

## Efeito da defumação e da inclusão de alecrim como antioxidante em hambúrgueres de carne caprina armazenados por até 30 dias

### Effect of smoking process and including rosemary as an antioxidant in goat meat burgers stored for up to 30 days

### Efecto del ahumado y de la inclusión del romero como antioxidante en la hamburguesa producida con carne de cabra, almacenada por hasta 30 días

Juliana L. M. de Mello\* e Hirasilva Borba

Universidade Estadual Paulista (UNESP). Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), São Paulo, Brasil. \*Correio eletrônico: julianalolli@zootecnista.com.br

#### RESUMO

Este estudo avaliou os efeitos da defumação e da inclusão de alecrim, como agente antioxidante, na qualidade de hambúrgueres de carne caprina armazenados por até 30 dias. Foram utilizados carne caprina, gordura suína, cebola e alho em pó, pimenta, sal iodado, proteína texturizada de soja e alecrim in natura (0%, 0,1%, 0,15% e 0,20%). Foram preparados doiscentos dezesseis hambúrgueres, dos quais 108 foram defumados, 36 foram analisados em seguida e 72 foram armazenados. Dos 108 hambúrgueres restantes, 36 foram cozidos e analisados, e 72 foram armazenados cruz para posterior cozimento e análise. Foram avaliados: maciez, composição química, rendimento de preparo, encolhimento, cor (luminosidade - L\*, intensidade de vermelho - a\* e intensidade de amarelo - b\*), pH e oxidação lipídica. Hambúrgueres defumados apresentaram menor maciez e umidade, maior concentração de proteína e gordura, menor encolhimento, maior pH, menor L\*, maior a\* e maior b\* do que hambúrgueres cozidos em grill. Hambúrgueres defumados produzidos com alecrim apresentaram maior oxidação lipídica do que hambúrgueres defumados e sem alecrim e também maior oxidação do que hambúrgueres produzidos com as mesmas formulações, mas cozidos em grill e não defumados. Durante o armazenamento foi observado aumento do pH e de L\* e redução de a\* em hambúrgueres defumados. A defumação preserva o formato e a composição nutricional de produtos processados e previne a oxidação durante o armazenamento. A inclusão de 0,10% de alecrim in natura nas formulações proporciona melhor estabilidade oxidativa e inibe o aumento da oxidação lipídica durante o armazenamento.

**Palavras-chave:** *Rosmarinus officinalis*, antioxidante natural, armazenamento, oxidação, qualidade de carne.

#### Abstract

This study evaluated the effects of smoking and including rosemary, as antioxidant agents in goat meat burgers, stored for up to 30 days. Were used goat meat, pork fat, onion and garlic powder, iodized salt, textured soy protein and rosemary in natura (0%, 0.10%, 0.15% and 0.20%). Two hundred and sixteen hamburgers were prepared, one hundred and eight of these smoked, 36 analyzed shortly thereafter, and 72 stored at -18°C. Of the remaining one hundred and eight burgers, 36 were cooked and analyzed shortly thereafter, and 72 were stored raw for further cooking and analysis. The following variables were evaluated: tenderness, chemical composition, cooking yield, shrinkage, color (rightness: L\*; redness: a\* and yellowness: b\*), pH and lipid oxidation. Smoked hamburgers had lower tenderness and moisture, higher protein and fat concentration, lower shrinkage, higher pH, lower L\*, and higher a\* and b\*, than cooked burgers. Smoked burgers containing rosemary showed higher lipid oxidation than smoked burgers without rosemary, and also showed higher oxidation than hamburgers produced with the same formulations, but cooked in grill. During storage was observed an increase in pH and L\*, and reduction of a\* in smoked hamburgers. Smoking process preserves size and nutritional composition of processed products, also prevents lipid oxidation. The inclusion of rosemary in natura (0.10%) provides better oxidative stability and inhibits the increase of lipid oxidation in goat meat hamburgers during storage.

**Key words:** *Rosmarinus officinalis*, natural antioxidant, storage, oxidation, meat quality.

Recibido: 31/05/16 Aprobado: 22/02/18

## RESUMEN

Este estudio evaluó los efectos del ahumado y la inclusión del romero como antioxidante en la calidad de hamburguesas de carne de cabra, almacenadas hasta por 30 días. Se utilizó carne de cabra, grasa de cerdo, cebolla y ajo en polvo, pimienta, sal yodada, proteína de soya texturizada y romero in natura (0%, 0,1%, 0,15% y 0,20%). Se prepararon 216 hamburguesas, de las cuales 108 fueron ahumadas: 36 analizadas al instante y 72 almacenadas. De las restantes, 36 fueron cocinadas y analizadas y 72 fueron almacenadas crudas para posteriormente cocinar y analizar. Se evaluaron: terneza, composición química, rendimiento de preparación, encogimiento, color (luminosidad - L\*, intensidad roja - a\*, intensidad amarilla - b\*), pH y oxidación de lípidos. Las hamburguesas ahumadas presentaron menor suavidad y humedad, concentraciones más altas de proteína y grasa, menor contracción y pH más alto que las cocinadas en parrilla. También presentaron menor L\* y mayor a\* y b\*. Las hamburguesas ahumadas que contenían romero presentaron oxidación de lípidos más alta que las ahumadas sin romero y oxidación más alta que aquellas producidas con los mismos ingredientes, cocinadas y no ahumadas. Durante el almacenamiento se comprobó el aumento del pH y L\*; así como reducción de a\* en las hamburguesas ahumadas. El ahumado conserva la forma y la composición nutricional de los productos elaborados y previene la oxidación durante el almacenamiento. La inclusión de 0,10% de romero proporciona mejor estabilidad oxidativa e inhibe el aumento de la oxidación de lípidos durante el almacenamiento.

