



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

JULIANA NÓBREGA CLEMENTE

**ESTABILIDADE OXIDATIVA DE HAMBÚRGUER DE FRANGO EM
EMBALAGENS ATIVAS COM EXTRATO DE BARBATIMÃO E ORÉGANO**

POMBAL-PB

2018

JULIANA NÓBREGA CLEMENTE

**ESTABILIDADE OXIDATIVA DE HAMBÚRGUER DE FRANGO EM
EMBALAGENS ATIVAS COM EXTRATO DE BARBATIMÃO E ORÉGANO**

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

Orientador: Prof. D. Sc. Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

POMBAL-PB

2018

C626e

Clemente, Juliana Nóbrega.

Estabilidade oxidativa de hambúrguer de frango em embalagens ativas com extrato de barbatimão e orégano / Juliana Nóbrega Clemente. – Pombal, 2018.

35 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

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

1. Embalagem ativa. 2. Antioxidantes naturais. 3. Vida de prateleira. 4. I. Meireles, Bruno Raniere Lins de Albuquerque. II. Maracajá, Patrício Borges. III. Título.

CDU 621.798.974(043)

JULIANA NÓBREGA CLEMENTE

**EMBALAGENS ATIVAS ADICIONADAS DE ANTIOXIDANTES NATURAIS:
EFEITO NA ESTABILIDADE OXIDATIVA DE HAMBÚRGUER DE FRANGO**

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

Aprovado em ____ de _____ de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Bruno Raniere Lins de A. Meireles
Orientador - UATA/CCTA/UFCG

Prof. D. Sc. Franciscleudo B. da Costa
Examinador Interno - UATA/CCTA/UFCG

Rerisson do Nascimento Alves
Examinador Externo - Engenheiro de
Alimentos

Ao meus amados pais, Maria Dalva e Clemente Júnior, por serem meu porto seguro e minha fonte de inspiração. À minha querida irmã, Larah Giovanna, pelo apoio e ternura.

Ao meu amado noivo, Jansen Holanda, por todo amor, carinho e compreensão.

À minha tia querida, Verônica Nóbrega, pelas palavras de ânimo de sempre. Aos meus queridos e amados avós, Laura Medeiros (in memorian), Luzia Maria e Luís da Silva por tanto afeto, proteção e torcida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Bruno Meireles, por toda dedicação e amizade compartilhadas.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela vida, saúde e ânimo concedidos para vencer tantos obstáculos durante essa caminhada, me permitindo inúmeros ensinamentos e lições. O seu amor não falha!

Agradeço a minha amada mãe, Maria Dalva, por ser o meu abrigo, minha fortaleza e espelho do amor de Deus para minha vida. Ao meu pai, Clemente Júnior, por acreditar tanto nesse sonho junto comigo. À minha irmã, Larah Giovanna, por todos os gestos de amor compartilhados.

Ao meu amado noivo, Jansen Holanda, que mesmo distante se fez presente em todos os momentos. Obrigada por me ouvir e me acolher durante minhas aflições, pela compreensão e por acreditar em mim.

À minha inesquecível e doce avó, Laura Medeiros (*in memoriam*), que deixou um vazio tão grande em meu coração, obrigada meu anjo, sinto seu amor e torcida daí do céu. Aos meus queridos avós, Luzia Maria e Luís da Silva, por se preocuparem e me ajudarem a tornar-me uma pessoa melhor. Luz para minha vida, é o que todos vocês são!

Agradeço imensamente ao meu orientador, Dr. Bruno Meireles, por me acolher ainda tão inexperiente e ter me moldado durante esses anos, pelos ensinamentos, puxões de orelha, oportunidades, paciência, incentivo e pelo exemplo de profissional que sempre foi para mim, sempre muito dedicado e competente.

Agradeço a todos os meus professores, que contribuíram para minha formação profissional e pelos conselhos repassados para vida. Vocês são verdadeiros exemplos de perseverança. Não irei esquecer-los.

Agradeço aos meus amigos que conquistei ao longo desses anos, Thaisa Cidarta, Lucimar Medeiros, Jonas da Silva, Victor Souza e Samuel Moura, obrigada por sempre me apoiarem, me incentivarem em momentos de desânimo e pelos nossos momentos de distração. Não irei esquecer o que todos vocês fizeram por mim.

Agradeço à Universidade Federal de Campina Grande, ao LACAPE e ao LACOM, pela disponibilização dos laboratórios para realização dessa pesquisa.

Aos técnicos de laboratório, colegas, a banca examinadora e todos que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho, muito obrigada!

“Espírito me guie onde minha confiança é sem fronteiras. Deixe-me andar sobre as águas, aonde quer que você me chame. Leve-me mais profundo do que os meus pés nunca poderiam chegar e minha fé será fortalecida.”

Hillsong – Oceans

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulações do Hambúrguer de Frango	18
Tabela 2. Teor de fenólicos totais (TFT) dos extratos de barbatimão e orégano.....	19
Tabela 3. Rendimento dos extratos vegetais.	20
Tabela 4. Identificação e quantificação (mg/g) dos compostos fenólicos por CLAE presentes no extrato hidroalcólico de barbatimão e aquoso de Orégano.	21
Tabela 5. Valores da composição centesimal do filé de frango.....	22
Tabela 6. Valores da composição centesimal dos hambúrgueres de frango.....	23
Tabela 7. Probabilidade (F) da ANOVA para os parâmetros de pH, atividade de água, cor e oxidação lipídica durante 90 dias de armazenamento.	24
Tabela 8. Valores de índice de TBARS (mg de malonaldeído/Kg) nas amostras de hambúrgueres de frango durante o estudo de prateleira.	24
Tabela 9. Parâmetros físico-químicos avaliados durante o estudo de prateleira.....	26
Tabela 10. Parâmetro instrumental de cor avaliados durante o estudo de prateleira.	26

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	14
OBTENÇÃO DOS EXTRATOS DE ORÉGANO E BARBATIMÃO	14
TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS.....	15
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO SEQUESTRO DO RADICAL LIVRE DPPH..	15
IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS	15
PREPARO DAS EMBALAGENS ATIVAS COM ANTIOXIDANTES	16
ANÁLISE DO ÍNDICE DE INTUMESCIMENTO	17
CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA.....	17
Composição centesimal	17
Oxidação lipídica (número de TBARS)	17
pH	17
Atividade de água (Aa)	17
ELABORAÇÃO DO HAMBÚRGUER DE FRANGO	18
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO HAMBÚRGUER.....	18
Composição Centesimal	18
Atividade de água (Aa)	18
pH	18
Colorimetria	18
Oxidação lipídica (número de TBARS)	19
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	27

CLEMENTE, J. N. (2018). **Estabilidade oxidativa de hambúrguer de frango em embalagens ativas com extrato de barbatimão e orégano**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB.

RESUMO

A embalagem ativa é definida como um sistema que incorpora propositalmente componentes que irão liberar no produto embalado benefícios para estender sua vida útil de prateleira. Objetivou-se avaliar o efeito antioxidante de embalagens ativas com extratos de orégano e barbatimão na estabilidade de hambúrguer de frango durante 90 dias de armazenamento sob congelamento. Os hambúrgueres foram armazenados seguindo 3 tratamentos: T1 - amostra acondicionada em embalagem sem antioxidante, T2 - amostra acondicionada em embalagem aditivada com extrato de barbatimão e T3 - amostra acondicionada em embalagem aditivada com extrato de orégano. Todas as formulações de hambúrguer apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos pela Instrução Normativa N°4 do MAPA, apresentando valores médios de 65,43% de umidade; 22,48% de proteína e 2,64% de lipídios. Após 90 dias, os T2 e T3 apresentaram efeito significativo e protetor para os parâmetros de atividade de água (0,983 e 0,982), pH (5,93 e 5,94) e oxidação lipídica (3,59 e 2,88 mg de malonaldeído/kg), respectivamente, quando comparado a T1 (0,983 para atividade de água; 6,48 para pH e 4,71mg de malonaldeído/kg na análise de oxidação lipídica). Logo, o uso de embalagens ativas com antioxidantes naturais de orégano e barbatimão foram eficazes na estabilidade oxidativa de hambúrgueres de frango.

Palavras-chave: Estudo de prateleira, Produto reestruturado, Antioxidantes naturais.

