúde, como prevenção de doenças cardiovasculares, hipertensão, inflamações, asma, artrite e vários tipos de câncer, sendo muito difundido seu uso de forma suplementar atualmente e justificando a sua incorporação em hambúrgueres de carne caprina (SIERRA et al., 2015).

O perfil de ácidos graxos dos hambúrgueres caprinos foi acompanhado durante 60 dias de armazenamento o hambúrguer (Tabela 5), o tratamento adicionado de toucinho (HT), apresentou em sua composição quantidades expressivas de ácido palmítico, esteárico e oleico, 26,73; 19,90 e 32,34% respectivamente. São ácidos graxos que tem maior resistência a oxidação, por possuírem nenhuma ou apenas uma insaturação, como citado anteriormente. Tal característica é muito importante em se tratando dos produtos que são gerados na oxidação que conferem sabor, odor e cor indesejado (MENDES et al., 2021).

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos dos hambúrgueres ao fim dos 60 dias de armazenamento

Ácidos Graxos	Fontes Lipídicas		
	HT (%)	HP (%)	HS (%)
Palmítico (C16:0)	26,73 ± 0,10	21,27 ± 0,54	19,99 ± 0,33
Oleico (C18:1n9)	32,34 ± 0,19	20,41 ± 0,17	26,01 ± 0,18
Esteárico (C18:0)	19,90 ± 0,23	-	-
Linoleico C18:2n6	-	-	38,6 ± 0,33
Eicosapentaenóico (C20:5n3)	-	10,09 ± 0,13	-
Docosaheptaenóico C22:7n3	-	-	-
Total			
Total Saturados (AGS)	46,73 ± 0,22	21,27 ± 0,54	19,99 ± 0,33
Total Monoinsaturados (MUFA)	32,34 ± 0,14	20,41 ± 0,17	26,01 ± 0,18
Total Polinsaturados (PUFA)	-	10,09 ± 0,13	38,6 ± 0,33

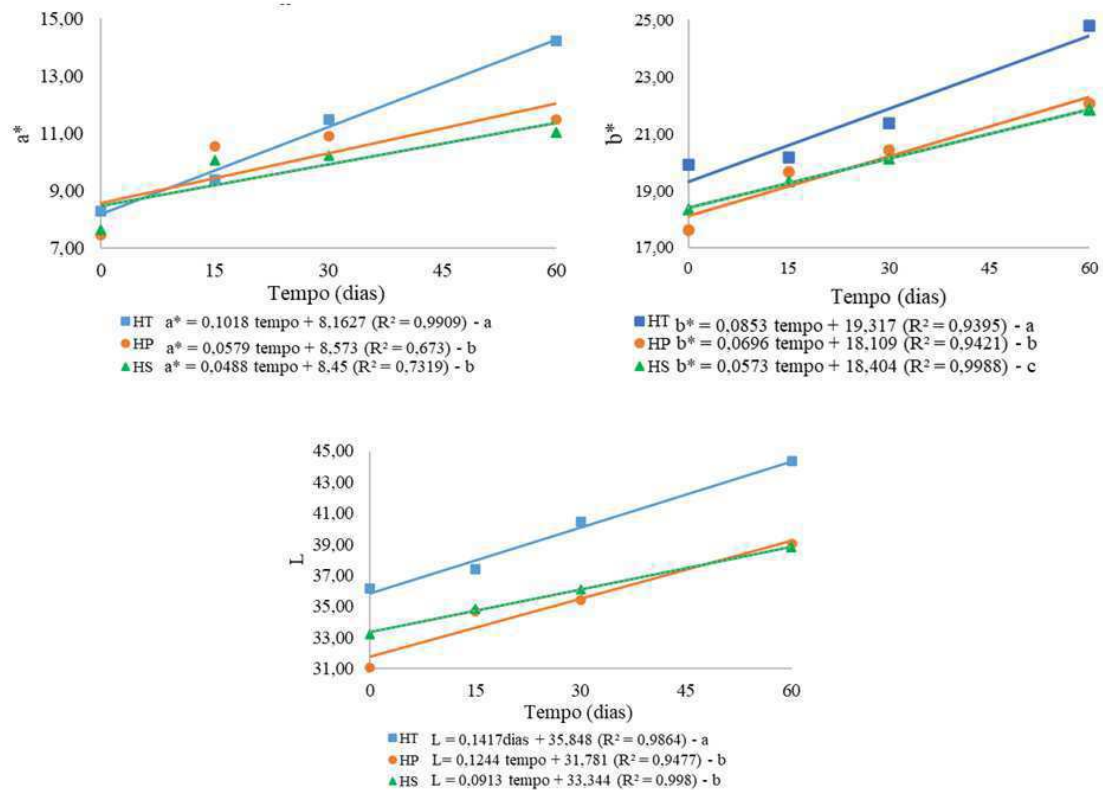
O tratamento HS obteve maior concentração de ácido palmítico, oleico e linoleico, 17,99; 26,01 e 38,6% respectivamente, ao final do armazenamento. A presença de tocoferol e antioxidantes sintéticos presentes no óleo, além da aplicação do filme proteico adicionado de extrato de orégano, ajudaram a reduzir o processo oxidativo.

