

Extrato do gergelim creme na estabilidade oxidativa de hambúrguer ovino

Franciely Kelly Pereira¹
Vinicius Teodoro Ferreira Queiroga¹
Thaiza Cidarta Melo Barbosa²
Sthelio Braga da Fonseca³
Bruno Ranieri Lins Albuquerque
Meireles³

¹ Engenheir(o)a de Alimentos, UFCG, Pombal, Paraíba, Brasil

² Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil

³ Docente do curso de Engenharia de Alimentos, UFCG, Pombal, Paraíba, Brasil

RESUMO

O uso de antioxidantes naturais é uma das alternativas capazes de inibir ou retardar o processo de oxidação dos lipídios. Assim, objetivou-se avaliar a influência do extrato de gergelim creme (*Sesamum indicum* L.) na estabilidade oxidativa do hambúrguer ovino durante o armazenamento sob congelamento. Para extração do gergelim creme foram elaborados três extratos sendo eles: aquoso, hidroalcolólico e alcolólico. Após a extração foi quantificado o teor de compostos fenólicos totais identificando o melhor extrato a ser utilizado. Em seguida foram realizadas análises físico-químicas na carne ovina a fim de comprovar a qualidade da matéria-prima para elaboração dos hambúrgueres que seguiram as seguintes formulações: hambúrguer sem adição de antioxidante (F1); com adição do antioxidante butil-hidroxitolueno (BHT) (F2); adição de 0,5% do gergelim creme (F3) e adição de 1% do gergelim creme (F4). Todos os hambúrgueres foram caracterizados através da determinação da composição centesimal, capacidade de retenção de água (CRA), acidez, cor (L*, a* e b*), pH, Atividade de água (Aa) e oxidação lipídica (TBA), sendo os últimos quatro parâmetros repetidos ao longo dos 90 dias de armazenamento. O extrato que permitiu melhor extração dos compostos fenólicos do gergelim creme foi o hidroalcolólico. Quanto à composição centesimal as amostras com adição do antioxidante natural foram as que apresentaram maiores teores lipídicos. No entanto, todas as formulações obedeceram à legislação nacional vigente de caracterização físico-química para hambúrguer. Aos 60 dias de armazenamento observou-se que a adição do extrato do gergelim creme contribuiu para a manutenção do parâmetro de cor b*. Não foi observada nenhuma alteração para a Aa, cujos valores médios foram de 0,99. Os valores de pH variaram de 5,52 a 5,76. A formulação com adição de 1% de gergelim creme foi a que melhor inibiu a oxidação lipídica até os 90 dias de armazenamento, apresentando uma baixa produção de malonaldeído e sendo decisivo na extensão da vida útil dos hambúrgueres quando comparado as demais formulações. Assim, a adição do extrato de gergelim creme mostrou-se eficaz em substituição ao antioxidante sintético BHT e fundamental na preservação da qualidade dos produtos cárneos.

Palavras-chave: antioxidantes naturais; oxidação lipídica; produtos cárneos; *Sesamum indicum* L.

Extract the sesame cream in the oxidative stability of the sheep burger

ABSTRACT

O uso de antioxidantes naturais é uma das alternativas capazes de inibir ou retardar o processo de oxidação dos lipídios. Assim, objetivou-se avaliar a influência do extrato de gergelim creme (*Sesamum indicum* L.) na estabilidade oxidativa do hambúrguer ovino durante o armazenamento sob congelamento. Para extração do gergelim creme foram elaborados três extratos sendo eles: aquoso, hidroalcolólico e alcolólico. Após a extração foi quantificado o teor de compostos fenólicos totais identificando o melhor extrato a ser utilizado. Em seguida foram realizadas análises físico-químicas na carne ovina a fim de comprovar a qualidade da matéria-prima para elaboração dos hambúrgueres que seguiram as seguintes formulações: hambúrguer sem adição de antioxidante (F1); com adição do antioxidante butil-hidroxitolueno (BHT) (F2); adição de 0,5% do gergelim creme (F3) e adição de 1% do gergelim creme (F4). Todos os hambúrgueres foram caracterizados através da determinação da composição centesimal, capacidade de retenção de água (CRA), acidez, cor (L*, a* e b*), pH, Atividade de água (Aa) e oxidação lipídica (TBA), sendo os últimos quatro parâmetros repetidos ao longo dos 90 dias de armazenamento. O extrato que permitiu melhor extração dos compostos fenólicos do gergelim creme foi o hidroalcolólico. Quanto à composição centesimal as amostras com adição do antioxidante natural foram as que apresentaram maiores teores lipídicos. No entanto, todas as formulações obedeceram à legislação nacional vigente de caracterização físico-química para hambúrguer. Aos 60 dias de armazenamento observou-se que a adição do extrato do gergelim creme contribuiu para a manutenção do parâmetro de cor b*. Não foi observada nenhuma alteração para a Aa, cujos valores médios foram de 0,99. Os valores de pH variaram de 5,52 a 5,76. A formulação com adição de 1% de gergelim creme foi a que melhor inibiu a oxidação lipídica até os 90 dias de armazenamento, apresentando uma baixa produção de malonaldeído e sendo decisivo na extensão da vida útil dos hambúrgueres quando comparado as demais formulações. Assim, a adição do extrato de gergelim creme mostrou-se eficaz em substituição ao antioxidante sintético BHT e fundamental na preservação da qualidade dos produtos cárneos.