ABSTRACT

The active packaging is defined as a system that purposely incorporates components that will release into the packaged product benefits to extend its shelf life. The objective was to evaluate the antioxidant effect of active packaging extracts of oregano and barbatimão. The hamburgers were prepared following 3 treatments: T1 - the sample was stored in a packaging without antioxidant, T2 - the sample was stored in packaging with barbatimão extract and T3 - the sample was stored in packaging with oregano extract. All the hamburger formulations presented results within the limits established by the current normative instruction n° 4 of MAPA, presenting average values of 65.43% of humidity; 22.48% protein and 2.64% lipids. After 90 days of storage, T2 and T3 presented significant and protective effect for water activity parameters (0.983 and 0.982), pH (5.93 and 5.94) and TBA (3.59 and 2.88 mg of malonaldehyde / Kg), respectively, when compared to T1 (0.983, 6.48 and 4.71 mg malonaldehyde / kg). Therefore, the use of active packaging with natural antioxidants of oregano and barbatimão were shown to be effective in the oxidative stability of chicken hamburgers.

Keywords: Shelf study, Restructured product, Natural antioxidants.

Artigo

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado por “**Estabilidade oxidativa de hambúrguer de frango em embalagens ativas com extrato de barbatimão e orégano.**” será publicado na revista Czech Journal of Food Sciences, qualis B1, para Ciência de Alimentos, ISSN 1805-9317. As normas encontram-se em anexo.

ESTABILIDADE OXIDATIVA DE HAMBÚRGUER DE FRANGO EM EMBALAGENS ATIVAS COM EXTRATO DE BARBATIMÃO E ORÉGANO

Juliana Nóbrega Clemente, Raíssa Cristina Leandro Vitor, Thaisa Cidarta Melo Barbosa, Rerisson do Nascimento Alves, Sthelio Braga Fonseca, Cristiani Viegas Brandão Grisi, Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA/UFCG.

Rua Jairo Vieira Feitosa, nº 1770, Bairro dos Pereiros, CEP 58.840-000, Pombal, Paraíba, Brasil.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito antioxidante de embalagens ativas com extratos de orégano e barbatimão na estabilidade de hambúrguer de frango durante 90 dias de armazenamento sob congelamento. Os hambúrgueres foram armazenados seguindo 3 tratamentos: T1 - acondicionado em embalagem sem antioxidante, T2 - acondicionado em embalagem aditivada com extrato de barbatimão e T3 - acondicionado em embalagem aditivada com extrato de orégano. Todas as formulações de hambúrguer apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos pela Instrução Normativa N°4 do MAPA, apresentando valores médios de 65,43% de umidade; 22,48% de proteína e 2,64% de lipídios. Após 90 dias, os T2 e T3 apresentaram efeito significativo e protetor para os parâmetros de atividade de água (0,983 e 0,982), pH (5,93 e 5,94) e oxidação lipídica (3,59 e 2,88 mg de malonaldeído/kg), respectivamente, quando comparado a T1 (0,983 para atividade de água; 6,48 para pH e 4,71mg de malonaldeído/kg na análise de oxidação lipídica). Logo, o uso de embalagens ativas com antioxidantes naturais de orégano e barbatimão foram eficazes na estabilidade oxidativa de hambúrgueres de frango.

Palavras-chave: Estudo de prateleira, Produto reestruturado, Antioxidantes naturais.

11 INTRODUÇÃO

12 A avicultura vem crescendo desde meados do século XX, tornando o Brasil uma
13 referência do setor agropecuário no mercado mundial. O país é o segundo maior produtor
14 mundial de carne de frango, fornecendo 12,9 mil toneladas; o primeiro lugar em exportações,
15 atingindo 4.382 mil toneladas e consumo per capita de 41,1 kg de carne (EMBRAPA, 2017).
16 O aumento da aceitabilidade da carne de frango pela população justifica-se por ser uma
17 proteína de baixo custo e baixo valor calórico, fácil preparo, abundante fonte de vitaminas,
18 além de ser uma proteína de alto valor biológico (ABPA, 2016). Deste modo, as
19 características dessa matéria prima favorecem a elaboração de produtos cárneos processados
20 como alternativa para agregar valor, prolongar a vida de prateleira e preservar as suas
21 propriedades físico-químicas.

22 Mediante às mudanças nos hábitos alimentares dos últimos anos, a indústria de
23 alimentos tem aceitado o desafio elaborar produtos que ofereçam maior praticidade, utilidade
24 e qualidade aos consumidores (OLIVEIRA et al., 2013). Neste contexto, tem a elaboração de
25 processados cárneos reestruturados, como os hambúrgueres (NEVES et al., 2016). Segundo o
26 Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer, “entende-se por
27 hambúrguer o produto cárneo industrializado, obtido de carne moída dos animais de açougue,
28 adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo
29 tecnológico adequado”. “Trata-se de um produto cru, semi-frito, cozido, frito, congelado ou
30 resfriado” de acordo com sua classificação (BRASIL, 2000).

31 A carne de frango é um alimento altamente susceptível a oxidação lipídica em função
32 do elevado teor de ácidos graxos insaturados na sua composição (SANTOS et al., 2013). A
33 formação de óxidos de colesterol, as alterações na composição de ácidos graxos e a
34 consequente formação de compostos voláteis, provenientes da oxidação lipídica, possuem um
35 papel de destaque dentre os fatores responsáveis pela perda de qualidade (MARIUTTI;
36 BRAGAGNOLO, 2009). Essas alterações na qualidade podem ser percebidas pelas mudanças
37 de sabor, de cor, de textura, de valor nutricional e pela produção de compostos potencialmente
38 tóxicos, que podem causar grande rejeição pelo consumidor.

39 Assim, para manter a qualidade da carne de frango e de seus produtos adicionam-se os
40 antioxidantes cujo objetivo é retardar a fase de propagação da oxidação, onde o oxigênio
41 interage com as duplas ligações dos ácidos graxos insaturados, formando os radicais livres.
42 Os antioxidantes podem ser de procedência natural ou sintética. Os sintéticos possuem
43 características de serem voláteis, degradam-se em altas temperaturas, a exemplo do butil-

44 hidroxitolueno (BHT), butil-hidroxianisol (BHA), e podem conferir efeitos tóxicos e
45 carcinogênico à saúde. Surge então, o interesse de pesquisadores pelos antioxidantes naturais,
46 que são extraídos de plantas e podem ser aplicados como conservantes naturais para alimentos
47 como uma alternativa viável para indústria alimentícia, visando entre outros aspectos, o baixo
48 custo e facilidade de obtenção (ALBERTI et al., 2014).

49 A aplicação destes fenólicos naturais em embalagens poliméricas de forma sinérgica é
50 uma das alternativas de potencializar a conservação e extensão da vida útil de alimentos. Tais
51 revestimentos quando aplicados a produtos como, o hambúrguer, que é um produto
52 processado e faz parte da rotina alimentar de muitos brasileiros, é uma das alternativas que
53 pode diminuir ou evitar o uso de conservantes sintéticos, tornando o produto o mais natural
54 possível, que é umas das atuais exigências do mercado consumidor atual (PIREZ, 2014).

55 Algumas especiarias como o orégano (*Origanum vulgare L.*) e o barbatimão
56 (*Stryphnodendron barbatimam Mart.*), são consideradas como excelentes fontes de compostos
57 fenólicos. Estas substâncias apresentam atividades cicatrizante, antimicrobiana,
58 anticancerígena e antioxidante, sendo esta última, de grande relevância na indústria
59 alimentícia (RANUCCI et al., 2015; GURUDATT et al. 2010; SOUZA et al., 2007).

60 Diante desse contexto, objetivou-se avaliar o efeito protetor de embalagens ativas
61 adicionadas dos extratos de orégano (*Origanum vulgare L.*) e de barbatimão
62 (*Stryphnodendron barbatimam Mart.*) na estabilidade oxidativa de hambúrguer de frango,
63 armazenado durante 90 dias sob congelamento a -10°C.

64

65 MATERIAL E MÉTODOS

66

67 Essa pesquisa foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Carnes, Ovos e Pescado,
68 na Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
69 (UATA), Campus Pombal, obedecendo às etapas descritas na metodologia.

70

71 Obtenção dos extratos de orégano e barbatimão

72 Para obtenção dos extratos vegetais utilizou-se orégano (*Origanum vulgare L.*) e
73 barbatimão (*Stryphnodendron barbatimam Mart.*), ambos adquiridos no mercado central do
74 município de Patos-PB. Para investigar o efeito de diferentes solventes na extração de
75 compostos fenólicos dos materiais vegetais em estudo, um planejamento de mistura foi
76 utilizado, com etanol e água. Os extratos fenólicos foram obtidos numa proporção amostra-

77 solvente/mistura de solvente de 1:10 à temperatura ambiente de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 50 ± 2 de umidade
78 relativa sob agitação mecânica (Incubadora SHAKER SL 222) por 4 h à 12 rpm. Em seguida,
79 foram filtrados, secos em estufa com circulação de ar a 40°C , até completa evaporação do
80 solvente, armazenados em frascos âmbar, recobertos com papel alumínio e mantidos sob
81 refrigeração a $6\pm 2^{\circ}\text{C}$ até sua utilização. O planejamento experimental rendeu 5 extratos para
82 cada material vegetal: 100% etanol, 50% água-50% etanol, 25% água-75% etanol, 75% água-
83 25% etanol e 100% água, os quais foram submetidos à avaliação do teor de fenólicos totais.