O hambúrguer adicionado de óleo de peixe (HP) apresentou quantidades significativas de ácido palmítico (21,27%), oleico (20,41%) e eicosapentaenóico (10,09%), não sendo detectada a

presença do ácido docosaenoico. Vitoriano (2019) cita que alterações na composição de ácidos graxos podem indicar a ocorrência de reações de oxidação lipídica em produtos cárneos armazenados.

Na Figura 3 observa-se os resultados para o parâmetro L^* da análise de cor dos hambúrgueres ao logo dos 60 dias, cujos tratamentos apresentaram efeito de regressão linear.

Figura 3. Valores de L^* , a^* e b^* dos hambúrgueres ao longo da estocagem



Fonte: Elaboração própria

Foi possível observar que a luminosidade das amostras foi afetada pela adição do óleo e toucinho pois HP e HS diferiram estaticamente de HT, que obteve maior valor para luminosidade tanto no início quanto ao fim da análise, tal fato pode ser explicado pela composição de ácidos graxos. Ao fim dos 60 dias de armazenamento o ácido esteárico foi encontrado em quantidade superior no Toucinho que no óleo de Peixe e no óleo de Soja 19,90, 8,60, e 9,60%, respectivamente. Esse ácido graxo possui coloração esbranquiçada, e de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação, a escala de L^* vai de 0 (preto puro) a 100 (branco puro) (SEREMETA, 2014; SIQUEIRA, 2018).

No que se refere ao aumento do parâmetro L^* ao decorrer do experimento, tal fato foi observado também por Lorenzo et al, 2014, que estudou a extensão da vida de prateleira de carne de potro embalada com filmes ativos de orégano. O autor reporta que esse efeito sob a descoloração pode estar atrelado a alta atividade antioxidante dos polifenóis presentes no orégano em especial o timol e o carvacrol que previnem a perda de luminosidade.

Todas amostras diferiram estatisticamente entre si em relação ao parâmetro b^* sendo que HT foi a que obteve o maior valor do início ao fim do experimento. O aumento desse parâmetro pode estar ligado a três fatores, a degradação dos ácidos graxos que sofrem oxidação lipídica, da ação de bactérias, ambos formando pigmentos amarelos, e a formação da metamioglobina que é decorrente da oxidação da mioglobina, que possui coloração marrom (QUEIROGA, 2018; COSTA, 2007).

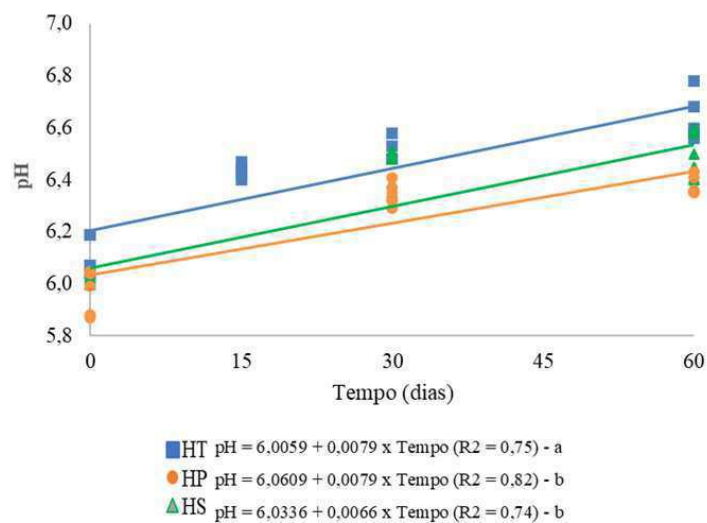
Observando a análise de pH onde o maior valor encontrado foi para HT assim como para o parâmetro de b^* , acredita-se que o aumento da cor amarela tenha se dado pela ação de microrganismos que formam produtos que possuem pigmentos de tal coloração (COSTA, 2007).

