

# Caracterização de hambúrguer elaborado com farinha de folhas de Moringa (*Moringa oleífera* Lam.)\*

## Characterization of beef burger made with Moringa (*Moringa oleífera* Lam.) leaves flour

### Abstract

Teixeira, E. M. B.; Carvalho, M. R. B.; Neves, V. A.; Lima, T. M. A.; Pereira, L. A. Characterization of beef burger made with Moringa (*Moringa oleífera* Lam.) leaves flour. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 38, n. 3, p. 220-232, dez. 2013.

*The aim of this study was to determine the antioxidant activity of Moringa (*Moringa oleífera* Lam.) leaves flour in beef burger during storage for 120 days. Six hamburger formulations were processed: one control (without the use of additives), four with addition of Moringa leaves flour (0.10, 0.15, 0.20, and 0.25 g/100 g aggregate), and one with addition of synthetic antioxidant Propyl Gallate (0.01 g/100 g aggregate). The products were analyzed for their chemical composition with determinations of moisture, protein, dietary fiber, lipids, ash, carbohydrate, and caloric value after preparation. Microbiological and acceptance testing were performed at the beginning and after 120 days of storage. Determination of pH, instrumental color and lipid oxidation (TBARS) were performed at 1, 30, 60, 90 and 120 days of storage. All samples showed physical-chemical and microbiological tests in accordance with the Brazilian legislation. pH measurements were between 5.48 and 5.90; however, the intensity of red has changed according to the treatments and storage periods. The addition of Moringa leaves flour had no antioxidant effect on burgers, but its inclusion not only contributed to the improvement of nutritional quality, but also did not harm product acceptance.*

**Keywords:** Lipid oxidation. Malondialdehyde. Color. Sensory acceptance.

ESTELAMAR MARIA BORGES TEIXEIRA<sup>1,3</sup>;  
MARIA REGINA BARBIERI DE CARVALHO<sup>2</sup>;  
VALDIR AUGUSTO NEVES<sup>1</sup>;  
TÂNIA MARA AZEVEDO LIMA<sup>2</sup>;  
LUCAS ARANTES PEREIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Paulista Júlio Mesquita Filho – UNESP, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Departamento de Alimentos e Nutrição.

<sup>2</sup>Universidade Paulista Júlio Mesquita Filho – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Tecnologia.

<sup>3</sup>Instituto Federal do Triângulo Mineiro – IFTM, Campus Uberaba-MG.

**Endereço para correspondência:**  
Estelamar Maria Borges Teixeira.  
Universidade Paulista Júlio Mesquita Filho – UNESP.

Faculdade de Ciências Farmacêuticas.

Instituto Federal do Triângulo Mineiro – IFTM.

Departamento de Alimentos e Nutrição.

Rua Panamá, 75, Fabricício.  
CEP 38067-320.

Uberaba-MG.

E-mail: estelambt@uol.com.br

**Departamento de realização do trabalho:**

Departamento de Alimentos e Nutrição, Laboratório de Bioquímica – UNESP, Araraquara - SP.  
Laboratório de Bromatologia – IFTM, Campus Uberaba-MG, Uberaba-MG.  
Departamento de Tecnologia – FCAV/UNESP, Jaboticabal - SP.

**Agradecimentos:**

o Instituto Federal do Triângulo Mineiro – IFTM, Campus Uberaba.

\*Artigo retirado da Tese de Doutorado: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E NUTRICIONAL DA FOLHA DE MORINGA (*Moringa oleífera* Lam.), 2012, FCFAR – UNESP, Campus Araraquara-SP.