84

85 **Teor de fenólicos totais**

86 A avaliação do teor de compostos fenólicos foi determinada de acordo com o método
87 de Folin-Ciocalteu (SLINKARD; SINGLETON, 1977) com modificações de Silva et al.
88 (2006). O ácido gálico foi usado na curva padrão e os resultados foram expressos em termos
89 de ácido gálico equivalente (mg GAE/g extrato). As leituras das absorvâncias das misturas
90 foram lidas a 760 nm em UV-vis da Nova Instrumente, modelo 1800UV.

91 Após análise dos resultados, procedeu-se com a escolha dos extratos de orégano e
92 barbatimão que apresentaram maior teor de fenólicos totais para a aditivação das embalagens
93 ativas.

94

95 **Capacidade antioxidante pelo sequestro do radical livre DPPH**

96 A atividade de eliminação de radicais livres dos extratos foi determinada com base no
97 método DPPH13, com adaptações (RUFINO, 2007). Uma alíquota de 90 μL do extrato foi
98 adicionada em 3,0 mL de solução diluída de DPPH em etanol (0,0236 mg/mL), agitada e
99 incubada durante 30 minutos no escuro, e a absorvância foi medida a 517 nm UV-vis da
100 Shimadzu, modelo UV-2550 (Kyoto, Japão). A curva padrão foi realizada com Trolox (100-
101 2000 $\mu\text{mol/L}$ em etanol). Os resultados foram expressos em μmol equivalente Trolox (ET/g
102 extrato).

103

104 **Identificação e quantificação dos compostos fenólicos**

105 As análises cromatográficas foram realizadas em um cromatógrafo líquido de alto
106 desempenho (HPLC) Shimadzu (Kyoto, Japão), equipado com um injetor automático
107 Rheodyne 7125i e um detector UV/VIS. As colunas utilizadas foram uma coluna Shimadzu
108 LC-18 (25 cm x 4,6 mm, 5 μm particle size, da Supelco, Bellefonte, PA) e uma pré-coluna C-
109 18 ODS Shimadzu. Para a identificação dos compostos fenólicos, as amostras foram eluídas

110 com um sistema gradiente que consiste em solvente A (2% de ácido acético, v/v) e solvente B
111 (acetonitrila : metanol, 2:1, v/v), utilizados como fases móveis, com um fluxo de 1 mL/min. A
112 temperatura da coluna foi mantida a 25 °C e o volume de injeção foi de 20 µL. O sistema de
113 gradiente iniciou-se a partir de 90% A a 0 min, 88% A em 3 min, 85% A em 6 min, 82% A
114 em 10 min, 80% A em 12 min, 70% A em 15 min, 65% A em 20 min, 60% A em 25 min,
115 50% A em 30-40 min, 75% A em 42 min e 90% A em 44 min. A corrida cromatográfica total
116 foi de 50 minutos. Os picos dos compostos fenólicos foram monitorizados a 280 nm. O
117 software LabSolutions (Shimadzu) foi usado para controlar o sistema de LC-UV e de
118 processamento de dados.

119 Os compostos fenólicos foram identificados por meio da comparação dos tempos de
120 retenção com os padrões de ácidos fenólicos e flavonoides, sendo quantificados em
121 concentrações de mg/mL a partir de curvas de calibração e os cromatogramas foram
122 registrados no software LabSolutions Data System.

123

124 **Preparo das embalagens ativas com antioxidantes**

125 Os filmes poliméricos foram preparados a partir de fécula de mandioca, gelatina e
126 glicerina, conforme metodologia descrita por Panaitescu et al., (2015) e Acosta et al., (2015).
127 Foram diluídos 4g de fécula de mandioca em 200 mL de água destilada, mantendo a solução
128 sob agitação com auxílio do bastão de vidro em manta aquecedora durante 30 minutos à 90°C.
129 Para a gelatina, o mesmo procedimento (4 g/ 200 ml de água destilada), porém a agitação na
130 manta aquecedora perdurou por 10 minutos à 40°C. Em seguida adicionou-se a glicerina (0,5
131 g) e homogeneizou todo o conjunto para a obtenção da solução filmogênica.

132 Três blendas foram preparadas, sendo os seguintes tratamentos observados: sem
133 adição de antioxidante (T1 - controle), com adição do extrato de barbatimão (T2) e com
134 adição do extrato de orégano (T3), estes últimos provenientes da otimização realizada no
135 ensaio de compostos fenólicos, o qual determinou o potencial dos antioxidantes naturais
136 selecionados. Os extratos de orégano e barbatimão foram adicionados à solução filmogênica
137 no estado líquido na concentração de 100 mg/mL.

138 Estas formulações foram misturadas e espalhadas em placas de petri com diâmetro de
139 15 mm (casting), secos em estufas de ar circulante a 40°C por 24 horas e armazenados em
140 dessecador até sua utilização. A Figura 1 demonstra o resultado obtido ao final da secagem
141 das embalagens ativas.

142 **Figura 1. Embalagem controle (A); Embalagem com adição do extrato de barbatimão**
 143 **(B); Embalagem com adição do extrato de orégano (C).**



A

B

C

144

145

146 Fonte: Autor

147 **Análise do índice de intumescimento**

148 Os filmes foram repartidos em pedaços de 4 cm², em triplicata, e foram mantidos em
 149 dessecador com sílica gel por 3 a 7 dias. Após esse período, as amostras foram pesadas e
 150 submetidas a um processo de imersão em água destilada em intervalos de tempo de 1, 3, 5, 7,
 151 10, 15 e 20 minutos, verificando o peso final após cada intervalo de tempo. O cálculo do
 152 índice de intumescimentos foi realizado conforme metodologia descrita por Wang et al.
 153 (2007).

154 **Caracterização da matéria-prima**

155 A matéria-prima utilizada na elaboração dos hambúrgueres foi o peito de frango
 156 congelado, adquirido no mercado local do município de Pombal-PB e conduzido ao
 157 laboratório, onde foi armazenado em freezer (-18°C) até o momento do processamento. Todas
 158 as determinações físico-químicas da matéria prima foram realizadas em triplicatas, seguindo
 159 as metodologias descritas abaixo:

160 *Composição centesimal:* Os teores de umidade, cinzas, proteínas e carboidratos por diferença
 161 foram verificados utilizando a metodologia descrita nos itens n° 950.46.41, 920,153 e 928,08,
 162 respectivamente (AOAC, 2012). O teor lipídico foi determinado seguindo os procedimentos
 163 de Folch, Less e Stanley (1957).

164 *Oxidação lipídica (número de TBARS):* Determinou-se de acordo com metodologia descrita
 165 por Rosmini et al. (1996).

166 *pH:* Foi quantificado de acordo com o método descrito pela AOAC (2012).

167 *Atividade de água (Aa):* Verificou-se utilizando um aparelho AQUALAB CX-2
 168 (DecagonDevices, Washington, USA), seguindo o método 978,18 descrito pela AOAC
 169 (2012).

170 **Elaboração do hambúrguer de frango**

171 O hambúrguer de frango foi processado segundo a formulação descrita por Dalmás
172 (2014). O filé de frango foi submetido à moagem, juntamente com a pele de frango, em
173 seguida, adicionou-se sal iodado, cebola em pó, realçador de sabor, fécula de mandioca e água
174 gelada. Após o estabelecimento da emulsão, a massa cárnea foi submetida à homogeneização
175 manual, onde foram formatadas porções de 40 g em moldes de hambúrguer de aço inox.

176 Os hambúrgueres foram embalados com os filmes poliméricos delineados
177 anteriormente (T1, T2 e T3), acondicionando-os em bandejas de plástico recobertas com filme
178 de policloreto de vinila (PVC) sob congelamento a -10°C.