Todos os tratamentos de hambúrgueres apresentaram-se dentro do espectro de coloração vermelha. Ao fim do experimento todas as amostras apresentaram aumento da coloração vermelha indicando a preservação da mioglobina, sendo que HP e HS diferiram estatisticamente de HT.

Em seu estudo sobre incorporação de antioxidantes naturais em hambúrgueres de frango embalados em condições de vácuo e aeróbica, Menegali (2020) também observou o aumento da coloração vermelha. A autora explica que ainda não há estudos mais aprofundados para tais resultados, mas cita que tal reação deve estar ligada a proteção conferida pela embalagem evitando a oxidação da mioglobina.

Na Figura 4 estão expressos os resultados referentes a análise de pH ao longo de 60 dias de armazenamento sob refrigeração, que variou de acordo com a formulação do hambúrguer onde se observou que ao final do tempo de armazenamento todas as formulações apresentaram elevação do pH. Diversos são os fatores intrínsecos e extrínsecos que influem no aumento ou diminuição do pH em produtos cárneos processados, tais como a presença de bactérias, produtos formados pela oxidação, o próprio pH do extrato adicionado a embalagem e o tipo de corte da carne (LEON, 2015). Um dos fatores que pode ter levado a mudança do pH foi o aumento da produção de bases voláteis formadas por bactérias endógenas, que causam a desaminação de aminoácidos, liberando amônia, alcalinizando o meio (TERÇARIOL et al., 2020).

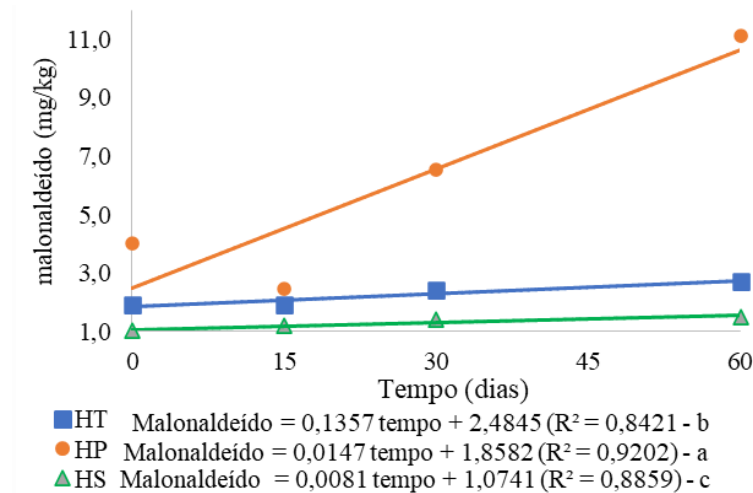
Figura 4. Valores de pH dos hambúrgueres ao longo da estocagem



Fonte: Elaboração própria

Na Figura 5 estão expressos os resultados da análise de oxidação lipídica ao longo do tempo de armazenamento.

Figura 5. Oxidação lipídica nos hambúrgueres durante os 60 dias



Fonte: Elaboração própria

Pode-se observar que todos os tratamentos sofreram efeito de regressão linear ao longo dos 60 dias de armazenamento, sendo verificado pelo aumento da oxidação lipídica. Dos três tratamentos o que mostrou menor valor de oxidação foi HS, 1,5 mg de MDA/kg. Apesar de ser um óleo rico em ácido linoleico (53,657%) polinsaturado, esta fonte lipídica possui em sua composição também o tocoferol que é um antioxidante natural e ainda os artificiais adicionados industrialmente como TBHQ e ácido cítrico (SILVA et al., 1999). Ademais, pode se considerar a atividade antioxidante do extrato de orégano (Tabela 1) e a ação de compostos fenólicos presentes na embalagem, cujo efeito foi comprovado em outros trabalhos como o de Clemente (2018) que avaliou o efeito do extrato de orégano em embalagens ativas aplicadas em hambúrguer de frango.