**Palabras clave:** *Rosmarinus officinalis*, antioxidante natural, almacenamiento, oxidación, calidad de la carne.

## INTRODUÇÃO

O consumo da carne caprina constitui-se de um nicho de mercado atualmente pouco explorado no Brasil. A produtividade e qualidade da carne caprina são afetadas pela falta de padronização dos cortes cárneos e de canais adequados de comercialização. A produção e o consumo desse tipo de carne são influenciados por alguns fatores que estão diretamente relacionados à sua qualidade como a raça do animal, o peso, a idade de abate e a castração. Embora a

produção e o consumo da carne caprina tenham aumentado nos últimos anos, em função de suas propriedades nutricionais, existem ainda limitações na sua apreciação por ser uma carne menos tradicional na maior parte do Brasil e, principalmente, por possuir odor e sabor peculiares e acentuados.

O valor comercial da carne é baseado no grau de aceitabilidade dos consumidores e está diretamente relacionado à palatabilidade do produto (Resosemito et al., 2012). O desenvolvimento de novos produtos cárneos processados tem como função fornecer ao consumidor produtos de paladar variado, fazendo com que a indústria aproveite melhor a carne de animais de descarte, uma vez que possuem comercialização dificultada. O uso para fabricação do hambúrguer apreciado em redes de fast food, passa a ser uma alternativa viável para a elaboração de um novo produto cárneo caprino e com maior valor agregado.

Uma das alternativas para aumentar o potencial de comercialização é o emprego de técnicas, muitas vezes artesanais, que promovem melhorias nas características sensoriais e no tempo de armazenamento destes produtos. A defumação, utilizada desde a antiguidade como técnica de conservação, tem sido um artifício para melhorar a qualidade dos alimentos, pois provoca mudanças nos atributos sensoriais (Souza et al., 2004) e confere aroma, sabor e coloração característicos.

Produtos cárneos tendem à deterioração, principalmente, devido à rancidez oxidativa que pode causar desde extensas alterações de sabor e de coloração e danos estruturais às proteínas, até sutis perdas de frescor, que resultam na insatisfação do consumidor. Produtos processados são particularmente susceptíveis à rancidez oxidativa por conta da exposição ao oxigênio e/ou temperatura durante a manipulação, principalmente aqueles com elevada concentração de gorduras insaturadas (Sebranek et al., 2005). A utilização de antioxidantes em alimentos gordurosos é importante na proteção de seus constituintes insaturados, de modo a evitar sabor e odor indesejáveis e, assim, manter a palatabilidade, aceitabilidade e o valor nutricional dos alimentos (Padilha, 2007).

Os antioxidantes utilizados pela indústria de produtos cárneos são naturais ou sintéticos (Ramalho e Jorge, 2006), entretanto, devido à preocupação com os danos que os antioxidantes sintéticos podem causar à saúde humana, pesquisadores e indústrias têm buscado avaliar a eficiência de ervas e especiarias como antioxidantes naturais (Sebranek *et al.*, 2005), que podem minimizar a rancidez oxidativa e agregar valor aos atributos sensoriais sem causar prejuízos à saúde do consumidor (Shan *et al.*, 2009). Desta forma, este estudo propôs avaliar os efeitos da defumação e da inclusão de alecrim *in natura* (*Rosmarinus officinalis*), como agente antioxidante, na qualidade de hambúrgueres elaborados com carne caprina e armazenados sob congelamento por até 30 dias.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta e preparo das amostras

Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil (21°08' S, 48°11' W, 583 m altitude). Para a elaboração dos hambúrgueres foram utilizados 18 kg de carne, obtida da desossa integral de pernas e paletas de cabras, adquiridas em açougue local. Após a retirada do excesso de tecido conjuntivo e gordura superficial, a carne caprina e a gordura suína foram moídas, em máquina de moer convencional, com disco de 10 mm de

diâmetro e, posteriormente, os hambúrgueres foram produzidos utilizando as formulações descritas na Tabela 1. A proteína texturizada de soja foi pesada, hidratada e moída antes de ser adicionada aos demais ingredientes. A carne caprina foi homogeneizada aos demais ingredientes em misturadeira elétrica (MB25IN, Beccaro® Equipamentos Industriais Ltda., Rio Claro, SP, Brasil) e a massa obtida foi mantida sob refrigeração (4°C) por 24 horas.