179 **Tabela 1. Formulações do Hambúrguer de Frango**

Ingredientes (%)	T1	T2	T3
Filé de frango	81,7	81,7	81,7
Pele de frango	10	10	10
Água gelada	5	5	5
Fécula de mandioca	2	2	2
Sal iodado	1	1	1
Cebola em pó	0,2	0,2	0,2
Realçador de sabor	0,1	0,1	0,1
Embalagem padrão	Sim	-	-
Embalagem com extrato de barbatimão	-	Sim	-
Embalagem com extrato de orégano	-	-	Sim

180 Fonte: Autor

181 **Avaliação físico-química do hambúrguer**

182 Para avaliar as características físico-químicas dos hambúrgueres realizou-se as
183 seguintes análises:

184 *Composição Centesimal:* Os teores de umidade, cinzas e proteínas foram determinados
185 utilizando a metodologia descrita nos itens nº 950.46.41, 920.153 e 928.08, respectivamente
186 (AOAC, 2012). O extrato etéreo foi determinado seguindo os procedimentos de Folch, Less e
187 Stanley (1957).

188 *Atividade de água (Aa):* Verificou-se utilizando um aparelho AQUALAB CX-2
189 (DecagonDevices, Washington, USA), seguindo o método 978,18 descrito pela AOAC
190 (2012).

191 *pH:* Foi quantificado de acordo com o método descrito pela AOAC (2012).

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

195 *Oxidação lipídica (número de TBARS)*: Determinou-se de acordo com metodologia descrita
 196 por Rosmini et al. (1996).

197 As análises de pH, Aa, colorimetria e oxidação lipídica foram avaliadas nos tempos 0,
 198 20, 40, 60 e 90 dias, sendo estes os parâmetros utilizados para avaliar a vida de prateleira dos
 199 hambúrgueres e, conseqüentemente, os efeitos das respectivas embalagens.

200 **Análise estatística**

201 Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando
 202 um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em um planejamento fatorial 3 x 5, onde o
 203 primeiro fator representa os tratamentos e o segundo fator representa os tempos e
 204 desdobramento pelo teste de média Tukey ao nível de 5% de significância, com auxílio do
 205 software estatístico SISVAR 5.6.

206 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

207

208 Os resultados referentes ao teor de compostos fenólicos totais (TFT) do barbatimão e
 209 orégano estão apresentados na Tabela 2, na qual verificam-se diferenças significativas entres
 210 os valores em função do tipo solvente utilizado para obtenção dos extratos.

211 **Tabela 2. Teor de fenólicos totais (TFT) dos extratos de barbatimão e orégano**

Extratos	Solvente de extração (%)		Resposta*
	Água	Etanol	TFT
Barbatimão	100	0	5618,74 ^b
	0	100	5521,47 ^b
	50	50	4217,23 ^c
	25	75	5488,96 ^b
	75	25	6156,96 ^a
Orégano	100	0	3791,71 ^a
	0	100	1176,99 ^c
	50	50	2840,24 ^b
	25	75	1900,8 ^c
	75	25	2765,35 ^b

212 * Os resultados estão expressos em mg EAG/g extrato para teor de fenólicos totais (TFT).

213 a,b,c – médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

214 Fonte: Autor

215 O solvente contendo 25% de etanol para o barbatimão obteve o maior teor de fenólicos
 216 totais, já para o orégano a melhor resposta deu-se para o solvente que continha 100% água,
 217 confirmando que estes extratos foram os mais eficientes durante a extração dos compostos
 218 bioativos em seus respectivos materiais vegetais. Tal resultado pode ser justificado, uma vez
 219 que os fenólicos são frequentemente extraídos em maiores quantidades em solventes mais
 220 polares, como a água e a mistura etanol/água, quando comparado com etanol absoluto
 221 (GONÇALVES, 2015). CHUN et al. (2005), avaliando o teor de fenólicos totais em extrato
 222 de orégano, encontrou quantidades superiores para o extrato aquoso (39,4 mg/g), quando
 223 comparado aos extratos alcoólicos.

224 Para o ensaio da atividade sequestradora do radical livre DPPH os extratos de
 225 barbatimão e orégano apresentaram alta capacidade antioxidante com resultados de 851,4 e
 226 177,37 $\mu\text{mol TE/g}$ extrato, respectivamente. Segundo Vieira (2015), o método DPPH é o mais
 227 utilizado para determinação da capacidade antioxidante de plantas. Osman et al., (2012)
 228 justifica essa utilização devido sua clareza, conveniência e tempo, baseando-se na mudança de
 229 coloração da solução redutora de 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) da cor roxa para a cor
 230 amarela quando o radical é eliminado por substâncias com características antioxidantes que
 231 serão o doador do hidrogênio.

232 Além de conterem o maior de teor de fenólicos totais, outro fator que implicou na
 233 utilização dos extratos em sinergismo com as embalagens ativas foram os rendimentos dos
 234 mesmos demonstrados na Tabela 3.

235 **Tabela 3. Rendimento dos extratos vegetais**

Solvente de extração	Extratos	
	Barbatimão (%)	Orégano (%)
100% água	3,89	7,53
100% etanol	1,16	4,27
50% água/etanol	3,97	7,59
25% água	2,98	5,11
25% etanol	3,91	7,33

236 Fonte: Autor

237 Segundo HSU (2006), as diferenças nos rendimentos dos extratos dos materiais
 238 vegetais testados podem ser atribuídas às diferentes disponibilidades de componentes
 239 extraíveis, decorrentes da composição química variada das plantas. Pode-se observar que os
 240 rendimentos para o extrato de barbatimão com o solvente 25% etanol e 100% água para o
 241 extrato de orégano se mostraram satisfatórios e rentáveis frente aos demais, corroborando os

242 dados de teor de fenólicos totais (Tabela 2) para a escolha destes extratos para a elaboração
243 das embalagens ativas.

244 A identificação e a quantificação dos compostos fenólicos encontrados nos extratos de
245 barbatimão e orégano por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) estão dispostas na
246 Tabela 4.

247 **Tabela 4. Identificação e quantificação (mg/g) dos compostos fenólicos por CLAE**
248 **presentes no extrato hidroalcoólico de barbatimão e aquoso de orégano.**

Compostos fenólicos (mg/100g)	Extrato hidroalcoólico de Barbatimão	Extrato aquoso de Orégano
<i>Ácidos fenólicos</i>		
Ac Protocatecuico	46,69	6,02
Ac Salicilico	19,58	3,01
Ac Sinapico	3,01	3,01
Ac Trans cinamico	1,51	1,51
Ac Gentísico	328,31	ND
Ac Vanilico	30,12	15,06
Ac Caféico	225,9	78,31
Ac Felurico	ND	3,01
Ac4 Hidroxibenzoico	ND	4,52
<i>Flavonoides</i>		
Naringenina	6,02	ND
Catequina	18,07	ND
Siringaldeido	13,55	12,05
Rutina	ND	7,53
Miricetina	ND	4,52
TOTAL	692,76	138,55

249 ND – Não detectado

250 Fonte: Autor

251

252 Como evidenciado na Tabela 4, foram identificados 10 compostos fenólicos para o
253 extrato de barbatimão e 11 para o extrato de orégano. Em relação aos ácidos fenólicos o ácido
254 gentísico e o ácido caféico foram encontrados em quantidades predominantes nos extratos
255 representando 47,4% e 32,6%, nas concentrações de 328,31mg/100g e 78,31mg/100g de
256 polpa, respectivamente.

257 Os compostos fenólicos são caracterizados como importantes agentes anti-
258 inflamatórios e protetores contra doenças carcinogênicas e crônicas, bem como, oferecendo
259 várias aplicações na indústria (ACOSTA-ESTRADA et al., 2014). Kabra et al. (2014), ao
260 estudar o ácido gentísico relacionou sua atividade neuroprotetora ao mal de Parkinson em
261 animais, isso devido sua capacidade de inibição da peroxidação lipídica e sua elevada
262 capacidade antioxidante. O ácido caféico é um dos mais importantes compostos fenólicos,

263 apresentando distintas propriedades biológicas, entre elas antioxidante e antimicrobiana
264 (PARACATU, 2012).

265 Quanto aos flavonoides as maiores concentrações foram 18,07mg/100g de catequina
266 para o extrato de barbatimão e 12,05mg/100g de siringaldeído para o extrato de orégano,
267 representando 2,6% e 1,73%, respectivamente. A catequina apresenta propriedades biológicas
268 como atividade antioxidante e sequestradoras de radicais livres (MENDEL, 2004).

269 Os resultados referentes às análises físico-químicas da matéria prima estão
270 apresentados na Tabela 5. Os mesmos são importantes para assegurar a qualidade da matéria
271 prima utilizada na elaboração dos hambúrgueres.