## Resumen

*El objetivo de este trabajo fue verificar la acción antioxidante de una harina de hojas de Moringa (*Moringa oleífera* Lam.) en carne de hamburguesa bovina durante su almacenamiento por 120 días. Se procesaron seis formulaciones de hamburguesa: una de control, sin uso de aditivos, cuatro adicionadas con harina de hojas de Moringa (0,10; 0,15; 0,20 y 0,25 g/100 g de masa) y una adicionada con antioxidante sintético Propil Galato (0,01 g/100 g de masa). Los productos se analizaron, en cuanto a su composición química, con determinaciones de humedad, proteína, fibra alimentaria, lípidos, cenizas, carbohidratos y valor calórico, y, tras la preparación, análisis microbiológicos y pruebas de aceptación, realizados tanto al inicio como al cabo de 120 días de almacenamiento. También se analizaron, con determinación de pH, Color instrumental y oxidación lipídica (TBARS), a los 1, 30, 60, 90 y 120 días de almacenamiento, respectivamente. Todas las muestras presentaron características físico-químicas y microbiológicas de acuerdo con la legislación nacional vigente. Los valores de pH oscilaron entre 5,48 y 5,90 y solamente la intensidad del rojo sufrió modificaciones debido a los tratamientos y periodos de almacenamiento. La adición de harina de hojas de Moringa no ejerció efecto antioxidante en las hamburguesas, sin embargo su inclusión contribuyó para mejorar la calidad nutricional y no perjudicó la aceptación del producto.*

**Palabras clave:** Oxidación lipídica. Malonaldeído. Color. Aceptación sensorial.

## Resumo

*O objetivo deste trabalho foi verificar a ação antioxidante de uma farinha de folhas de Moringa (*Moringa oleífera* Lam.) em produto hambúrguer bovino durante estocagem por 120 dias. Foram processadas seis formulações de hambúrguer, sendo uma controle, sem o uso de aditivos, quatro adicionadas de farinha de folhas de Moringa (0,10; 0,15; 0,20 e 0,25 g/100 g de massa) e uma com adição de antioxidante sintético Propil Galato (0,01 g/100 g de massa). Os produtos foram analisados quanto à composição química, com determinações de umidade, proteína, fibra alimentar, lipídeos, cinzas, carboidratos e valor calórico após o preparo, além de análises microbiológicas e teste de aceitação realizados no início e aos 120 dias de armazenamento, e determinação de pH, cor instrumental e oxidação lipídica (TBARS), realizadas com: 1, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento. Todas as amostras apresentaram características físico-químicas e microbiológicas de acordo com a legislação nacional vigente. As medidas de pH ficaram compreendidas entre 5,48 e 5,90, e somente a intensidade de vermelho sofreu alterações de acordo com os tratamentos e períodos de estocagem. A adição de farinha das folhas de Moringa não exerceu efeito antioxidante nos hambúrgueres, porém sua inclusão contribuiu para a melhoria da qualidade nutricional e não prejudicou a aceitação do produto.*

**Palavras-chave:** Oxidação lipídica. Malonaldeído. Cor. Aceitação sensorial.

## INTRODUÇÃO

Considerando-se a demanda cada vez maior por produtos alimentícios, principalmente para aqueles com proteína de alto valor biológico e valor tecnológico agregado, e de baixo custo, a inserção de produtos vegetais constitui-se numa alternativa promissora. O potencial da folha de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) ainda é pouco explorado no Brasil e o desenvolvimento de novos produtos com boa apresentação e palatabilidade favorecerá a divulgação e o consumo desse vegetal pela população.

Quanto aos aspectos de saúde, as inúmeras alterações nos hábitos alimentares proporcionaram o consumo de produtos industrializados, dentre os quais os hambúrgueres produzidos pelas redes de restaurantes *fast food*. Porém, os consumidores estão cada vez mais atentos aos alimentos de boa qualidade, livres de conservantes e aditivos químicos. Nesta perspectiva, os alimentos vegetais, como as especiarias, recebem grande ênfase em um possível uso racional na linha de produção de indústrias alimentícias, por conferir sabores agradáveis e por apresentarem compostos antioxidantes, como carotenoides, tocoferóis, polifenóis, vitamina C e catequinas, entre outros (KAUR; KAPOOR, 2001; CASTENMILLER et al., 2002; JAVANMARDI et al., 2003).