A amostra controle (HT) apresentou 2,7 mg de MDA/kg ao final dos 60 dias de armazenamento. Este maior valor de oxidação quando comparado ao óleo de soja pode ser explicado pelo fato de não haver nenhum antioxidante natural ou artificial na composição do toucinho que é a fonte lipídica mais usada pela indústria de produtos cárneos. Entretanto a amostra controle obteve menor oxidação que o hambúrguer com óleo de peixe (11,1 mg de MDA/kg), que devido ao elevado perfil de ácidos graxos polinsaturados presentes na fonte lipídica (Tabela 4), atingiu a maior taxa de oxidação entre os tratamentos estudados, tornando impróprio para o consumo humano ao final dos 60 dias de armazenamento (CHOULIARA et al., 2008).

4. Conclusão

O extrato de orégano apresentou elevado teor de compostos bioativos, alta atividade antioxidante, e uma excelente homogeneização com o filme proteico, justificando seu emprego como antioxidante natural em embalagens ativas.

O filme aplicado nos hambúrgueres funciona como uma barreira para a luz, uma vez que apresentou elevada opacidade, sendo satisfatório para evitar oxidação de compostos sensíveis a luz, e possui baixa permeabilidade ao vapor de água, evitando a perda de ou absorção de água do alimento. Desse modo o colágeno de rã caracterizou-se como uma excelente fonte de biopolímeros.

A carne caprina utilizada para a elaboração do hambúrguer demonstrou aspectos físico-químicos de qualidade e os hambúrgueres produzidos apresentaram características dentro das normas exigidas pela legislação brasileira.

Ao fim do experimento foi possível observar que a substituição do toucinho por óleo de peixe, apesar de mais saudável torna o hambúrguer mais suscetível a oxidação nas condições estudadas.

Referências

ACID, L. Final report on the safety assessment of oleic acid, lauric acid, palmitic acid, myristic acid, and stearic acid. **Journal of the American College of Toxicology**, V. 6, N. 3, P. 321-401, 1987.

ALMEIDA, D. M.; WOICIECHOWSKI, A. L.; WOSIACKI, G.; PRESTES, R. A.; PINHEIRO, L. A. (2013). Propriedades físicas, químicas e de barreira em filme formados por blenda de celulose bacteriana e fécula de batata. **Polímeros**, v. 23(4), p. 538-546, 2013.

ALVAREZ, M. V., ORTEGA, L. A.R., SILVA, B. A.E., G, G. A., A.Z. J. F. Antimicrobial, antioxidant, and sensorial impacts of oregano and rosemary essential oils over broccoliflorets. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 43(3), p. 1–10, 2019.

AOAC Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International (19th ed.)**. Washington, D.C.: AOAC International, 2012.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E96/E96M-16 Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials**, 2016.

BAGATINI, D. C. **Extração de gelatina de peles de pescada-olhuda (Cynoscion guatucupa) para aplicação em embalagens biodegradáveis para alimentos**. 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado em engenharia e Ciência de alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017.

BARBOSA, T.C.M.; CLEMENTE, J.N.; SILVA, C. K; FONSECA, S. B.; MEIRELES, B. R. L. A. Avaliação microbiológica e sensorial de linguiça fresca bovina com adição de extratos de alecrim e chá verde. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 12, n. 1, 2018.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2000). – Instrução Normativa nº 20. Anexo IV - **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer, 31 de julho de 2000**.

CAETANO, K. DOS S. **Utilização de amido, óleo de orégano e extrato de resíduo de abóbora para o desenvolvimento de filmes biodegradáveis ativos**. Porto Alegre, RG: Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

CHOULIARA, E.; BADEKA, A.; SAVVAIDIS, I.; KONTOMINAS, M. G. Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: Microbiological, chemical and 438 sensory changes. **European Food Research and Technology**, v. 226, p. 877-888, 1997.