Key words: natural antioxidants; lipid oxidation; meat products; *Sesamum indicum* L.



INTRODUÇÃO

Em decorrência da aceleração do ritmo urbano, se torna cada vez mais notável a busca por alimentos industrializados de fácil preparo. A variedade de produtos cárneos que não demandam muito tempo para o preparo tornou-se um atrativo para os consumidores, contribuindo para o crescimento do consumo de produtos como salsicha, salame, mortadela, linguiça, empanado, almôndegas e hambúrguer (Oliveira et al., 2013).

O hambúrguer é um produto bastante conhecido em diversos países e também faz parte da rotina alimentar de muitos brasileiros. Essa procura está associada principalmente a sua facilidade de preparo e suas características sensoriais (Meira, 2013).

Na ovinocultura a elaboração do hambúrguer ovino surgiu como uma alternativa para agregar valor comercial à carne de ovelhas de descarte. Esse fato faz com que a produção e a economia da ovinocultura aumentem de modo que permita o desenvolvimento de novos produtos derivados da carne ovina, fornecendo ao consumidor um produto diversificado e de sabor variado. (Júnior, 2009).

Entretanto, esses produtos requerem uma atenção especial após a sua elaboração já que são bastante susceptíveis a modificações em suas características químicas e sensoriais provocadas pela oxidação durante o armazenamento. A oxidação lipídica da carne acontece devido às alterações químicas resultantes da interação do lipídio com o oxigênio. Para evitar a oxidação lipídica vários estudos com antioxidantes têm sido realizados, como também diversas formas de processamento da carne (Reis, 2013).

Os antioxidantes mais empregados na indústria de alimentos são os sintéticos e os naturais (Food Ingredients Brazil, 2014). Entretanto, alguns estudos já realizados apontam que os antioxidantes sintéticos trazem malefícios a saúde, o que permite a realização de estudos com os antioxidantes naturais.

Atualmente, especial interesse tem sido voltado aos antioxidantes naturais presentes no gergelim (*Sesamum indicum* L.) por este apresentar elevado teor de compostos fenólicos capazes de controlar a oxidação.

Desse modo, tornam-se necessários maiores estudos sobre a utilização do gergelim como antioxidante natural capaz de prevenir a oxidação lipídica e que seja tão eficaz quanto o uso dos antioxidantes sintéticos já utilizados. Assim, objetivou-se avaliar a influência do extrato de gergelim creme (*Sesamum indicum* L.) na estabilidade oxidativa do hambúrguer ovino durante o armazenamento sob congelamento.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Carne, Ovos e Pescado e no laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/UATA), campus Pombal, seguindo as etapas descritas a seguir:

Obtenção do extrato de gergelim (*Sesamum indicum* L.)

O extrato foi obtido a partir de sementes secas de gergelim creme (*Sesamum indicum* L.) adquiridas do comércio local da cidade de Pombal – PB. Foram avaliados três métodos de extração para o gergelim creme, o método aquoso (100% água), alcoólico (100% etanol) e o hidroalcoólico (70% etanol e 30% água).

O extrato aquoso foi preparado a partir de 30 g de gergelim creme para 300 ml de solvente. O extrato alcoólico e o hidroalcoólico foram preparados a partir de 20 g de gergelim creme para 200 ml de solvente. Após o preparo os extratos foram submetidos a um processo de agitação mecânica no

agitador orbital shaker por um período de quatro horas. Em seguida, foi realizada a filtração em papel filtro e secagem em estufa de circulação de ar à 40°C até os extratos estarem completamente secos, os quais foram armazenados sob refrigeração à -18°C até serem utilizados para a realização da análise dos compostos fenólicos totais.

Avaliação dos extratos de gergelim (*Sesamum indicum* L.)

Para verificar o teor de compostos fenólicos totais presentes no extrato de gergelim creme, foi realizada a pesagem de 20 mg de cada extrato (aquoso, alcoólico e hidroalcoólico) e feita a diluição em 4 ml de água destilada. A solução foi colocada em repouso por 5 minutos e foi aplicado o método de Folin-Ciocalteu, seguindo a metodologia de *Waterhouse* (2006). Em seguida verificou-se qual solvente conseguiu uma maior extração dos compostos fenólicos totais do gergelim creme para ser utilizado nas formulações dos hambúrgueres ovinos.

Caracterização da carne ovina

A matéria-prima utilizada na elaboração dos hambúrgueres foi o pernil ovino, adquirido no comércio local de Pombal - PB. Todas as determinações físico-químicas da carne foram realizadas em triplicatas, obedecendo às seguintes metodologias:

- Composição Centesimal: 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 teor lipídico foi verificado seguindo os procedimentos de Folch, Less e Stanley (1957). Os carboidratos foram obtidos pela diferença entre 100 e a somatória dos níveis de proteína, lipídeos, umidade e cinzas (Instituto Adolpho Lutz, 2008).
- pH: Foi determinado utilizando-se um pHmetro digital (DIGIMED, modelo pH 300M, São Paulo, Brasil), seguindo os parâmetros descritos pelo método no 947.05 da AOAC (2000).
- Acidez titulável: Foi quantificada de acordo com o método do Instituto Adolpho Lutz (2008);
- Capacidade de retenção de água (CRA): Foi realizada de acordo com a metodologia de Grau e Hamm (1953), modificado por Hoffmann et al. (1982).
- Atividade de água: Foi realizada de acordo com o método 978.18, descrito pela AOAC (2000), utilizando-se um aparelho AQUALAB CX2 (Decagon Devices, Washington, USA);
- Colorimétrica: 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).
- Oxidação lipídica: Foi realizada pelo método de TBARs (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico), de acordo com a metodologia descrita por Rosmini et al. (1996).