A ação antioxidante de vários vegetais foi avaliada em sistemas alimentares, como o extrato de alecrim comercial em carne bovina (WONG; HASHIMOTO; SHIBAMOTO, 1995) e peixes (BOYD et al., 1993), comparando a eficiência contra a oxidação com os respectivos antioxidantes comerciais, BHA,  $\alpha$ -tocoferol e TBHQ. O orégano preservou a composição em ácidos graxos e valores de TBARS (ácido tiobarbitúrico) em filés de sardinha (PIEIDADE, 2007) e em hambúrguer de carne mecanicamente separada de Tilápia (ROSSATO, 2010). A adição de 0,1% de sálvia à carne de peito de frango é comprovadamente um método eficaz para minimizar e retardar a oxidação dos lipídios e do colesterol (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2007). O extrato de folhas de oliveira manteve a estabilidade da cor da carne bovina e a cor vermelha brilhante - características da carne fresca -, e impediu a oxidação lipídica (KHAYYAL et al., 2002; BOUAZIZ et al., 2008). O extrato etanólico de folhas de Moringa possui atividade antioxidante (IQBAL; BHANGER, 2006; LAKO et al., 2007) e estas são ricas em polifenóis totais, quercetina, campferol e  $\beta$ -caroteno (LAKO et al., 2007).

Assim, existe interesse tanto da população quanto da área científica em buscar alimentos mais saudáveis, não se perdendo o padrão de qualidade nem as características sensoriais do produto que o consumidor está buscando. Em função do exposto, esta pesquisa estudou a viabilidade da adição de farinha de folhas de Moringa como antioxidante natural em hambúrguer, com o acompanhamento das alterações na oxidação lipídica, na cor e no pH, durante o armazenamento por 120 dias a  $-18^{\circ}\text{C}$ , e avaliações das características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais.

## MÉTODOS

Foi elaborada uma formulação básica dos hambúrgueres, composta de paleta bovina (92%), sal (1%), proteína texturizada de soja (4%), fécula de mandioca (2%) e alho (0,5%) e cebola desidratados (0,5%).

A partir da formulação básica, foram elaborados seis tratamentos, sendo um tratamento controle, ou seja, a própria formulação básica; um tratamento adicionado de antioxidante sintético Propil Galato na proporção de 0,01 g/100 g de formulação básica, e quatro tratamentos

adicionados de farinha de folhas de Moringa nas proporções de 0,10; 0,15; 0,20 e 0,25 g/100g de formulação básica.

Para o preparo dos hambúrgueres, a carne bovina foi moída em disco de 10 mm e homogeneizada com os demais ingredientes em multiprocessador, seguindo-se as boas práticas de manipulação. A massa pronta foi formatada manualmente em moldador de hambúrguer em 100 unidades de aproximadamente 50 g cada, para cada tratamento. Após embalagem individual em filmes de polietileno, os produtos foram mantidos congelados a  $-18^{\circ}\text{C}$  por até 120 dias. Todos os tratamentos foram produzidos em triplicata.

As determinações de umidade, proteína, lipídeos e cinzas foram realizadas conforme as normas da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (2000). O teor de carboidratos foi obtido por diferença. A determinação de fibra alimentar total foi realizada pelo método enzimático gravimétrico (PROSKY et al., 1984). O valor energético total dos produtos foi estimado considerando-se os fatores de conversão de Atwater (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2006).

A análise da oxidação lipídica foi determinada pelo teor de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (VYNCKE, 1970), com modificação, sendo os resultados expressos em mg de malonaldeído/Kg de amostra. Os valores das medidas de pH foram obtidos no início e após 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento, utilizando-se potenciômetro digital Texto® modelo 230, com o eletrodo inserido diretamente na amostra. A avaliação da cor foi realizada em colorímetro Minolta Chroma Meter CR - 300, para as determinações dos parâmetros  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (vermelho) e  $b^*$  (amarelo).

As análises microbiológicas dos produtos ocorreram no primeiro e no 120º dia de armazenamento, e compreenderam a pesquisa de Salmonella (LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERENCIA ANIMAL, 1981) e estafilococcus coagulase positiva, e a determinação do número mais provável de coliformes totais e termotolerantes (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1992).