Duzentos e dezesseis hambúrgueres com peso médio de 95 g foram manualmente moldados com o uso de uma hamburgueira de alumínio e disco modelador com 11,5 cm de diâmetro, sendo 54 hambúrgueres produzidos com cada uma das formulações estudadas. Vinte e sete hambúrgueres de cada formulação (n=108) foram defumados nas bandejas de um defumador de aço galvanizado (DEF72GLV, Defumax® Equipamentos e Produtos Ltda. EPP, Jaboticabal, SP, Brasil) durante, aproximadamente, 90 minutos, utilizando serragem de madeira como combustível para produção da fumaça. Dos hambúrgueres defumados, 36 (nove hambúrgueres de cada formulação) foram analisados logo após a defumação, 36 (nove hambúrgueres de cada formulação) armazenados por 15 dias sob congelamento em freezer (-18°C) e os outros 36 (nove hambúrgueres de cada formulação) armazenados por 30 dias sob as mesmas condições.

Tabela 1. Ingredientes utilizados nas formulações dos hambúrgueres de carne caprina.

Ingredientes (%)	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3	Formulação 4
Carne caprina	89,5	89,4	89,35	89,3
Gordura suína	5	5	5	5
Cebola em pó	1	1	1	1
Alho em pó	0,5	0,5	0,5	0,5
Pimenta em pó	0,2	0,2	0,2	0,2
Sal iodado	1,6	1,6	1,6	1,6
Proteína texturizada de soja	2,2	2,2	2,2	2,2
<b>Alecrim <i>in natura</i></b>	-	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>

Dos outros 108 hambúrgueres restantes, nove hambúrgueres de cada formulação (n=36) foram submetidos à cocção em grill, até que a temperatura interna atingisse 75°C, e os demais foram congelados ainda crus e armazenados em freezer (-18°C) por 15 dias (n=36; nove hambúrgueres de cada formulação) e 30 dias (n=36; nove hambúrgueres de cada formulação), para posteriormente serem cozidos em grill e analisados. Foram avaliados maciez (força de cisalhamento (FC), composição química, rendimento de preparo, encolhimento, pH, cor e oxidação lipídica (TBARS). Maciez, composição química, rendimento de preparo e encolhimento foram avaliadas apenas em hambúrgueres não armazenados. As variáveis pH, cor e oxidação lipídica foram avaliadas antes e após 15 e 30 dias de congelamento para analisar os possíveis efeitos do armazenamento sobre a qualidade dos hambúrgueres.

### Métodos utilizados

Dos hambúrgueres defumados e cozidos foram obtidas subamostras, com área conhecida (cm<sup>2</sup>), as quais foram submetidas ao corte pelo dispositivo “Warner-Bratzler”, acoplado ao texturômetro “Texture Analyser TA-XT2i” (Stable Micro Systems®, LTD., Godalming, UK), para determinação da maciez. A força necessária para cisalhar as amostras foi expressa em kgf/cm<sup>2</sup>. A composição química foi determinada através da avaliação do conteúdo de proteína, gordura, umidade e cinzas, conforme os métodos nº 977.14, 991.36, 950.46 e 920.153, respectivamente, recomendados pela “Association of Official Analytical Chemists” (AOAC, 2005).

O rendimento de preparo de hambúrgueres defumados foi determinado por diferença de peso dos hambúrgueres antes e após a defumação, expressa em porcentagem, de acordo com o cálculo: (Peso final/Peso inicial) x100. Para a determinação do rendimento de preparo de hambúrgueres cozidos, os hambúrgueres foram pesados antes e após o cozimento em grill. O resultado expresso em porcentagem, também foi determinado de acordo com o cálculo: (Peso final/Peso inicial) x100. O encolhimento foi baseado na diferença entre a área (cm<sup>2</sup>) dos hambúrgueres antes e após os processos de defumação ou cocção. O

percentual de encolhimento foi determinado de acordo com Berry (1992) segundo o cálculo: [(diâmetro inicial- diâmetro final)/diâmetro inicial] x100.

O pH foi determinado com o uso de peagômetro digital Testo® 205 (Testo® Inc., Sparta, NJ, USA), acoplado a um eletrodo de penetração. A coloração (luminosidade - L\*, intensidade de vermelho - a\* e intensidade de amarelo - b\*) foi determinada na superfície de hambúrgueres defumados e cozidos com o uso do colorímetro Minolta® CR-400 (Konica Minolta Inc., Osaka, Japão). A oxidação lipídica foi determinada conforme método descrito por Vyncke (1970) que analisa as substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), com resultados expressos em mg de malonaldeído por quilograma de amostra.