CLEMENTE, J. N. **Estabilidade oxidativa de hambúrguer de frango em embalagens ativas com extrato de barbatimão e orégano**. 2018. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia de alimentos) - Universidade Federal de Campina Grande – CCTA. Pombal, 2018.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da associação médica brasileira**, v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957.

GRANATO, D., SHAHIDI, F., WROLSTAD, R., KILMARTIN, P., MELTON, L. D., HIDALGO, F. J., MIYASHITA, K., CAMP, J. V., ALASALVAR, C., ISMAIL, A. B., ELMORE, S., BIRCH, G. G., CHARALAMPOPOULOS, D., ASTLEY, S. B., PEGG, R., ZHOU, P., & FINGLAS, P. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids contents: should we ban in vitro screening methods? **Food Chemistry**. v. 30, p. 471-475, 2018.

GENNADIOS, A.; WELLER, C.L.; HANNA, M.A.; FRONING, G.W. Mechanical and barrier properties of egg albumen films. **Journal of Food Science**, v.61, p.585-589, 1996.

HARTMAN, L.; LAGO, L. C. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, v. 22, p. 475-476, 1973.

CAMPOS, H. R. G. **Óleo de peixe em cápsulas comercializadas em Brasília – df: perfil de ácidos graxos, nível de oxidação, metais pesados e rotulagem**. 2016. 99 f. Dissertação (Mestre em Nutrição Humana) - Universidade de Brasília. Brasília, 2016.

HENCHION, M, MCCARTHY, M, RESCONI, VC & TROY, D. Meatconsumption: Trendsandqualitymatters. **Meatscience**, v. 98, n. 3, p. 561-568, 2014.

HEWAGE, S.; VITHANARACHCHI, S. **Preparation and characterization of biodegradable polymer films from cowpea (Vigna unguiculata) protein isolate**. Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka, v. 37, n. 1, 2009.

JIA, N. et al. Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage. **Meat Science**, 91, 533-539, 2012.

SIQUEIRA, A. B. D. R. **Características instrumentais e tempo de vida de prateleira de hambúrgueres de carne de ovelha acrescidos de diferentes níveis de óleo de moringa**. 2018. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

GRISI, C. V. B. **Libidibiaferrea (jucá): produção de farinha, bioaditivo e embalagem ativa antioxidante**. (2019). 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2019.

JÚNIOR, A. C. C. **Perfil do consumidor de carne caprina e ovina na região metropolitana do Recife**. 2017. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

JUNIOR, D.M.; RANGEL, A. H. N.; URBANO, S. A.; MORENO, G. M.B. Oxidaçãolipídica e qualidade da carne ovina. **Acta VeterinariaBrasilica**, v. 7, n. 1, p. 14-28, 2013.

LEÃO, L. L. **Desenvolvimento de produto potencialmente funcional: hambúrguer de carne de frango adicionado de óleo de buriti**. 2017. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Animal, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2017.

LEÓN, J. S. S. **Caracterização química e estabilidade oxidativa de produto reestruturado de frango sobre embalagem adicionado de extratos de resíduos agroindustriais**. 2015. 129 f. Tese (Doutorado) – Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2015.

LIMA, C. B. **Atividade antioxidante de bioprodutos do cerrado: estabilidade oxidativa e qualidade da carne de frango**. 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

LIMA, M. C. O. **Análise de carne caprina armazenada sob congelamento**. 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

LÓPEZ, D.; MÁRQUEZ, A.; GUTIÉRREZ-CUTIÑO, M.; VENEGAS-YAZIGI, D.; BUSTOS, R.; MATIACEVICH, S. Filme comestível com capacidade antioxidante à base de gelatina de salmão e boldina. **Food Science and Technology**, v. 77, p. 160-169, 2017.

LORENZO, J. M.; BATLLE, R.; GÓMEZ, M. Extensão da vida de prateleira da carne de potro com dois sistemas de embalagem com ativo antioxidante. **LWT-Food Science and Technology**, v. 59, n. 1, pág. 181-188, 2014.

MENEGALI, B. S. **Incorporação de antioxidante natural em hambúrguer de frango: estabilidade oxidativa e percepção sensorial temporal descritiva e hedônica**. 2020. 78 f. Dissertação (Doutorado em ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020.