Para a análise sensorial dos hambúrgueres armazenados por um e 120 dias, foi utilizado o teste de aceitação do consumidor. Os hambúrgueres congelados foram grelhados em chapa antiaderente previamente aquecida e untada com fio de óleo de girassol, com exposição ao calor por quatro minutos de cada lado. Foram, então, cortados em oito pedaços, embalados em papel alumínio e mantidos em caixa térmica até o momento da avaliação. Foi utilizada para os testes a escala hedônica estruturada com nove pontos (1 – ‘desgostei muitíssimo’ a 9 – ‘gostei muitíssimo’) e uma equipe de 80 julgadores (STONE; SIDEL, 1993), com idade entre 14 e 60 anos.

As amostras foram apresentadas em forma monádica, codificadas em três dígitos, em cabines individuais, e os atributos avaliados foram aparência, cor, sabor, textura e impressão global.

As análises foram realizadas somente após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Parecer n.º 32/2011 – CEP/FCFAR/UNESP).

Foram estudados seis tratamentos produzidos em triplicata, totalizando 18 parcelas experimentais. As análises laboratoriais foram realizadas em triplicata de cada parcela, totalizando nove replicatas de cada tratamento. As análises sensoriais foram realizadas por 80 julgadores (repetições) e a amostragem foi realizada de forma única, ou seja, sem considerar as repetições das formulações.

Os resultados obtidos nas análises laboratoriais e no teste de aceitação foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação dos resultados de TBARS, cor e pH, foi utilizado um esquema fatorial (6×5), sendo seis formulações e cinco tempos de armazenamento. As análises foram executadas por meio do *software* AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos (BARBOSA; MALDONADO, 2011).

## RESULTADOS

A composição centesimal dos produtos elaborados encontra-se na Tabela 1. Os percentuais de umidade mostraram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre si, com valores variando de 66,91 a 68,62%. Não houve diferença significativa quanto aos conteúdos de proteína e cinzas entre os produtos, que foram próximos a 20 e 0,6%, respectivamente. O teor de fibra dos hambúrgueres variou de 2,20 a 3,61%, com diferença significativa entre os três tratamentos elaborados com maior conteúdo de farinha das folhas de Moringa e os demais. Diferenças significativas também foram observadas nos teores lipídicos, que variaram de 6,64 a 7,30%. O conteúdo de carboidratos foi baixo, compreendido entre 0,53 e 1,50%. O valor calórico dos hambúrgueres variou entre 143,44 e 149,48 kcal/100 g.

A análise de variância dos valores obtidos para pH e TBARS apresentada na Tabela 2 indica interações significativas entre os fatores 'formulações' e 'período de armazenamento' para os parâmetros analisados. O desdobramento da interação para valores de pH está apresentado na Tabela 3.

Os valores de pH não foram alterados até os 60 dias de armazenamento e, aos 90 dias, o maior valor foi observado para o produto contendo 0,15 g de farinha de Moringa, quando comparado com as demais formulações, excetuando-se a elaborada com 0,20 g. Aos 120 dias, o pH mais ácido foi observado para o produto controle.

**Tabela 1 - Composição química (%), valores de F e coeficiente de variação (CV) de hambúrgueres elaborados com farinha de Moringa**