Elaboração do hambúrguer ovino

Para a elaboração do hambúrguer foi utilizada 128,1g de carne ovina e 9g de toucinho no qual foram submetidos à moagem no moedor de carne em inox, em seguida foi adicionado 1,65g de sal refinado, 0,15g de realçador de sabor, 0,3g de cebola em pó e de fixador de cor, 3g de fécula de mandioca, 7,5g de água gelada e por fim o antioxidante (de acordo com cada formulação). Posteriormente a emulsão carne passou por um processo de homogeneização manual e em seguida foi modelada utilizando um modelador de hambúrguer. Com exceção do antioxidante todos os demais ingredientes foram adicionados na mesma quantidade para todas as formulações.

As dosagens dos antioxidantes (gergelim creme e BHT) adicionados aos hambúrgueres foram determinadas conforme

os resultados obtidos da análise preliminar do teor de fenólicos totais e conforme a legislação brasileira para antioxidantes sintéticos (Brasil, 2006).

Foram elaboradas quatro formulações com duas repetições de cada tratamento. Formulação 1 (F1): sem adição de antioxidante; Formulação 2 (F2): adição do antioxidante BHT; Formulação 3 (F3): adição de 0,5% do extrato de gergelim creme e Formulação 4 (F4): adição de 1% do extrato de gergelim creme. Todos os tratamentos foram armazenados sob congelamento em temperatura de -18 °C e submetidos ao estudo de vida de prateleira por um período de 90 dias, com intervalo de 20 dias entre as análises.

Avaliação físico-química dos hambúrgueres ovinos

A avaliação físico-química dos hambúrgueres ovinos seguiram as mesmas metodologias utilizadas na caracterização da carne ovina, bem como foram avaliados os mesmos parâmetros (composição centesimal, pH, acidez titulável, CRA, Aa e cor).

A análise de cor foi realizada nos tempos 0 e 60 dias, enquanto que as análises de pH e Aa foram realizadas nos tempos 0, 20 e 40 dias de armazenamento.

Análise de oxidação

A avaliação da oxidação lipídica dos hambúrgueres ovinos foi realizada nos tempos, 0, 20, 40, 60 e 90 dias e seguiu a mesma metodologia utilizada na carne ovina.

Análise estatística

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando um delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde os tratamentos estatisticamente diferentes foram avaliados por teste de média Tukey ao nível de 5% de significância, com auxílio do software estatístico ASSISTAT versão 7.7, 2014 (Silva, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação dos extratos de gergelim (*Sesamum indicum* L.)

Na Tabela 1 estão expressos os valores médios dos compostos fenólicos extraídos do gergelim creme utilizando o solvente aquoso, hidroalcoólico e alcoólico.

Observa-se que houve diferença significativa entre os teores de compostos fenólicos encontrados nos extratos avaliados. A extração em solução hidroalcoólica provocou um aumento na concentração dos compostos fenólicos totais se comparado aos demais solventes utilizados.

Segundo Vizzotto e Pereira (2011), a água é tida como um solvente universal, porém para favorecer uma extração de polifenóis pode-se combiná-la com outros solventes orgânicos. Para Barbi (2016), a presença de água em soluções utilizadas para extração permite obter maiores quantidades de componentes o que intensifica a extração dos compostos fenólicos e a capacidade antioxidante.

Desse modo, o efeito positivo do solvente hidroalcoólico está relacionado com a moderada interação dos compostos fenólicos presentes no gergelim creme com a água e com o etanol, ou seja, esses compostos podem apresentar diferentes

Tabela 1. Concentração de fenólicos totais nos extratos de gergelim creme.

Solvente	Fenólicos totais (mg de Á. Gálico/100g de amostra)
Aquoso	398,58 ± 61,48 ^b
Hidroalcoólico	469,25 ± 27,13 ^a
Alcoólico	34,22 ± 16,03 ^c

*Resultados expressos como média ± desvio padrão (triplicata). Média seguida da mesma letra não difere estatisticamente pelo teste de Tuckey (p<0,05).

graus de polaridade, fazendo com que a utilização de uma solução hidroalcoólica, no qual se utiliza um solvente mais polar como a água e um menos polar como o etanol, seja mais eficiente no processo de solubilização e consequentemente numa melhor extração dos compostos fenólicos.

Caracterização físico-química da carne ovina

No que se referem às características físico-químicas da carne ovina estas podem ser observadas na Tabela 2.

Nota-se que o teor de umidade da matéria-prima utilizada (pernil ovino), foi de 75,92% e o teor lipídico foi de 1,24%. Coutinho et al. (2013) observou no pernil de cordeiros um valor médio de 75,24% para umidade e 3,75% para lipídios. Esse elevado teor de umidade e baixo teor lipídico apresentado justificam-se pelo fato do corte avaliado possuir uma menor predisposição para deposição de gordura intramuscular devido uma maior atividade dessa musculatura durante toda a vida do animal, o que impede o acúmulo de gordura nessa região anatômica (Jacob e Pethick, 2014).