272 **Tabela 5. Valores da composição centesimal do filé de frango.**

Parâmetros	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)	TBA (mg MDA/kg)*
Filé de frango	73,57± 0,57	1,27± 0,05	21,6± 1,22	1,18± 0,09	2,38 ± 0,54	1,09 ± 0,08

273 Fonte: Autor

274 * TBA = ácido tiobarbitúrico; * MDA = malonaldeído

275

276 Os valores de umidade e proteínas avaliados encontraram-se conforme a Instrução
277 Normativa 32/2010, segundo a qual a umidade pode variar de 67,16 a 75,40% e as proteínas
278 de 17,81 a 22,05% em peito de frango. A umidade tem grande importância na qualidade dos
279 produtos cárneos, influenciando nas características sensoriais, físico-químicas e
280 microbiológicas (SANTOS, 2014). Por sua vez, as proteínas contribuem no rendimento, na
281 estabilidade da emulsão, na estrutura, nos atributos sensoriais e nutricionais dos processados
282 cárneos (LIVI, 2015).

283 Na matéria-prima, os teores de gordura foram baixos (1,18%), mostrando tratar-se de
284 uma carne magra. Este resultado era esperado por ter sido utilizado o peito como corte para a
285 elaboração dos hambúrgueres. Alimentos ricos em gordura estão mais susceptíveis à reações
286 de oxidação lipídica, que é responsável pela deterioração de alimentos, resultando em
287 alterações indesejáveis de cor, sabor, aroma e consistência.

288 Em relação a oxidação lipídica, Chouliara et al., (2008) afirma que valores acima de 3
289 mg MDA/kg de carne indicam a oxidação da mesma e seu uso ou consumo inadequado.
290 Sendo assim, a carne de frango utilizada na elaboração dos hambúrgueres estava em ótimas
291 condições, uma vez que apresentaram resultados de MDA abaixo do tolerável.

292 Os resultados relacionados às análises físico-químicas dos hambúrgueres de frango,
293 acondicionados em diferentes tipos de embalagens ativas, podem ser observados na Tabela 6.

294

295

296 **Tabela 6. Valores da composição centesimal dos hambúrgueres de frango.**

Parâmetros	Embalagem controle (T1)	Embalagem adicionada de barbatimão (T2)	Embalagem adicionada de orégano (T3)
Umidade (%)	66,13±1,27 ^a	63,48±0,23 ^b	66,69±0,98 ^a
Cinzas (%)	1,70±0,57 ^a	2,43±0,03 ^a	2,37±0,06 ^a
Proteínas (%)	22,11±2,84 ^a	22,34±1,15 ^a	22,98±0,26 ^a
Lipídios (%)	2,22±0,4 ^a	2,45±0,44 ^a	2,06±0,33 ^a
Carboidratos (%)	7,83±1,36 ^b	9,3±1,00 ^a	5,89±1,00 ^c

297 ^{a, b, c} - Médias seguidas por letras minúsculas iguais nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de
 298 Tukey ($p>0,05$).

299 Fonte: Autor

300 A umidade é importante para a suculência e palatabilidade da carne como alimento
 301 (VIEIRA et al., 2007). Para esse parâmetro, o T2 (63,48%) apresentou diferença significativa
 302 quando comparado ao T1 e T3. Tal resultado justifica-se pelo teste de intumescimento,
 303 atestando que a embalagem adicionada do extrato de barbatimão absorveu água do
 304 hambúrguer de frango ao longo do armazenamento.

305 No teste do índice de intumescimento para as três formulações dos biofilmes, foi
 306 possível constatar que a formulação que continha o extrato de barbatimão apresentou o maior
 307 grau para este parâmetro, anotando valor médio de 80%. Podendo ser justificado segundo
 308 Mali et al. (2004), onde o uso de plastificante como a glicerina, a qual possui caráter
 309 higroscópico, aumenta a afinidade e solubilidade dos filmes com a água afetando diretamente
 310 as propriedades frente aos solutos, devido a redução das forças intermoleculares entre as
 311 cadeias dos polímeros que o compõem.

312 Para os teores de proteínas e lipídios os resultados atendem o Regulamento Técnico de
 313 Identidade e Qualidade do Hambúrguer (BRASIL, 2000), no qual define o valor mínimo de
 314 15% para proteínas e no máximo 23% para lipídios, evidenciando que os hambúrgueres
 315 estavam dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira.

316 A seguir na Tabela 7, tem-se a ANOVA representada para os parâmetros verificados
 317 durante o estudo de prateleira dos hambúrgueres de frango ao longo dos 90 dias de
 318 armazenamento. A partir probabilidade (F) da ANOVA apresentada acima, pode-se confirmar
 319 que houve efeito significativo ($p<0,05$) para interação entre o fator embalagem e tempo para
 320 os parâmetros de pH, Aa e TBA.

321

322

323 **Tabela 7. Probabilidade (F) da ANOVA para os parâmetros de pH, atividade de água,**
 324 **cor e oxidação lipídica durante 90 dias de armazenamento.**

FV*	Valor da probabilidade (F) da ANOVA					
	pH	Aw	L	a	b	TBA
Embalagem (E)	0,0651**	0,000006 ^{NS}	8,0722 ^{NS}	0,6335 ^{NS}	0,5086 ^{NS}	6,7262**
Tempo (T)	0,2989**	0,0008**	426,45**	7,1742**	29,278*	3,1781**
E x T	0,1225**	0,00003**	5,9072 ^{NS}	0,1218 ^{NS}	1,8183 ^{NS}	0,5655*
Erro	0,0058	0,000003	2,8417	0,2164	5,0953	0,1296
CV (%)	1,29	0,19	3,40	9,40	10,11	11,72

325 **,*,NS – Significativo a 1%, significativo a 5% e não significativo, respectivamente.

326 Fonte: Autor

327 * FV = Fator de variância

328

329 Os índices de malonaldeído/kg de carne estão apresentados na Tabela 8, onde
 330 verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos e os tempos.

331 **Tabela 8. Valores de índice de TBARS (mg de malonaldeído/kg) nas amostras de**
 332 **hambúrgueres de frango durante o estudo de prateleira.**

Tratamentos	Tempo (dias)				
	0	20	40	60	90
Embalagem controle (T1)	2,19 ^{Ac}	3,40 ^{Ab}	4,22 ^{Aab}	4,51 ^{Aa}	4,71 ^{Aa}
Embalagem adicionada de extrato de barbatimão (T2)	2,19 ^{Ac}	2,65 ^{Bac}	3,00 ^{Babc}	3,07 ^{Bab}	3,59 ^{Ba}
Embalagem adicionada de extrato de orégano (T3)	2,27 ^{Aa}	2,26 ^{Ba}	2,28 ^{Ba}	2,81 ^{Ba}	2,88 ^{Ba}

333 Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e letras minúsculas iguais nas linhas não diferem
 334 estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

335 Fonte: Autor

336 Pode-se observar que ao longo dos 90 dias de armazenamento foi possível constatar a
 337 diferença significativa ($p < 0,05$) no aumento da oxidação lipídica dos hambúrgueres
 338 acondicionados nas embalagens controle quando comparados aos hambúrgueres
 339 acondicionados em embalagens aditivadas com os extratos antioxidantes de barbatimão e
 340 orégano, onde T1 (3,40 mg de malonaldeído/Kg) no tempo 20, encontrava-se com teores
 341 médios oxidativos acima do limite aceitável de 3 mg MDA/kg, segundo Chouliara et al.,
 342 (2008). Edwin et al. (2013), afirma que a oxidação dos ácidos graxos desenvolve o

343 malonaldeído como produto final, sendo essa substância um dos principais indicadores dos
344 danos oxidativos na formação de aromas e sabores indesejáveis, essas substâncias serão
345 reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBRAS) devido ao segundo estágio de auto-oxidação, no
346 qual os peróxidos são oxidados para aldeídos e cetonas (LI et al., 2013).

347 Aos 90 dias de armazenamento percebe-se a diferença significativa entre os três
348 tratamentos, onde o T1 apresentou valor médio para oxidação lipídica de 4,71 mg de
349 malonaldeído/kg, enquanto os tratamentos T2 (3,59 mg de malonaldeído/kg) e T3 (2,88 mg de
350 malonaldeído/kg) não diferiram estatisticamente entre si, comprovando a eficácia dos
351 antioxidantes naturais nas embalagens ativas no retardo da ação dos radicais livres
352 responsáveis pela rancidez oxidativa.

353 Ainda durante os 90 dias de armazenamento observa-se que não houve diferença
354 significativa para os hambúrgueres acondicionados sob a embalagem com extrato orégano,
355 mostrando grande eficiência do extrato, maior permeabilidade da embalagem ao oxigênio
356 quando comparada à embalagem adicionada do extrato de barbatimão influenciando no
357 retardo das reações químicas ao produto cárneo e possibilitando a extensão do estudo durante
358 a vida de prateleira.