MADRUGA, M. S. **Processamento e características físicas e organolépticas das carnes caprina e ovina**. In: IV SEMANA DA CAPRINOCULTURA E OVINOCULTURA BRASILEIRA. p. 1-18. Sobral-Ceará, 2004.

MAKISHI, Gisele Lourenço da Aparecida. **Propriedades de soluções filmogênicas e de filmes de gelatina ou colágeno com extrato de boldo-do-Chile**. 2016.157 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MANGACHAIA, F. G. **Valorização da carne de ovinos e caprinos fora da marca com qualidade dop e igp**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Ciência Animal) Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2016.

MELO, W. de O.; ALBURQUEQUE, G. D. P.; SILVA FILHO, A. V. A. de; FREITAS, B. H. C. de; CÂNDIDO, E. P. Mercado consumidor de carne caprina e ovina do município de Capanema, Estado do Pará. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 5, p.31845-31862, 2020.

MEIRELES, B. R. L. A; VITOR, R. C. L., MORAIS, S. K. Q., BARBOSA, T. C. M., SANTOS, S. C.; FONSECA, S. B. Avaliação do potencial corante e antioxidante de betalaínas (Beta vulgaris, L.) em mortadela de frango. **Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020.

MENDES, R. F.; CÂNDIDO, A. V.; LIMA, C. C.; ALMEIDA, G. H.; MELLO, L. V.; MATILES, R. S. **Potencial antioxidante e metabólitos especiais de coffeearabica: revisão de literatura**. Anais do Seminário Científico do UNIFACIG, 2021.

MOREIRA, N. X.; CURTI, R.; MANCINI, F. J. Ácidos graxos: uma revisão. **Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr.**, p. 105-123, 2002.

MOLINARI, M.C. **Extração e caracterização de gelatina a partir de subprodutos de tilápia**. 2014. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

NAKASHIMA, A. Y.; CHEVALIER, R. C.; CORTEZ-VEJA, W. R. Desenvolvimento e caracterização de filmes de colágeno com adição de óleo essencial de cravo-daíndia. **Journalofbioenergyand food science**, v. 3, n. 1, p. 50-57, 2016.

PEREIRA, P. F. D. M. **Desenvolvimento de filmes à base de biopolímeros para aplicação como embalagens inteligentes**. 2017. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

PRETE, R. O.; SERAFIM, R. Â.; SOUZA, D. D. F. M.; SAKANAKA, L. S.; YAMAGUCHI, M. M. Caracterização e aplicação de óleo de orégano como antioxidante natural em linguiça suína fresca. **BrazilianJournalofDevelopment**, v. 6, n. 7, p. 44109-44118, 2020.

QUEIROGA, V. T. F. **Estabilidade oxidativa de hambúrguer caprino adicionado de extrato de gergelim preto**. 2018. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia de alimentos) - Universidade Federal de Campina Grande – CCTA. Pombal, 2018.

RESOSEMITO, F. S., MORAIS, J. C. Q., QUEIROZ, T. L. S., DA SILVA FERREIRA, F. D. C., BELFORT, C. F. T., LOPES, H. E. S.; KASANTAROENO, K. G. A. Formulação, preparação, e avaliação sensorial de hambúrguer da carne de caprinos de descarte com diferentes teores da gordura. **BrazilianJournalofDevelopment**, v. 7, n.1, p. 4790-4797, 2021.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. D.; MORAIS, S. D.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. **Comunicado Técnico 127. Comunicado Técnico online. EMBRAPA Agroindústria Tropical**, 2007.

SEREMETA, D. C. H. **Avaliação da potencial atividade antioxidante da quercetina no processo de fotodegradação do óleo de linhaça**. 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado em Química Aplicada) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2014.

SILVA, Francisco AM; BORGES, M. Fernanda M.; FERREIRA, Margarida A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química nova**, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

PEREIRA, F. K. et al. Extrato do gergelim creme na estabilidade oxidativa de hambúrguer ovino. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 20, n. 1, 2018.

PEREIRA, M. C.; STEFFENS, R. S.; JABLONSKI, A; HERTZ, P. F.; RIOS, A. O.; VIZZOTTO, M.; FLORES, S. H. CharacterizationandantioxidantpotentialofBrazilianfruitsfromtheMyrtaceafamily. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 60, n. 12, 532 p. 3061 – 3067, 2012.