O teor de proteína encontrado na matéria-prima foi de 22,42%, indicando uma carne de boa qualidade nutricional. Geralmente os valores encontrados na carne para proteína no músculo cru variam de 18 a 22% (Prache et al. 2011). No que diz respeito ao teor de cinzas e de carboidratos encontrados foram de 0,09 e 0,31%, respectivamente. O baixo teor de carboidratos encontrado na carne ovina pode ser justificado devido às perdas energéticas durante o processo de conversão do músculo em carne, onde o glicogênio presente nos músculos do animal vivo é convertido, em grande parte, em ácido lático logo após o seu abate (Silva Sobrinho, 2005).

O pH obteve valor médio de 5,45, sendo considerado como pH desejável para carne fresca, o que comprova a qualidade da matéria-prima para elaboração de produtos cárneos. Segundo Silva Sobrinho (2005) a carne ovina atinge pH final entre 5,5 a 5,8 de 12 a 24 horas após o abate.

Observa-se na Tabela 2 que o pH influenciou diretamente no alto teor de acidez e na capacidade de retenção de água (CRA). Segundo Jacob e Pethick (2014) o pH é o principal fator responsável pela redução da capacidade de retenção de água, tendo a capacidade de retenção mínima no ponto isoeletrico das proteínas da carne (pH 5,0- 5,5). Rodrigues Filho et al. (2014) ao avaliar as características da carne de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura e soja terminados em confinamento observou que a CRA foi mínima quando o pH se aproximou do ponto isoeletrico das proteínas. Segundo Sañudo et al. (2013) a capacidade de retenção de água também poder ser afetada pela concentração de gordura intramuscular. Logo, a baixa CRA encontrada na matéria-prima avaliada está associada possivelmente ao baixo pH e também ao baixo percentual de gordura intramuscular.

Tabela 2. Caracterização físico-química da carne ovina.

Parâmetros	Valores
Umidade (%)	75,92±0,13
Lipídios (%)	1,24±0,08
Proteína (%)	22,42±0,37
Cinzas (%)	0,09±0,01
Carboidratos (%)	0,31±0,51
pH	5,45±0,13
Acidez (%)	4,00±0,52
CRA (%)	40,50±2,46
Aw	0,99±0,01
Cor L*	44,16±0,40
Cor a*	24,3±0,10
Cor b*	9,53±0,72
TBA ¹	1,61±0,26

*Resultados expressos como média ± desvio padrão; ¹ (mg de malonaldeído/kg de amostra).

Com relação a Aa o valor obtido foi de 0,99. Segundo Santos Júnior et al. (2009) o valor da Aa é determinante para o crescimento microbiano em alimentos altamente perecíveis como carnes, vegetais, pescado e leite, cujas faixas de Aa variam de 0,95 até 1,00.

Para os parâmetros de cor obteve-se o valor médio 44,16 para L*, 24,3 para a* e 9,53 para o parâmetro b*. Araújo (2012) ao avaliar a carne de ovinos sem raça definida alimentados com marandu encontrou valores médios de 36,91 para L*; 13,81 para a* e 9,67 para b*.

O comportamento de L* observado no presente estudo está relacionado ao frescor da matéria-prima avaliada, já que carnes frescas apresentam coloração vermelha brilhante, característica do pigmento oximioglobina, o que aumenta o grau de luminosidade. Para os consumidores a cor vermelha brilhante está relacionada a carnes macias, de animais jovens e recém-abatidos (Jacob e Pethick, 2014).

Com relação ao parâmetro a* o valor encontrado pode ser justificado devido a maior concentração de mioglobina no corte avaliado, e o valor de b* está associado à baixa quantidade de gordura intramuscular, uma vez que este parâmetro mede a intensidade da cor amarela (Jacob e Pethick, 2014).

No que se refere à oxidação lipídica observa-se que o valor encontrado para o TBA foi de 1,61 mg de malonaldeído/kg de amostra. Segundo Al Kahtani et al. (1996) o produto cárneo pode ser considerado em bom estado, se apresentar valores abaixo de 3 mg de malonaldeído/Kg de amostra. Logo, a matéria-prima avaliada está em condições favoráveis para a elaboração de produtos cárneos.

Avaliação físico-química dos hambúrgueres ovinos

Quanto à caracterização físico-química das formulações de hambúrgueres estas podem ser observadas na Tabela 3.

Observa-se que o teor de umidade variou de 71,09 a 72,44 %, não havendo diferença significativa entre as formulações.

Com relação ao teor de lipídios houve diferença significativa entre as quatro formulações, sendo as formulações F3 e F4 as que apresentaram maiores teores lipídicos, de 5,69 e 6,44%, respectivamente. As formulações F1 e F2 obtiveram menores porcentagens de lipídios, com valores médios respectivos de 2,38 e 3,21%. A diferença lipídica observada entre os tratamentos pode ser justificada pela adição do extrato de gergelim creme que é uma semente oleaginosa. Silva et al. (2011) ao avaliar a capacidade antioxidante e composição química de grãos integrais de gergelim creme e preto encontrou um teor lipídico de 56,45% para o gergelim creme.

Para o teor de proteínas, as formulações F1 e F3 não diferiram significativamente, apresentando valores médios de 19,88 e 19,84% respectivamente. No entanto, estes valores diferiram das formulações F2 (19,28%) e F4 (20,33%). O maior valor encontrado, de 20,33%, pode ser justificado possivelmente pelo o aumento na concentração do extrato do gergelim nesta formulação, aumentando assim o teor proteico. Silva et al. (2011) encontrou um teor proteico médio de 18,83% para as sementes de gergelim creme.