| Formulações               | Umidade              | Proteína           | Fibras               | Lipídeos            | Cinzas | Carboid.           | Calorias             |
|---------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|--------|--------------------|----------------------|
| Controle                  | 68,62 <sup>a</sup>   | 20,43              | 2,26 <sup>b</sup>    | 6,64 <sup>c</sup>   | 0,67   | 1,38 <sup>ab</sup> | 146,99 <sup>bc</sup> |
| Propil Galato             | 66,91 <sup>c</sup>   | 21,74              | 2,28 <sup>b</sup>    | 6,90 <sup>bc</sup>  | 0,64   | 1,50 <sup>a</sup>  | 155,10 <sup>a</sup>  |
| Moringa 0,10 <sup>l</sup> | 67,30 <sup>bc</sup>  | 21,12              | 2,20 <sup>b</sup>    | 7,30 <sup>a</sup>   | 0,62   | 1,44 <sup>ab</sup> | 156,01 <sup>a</sup>  |
| Moringa 0,15              | 66,91 <sup>c</sup>   | 20,68              | 3,45 <sup>a</sup>    | 6,73 <sup>bc</sup>  | 0,67   | 1,53 <sup>a</sup>  | 149,48 <sup>b</sup>  |
| Moringa 0,20              | 67,80 <sup>abc</sup> | 20,34              | 3,61 <sup>a</sup>    | 7,06 <sup>ab</sup>  | 0,64   | 0,53 <sup>b</sup>  | 147,10 <sup>bc</sup> |
| Moringa 0,25              | 68,34 <sup>ab</sup>  | 20,20              | 3,57 <sup>a</sup>    | 6,68 <sup>c</sup>   | 0,58   | 0,61 <sup>ab</sup> | 143,44 <sup>c</sup>  |
| F                         | 10,13 <sup>**</sup>  | 2,87 <sup>NS</sup> | 131,84 <sup>**</sup> | 12,37 <sup>**</sup> | 0,85   | 5,62               | 24,40 <sup>**</sup>  |
| CV (%)                    | 0,58                 | 2,87               | 3,71                 | 1,84                | 9,62   | 29,25              | 1,16                 |

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>l</sup>Quantidade de farinha de Moringa adicionada às formulações (g/100 g).

**Tabela 2 - Análise de variância e valores médios para o pH e TBARS (mg de malonaldeído/Kg) de produtos tipo hambúrguer elaborados com farinha de Moringa oleífera, durante o armazenamento por 120 dias**

| Fatores                   | Valores de F |            |
|---------------------------|--------------|------------|
|                           | pH           | TBARS      |
| Formulações (F)           | 4,72**       | 23405,89** |
| Período armazenamento (P) | 24,24**      | 68493,26** |
| Interação F×P             | 1,83*        | 6709,55**  |

\*Significativo a 5%; \*\*Significativo a 1%.

**Tabela 3 - Desdobramento da interação entre formulações e períodos de armazenamento para as medidas de pH de produtos tipo hambúrguer elaborados com farinha de Moringa e armazenados por 120 dias**

| Formulações               | Armazenamento (dias) |                    |                    |                     |                       |
|---------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
|                           | 0                    | 30                 | 60                 | 90                  | 120                   |
| Controle                  | 5,85 <sup>Aa</sup>   | 5,68 <sup>Ab</sup> | 5,48 <sup>Ab</sup> | 5,54 <sup>Cb</sup>  | 5,56 <sup>Cb</sup>    |
| Propil Galato             | 5,85 <sup>Aa</sup>   | 5,67 <sup>Ab</sup> | 5,50 <sup>Ab</sup> | 5,62 <sup>BCb</sup> | 5,62 <sup>BCb</sup>   |
| Moringa 0,10 <sup>1</sup> | 5,84 <sup>Aa</sup>   | 5,72 <sup>Ab</sup> | 5,54 <sup>Ab</sup> | 5,62 <sup>BCb</sup> | 5,901 <sup>Aa</sup>   |
| Moringa 0,15              | 5,83 <sup>Aa</sup>   | 5,71 <sup>Ab</sup> | 5,59 <sup>Ab</sup> | 5,84 <sup>Aa</sup>  | 5,80 <sup>Aba</sup>   |
| Moringa 0,20              | 5,83 <sup>Aa</sup>   | 5,72 <sup>Ab</sup> | 5,60 <sup>Ab</sup> | 5,81 <sup>ABa</sup> | 5,801 <sup>Aba</sup>  |
| Moringa 0,25              | 5,82 <sup>Aa</sup>   | 5,73 <sup>Ab</sup> | 5,56 <sup>Ab</sup> | 5,60 <sup>BCb</sup> | 5,74 <sup>ABCab</sup> |

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

<sup>1</sup>Quantidade de farinha de Moringa adicionada às formulações (g/100 g).

Para todas as formulações, os valores de pH diminuíram aos 60 dias, com exceção do produto controle e o que continha Propil Galato, que permaneceram constantes até o final do armazenamento. Não foram observadas variações significativas, entre o início e o final do armazenamento, nos valores de pH, para os produtos elaborados com farinha de Moringa.