### Análise estatística

Resultados de força de cisalhamento, composição química, rendimento de preparo e encolhimento foram analisados utilizando um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x4 (hambúrguer defumado e não defumado (cozido em grill); e quatro formulações (quatro percentuais de inclusão de alecrim), com nove repetições. Resultados de pH, cor (L\*, a\* e b\*) e oxidação lipídica (TBARS) foram analisados utilizando um DIC em esquema fatorial 2x4x3 (hambúrguer defumado e não defumado (cozido em grill); quatro formulações (quatro percentuais de inclusão de alecrim); e três períodos de armazenamento (início ou “sem armazenamento”, 15 dias de armazenamento e 30 dias de armazenamento), com nove repetições. Os dados foram analisados pelo procedimento “General Linear Models” do Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Todos os resultados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste Tukey com significância definida em P<0,05.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Maciez e composição química

Hambúrgueres defumados apresentaram maior força de cisalhamento (P=0,0017) do que hambúrgueres cozidos em grill, o que indica que a exposição à fumaça contribuiu para um

produto final menos macio (Tabela 2), em virtude da maior perda de água decorrente do processo de defumação (Tabela 3). Hambúrgueres contendo maior inclusão de alecrim (0,20%) apresentaram maior força de cisalhamento ( $P=0,0105$ ) enquanto hambúrgueres contendo 0,10% de alecrim apresentaram menor força de cisalhamento (Tabela 2). Quanto à composição química, hambúrgueres defumados apresentaram maior percentual ( $P<0,0001$ ) de proteína, gordura e cinzas do que hambúrgueres cozidos em grill. O conteúdo de proteína e gordura é mais elevado em produtos defumados do que em produtos in natura principalmente devido à perda de umidade decorrente do processo de desidratação que ocorre durante a defumação (Ribeiro, 2000; Sigurgisladottir *et al.*, 2000; Assis *et al.*, 2009). Não houve efeito da formulação ( $P>0,05$ ) sobre as concentrações de proteína e de cinzas das formulações estudadas.

Houve interação ( $P=0,0066$ ) entre defumação e inclusão de alecrim para a variável percentual de umidade, cujo desdobramento é mostrado na Tabela 3. Hambúrgueres defumados apresentaram menor umidade ( $P<0,0001$ )

(46,98%, em média) do que os hambúrgueres cozidos em grill (66,88%, em média). Hambúrgueres defumados formulados com maior inclusão de alecrim (0,15% e 0,20%) apresentaram maior percentual de umidade ( $P<0,0001$ ) do que os demais. Em contrapartida, Assis *et al.* (2009) ao estudarem o efeito do alecrim na defumação de carne de rã observaram que não houve diferença de percentual de umidade para a carne defumada com (60%) e sem (63%) alecrim. A inclusão de alecrim na formulação de hambúrgueres de carne caprina que não foram defumados não influenciou o percentual de umidade das amostras.

### Rendimento de preparo e percentual de encolhimento

Com relação ao rendimento de preparo e ao encolhimento proporcionados pela defumação e pelo cozimento, houve interação entre defumação e inclusão de alecrim para ambas as variáveis ( $P=0,0116$  e  $P=0,0011$ , respectivamente), cujos desdobramentos também são mostrados na Tabela 3. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre hambúrgueres defumados e cozidos quanto

Tabela 2. Valores médios para força de cisalhamento (FC) e porcentagens de proteína, gordura e cinzas de hambúrgueres de carne caprina, elaborados com diferentes percentuais de inclusão de alecrim.

	FC (kgf/cm <sup>2</sup> )	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)
Defumação (D)				
Defumado	2,161 <sup>A</sup>	23,97 <sup>A</sup>	13,66 <sup>A</sup>	3,25 <sup>A</sup>
Não defumado	1,716 <sup>B</sup>	15,02 <sup>B</sup>	9,03 <sup>B</sup>	2,24 <sup>B</sup>
Inclusão de Alecrim (I)				
Sem alecrim	1,877 <sup>AB</sup>	20,04	12,04 <sup>A</sup>	2,71
0,10%	1,614 <sup>B</sup>	20,19	12,26 <sup>A</sup>	2,76
0,15%	2,007 <sup>AB</sup>	19,06	10,89 <sup>B</sup>	2,69
0,20%	2,257 <sup>A</sup>	18,75	10,18 <sup>B</sup>	2,82
P-value (D)	0,0017	<0,0001	<0,0001	<0,0001
P-value (I)	0,0105	0,3151	<0,0001	0,7848
P-value (DxI)	0,0534	0,1254	0,4681	0,1195

<sup>A,B</sup>Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

Tabela 3. Porcentagens médias de umidade, rendimento de preparo e encolhimento de hambúrgueres de carne caprina, elaborados com diferentes percentuais de inclusão de alecrim.