Os valores de cinzas variaram de 1,68 a 2,33%. Nota-se que o menor valor de cinzas foi encontrado na F1. Logo, a adição dos antioxidantes pode ter contribuído para o aumento da quantidade de resíduo inorgânico.

Com relação ao teor de carboidratos, este foi maior nas formulações F1 e F2 e menor nas formulações F3 e F4. Essa diferença pode ser justificada devido à adição do extrato do gergelim creme que provocou um aumento no teor lipídico e, conseqüentemente, uma redução no teor de carboidratos dos hambúrgueres analisados. Tal comportamento físico-químico é natural que aconteça uma vez que se trata de uma composição centesimal, onde a soma dos constituintes químicos deve ser sempre igual ou próximo a 100%. O regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer do Ministério da Agricultura recomenda o valor de 23% de gordura (máxima), 15% proteína (mínima) e 3% de carboidratos totais (máximo) (Brasil, 2000). Desse modo as formulações estão de acordo com a legislação vigente.

Para a CRA não houve diferença significativa entre as formulações, cujos resultados variaram de 39,46 a 40,7%. Essa baixa CRA pode ter sido influenciada pelo pH, uma vez que os valores encontrados nas formulações de hambúrgueres para o tempo 0 variaram de 5,52 a 5,76, ou seja, valores próximos ao ponto isoelétrico das proteínas, no qual a capacidade de retenção de água é mínima (Jacob e Pethick, 2014).

No que se refere a acidez, os valores variaram de 2,77 a 4,61%. Huerta et al. (2016) ao avaliar as características de um novo produto tipo “hambúrguer” à base de proteína texturizada de soja e batata-doce encontrou valor médio de acidez de 1,44%.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores para os parâmetros de cor dos hambúrgueres ovinos durante o armazenamento.

Observa-se que para o parâmetro L*, no tempo 0, somente a formulação 1 diferiu das demais formulações, cujo valor médio foi de 37,00 e pode ser justificado devido à ausência de antioxidante nesta formulação o que acarretou em uma menor proteção ao hambúrguer e, conseqüentemente, a oxidação da mioglobina, tornando-o mais escuro.

Já aos 60 dias de armazenamento os maiores valores encontrados para o parâmetro L* foram os das formulações F3 e F4 ambas não diferiram entre si, mas, apresentaram diferença significativa das formulações F1 e F2, o que comprova a eficiência do antioxidante natural na preservação da luminosidade e na manutenção do principal parâmetro sensorial para os consumidores no momento da compra de produtos cárneos.

Aos 60 dias de armazenamento houve uma diminuição no valor de a* para todas as formulações, quando comparadas ao tempo 0. Observa-se que todas as formulações apresentaram diferença significativa entre si para o tempo 60 e que a F3 e F4 tiveram o maior valor de a* se comparadas às formulações sem antioxidante (F1) e com adição do BHT (F2), comprovando assim que o antioxidante natural conseguiu manter a intensidade do vermelho por mais tempo.

Tabela 3. Caracterização físico-química das formulações de hambúrgueres.

Parâmetros	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
Umidade (%)	72,44±0,72 ^a	71,80±0,76 ^a	71,45±0,89 ^a	71,09±0,32 ^a
Lipídios (%)	2,38±0,11 ^a	3,21±0,10 ^b	5,69±0,23 ^c	6,44±0,24 ^d
Proteína (%)	19,88±0,19 ^b	19,28±0,15 ^a	19,84±0,12 ^b	20,33±0,13 ^c
Cinzas (%)	1,68±0,15 ^a	2,33±0,01 ^c	2,05±0,04 ^b	2,16±0,11 ^{bc}
Carboidratos (%)	3,60±0,71 ^b	3,36±0,82 ^b	0,95±0,66 ^a	0,33±0,18 ^a
CRA (%)	39,46±1,50 ^a	40,64±1,09 ^a	40,70±0,84 ^a	40,40±0,46 ^a
Acidez (%)	4,01±0,52 ^{bc}	4,61±0,00 ^c	3,69±0,00 ^b	2,77±0,00 ^a

*Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tuckey (p<0,05). F1: Sem antioxidante; F2: Antioxidante BHT; F3: 0,5% de gergelim creme; F4: 1% de gergelim creme.

Tabela 4. Parâmetros de cor L*, a* e b* dos hambúrgueres durante armazenamento.

Formulações	Armazenamento (dias)					
	0			60		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
F1	37,00 ^{bB} ±0,30	11,73±0,71 ^{cA}	12,90±0,30 ^{bB}	45,05±0,21 ^{cA}	4,25±0,07 ^{dB}	17,20±0,42 ^{bA}
F2	40,43±0,66 ^{aB}	21,83±0,71 ^{aA}	18,46±0,55 ^{aA}	45,30±0,28 ^{aA}	5,80±0,14 ^{cB}	17,10±0,42 ^{bB}
F3	41,60±0,40 ^{aB}	21,00±0,40 ^{aA}	19,20±0,00 ^{aA}	49,40±0,63 ^{aA}	6,50±0,14 ^{bB}	19,90±0,56 ^{aA}
F4	40,20±1,60 ^{aB}	18,30±0,45 ^{bA}	19,30±0,20 ^{aA}	49,00±0,98 ^{aA}	7,00±0,14 ^{aB}	19,80±0,56 ^{aA}

*Letras minúsculas comparação na coluna; Letras maiúsculas comparação na linha. Médias seguidas de letras iguais na mesma linha ou coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tuckey (p<0,05). F1: Sem antioxidante; F2: Antioxidante BHT; F3: 0,5% de gergelim creme; F4: 1% de gergelim creme.