359 A Tabela 9 apresenta os valores de atividade de água e pH dos hambúrgueres de
360 frango avaliados durante o estudo de vida de prateleira ao longo de 90 dias, segundo a
361 probabilidade (F) da ANOVA.

362 Com relação a atividade de água os tratamentos T2 e T3 não diferiram estatisticamente
363 entre si. O hambúrguer possui alta atividade de água que variou entre 0,968 à 0,983
364 influenciando a perecibilidade do produto cárneo no período de armazenamento e
365 proporcionando um maior probabilidade de desenvolvimento microbiano nos mesmos, sendo
366 fundamental o emprego de outras tecnologias e materiais vegetais com potencial bioativos,
367 como as embalagens ativas deste trabalho, para a proteção dos produtos cárneos. No estudo de
368 vida de prateleira a atividade de água do produto diferiu estatisticamente entre os tempos,
369 apresentando maiores teores em 90 dias.

370 Os valores de pH também apresentaram-se muito semelhantes e na faixa característica
371 de produtos cárneos (HUBER, 2012). No último tempo de vida de prateleira, o T1 (6,48)
372 apresentou maior valor de pH quando comparado aos tratamentos 2 (5,93) e 3 (5,94), os quais
373 não diferiram estatisticamente. Tal resultado indica um possível desenvolvimento de
374 microrganismos produtores de aminas no meio ou a formação de produtos da oxidação, como
375 os hidroperóxidos, contribuindo para o aumento do pH. Esta elevação de pH não foi
376 observada nos hambúrgueres com embalagens ativas com antioxidantes naturais, pois estas se

377 mostraram eficientes no controle oxidativo (Tabela 7). Os dados desta pesquisa corroboram
 378 com os resultados de Huber (2012), que encontrou valores de 0,982 e 6,01 para atividade de
 379 água e pH, respectivamente em hambúrgueres de frango elaborados com adição de fibras.
 380 Segundo Bhat et al., (2011) o aumento de pH ocorre devido ao acúmulo de metabólitos da
 381 ação bacteriana na carne e à desaminação das proteínas (sob refrigeração).

382 **Tabela 9. Parâmetros físico-químicos avaliados durante o estudo de prateleira.**

Parâmetro	Tratamento	Tempo (Dias)	
		0	90
Atividade de água (Aa)	T1	0,968 ^{Ab}	0,983 ^{Aa}
	T2	0,963 ^{Bb}	0,983 ^{Aa}
	T3	0,960 ^{Bb}	0,982 ^{Aa}
pH	T1	5,7 ^{Aa}	6,48 ^{Ab}
	T2	5,64 ^{Ab}	5,93 ^{Ba}
	T3	5,62 ^{Ab}	5,94 ^{Ba}

383 Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e letras minúsculas iguais nas linhas não diferem
 384 estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).
 385 Fonte: Autor

386 Quanto aos parâmetros instrumentais de cor, estes foram analisados no tempo 0 e com
 387 90 dias de armazenamento, conforme pode ser visualizado na Tabela 10.

388 **Tabela 10. Parâmetro instrumental de cor avaliados durante o estudo de prateleira.**

Parâmetro	Tratamento	Tempo (Dias)	
		0	90
L*	T1	54,76 ^a	40,76 ^b
	T2	54,76 ^a	39,90 ^b
	T3	56,10 ^a	37,40 ^b
a*	T1	5,80 ^a	3,50 ^b
	T2	5,76 ^a	3,46 ^b
	T3	5,46 ^a	3,63 ^b
b*	T1	23,16 ^a	19,53 ^a
	T2	22,80 ^a	20,73 ^a
	T3	21,93 ^a	19,83 ^a

389 Médias seguidas por letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).
 390 *L = luminosidade; *a = cor vermelha; *b = cor amarelada.
 391 Fonte: Autor

392 Com relação aos valores de L* (luminosidade) e a* (cor vermelha) observou-se uma
393 diminuição significativa, onde os resultados variaram de 56,10 a 37,40 e 5,8 a 3,46,
394 respectivamente. Essa diminuição corrobora com o estudo de Pino (2005), onde avaliou a cor
395 de cortes na carne de frango ao longo de 9 meses sob congelamento e verificou valores baixos
396 para a cor vermelha (a*) e luminosidade (L*), justificando-se pelo acúmulo de
397 metamioglobina causada pelos radicais livres que oxidam os íons ferrosos (Fe²) da
398 oximioglobina em íons férricos (Fe³), que constituem a metamioglobina (FAUSTMAN et al.,
399 2010).

400 Ao longo de 90 dias de armazenamento os valores de b* (cor amarelada) não diferiram
401 estatisticamente, verificou-se a média dos resultados de 23,16 a 19,53, respectivamente. Em
402 um estudo realizado por Ramadhan et al., (2012) em hambúrgueres de frango adicionados de
403 polidextrose e sorbitol a média dos valores de L* e b* foram, respectivamente, 38,8 e 18,51,
404 evidenciando um hambúrguer de coloração mais escura e amarela, conforme as avaliadas
405 nesse experimento.

406 CONCLUSÃO

407 A embalagem ativa contendo extrato de orégano não mostrou diferença significativa
408 entre os 90 dias de vida de prateleira, sendo a mais eficaz no controle da oxidação lipídica de
409 hambúrgueres de frango. Ainda quando comparada à embalagem controle, as embalagens
410 ativas com os extratos vegetais de orégano e barbatimão apresentaram efeito significativo na
411 estabilidade oxidativa dos mesmos ao longo de 90 dias de armazenamento, favorecendo a
412 substituição de substâncias sintéticas por naturais na indústria de alimentos, além de reduzir o
413 uso direto destes antioxidantes nos produtos cárneos. Faz-se necessário uma continuação do
414 estudo para investigar o efeito dos mesmos em maiores concentrações e tempo de vida de
415 prateleira.

416 REFERÊNCIAS

- 417 ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Relatório anual 2016. Disponível:
418 <<http://abpabr.com.br/setores/avicultura>>, acesso: 15/02/2018.
- 419 ACOSTA, S. et al. (2015). Physical properties and stability of starch-gelatin based films as
420 affected by the addition of esters of fatty acids. **Food Hydrocolloids**, v. 49, p.135-143.
- 421 ACOSTA-ESTRADA, B. A.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A.; SERNA-SALDÍVAR, S. O.
422 (2014). Bound phenolics in foods, a review. **Food Chemistry**, v. 152, p. 46-55.

- 423 ALBERTI A, ZIELINSKI A.A.F, ZARDO D.M, DEMIATE I.M, NOGUEIRA A, MAFRA
424 L.I. (2014). Optimisation of the extraction of phenolic compounds from apples using response
425 surface methodology. **Food Chemistry**. Apr;149:151-158.
- 426 AOAC. Association of Official Analytical Chemists (2012). **Official methods of analysis of**
427 **AOAC International** (19th ed.). Washington, D.C.: AOAC International.
- 428 BHAT, Z. F.; KUMAR, P.; KUMAR, S. Effect of skin, enrobing and refrigerated storage on
429 the quality characteristics of chicken meat balls. **Journal of Food Science and Technology**.
430 Online First, 2011. Disponível em: <
431 <http://www.springerlink.com/content/3316361612252025/fulltext.pdf>>. Acesso em:
432 20/08/2018.
- 433 BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2000). - Instrução
434 Normativa nº 20. Anexo IV - **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de**
435 **Hambúrguer, 31 de julho de 2000.**
- 436 CHOULIARA, E. et al. (2008). Combined effect of irradiation and modified atmosphere
437 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.
- 439 CHUN S., VATTEM D. A., LIN Y., SHETTY K. (2005). Phenolic antioxidants from clonal
440 oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori*. **Process**
441 **Biochemistry** v.40, p. 809–816.
- 442 DALMÁS, P. S. (2014). **Processamento de Carne Caprina e Ovina**. Petrolina.
- 443 EDWIN H., KEYVAN K. G., CHIA-CHI L., RAVI B. AND GEMMA A. FIGTREE. (2013).
444 Biological markers of oxidative stress: Applications to cardiovascular research and practice.
445 **Redox biology**. v.1, n.1, p.483–491.
- 446 EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Estatísticas e desempenhos da
447 produção 2016. Disponível: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>, acesso:
448 15/02/2018.
- 449 FAUSTMAN, C., SUN, Q., MANCINI, R., & SUMAN, S. P. (2010). Myoglobin and lipid
450 oxidation interactions: mechanistic bases and control. **Meat Science**, v. 86, p.86 e 94.