<b>Umidade (%)</b>				
<b>Defumação (D)</b>				
<b>Inclusão de Alecrim (I)</b>	<b>Defumado</b>	<b>Não defumado</b>	<b>P-value</b>	
Sem alecrim	46,12 <sup>BCb</sup>	66,62 <sup>Aa</sup>	(D)	<0,0001
0,10%	43,06 <sup>Cb</sup>	65,93 <sup>Aa</sup>	(I)	<0,0001
0,15%	48,82 <sup>ABb</sup>	67,31 <sup>Aa</sup>	(DxI)	0,0066
0,20%	49,94 <sup>Ab</sup>	67,67 <sup>Aa</sup>		
<b>Rendimento de preparo (%)</b>				
<b>Defumação (D)</b>				
<b>Inclusão de Alecrim (I)</b>	<b>Defumado</b>	<b>Não defumado</b>	<b>P-value</b>	
Sem alecrim	62,99 <sup>ABa</sup>	63,52 <sup>Aa</sup>	(D)	0,0690
0,10%	57,92 <sup>Ba</sup>	66,61 <sup>Aa</sup>	(I)	0,0114
0,15%	66,29 <sup>Aa</sup>	68,99 <sup>Aa</sup>	(DxI)	0,0116
0,20%	67,85 <sup>Aa</sup>	64,58 <sup>Aa</sup>		
<b>Encolhimento (%)</b>				
<b>Defumação (D)</b>				
<b>Inclusão de Alecrim (I)</b>	<b>Defumado</b>	<b>Não defumado</b>	<b>P-value</b>	
Sem alecrim	16,00 <sup>Bb</sup>	25,83 <sup>Aa</sup>	(D)	<0,0001
0,10%	22,82 <sup>Aa</sup>	24,99 <sup>Aa</sup>	(I)	0,0150
0,15%	19,49 <sup>ABb</sup>	24,85 <sup>Aa</sup>	(DxI)	0,0011
0,20%	16,59 <sup>Bb</sup>	26,03 <sup>Aa</sup>		

<sup>A,C</sup>Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras minúsculas distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

ao percentual de rendimento. Hambúrgueres defumados e com maior inclusão de alecrim (0,15% e 0,20%) apresentaram maior rendimento de preparo do que a formulação contendo 0,10% de alecrim, mas não diferiram estatisticamente da formulação elaborada sem a inclusão de alecrim. Hambúrgueres cozidos em grill apresentaram rendimento de preparo semelhante (P>0,05) para todas as formulações estudadas. Assis et al. (2009) concluíram que não foi verificada diferença quanto ao rendimento da carcaça e percentual de umidade da carne de rã defumada com o uso do alecrim. Entretanto, Santos Junior et al. (2009) ao avaliarem o rendimento de hambúrgueres de carne de ovinos de descarte, encontraram resultados que variaram de 46,53% a 59,39%, valores bastante inferiores aos encontrados neste estudo.

Quanto ao encolhimento, com exceção dos hambúrgueres contendo 0,10% de alecrim, hambúrgueres cozidos em grill apresentaram maior encolhimento (P<0,0001) do que os

hambúrgueres defumados. A inclusão de alecrim não influenciou o encolhimento de hambúrgueres não defumados.

Berry (1992) relatou a relação entre a quantidade de gordura e o percentual de encolhimento de hambúrgueres de carne bovina, sendo que quanto maior a quantidade de gordura menor é o encolhimento do hambúrguer. Neste estudo, como foi observado na Tabela 2, hambúrgueres defumados apresentaram maior percentual de gordura, ou seja, o processo de defumação proporcionou menor perda de gordura e, conseqüentemente, menor encolhimento. Com a defumação ocorrem alterações na qualidade nutricional do produto (Souza et al., 2004). A quantidade de gordura é importante para o processo de defumação, pois interfere no aroma e no sabor do produto defumado atuando como absorvedor de substâncias aromáticas presentes na fumaça (Nunes, 1999; Geromel e Forster, 1982).

### pH, coloração e oxidação lipídica

Foram verificadas interações significativas entre defumação e inclusão de alecrim ( $P=0,0016$ ) e entre defumação e armazenamento ( $P<0,0001$ ) para a variável pH de hambúrgueres defumados e não defumados, armazenados por até 30 dias em freezer ( $-18^{\circ}\text{C}$ ), cujos desdobramentos são mostrados na Tabela 4. O ácido pirolenhoso, um dos principais componentes da fumaça e que atua na carne durante a defumação, é responsável por provocar a queda do pH (Roça, 2011), contudo, observamos que hambúrgueres defumados apresentaram pH superior ( $P<0,05$ ) (5,59, em média) ao de hambúrgueres cozidos em grill (5,43, em média). Hambúrgueres defumados e que continham maior inclusão de alecrim (0,20%) apresentaram pH superior ( $P<0,05$ ) ao das demais formulações, enquanto os produzidos sem a inclusão de alecrim apresentaram o menor valor de pH.

Hambúrgueres defumados apresentaram aumento do pH ao longo do armazenamento, de 5,33 para 5,78, enquanto hambúrgueres cozidos em grill apresentaram redução do pH de 5,56 para 5,39. Inicialmente pode-se observar que hambúrgueres defumados apresentaram pH inferior aos de hambúrgueres cozidos, como foi relatado por Roça (2011), entretanto, após 15 e 30 dias de armazenamento os hambúrgueres

defumados apresentaram pH mais elevado que os hambúrgueres cozidos.