ROSSI, J.A., SINGLETON, V.L. Colorimetryof total phenolicswithphosphomolybdicphosphotungsticacidreagents. **American JournalofEnologyandViticulture**, v. 16, p.144-158, (1965).

ROSMINI, M. R. et al. TBA test by extractive method applied to “Paté”. **Meat Science**, v. 42, n. 1, p. 103-110, 1996

SOUZA, D. J. D. **Incorporação de colágeno de rã-touro em membranas de nanocelulose visando aplicação em medicina regenerativa**. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SIERRA, P. L. M.; SERRANO, C. R. D.; SANMIGUEL, R. A. Ácidos graxos poliinsaturados e ácido linoléico conjugado na carne suína. Benefícios para a saúde humana: Revisão. **PUBVET**, v. 9, p. 287-347, 2015.

SILVA, T. M. S.; CAMARA, C. A.; LINS, A. C. da S.; BARBOSA-FILHO, J. M.; SILVA, E. M. S.; FREITAS, B. M.; SANTOS, F. A. R. Chemical compositionandfree radical scavengingactivityofpollenloadsfromstinglessbeeMeliponasubnitidaDucke. **Journal of Food Composition and analysis**, n. 19, p. 507-511, 2006.

SILVA, H. C., SILVEIRA, M. P., HELM, C. V., DE MATOS JORGE, L. M., & JORGE, R. M. M. **Caracterização de filmes de farinha de arroz com guabiroba**.In IV Simpósio Paranaense de Modelagem, Simulação e Controle de Processos-SIMPROC, 2019.

TASSANAWAT S, PHANDEE A, MAGARAPHAN R, NIHITANAKAU M, MANUSPIVA H. pH-sensitive PP/clay nanocomposites for beverage smart packaging. **In Proceedings of the 2nd IEEE International, Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems**; 2007 Jan 16-19 Bangkok, Thailand. Bangkok: 2007. p. 478-482.

Terçariol, F.; Bitencourt, P.; Marins, A. R.; Matiucci, M. A.; Gomes, R. G.; Feihmann, A. C. Embutido cárneo fermentado tipo copa com utilização de probiótico e submetido à alta pressão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 38878-38889, 2020.

VALENCIA, G. A. **Propriedades físicas de filmes à base de biopolímeros reforçados com laponita**. 2017. 125 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) -Universidade de São Paulo, 2017.

WANG L. C.; CHEN X. G.; ZHONG D.; XU Q. C. **Study on poly (vinyl alcohol)/carboxymethyl-chitosan blend film as local drug delivery system**. *Journal of Material Science: Material in Medicine*. 2007 Feb; 18(6): 1125-33.

ZHANG, X.; LI, L.; XIE, H.; LIANG, Z.; SU, J.; LIU, G.; LI, B. Comparative analysis of thermal behavior, isothermal crystallization kinetics and polymorphism of palm oil fractions. **Molecules**, v. 18, n. 1, p. 1036-1052, 2013.

ANEXO

Normas de Publicação da Revista Alimentação Humana

Diretrizes para publicação na Revista Principia do IFPB

Nome Sobrenome do Autor ^[1], Nome Sobrenome do Autor ^[2]

^[1]e-mail. nome da instituição/departamento a que está vinculado. ^[2] e-mail. nome da instituição/departamento a que está vinculado (**INCLUIR APENAS APÓS O ACEITE**)

Resumo

Deve conter entre 100 e 200 palavras, no idioma utilizado para redação do artigo (Língua Portuguesa ou Língua Inglesa), em fonte Times New Roman, tamanho 11. O resumo deve apresentar claramente o objetivo do artigo, os aportes teóricos, a metodologia, bem como os principais resultados alcançados. As palavras-chave devem auxiliar na identificação dos principais assuntos tratados no artigo, podendo ser no mínimo três e no máximo cinco, separadas por ponto, obedecendo ao padrão abaixo.

Palavras-chave: Palavra-chave 1. Palavra-chave 2. Palavra-chave 3. Palavra-chave 4. Palavra-chave 5.

Abstract

O abstract deve ser escrito em Língua Inglesa ou Língua Portuguesa, em oposição ao idioma utilizado para redação do artigo, em fonte Times New Roman, itálico, tamanho 11.