Com relação a tonalidade de amarelo (b*) esta pode ter sido influenciada pelo tipo de formulação já que aos 60 dias somente as formulações com adição do antioxidante natural (F3 e F4) não apresentaram diferença significativa, ou seja, a adição do extrato do gergelim creme pode ter influenciado na manutenção do teor de amarelo nessas formulações ao longo do período de armazenamento.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados de pH e atividade de água (Aa) do hambúrguer ovino ao longo de 40 dias de armazenamento.

Observa-se que no tempo 0 os maiores valores de pH foram encontrados nas formulações F2 e F3 que não diferiram entre si. Aos 20 dias, a F4 foi a que obteve o menor valor de pH diferindo das demais formulações que não apresentaram diferença significativa entre si. Já os valores de pH obtidos aos 40 dias não diferiram entre as formulações, evidenciando assim que a adição dos antioxidantes (sintético e natural) não influenciou no valor final do pH das amostras.

O pH é um importante fator de qualidade da carne já que está relacionado com o crescimento microbiano do alimento. Quando o pH cai temos um indício de bactérias ácido lácticas. Quando o pH aumenta há um indício de bactérias produtoras de aminas (Alcantara et al. 2012). Logo, a realização da análise de pH ao longo do tempo de armazenamento é importante para avaliar o estado de conservação do produto cárneo, e verificar se estar havendo crescimento de alguma bactéria ácido láctica.

Nota-se que ao longo dos 40 dias de armazenamento a F1 foi a que teve um maior aumento do pH, que pode estar relacionado possivelmente ao crescimento microbiano em virtude da ausência de antioxidante. No que se refere a F2 esta apresentou diferença significativa somente do tempo 0 para o tempo 20. Já o pH da F3 não diferiu ao longo dos 40 dias de armazenamento. Enquanto que a formulação 4 apresentou diferença significativa entre o tempo 0 e o tempo 40.

Tabela 5. pH e Aa das formulações de hambúrguer ovino.

Formulações	Armazenamento (dias)					
	0		20		40	
	pH	Aa	pH	Aa	pH	Aa
F1	5,52±0,05 ^{bB}	0,99±0,00 ^{aA}	5,67±0,02 ^{aA}	0,99±0,00 ^{aA}	5,68±0,00 ^{aA}	0,99±0,00 ^{aA}
F2	5,76±0,10 ^{aA}	0,99±0,00 ^{aA}	5,65±0,00 ^{abB}	0,99±0,00 ^{aA}	5,70±0,01 ^{aAB}	0,99±0,00 ^{aA}
F3	5,68±0,04 ^{abA}	0,99±0,00 ^{aA}	5,66±0,00 ^{aA}	0,99±0,00 ^{aA}	5,68±0,00 ^{aA}	0,99±0,00 ^{aA}
F4	5,56±0,08 ^{bB}	0,99±0,00 ^{aA}	5,62±0,01 ^{baB}	0,99±0,00 ^{aA}	5,68±0,01 ^{aA}	0,99±0,00 ^{aA}

*Letras minúsculas comparação na coluna; Letras maiúsculas comparação na linha. Médias seguidas de letras iguais na mesma linha ou coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tuckey (p<0,05). F1: Sem antioxidante; F2: Antioxidante BHT; F3: 0,5% de gergelim creme; F4: 1% de gergelim creme.

Tabela 6. Índice de TBARs expressos em mg de malonaldeído/kg de amostra, nas formulações de hambúrguer ovino.

Formulações	Armazenamento (dias)				
	0	20	40	60	90
F1	6,32± 0,28 ^{aA}	8,67±0,23 ^{aB}	11,24±0,50 ^{aC}	14,87±0,77 ^{aD}	18,81±0,16 ^{aE}
F2	1,83±0,14 ^{bB}	2,11±0,16 ^{bB}	2,2±0,04 ^{bB}	2,24±0,04 ^{bB}	3,37±0,47 ^{bA}
F3	1,49±0,12 ^{bcBC}	1,69±0,04 ^{cB}	1,21±0,15 ^{cD}	1,36±0,07 ^{bcCD}	2,22±0,03 ^{cA}
F4	1,27±0,19 ^{cBC}	1,61±0,02 ^{cA}	0,86±0,02 ^{cD}	1,07±0,03 ^{cCD}	1,43±0,09 ^{dAB}

*Letras minúsculas comparação na coluna; Letras maiúsculas comparação na linha. Médias seguidas de letras iguais na mesma linha ou coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tuckey (p<0,05). F1: Sem antioxidante; F2: Antioxidante BHT; F3: 0,5% de gergelim creme; F4: 1% de gergelim creme.

Logo, os valores de pH encontrados variaram de 5,52 a 5,76, indicando que as formulações de hambúrgueres se encontram adequadas, segundo este parâmetro, para o consumo humano. Segundo Santos Júnior et al. (2009) produtos cárneos são considerados bons para consumo até pH de 6,2.

Com relação à Aa não houve diferença significativa entre as formulações ao longo dos 40 dias de armazenamento.

Avaliação da oxidação lipídica nos hambúrgueres ovinos

No que se refere à oxidação lipídica das formulações de hambúrgueres ao longo do tempo de armazenamento os valores estão representados na Tabela 6.