Para que um produto cárneo seja considerado bom para consumo, o ideal é que o pH seja, de até 6,2 (Santos Junior *et al.*, 2009). Valores de pH entre 5,8 e 6,2 indicam que a carne está aceitável para o consumo; pH igual a 6,4 indica que a carne é recomendada apenas para o consumo imediato; e pH superior a 6,4 indica que a carne está imprópria para consumo (Terra y Brum, 1988). Assim, podemos afirmar que mesmo com as variações decorrentes do processo de defumação, da inclusão de alecrim nas formulações e do armazenamento por até 30 dias, os hambúrgueres estudados apresentaram resultados de pH dentro da faixa considerada ideal para consumo.

Shan *et al.* (2009) ao estudarem mudanças de coloração em carne suína tratada com extratos vegetais durante o armazenamento, observaram efeitos positivos dos extratos na estabilidade dos valores de  $L^*$  e de  $a^*$ , no entanto, a quantidade de alecrim incluída nas formulações não influenciou ( $P>0,05$ ) a coloração dos hambúrgueres (em média  $L^* = 45,00$ ,  $a^* = 9,13$ , e  $b^* = 14,11$ ). Houve interação significativa entre defumação e armazenamento para as variáveis luminosidade ( $L^*$ ) [ $P<0,0001$ ], intensidade de vermelho ( $a^*$ ) [ $P<0,0001$ ] e intensidade de

Tabela 4. Valores médios de pH de hambúrgueres de carne caprina, elaborados com diferentes percentuais de inclusão de alecrim, armazenados por até 30 dias.

Defumação x Inclusão de Alecrim				
Defumação (D)				
Inclusão de Alecrim (I)	Defumado	Não defumado	P-value	
Sem alecrim	5,56 <sup>Ba</sup>	5,39 <sup>Bb</sup>	(D)	<0,0001
0,10%	5,59 <sup>ABa</sup>	5,51 <sup>Ab</sup>	(I)	<0,0001
0,15%	5,58 <sup>ABa</sup>	5,40 <sup>Bb</sup>	(DxI)	0,0016
0,20%	5,64 <sup>Aa</sup>	5,44 <sup>Bb</sup>		
Defumação x Armazenamento				
Defumação (D)				
Armazenamento (A)	Defumado	Não defumado	P-value	
Sem armazenamento	5,33 <sup>Cb</sup>	5,56 <sup>Aa</sup>	(D)	<0,0001
15 dias	5,66 <sup>Ba</sup>	5,34 <sup>Bb</sup>	(A)	<0,0001
30 dias	5,78 <sup>Aa</sup>	5,39 <sup>Bb</sup>	(DxA)	<0,0001

<sup>A,C</sup>Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

<sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras minúsculas distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

amarelo ( $b^*$ ) [ $P=0,0238$ ], cujos desdobramentos são mostrados na Tabela 5.

De maneira geral, hambúrgueres defumados apresentaram menor valor de  $L^*$  ( $P<0,0001$ ) e maiores valores de  $a^*$  ( $P<0,0001$ ) e de  $b^*$  ( $P<0,0001$ ) do que hambúrgueres cozidos em grill. Durante o armazenamento por 30 dias, hambúrgueres defumados apresentaram aumento ( $P=0,0024$ ) do valor de  $L^*$  de 35,14 para 44,72 e redução ( $P<0,0001$ ) do valor de  $a^*$  (de 11,58 para 10,36), cujas reduções na intensidade de vermelho podem ser atribuídas a processos oxidativos da carne (Higgins et al., 1998; Lee et al., 1998; Shan et al., 2009), que estão associados com a descoloração da carne e que resultam na formação de pró-oxidantes que reagem com a oximioglobina formando metamioglobina (Milani et al., 2012). O período de armazenamento não influenciou a intensidade de amarelo de amostras defumadas. Hambúrgueres cozidos em grill apresentaram redução ( $P<0,05$ ) da luminosidade de 52,34 para 46,41, do valor de  $a^*$  (de 12,05 para 4,09) e do valor de  $b^*$  (de 13,00 para 10,67) ao longo do período de armazenamento.

Quanto à análise de oxidação lipídica, foram verificadas interações significativas entre defumação e inclusão de alecrim ( $P<0,0001$ ), entre defumação e armazenamento ( $P<0,0001$ ) e entre inclusão de alecrim e armazenamento ( $P=0,0240$ ) para os níveis de TBARS, cujos desdobramentos são mostrados na Tabela 6.

Hambúrgueres defumados e que continham alecrim nas formulações, independente do percentual de inclusão, apresentaram oxidação lipídica superior à de hambúrgueres cozidos em grill. Com a inclusão de alecrim foi verificado aumento da oxidação lipídica em hambúrgueres defumados, quando comparados com os hambúrgueres produzidos sem a inclusão de alecrim (grupo testemunha) (de 3,515 mg MDA/kg para 3,923 mg MDA/kg); o inverso ocorreu em hambúrgueres cozidos em grill (de 3,458 mg MDA/kg para 2,880 mg MDA/kg). Houve aumento da oxidação lipídica durante o armazenamento ( $P<0,0001$ ) de hambúrgueres cozidos em grill (de 2,580 mg MDA/kg para 3,716 mg MDA/kg), o que indica que o processo de defumação foi eficiente em prevenir a deterioração do produto cárneo avaliado.