Keywords: Keyword 1. Keyword 2. Keyword 3. Keyword 4. Keyword 5.

1 Introdução

Na introdução apresentam-se as informações gerais sobre a pesquisa, fundamentando seu interesse e contribuição para o conhecimento acadêmico-científico. Seu objetivo é informar e colocar o leitor a par do conhecimento já existente sobre o tema que será abordado.

Instruções gerais de formatação do corpo do artigo podem ser observadas a seguir:

- **Número máx. de autores por artigo:** 6
- **Número de páginas:** entre 8 e 14
- **Formato da página:** A4
- **Orientação da página:** vertical, duas colunas a partir da Introdução.
- **Margens:**
 - superior = 3,5 cm;
 - inferior = 2 cm;
 - direita e esquerda = 2,5 cm
- **Espaçamento entre linhas:** simples
 - os títulos devem ser separados do texto que os sucede por um espaço simples em branco
- **Fonte:** *Times New Roman*, com variações no tamanho e estilo da fonte, de acordo com as informações constantes no Quadro 1:

Quadro 1 – Tamanho e estilo da fonte

ITEM	TAMANHO	ESTILO
Título do artigo	12	Negrito
Resumo	11	Normal
<i>Abstract</i>	11	<i>Itálico</i>
Títulos primários, secundários e terciários	11	Negrito
Corpo de texto do artigo	11	Normal

Títulos de ilustrações e tabelas	10	Nenhum
Corpo de texto de tabelas e quadros	10	Normal
Nota de rodapé e indicação de fontes de ilustrações e tabelas	8	Normal

Fonte: Elaboração própria.

- **Título do artigo:** deve conter no máximo 130 caracteres e apresentar apenas a primeira inicial maiúscula, respeitando-se, porém, a obrigatoriedade em casos específicos
- **Resumo:** entre 100 e 300 palavras
- **Palavras-chave:** de 3 a 5
- **Títulos das seções:** apenas primeira maiúscula, respeitando-se, porém, a obrigatoriedade em casos específicos
- **Corpo do texto:** o texto deve ser normalizado conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):
 - **Citações (NBR 10520)**
 - **Notas (NBR 14724)** – notas relativas ao corpo do artigo devem ser indicadas através de algarismos arábicos, em formato sobrescrito, imediatamente após o termo ou frase a que se referem. As notas deverão ser grafadas no rodapé do texto, na página em que aparecem
 - **Ilustrações (NBR 6022)**
 - **Equações Matemáticas (NBR 6022)** – as equações deverão ser indicadas em linhas separadas do texto, iniciando-se em um novo parágrafo. Quando necessário, deve-se usar toda a extensão da largura da página para sua edição. As equações devem ser numeradas sequencialmente e identificadas por números arábicos, entre parênteses, alinhados à direita, como observado na Equação 1:

$$P_{FV} = \frac{E \times G}{H_{TOT} \times PR}$$

(1)

Os itens seguintes apresentam elementos necessários à estrutura do artigo; estes itens podem, entretanto, ser formatados e ou intitulados como o autor achar mais adequado para exposição de seus argumentos.

2 Referencial teórico

Esta seção deve apresentar o modelo conceitual utilizado na investigação, referenciando as principais fontes nas quais o artigo foi fundamentado. Caso parte dos resultados apresentados já tenha sido previamente divulgada, a concepção do texto e as suas conclusões principais devem ser necessariamente originais e inéditas.

3 Método da pesquisa

O artigo deverá contemplar uma descrição do desenvolvimento metodológico da pesquisa. A descrição, apesar de sucinta, deverá ser clara, permitindo ao leitor compreender perfeitamente o procedimento (metodologia ou métodos) adotado, ou ter acesso a ele por referências citadas.

4 Resultados da pesquisa

Item no qual os resultados são apresentados e discutidos de forma sintética.

5 Conclusão/Considerações

Nesta seção o autor deve apresentar seus comentários conclusivos, destacando os principais produtos (resultados) da pesquisa.

Referências

As referências devem ser grafadas no final do artigo em ordem alfabética e cronológica, de acordo com a NBR 6023 – versão de novembro/2018. Só devem

compor as referências as fontes que tenham sido efetivamente citadas ao longo do texto.