Observa-se que a amostra sem antioxidante (F1) foi a que apresentou maior oxidação lipídica. Para a amostra com adição de BHT (F2) não houve diferença estatística para os valores de TBARs até os 60 dias de armazenamento, mostrando seu potencial como antioxidante sintético. Entretanto, aos 90 dias observou-se um aumento significativo na oxidação, atingindo o valor médio final de 3,37 mg de malonaldeído/Kg de amostra, valor este acima do recomendado para que um produto cárneo seja considerado em bom estado para consumo (Al Kahtani et al., 1996). Isso indica que o antioxidante BHT foi eficiente até os 60 dias de armazenamento.

Os baixos valores de TBARs encontrados nas formulações F3 e F4 até os 90 dias comprovam a eficiência do antioxidante utilizado contra a oxidação lipídica no hambúrguer ovino, já que apresentam valores abaixo de 3 mg de malonaldeído/kg de amostra (Al Kahtani et al., 1996). Entretanto, a diferença na quantidade de extrato de gergelim creme adicionado na F3 e F4 teve influência no valor final de TBARs, já que o menor valor encontrado foi no hambúrguer com adição de 1% do extrato de gergelim creme, ou seja, a formulação F4 foi a que melhor preservou a vida de prateleira do hambúrguer ovino até os 90 dias de armazenamento.

No estudo comparativo entre as formulações, notou-se que no tempo 0 já foi possível observar o efeito protetor das formulações com adição de antioxidante (F2, F3 e F4) em relação a formulação sem proteção (F1), cujos resultados para oxidação foram superiores para todos os intervalos avaliados. No tempo 60, as formulações F2 e F3 não diferiram estatisticamente, mostrando que até esse momento o uso de antioxidante sintético e extrato de gergelim creme a 0,5% apresentaram a mesma proteção para o produto. Assim como as formulações F3 e F4 também não apresentaram diferença significativa entre si até os 60 dias. No entanto, ao estender o estudo para 90 dias, foi possível observar a eficiência da proteção oxidativa da F4 em comparação as demais formulações.

Na Figura 1 observa-se que a formulação F3 teve o pico de oxidação aos 90 dias enquanto que na formulação F4 o maior valor encontrado foi aos 20 dias de armazenagem. Ambas as formulações tiveram um declínio aos 40 dias e crescimento sucessivo até os 90 dias. Pereira e Pinheiro (2013) ao avaliar a oxidação de hambúrgueres de frango com adição de antioxidantes naturais oriundos de extratos etanólicos de alecrim encontraram um pico de oxidação aos 7 dias de armazenamento congelado e uma queda aos 14 dias. Segundo Ninan et al. (2008) essa redução pode ser justificada possivelmente devido a capacidade do malonaldeído de ligar-se com outros componentes químicos dos alimentos, tais como as proteínas, formando compostos muito estáveis que subestimam o valor final de TBARs. Logo, a adição do gergelim creme nas formulações F3 e F4 pode ter facilitado a interação do malonaldeído com as proteínas influenciado na queda dos valores de TBARs aos 20 dias de armazenamento.

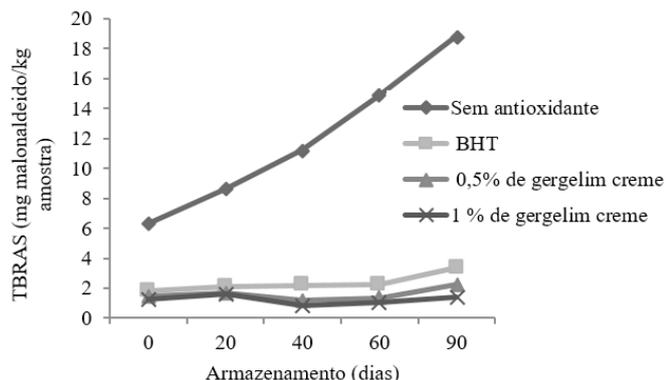


Figura 1. Oxidação lipídica (TBARs) das formulações de hambúrguer ovino ao longo do tempo de armazenamento.

CONCLUSÃO

Com base neste estudo foi possível verificar que a adição do extrato de gergelim creme promoveu efeito satisfatório sob a oxidação lipídica do hambúrguer ovino até os 90 dias de armazenamento, sendo a formulação com maior dosagem do extrato natural a que apresentou menor produção de malonaldeído, o que torna possível a substituição do antioxidante sintético (BHT) pelo extrato de gergelim creme.

LITERATURA CITADA

Alcantara, M.; Morais, I. C. L.; Souza, C. M. O. C. C. Principais Microrganismos envolvidos na deterioração das características sensoriais de derivados cárneos. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v.61, n.1, p. 1-20, 2012. <https://doi.org/10.5935/1981-2965.20120001>

Al-Kahtani, H. A.; Abu-Tarboush, H. M.; Bajaber, A. S. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in Tilapia and Spanish mackerel. *Journal of Food Science*, v.61, n.4, p.729-733, 1996. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb12191.x>

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International (17 th ed.), 2000.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International (19 th ed.), 2012.

Araújo, C. G. F. Características da carcaça e qualidade da carne de ovinos terminados em pastagens cultivadas. Rio Grande do Norte: UFRN, 2012. Dissertação (Mestrado).