Os valores de TBARS demonstraram que as formulações influenciaram a oxidação ao longo do armazenamento, sendo o desdobramento da interação apresentado na Tabela 4.

Os produtos apresentaram diferenças significativas nos valores de malonaldeído entre as formulações, durante todo o período de armazenamento. Os produtos elaborados com 0,25 g de Moringa apresentaram os maiores valores entre os períodos de 30 e 90 dias de armazenamento. Os produtos menos oxidados foram os elaborados com Propil Galato, em qualquer período analisado, com exceção aos 90 dias, que se assemelharam ao produto controle, indicando a efetividade do antioxidante sintético no impedimento da oxidação.

A análise de variância dos valores obtidos para cor instrumental, avaliada pela luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*) e intensidade de amarelo (b\*) dos hambúrgueres em estudo está apresentada na Tabela 5. Foram observadas variações entre as formulações e os períodos de armazenamento para todos os parâmetros. A interação entre os fatores foi significativa somente para a intensidade de vermelho (a\*).

Tabela 4 - Desdobramento da interação entre formulações e período de armazenamento para as médias obtidas para TBARS (mg de malonaldeído/Kg) de hambúrgueres elaborados com farinha de Moringa e armazenados por 120 dias

| Formulações               | Armazenamento (dias) |                      |                     |                     |                     |
|---------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                           | 0                    | 30                   | 60                  | 90                  | 120                 |
| Controle                  | 0,088 <sup>ABd</sup> | 0,101 <sup>Cc</sup>  | 0,099 <sup>Ec</sup> | 0,107 <sup>Eb</sup> | 0,155 <sup>Da</sup> |
| Propil Galato             | 0,061 <sup>Dd</sup>  | 0,090 <sup>Ec</sup>  | 0,089 <sup>Fc</sup> | 0,110 <sup>Eb</sup> | 0,146 <sup>Ea</sup> |
| Moringa 0,10 <sup>1</sup> | 0,080 <sup>Ce</sup>  | 0,095 <sup>Dd</sup>  | 0,131 <sup>Dc</sup> | 0,188 <sup>Db</sup> | 0,523 <sup>Ba</sup> |
| Moringa 0,15              | 0,083 <sup>BCe</sup> | 0,103 <sup>BCd</sup> | 0,141 <sup>Cc</sup> | 0,201 <sup>Cb</sup> | 0,514 <sup>Ca</sup> |
| Moringa 0,20              | 0,088 <sup>ABe</sup> | 0,107 <sup>Bd</sup>  | 0,287 <sup>Bc</sup> | 0,312 <sup>Bb</sup> | 0,571 <sup>Aa</sup> |
| Moringa 0,25              | 0,093 <sup>Ae</sup>  | 0,117 <sup>Ad</sup>  | 0,462 <sup>Ac</sup> | 0,479 <sup>Ab</sup> | 0,527 <sup>Ba</sup> |

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).  
<sup>1</sup>Quantidade de farinha de Moringa adicionada às formulações (g/100 g).

Em relação à luminosidade, o menor valor foi obtido para a formulação contendo 0,25 g de farinha de folha de Moringa, indicando um produto mais escuro. Em relação ao período de armazenamento, foi observado aumento na luminosidade e, aos 120 dias, foi obtido o maior valor.

Os produtos elaborados com folha de Moringa apresentaram maiores intensidades de amarelo ( $b^*$ ) em relação ao produto com antioxidante sintético, em razão da presença de carotenoides nas folhas. Entretanto, as concentrações da farinha não interferiram neste parâmetro. Com o armazenamento, houve aumento nos valores, com maior intensidade desta tonalidade aos 90 e 120 dias.

O desdobramento da interação para a intensidade de vermelho ( $a^*$ ) está apresentado na Tabela 6. Os valores para os produtos elaborados com Propil Galato e 0,25 g de farinha de folhas de Moringa não apresentaram alterações durante o armazenamento, ou seja, a adição de 0,25 g de farinha foi capaz de estabilizar a cor dos produtos com relação à intensidade de vermelho. Contudo, os valores foram bastante inferiores aos dos tratamentos controle, com Propil Galato e aqueles adicionados das menores concentrações de farinha (0,10 e 0,15 g). Os produtos que continham Moringa, de maneira geral, apresentaram as menores intensidades em qualquer período analisado, certamente em função da forte coloração verde escuro da farinha das folhas de Moringa.