Tabela 5. Valores médios de luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e intensidade de amarelo ( $b^*$ ) de hambúrgueres de carne caprina armazenados por até 30 dias.

		$L^*$			
		Defumação (D)			
Armazenamento (A)		Defumado	Não defumado		P-value
Sem armazenamento		35,14 <sup>Bb</sup>	52,34 <sup>Aa</sup>	(D)	<0,0001
15 dias		43,43 <sup>Aa</sup>	46,41 <sup>Ba</sup>	(A)	0,0024
30 dias		44,72 <sup>Ab</sup>	47,94 <sup>Ba</sup>	(DxA)	<0,0001
		$a^*$			
		Defumação (D)			
Armazenamento (A)		Defumado	Não defumado		P-value
Sem armazenamento		11,58 <sup>Aa</sup>	12,05 <sup>Aa</sup>	(D)	<0,0001
15 dias		10,94 <sup>ABa</sup>	5,74 <sup>Bb</sup>	(A)	<0,0001
30 dias		10,36 <sup>Ba</sup>	4,09 <sup>Cb</sup>	(DxA)	<0,0001
		$b^*$			
		Defumação (D)			
Armazenamento (A)		Defumado	Não defumado		P-value
Sem armazenamento		16,99 <sup>Aa</sup>	13,00 <sup>Ab</sup>	(D)	<0,0001
15 dias		17,13 <sup>Aa</sup>	11,28 <sup>Bb</sup>	(A)	<0,0001
30 dias		15,61 <sup>Aa</sup>	10,67 <sup>Bb</sup>	(DxA)	0,0238

<sup>A,C</sup>Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

<sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras minúsculas distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

Tabela 6. Valores médios para oxidação lipídica (TBARS) (mg MDA/kg) de hambúrgueres de carne caprina elaborados com diferentes percentuais de inclusão de alecrim, armazenados por até 30 dias.

<b>Defumação x Inclusão de Alecrim</b>					
Defumação (D)					
Inclusão de Alecrim (I)	Defumado	Não defumado	P-value		
Sem alecrim	3,515 <sup>Ba</sup>	3,458 <sup>Aa</sup>	(D)	<0,0001	
0,10%	3,727 <sup>ABa</sup>	2,880 <sup>Bb</sup>	(I)	0,1732	
0,15%	3,923 <sup>Aa</sup>	2,950 <sup>Bb</sup>	(DxI)	<0,0001	
0,20%	3,886 <sup>ABa</sup>	3,015 <sup>Bb</sup>			
<b>Defumação x Armazenamento</b>					
Defumação (D)					
Armazenamento (A)	Defumado	Não defumado	P-value		
Sem armazenamento	3,539 <sup>Aa</sup>	2,580 <sup>Cb</sup>	(D)	<0,0001	
15 dias	3,253 <sup>Aa</sup>	2,931 <sup>Bb</sup>	(A)	<0,0001	
30 dias	3,496 <sup>Aa</sup>	3,716 <sup>Aa</sup>	(DxA)	<0,0001	
<b>Inclusão de Alecrim x Armazenamento</b>					
Armazenamento (A)					
Inclusão de Alecrim (I)	Sem armazenamento	15 dias	30 dias	P-value	
Sem alecrim	3,031 <sup>Ab</sup>	3,465 <sup>Aab</sup>	3,963 <sup>Aa</sup>	(A)	<0,0001
0,10%	3,017 <sup>Aa</sup>	3,489 <sup>Aa</sup>	3,405 <sup>Ba</sup>	(I)	0,1732
0,15%	3,064 <sup>Ab</sup>	3,684 <sup>Aa</sup>	3,562 <sup>ABa</sup>	(IxA)	0,0240
0,20%	3,127 <sup>Ab</sup>	3,730 <sup>Aa</sup>	3,494 <sup>ABab</sup>		

<sup>A,C</sup>Médias seguidas por letras maiúsculas distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). <sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras minúsculas distintas, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). TBARS: substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico; MDA: malonaldeído.

Após 30 dias de armazenamento foi verificada redução da oxidação lipídica com a inclusão de pelo menos 0,10% de alecrim nas formulações. De todas as formulações estudadas, a inclusão de 0,10% de alecrim proporcionou melhor estabilidade oxidativa ao hambúrguer produzido, uma vez que após 15 e 30 dias de estocagem, os hambúrgueres apresentaram valores de TBARS estatisticamente iguais aos de hambúrgueres que não foram armazenados. Nassu *et al.* (2003) ao avaliarem a estabilidade oxidativa de salsicha produzidas com carne de cabra e diferentes níveis de antioxidantes naturais, concluíram que as formulações que continham 0,05% de alecrim apresentaram menores valores iniciais de TBARS e melhor estabilidade oxidativa durante a estocagem por 90 dias.