- 451 FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. (1957). A simple method for the isolation and
452 purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p.
453 497-509.
- 454 GONÇALVES, J. H. T.; SANTOS, A. S.; MORAIS, A. H. (2015). **Atividade antioxidante,**
455 **compostos fenólicos totais e triagem de ervas condimentares desidratadas.** Revista da
456 Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v.13, n. 1, p. 486-497.
- 457 GURUDATT, P.S.et al. (2010). Changes in the essential oil content and composition of
458 *Origanum vulgare* I during annual growth from Kumaon Himalaya. **Current Science**, v.98,
459 n.8, p.1010-1012.
- 460 HSU, B.; COUPAR, I.M.; NG, K. (2006). Antioxidant activity of hot water extract from the
461 fruit of the Doum palm, *Hyphaene thebaica*. **Food Chemistry**. v. 98, p. 317-328.
- 462 HUBER E. (2012). **Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango**
463 **(Hambúrguer e Empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de**
464 **gordura.** Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Universidade Federal de Santa
465 Catarina.
- 466 Instrução Normativa nº 32 de 04 de dezembro de 2010. **MAPA- Ministério da Agricultura,**
467 **Pecuária e Abastecimento.**
- 468 KABRA, M. P.; BHANDARI, S. S.; SHARMA, A.; GUPTA, R. B. (2014). Evaluation of
469 antiparkinson's activity of gentisic acid in different animal models. **Journal of Acute Disease**,
470 v. 3, n. 2, p. 141-144.
- 471 LI, T.T.; LI, J.R.; HU, W.Z.; ZHANG, X.G.; LI, X.P.; ZHAO, J. (2013). Shelf-life extension
472 of crucian carp (*Carassius auratus*) using natural preservatives during chilled storage. **Food**
473 **Chemistry**, 135, pp. 140-145.
- 474 LIVI, V. (2015). **Avaliação microbiológica e físico-química de carne moída**
475 **comercializada nos principais supermercados de pato branco – PR.** (Trabalho de
476 conclusão do Curso de Bacharelado em Química) Universidade Tecnológica Federal do
477 Paraná, Pato Branco.

- 478 MALI, S., GROSSMANN, M. V. E., GARCIA, M. A., MARTINO, M. N., & ZARITZKY,
479 N. E. (2004). Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films.
480 **Carbohydrate Polymers**, v.56, n. 2, p.129-135.
- 481 MARIUTTI, L.R.B.; BRAGAGNOLO, N. (2009). A oxidação lipídica em carne de frango e o
482 impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como
483 antioxidantes naturais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v.68, n.1, p. 1-11.
- 484 MENDEL S, YODIM M.B. (2004). Catechin polyphenols: neurodegeneration and
485 neuroprotection in neurodegenerative diseases. **Free Radical Biology Medicine** 37: 304-317.
- 486 NEVES, L. C. M. (2016). **Oferta de alimentos ultra processados na Universidade de**
487 **Brasília**. Brasília: Universidade de Brasília Faculdade de Ciências da Saúde Departamento de
488 Nutrição, 2016. 5p.TCC (Trabalho de Conclusão do Curso de Nutrição) - Universidade de
489 Brasília UnB.
- 490 OLIVEIRA, D. F. et al. (2013). Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma
491 revisão. **Brazilian Food Technology**, v.16, n.3, p.163-174.
- 492 OSMAN, N. I.; AWAL, A.; SIDIK, N. A.; ABDULLAH, S. (2012). Antioxidant activities of
493 in vitro seedlings of *Lycium barbarum* (goji) by diphenyl picrylhydrazyl (DPPH) assay.
494 **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 4, p. 137-141.
495
- 496 PANAITESCU, D. M. et al. (2015). Influence of storage conditions on starch/PVA films
497 containing cellulose nanofibers. **Industrial Crops and Products**, v. 70, p. 170-177.
- 498 PARACATU, L. C. (2012). **Ácido cafeico e seus ésteres: inibição do burst oxidativo de**
499 **neutrófilos e efeito anti-*Helicobacter pylori***. Dissertação (mestrado) - Universidade
500 Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Farmacêuticas.
- 501 PINO, L. M. (2005). **Estabilidade oxidativa da carne de frangos alimentados com**
502 **diferentes fontes lipídicas, armazenada sob congelamento**.
503 Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) — Escola Superior de
504 Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
505
- 506 PIRES, M. A. (2014). **Avaliação da capacidade antioxidante de extratos comerciais de**
507 **alecrim e chá verde e sua influência na estabilidade de hambúrguer de frango durante**

- 508 **armazenamento congelado. 2014.** Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia de
509 Alimentos) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo,
510 Pirassununga.
- 511 RAMADHAN, K.; HUDA, N.; AHMAD, R. (2012). Physicochemical and sensory
512 characteristics of burger made from duck surimi-like material. **Poultry Science**, Cary, v. 91,
513 p. 2316-2323.
- 514
- 515 RANUCCI, D. et. al. (2015). Dietary effects of a mix derived from oregano (*Origanum*
516 *vulgare L.*) essential oil and sweet (Castanea sativa Mill.) wood extract on pig performance,
517 oxidative status and pork quality traits. **Meat Science**, Barking, v. 100, p. 319-326.
- 518 ROSMINI, M.R.et al. (1996). TBA test by extractive method applied to “Paté”. **Meat**
519 **Science**, v.42, n.1, p. 103-110.
- 520 RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.;
521 JIMENEZ, J.P.; CALIXTO, F.D.S. (2007). Determinação da atividade antioxidante total em
522 frutas pela captura do radical livre DPPH. **Comunicado Técnico Embrapa**, 127: 1-4.
- 523 SANTOS, C.M. (2014). **Elaboração de linguiça frescal ovina com diferentes níveis de**
524 **gordura.** Curso de Especialização em Processos Agroindustriais. Universidade Federal do
525 Pampa, Bagé-RS.
- 526 SANTOS, R. D. et al. (2013). I **Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde**
527 **cardiovascular.** *Arquivo Brasileiro Cardiologia*, v.100 n.1 supl.3.
- 528 SLINKARD, K.; SINGLETON, V. L. (1997). Total phenol analyses: Automation and
529 comparison with manual methods. **American Journal Of Enology and Viticulture**, v. 28, n.
530 1, p. 49-55.
- 531 SOUZA, T.M.; SEVERI, J.A. ; SILVA, V.Y.A.; SANTOS, E.; PIETRO, R.C.L.R. (2007).
532 Bioprospecção de atividade antioxidante e antimicrobiana da casca de *Stryphnodendron*
533 *adstringens* (Mart.) Coville (*Leguminosae-Mimosoidae*). **Revista Ciências Farmacêuticas**
534 **Básica e Aplicada**, v. 28, n.2, p.221-226.
- 535 VIEIRA, E. A. (2015). **Potencial nutricional e antioxidante de goji berry (Lycium**
536 **barbarum L.).** Monografia (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal
537 da Paraíba, João Pessoa-PB.

538 VIEIRA, J. O. et al. (2007) Efeito dos métodos de cocção na composição centesimal e
539 colesterol do peito de frangos de diferentes linhagens. **Revista Ciência e Agrotecnologia.**, v.
540 31, n. 1, p. 164-170.

541 WANG, L.-C., CHEN, X.-G., ZHONG, D.-Y. & XU, Q.-C (2007). Study on poly (vinyl
542 alcohol)/carboxymethyl-chitosan blend film as local drug delivery system. **Journal of**
543 **Material Science: Material in Medicine**, v. 18, p. 1125–33.

544 ANEXO

545 **Instruções para os autores**

546 **Revista:** Czech Journal of Food Sciences

547 A revista publica resultados de pesquisa básica e aplicada de química de alimentos, alimentos
548 tecnologia, engenharia de alimentos, economia de alimentos e nutrição humana. Papéis
549 originais, curtos, comunicações e comentários são aceitos. Os trabalhos são publicados em
550 inglês. O autor é totalmente responsável pela originalidade do trabalho e correção formal. O
551 papel não deve ser publicado anteriormente em outro lugar. O Conselho de Editores decide
552 sobre a publicação de artigos, levando em consideração revisões por pares, importância
553 científica e qualidade do manuscrito.

554 **Processo de revisão por pares**

555 O processo de revisão por pares é único-cego - a identidade dos revisores é ocultada dos
556 autores. Todas as contribuições são analisadas usando os critérios de originalidade, qualidade
557 e duração em relação ao conteúdo de novas informações científicas. Trabalhos adequados
558 para consideração serão enviados para pelo menos dois árbitros.