Barbi, R. C. T. Extração e quantificação de compostos fenólicos e antioxidantes da chia (*Salvia hispânica* L.) usando diferentes concentrações de solventes. Paraná: UTFPR, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) - Instrução Normativa nº 51. Anexo - Regulamento Técnico de Atribuição de Aditivos, e seus Limites das Seguintes Categorias de Alimentos: Categoria 8: Carne e Produtos Cárneos, 29 de dezembro de 2006. Brasília.

Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 20/2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Hambúrguer. Brasília.

Coutinho, M. A. S.; Motair, M. G.; Alves, F. V.; Fernandes, H. J.; Feijo, G. L. D.; Ítavo, C.; Celeste, B. F.; Comparin, M. A. S.; Coelho, R. G. Características físico-químicas e composição centesimal de cortes cárneos de borregos confinados e alimentados com diferentes proporções volumoso: concentrado. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, n.4, p.660-671, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402013000400006>

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.

Food Ingredients Brazil. Rancidez oxidativa. 2014. Disponível em: http://www.revistafi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060396904001464897555.pdf. Acesso em: 12. Jun. 2017.

Grau, R.; Hamm, R. Eine einfache method zur bestimmung der wasserbindung in muskel. *Naturwissenschaften*. v.40, p.29-30, 1953. <https://doi.org/10.1007/BF00595734>

Hoffmann, K.; Hamm, R.; Bluchel, E. Neus ubes die bestimmung der wasserbindung des nut hiefl filterpaperpremethods. *Fleishwirtsch*, n. 62, p.87-94, 1982.

Huerta, M. M.; Nievierowski, T. H.; Oliveira, J. S.; Costa, E. J. G.; Cal, E. G.; Rodrigues, R. S.; Machado, R. G. Características químicas de um novo produto tipo "hambúrguer" à base de proteína texturizada de soja e batata-doce. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS, 2016, Gramado. Anais eletrônicos... Gramado: UFRGS, 2016. Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/rcpa/about/submissions#authorGuidelines>. Acesso em 12 jan. 2018.

Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 2008. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em 20 fev. 2018.

Jacob, R. H.; Pethick, D. W. Animal factors affecting the meat quality of Australian lamb meat. *Meat Science*, v.96, n.2, p.1120-1123, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.039>

Meira, D. P. Produto tipo hambúrguer formulado com carne bovina e mandioca. Minas Gerais: UFVJM, 2013. 42f. Dissertação (Mestrado).

Ninan, G.; Bingu, J.; Joseph, J. Frozen storage studies of mince based products develops from tilápia (*Oreochromis niloticus*, Peter 1852). *Fishery Technology*, v.45, n.1, p. 35-42, 2008.

Oliveira, D. F.; Coelho, A. R.; Burgard, V. C. F.; Hashimoto, E. H.; Lunkes, A. M.; Marchi, J. F.; Toniai, I. B. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. *Brazilian Journal of Food technology*, v.16, n.3, p.163-174, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1981-67232013005000021>

Pereira, D.; Pinheiro, R. S. Elaboração de hambúrgueres com antioxidantes naturais oriundos de extratos etanólicos de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.). Paraná: UTFPR, 2013. 47f. Trabalho de conclusão de curso.

Prache, S.; Gatellier, P.; Thomas, A.; Picard, B.; Bauchart, D. Comparison of meat and carcass quality in organically reared and conventionally reared pasture-fed lambs. *Animal*, v.5, n.12, p.2001-2009, 2011. <https://doi.org/10.1017/S1751731111001030>

Reis, R. C. Influência da dieta, do uso de antioxidante e da conservação por congelamento na oxidação lipídica da carne bovina. Goiás: UFG, 2013. 41f. Dissertação (Mestrado).

- Rodrigues Filho, M.; Péres, J. R. O.; Ramos, E. M.; Rodrigues, N. E. B.; Lopes, L. S. Características da carne de tourinhos Red Norte suplementados com óleos de fritura e soja terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.15, n.1, p. 62-73, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402014000100010>
- Rosmini, M. R. et al. TBA test by extractive method applied to "Paté". *Meat Science*, v.42, n.1, p.103-110, 1996. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(95\)00010-0](https://doi.org/10.1016/0309-1740(95)00010-0)
- Santos Júnior, L. C. O; Rizzati, R; Brungera, A; Achiavini, T. J.; Campos, E. F. M.; Neto, J. F. S.; Rodrigues, L. B.; Dickel, E. L.; Santos, L. R. Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. *Ciência Animal Brasileira*, v.10, n.4, 2009.
- Sañudo, C.; Muela, E.; Campo, M. M. Key factors involved in lamb quality from farm to fork in Europe. *Journal of Integrative Agriculture*, v.12, n.11, p.1919-1930, 2013. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60629-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60629-2)
- Silva, E. P.; Martino, H. S. D; Moreira, A. V. B; Arriel, N. H. C; Silva, A. C; Ribeiro, S. M. R. Capacidade antioxidante e composição química de grãos integrais de gergelim creme e preto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n.7, p.736-742, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000700009>
- Silva, F. A. S. ASSISTAT: Versão 7.7 beta. DEAG_CTRN_UFCG – Atualizado em 01 de abril de 2014.
- Silva Sobrinho, A. G. Produção de carne ovina com qualidade. In: *Simpósio de Qualidade da Carne, 2005, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: USP, 2005.*
- Vizzotto, M.; Pereira, M. C. Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. *Revista Brasileira Fruticultura*, v.33, n.4, 1209-1214, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000400020>
- Waterhouse, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. *American Journal of Enology*, 2006.