## CONCLUSÕES

O processo de defumação provoca a redução da maciez de hambúrgueres, no entanto preserva seu formato e sua composição nutricional e atua na prevenção de processos oxidativos durante o armazenamento, aumentando a vida de prateleira dos hambúrgueres. A inclusão de 0,10% de alecrim in natura nas formulações também proporciona melhor estabilidade oxidativa e, conseqüentemente, previne a deterioração de hambúrgueres de carne caprina durante o armazenamento.

## LITERATURA CITADA

AOAC (Association of Analytical Chemists). 2005. Official methods of analysis. 18th ed. Washington, DC. Disponível em: <http://>

- www.eoma.aoac.org/methods/ [Fev. 27, 2016].
- Assis, M. F., M. L. R. S. Franco, M. V. Stéfani, N. P. Franco, L. C. Godoy, A. C. Oliveira, J. V. Visentainer, A. F. Silva e A. L. V. Hoch. 2009. Efeito do alecrim na defumação da carne de rã (*Rana catesbeiana*): características sensoriais, composição e rendimento. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 29:553-556.
- Berry, B. W. 1992. Low fat level effects on sensory, shear, cooking and chemical properties of ground beef patties. *J. Food Sci.* 57:537-540.
- Geromel, E. J. e R. J. Forster. 1982. Princípios fundamentais em tecnologia do pescado. Secretaria da Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia. São Paulo, Brasil. 127 p.
- Higgins, F. M., J. P. Kerry, D. J. Buckley and P. A. Morrissey. 1998. Effect of dietary  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation on  $\alpha$ -tocopherol distribution in raw turkey muscles and its effect on the storage stability of cooked turkey meat. *Meat Sci.* 50:373-383.
- Lee, H. S. and Y. J. Ahn. 1998. Growth-inhibiting effects of *Cinnamomum cassia* bark-derived materials on human intestinal bacteria. *J. Agric. Food Chem.* 46:8-12.
- Milani, L. I. G., N. N. Terra, L. L. M. Fries e E. H. Kubota. 2012. Efeito de extratos de caqui (*Diospyros kaki* L.) cultivar Rama Forte e do extrato oleoso de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) nas características sensoriais e na estabilidade da cor de hambúrguer de carne bovina congelado. *Semin-Cienc. Agrar.* 1085-1094.
- Nassu, R. T., L. A. G. Gonçalves, M. A. A. P. Silva and F. J. Beserra. 2003. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidante. *Meat Sci.* 63:43-49.
- Nunes, M. L. 1999. Defumação. En: Ogawa, M. e E. L. Maia (Eds.) *Manual de Pesca - Ciência e Tecnologia do Pescado*. Varela, São Paulo, Brasil. pp. 300-306.
- Padilha, A. D. G. Antioxidante natural de erva mate na conservação da carne de frango in vivo. 2007. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. 97 p.
- Ramalho, V. C. e N. Jorge. 2006. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Quim. Nova.* 29:755-760.
- Resosemito, F. S., J. C. Q. Morais, T. L. S. Queiroz, F. C. S. Ferreira, K. S. Almeida e D. L. Lobato. 2012. Formulação, preparação e avaliação sensorial de hambúrguer da carne de caprinos de descarte com diferentes teores da gordura. In: VII CONNEPI (Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação). Disponível em: <http://prop.i.iftto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/4683> [Abr. 09, 2016].
- Ribeiro, S. C. A. 2000. Secagem e defumação líquida de filé de peixe matrinhã (*Brycon cephalus*). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, Brasil. 101 p.
- Roça, R. O. 2011. Defumação. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca112.pdf> [Abr. 10, 2016].
- Santos Junior, L. C. O., R. Rizzatti, A. Brungera, T. J. Schiavini, E. F. M. Campos, J. F. Scalco Neto, L. B. Rodrigues, E. L. Dickel e L. R. Santos. 2009. Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. *Ci. Anim. Bras.* 10:1128-1134.
- SAS Institute Inc. (2002-2003) 'SAS Version 9.1.' (SAS Institute Inc.: Cary, NC).
- Sebranek, J. G., V. J. H. Sewalt, K. L. Robbins and T. A. Houser. 2005. Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Sci.* 69:289-296.
- Shan, B., Y. Z. Cai, J. D. Brooks and H. Corke. 2009. Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural

- preservatives of raw pork. J. Sci. Food Agr. 89:1879-1885.
- Sigurgisladottir, S., M. S. Sigurgisladottir, O. Torrissen, J. L. Vallet and H. Hafsteinsson. 2000. Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo solar*) fillets. Food Res. Int. 33:847-855.
- Souza, M. L. R., A. E. Baccarin, E. M. M. Viegas e S. N. Kronka. 2004. Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: Aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. R. Bras. Zootec. 33:27-36.
- Terra, N. N. e M. A. R. Brum. 1988. Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade. Nobel. São Paulo. Brasil. 119 p.
- Vyncke, B. W. 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. Fett Wiss. Technol. 72:1084-1087.