559 **Os trabalhos originais não devem ter mais de 20 000 caracteres com espaços, incluindo**
560 **tabelas e legendas de figuras** (o número de caracteres com espaços deve ser incluído na carta
561 de apresentação). O sistema internacional de unidades de medida do SI deve ser usado. O
562 manuseio do manuscrito taxa (para todas as categorias de manuscritos submetidos desde 1º de
563 janeiro de 2018); 320 EUR ou 8 000 CZK - autores da República Tcheca (o preço não inclui o
564 IVA) e é pago quando a aceitação do manuscrito. Os manuscritos devem ser submetidos ao
565 Escritório Editorial através do sistema editorial eletrônico,
566 (<http://www.agriculturejournals.cz/web/cjfs/>), em Inglês (ortografia britânica).

567 **Direito autoral.** A revista é protegida por direitos autorais detidos pela editora após o
568 manuscrito ter aceito para publicação. No que diz respeito à transferência de direitos, o autor

569 correspondente responsabilidade sobre todos os autores. Todo o conteúdo das revistas está
570 disponível gratuitamente para fins não comerciais. Para isso, os usuários têm permissão para
571 copiar e redistribuir o material, transformar e construir material, desde que cite a fonte.

572 **Submissão.** Solicitamos que os envios sejam compostos pelos seguintes arquivos editáveis
573 separados: (1) manuscrito no MS Word com todas as tabelas e figuras (formato .doc), (2)
574 tabelas no MS Word (formato .doc), (3) imagens no formato .jpg .tiff (resolução de 300 dpi,
575 pelo menos) (4) gráficos no MS Excel (arquivos de dados .xls), qualquer material
576 suplementar, (5) Formulário de declaração do autor (disponível em Site da CJFS; formato .pdf
577 digitalizado).

578 **Layout do manuscrito.** Formatação de texto: (1) manuscrito deve ser escrito em MS Word -
579 estilo não formatado; (2) usar uma fonte simples normal (por exemplo, Times Roman de 12
580 pontos para o texto); (3) use itálico para ênfase; (4) use a função de numeração automática de
581 páginas para numerar as páginas e linhas; (5) salve seu arquivo em. formato doc. Tabelas,
582 figuras e qualquer outro material suplementar precisam ser carregados separadamente no
583 sistema. Tabelas e Figuras devem ser numeradas em algarismos arábicos na ordem em que
584 estão incluídas no texto. Editor de palavras deve ser usado para criar tabelas, cada item deve
585 ser colocado em uma célula separada. Os autotipos (os preferidos em preto e branco) devem
586 ser enviados no formato .tiff ou .jpg. Todas as figuras e fotos devem ser numeradas,
587 continuamente de acordo com a ordem em que são incluídas no texto, novamente usando
588 algarismos arábicos. Todos os outros materiais devem ser enviados em formato digital, em
589 formato preto e branco de alta resolução. Os gráficos devem ser fornecidos no Excel e devem
590 ser armazenados com dados originais (arquivos de dados .xls) para serem editáveis, arquivos
591 de imagem inseridos no Excel serão rejeitados. Todo o material a ser incluído em um papel
592 deve ser referido no texto. Se quaisquer abreviaturas forem usadas em um artigo, elas serão
593 explicadas apropriadamente quando forem usadas no texto pela primeira vez. Não é
594 aconselhável usar qualquer abreviatura no título do artigo ou no resumo.

595 O texto principal do trabalho científico deve incluir as seguintes seções: Página de título,
596 Resumo, Palavras-chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão,
597 Conclusões e Referências.

598 **A folha de rosto:** deve conter título de papel (curto, não excedendo 85 caracteres; sem
599 legenda), nome (s) completo (s) do (s) autor (es), nome (s) e endereço (s) da (s)
600 instituição(ões) onde o trabalho foi feito.

601 **Resumo:** é um breve resumo de todo o artigo. Deve descrever todos os fatos essenciais de um
602 artigo científico. O resumo não deve ir para mais de 170 palavras. O resumo é uma parte
603 importante do artigo porque é publicado e citado em bancos de dados mundiais.

604 **Palavras-chave:** são as palavras que melhor descrevem a problemática e devem diferir das
605 palavras mencionadas no título.

606 **Introdução:** tem que delinear as principais razões pelas quais a pesquisa foi realizada,
607 descrever uma breve revisão da literatura composta por periódicos arbitrados, revistas e livros
608 e o objetivo dos autores. Recomenda-se incluir referências a artigos de periódicos revisados
609 por pares apenas. Citações de fontes não disponíveis (relatórios, procedimentos etc.) devem
610 ser omitidas.

611 **Material e métodos:** todo material preliminar, experimentos realizados, sua extensão,
612 condições e curso devem ser descritos em detalhes nesta seção. Todos os procedimentos
613 originais que foram usados para o processamento de material experimental e todos os métodos
614 analíticos usados para avaliação também devem ser detalhados. Os dados que verificam a
615 qualidade dos dados adquiridos devem ser indicados para os métodos utilizados. Toda a
616 metodologia deve ser descrita apenas se for original, em outros casos é suficiente citar o autor
617 do método e mencionar quaisquer diferenças específicas. Os métodos de processamento
618 estatístico, incluindo o software usado, também devem ser listados nesta seção.

619 **Resultados e discussão:** os resultados obtidos dos experimentos, incluindo sua avaliação
620 estatística e qualquer comentário, devem ser apresentados graficamente ou em tabelas nesta
621 seção. O autor deve confrontar resultados parciais com dados publicados por outros autores,
622 cujos nomes e ano de publicação devem ser citados incluindo-os diretamente no texto, por
623 exemplo: Como publicado por Giufree (2013), Siddiqui e Rahman (2015) encontraram..., ou
624 citando autores e anos de publicação entre parênteses (Giufree 2013; Siddiqui & Rahman
625 2015; Machado et al. 2015).

626 **Conclusões:** resumem os principais pontos do documento e descrevem sua contribuição para
627 o estado atual da pesquisa no campo em questão. As referências devem ser uma lista de
628 periódicos arbitrados organizados em ordem alfabética de acordo com o sobrenome do
629 primeiro autor. O título completo de todos os autores deve ser seguido pelo ano de publicação
630 entre parênteses, o título original do trabalho, o nome do periódico, o volume relevante e o
631 número da página, no caso de um livro ou anais o título deve ser seguido do nome do editor e
632 do local de publicação. Fontes literárias devem ser citadas na língua original. Somente
633 trabalhos citados no texto devem ser incluídos na lista de referências. Em caso de referência
634 com dois autores e mais, "&" ou "e" não é usado antes do último autor.

635 Exemplos de referências na lista:

636 **Publicação de periódicos:**

637 Giuffre A.M. (2013): HPLC-DAD detecção de alterações no teor de fenol de casca de bagas
638 vermelhas durante o amadurecimento da uva. *European Food Research and Technology*, 237:
639 555-564.

640 Machado S.G., da Silva F.L., Bazzolli D.M.S., Heyndrickx M., de A. Costa P.M., Vanett
641 M.C.D. (2015): *Pseudomonas* spp. e *Serratia liquefaciens* como spoilers predominantes em
642 matéria-prima fria leite. *Journal of Food Science*, 80: M1842-M1849.

643 **Trabalhos publicados em monografias ou procedimentos:**

644 Karaoglu M.M. (2015): produtos parcialmente cozidos. Em: Siddiqui M. W., Rahman M.S.
645 (eds): *Alimentos Minimamente Processados: Tecnologias para Segurança, Qualidade e*
646 *Conveniência*. Suíça, Springer International Publishing: 22–70.

647 Balaguer N., Castro-Giráldez M., Fito P.J. (2013): Estudo do processo de congelamento de
648 carne suína por termografia infravermelha. In: *Proceedings Inside Food Symposium*, 9–12 de
649 abril de 2013, Leuven, Bélgica: 11–26.

650 **Publicações na Internet:**

651 Weinert M. (2008): Fórum Internacional sobre Cypripedium. Disponível em
652 www.cypripedium.de (acessado em 23 de dezembro de 2009).

653 **A citação no texto** deve ser escrita como texto sem formatação e uso de "Caps Lock". **O**
654 **endereço de contato** deve incluir os endereços postal e de e-mail do autor correspondente.

655 Offprints: Todos os autores cujo endereço de e-mail for publicado receberão uma
656 “reimpressão eletrônica” gratuita no formato Portable Document Format (pdf) enviada via e-
657 mail como anexo.

658 **O cumprimento destas instruções é obrigatório para todos os autores. Se um manuscrito**
659 **não obedecer exatamente aos requisitos acima, o Escritório Editorial não o aceitará por**
660 **uma consideração e o devolverá aos autores sem revisar.**

661

662 Janeiro de 2018.