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos para a análise sensorial dos hambúrgueres recém-elaborados. Os atributos sensoriais aparência, cor, sabor, textura, aroma e impressão global não sofreram variações significativas ( $p < 0,05$ ) com os ingredientes e nem com as proporções utilizadas.

Os resultados obtidos na análise sensorial dos produtos cárneos armazenados por 120 dias estão apresentados na Tabela 8. Os atributos sensoriais sabor, textura, aroma e impressão global não sofreram variações significativas ( $P > 0,05$ ) com a adição da farinha, porém os atributos aparência e cor foram influenciados pela adição da farinha de folhas e pelas concentrações utilizadas. A formulação mais aceita foi a que continha 0,10 g de farinha de folhas de Moringa e a menos aceita pelos provadores foi aquela com a maior concentração (0,25 g).

Tabela 5 - Análise de variância (teste F) e valores médios para cor instrumental de produtos tipo hambúrguer elaborados com farinha de Moringa durante o armazenamento por 120 dias

| Fatores   | Valores de F        |                     |         |
|---|---------------------|---------------------|---------|
|   | L*                  | b*                  | a*      |
| Formulações (F)                                 | 8,16**              | 11,86**             | 33,02** |
| Período de Armazenamento (P)                    | 136,73**            | 51,53**             | 15,69** |
| Interação F×P                                   | 1,69 <sup>NS</sup>  | 1,62 <sup>NS</sup>  | 4,12**  |
| <b>Médias para formulações (F)</b>              |                     |                     |         |
| Controle  | 42,51 <sup>a</sup>  | 11,69 <sup>bc</sup> |         |
| Propil Galato                                   | 42,69 <sup>a</sup>  | 10,93 <sup>c</sup>  |         |
| Moringa 0,10 <sup>1</sup>                       | 40,66 <sup>ab</sup> | 12,94 <sup>ab</sup> |         |
| Moringa 0,15                                    | 42,41 <sup>a</sup>  | 13,38 <sup>a</sup>  |         |
| Moringa 0,20                                    | 40,83 <sup>a</sup>  | 13,22 <sup>a</sup>  |         |
| Moringa 0,25                                    | 39,66 <sup>b</sup>  | 13,07 <sup>a</sup>  |         |
| <b>Médias para período de armazenamento (P)</b> |                     |                     |         |
| 0   | 34,41 <sup>d</sup>  | 8,95 <sup>c</sup>   |         |
| 30  | 41,20 <sup>c</sup>  | 12,58 <sup>b</sup>  |         |
| 60  | 42,84 <sup>b</sup>  | 13,03 <sup>b</sup>  |         |
| 90  | 43,76 <sup>ab</sup> | 14,62 <sup>a</sup>  |         |
| 120   | 45,10 <sup>a</sup>  | 13,52 <sup>ab</sup> |         |

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). F = formulação do produto cárneo; P = períodos de armazenamento. <sup>1</sup>Quantidade de farinha de Moringa adicionada às formulações (g/100 g). <sup>ns</sup>=não significativo, \*\*significativo a 1%.

Tabela 6 - Desdobramento da interação entre formulações e períodos de armazenamento para a intensidade de vermelho (a\*) de hambúrgueres elaborados com farinha de Moringa e armazenados por 120 dias

| Formulações               | Armazenamento (dias) |                     |                     |                      |                      |
|---------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
|                           | 0                    | 30                  | 60                  | 90                   | 120                  |
| Controle                  | 9,65 <sup>Aa</sup>   | 6,28 <sup>ABb</sup> | 10,12 <sup>Aa</sup> | 9,53 <sup>Aa</sup>   | 5,83 <sup>Ab</sup>   |
| Propil Galato             | 7,15 <sup>ABa</sup>  | 8,89 <sup>Aa</sup>  | 6,44 <sup>Ba</sup>  | 6,26 <sup>ABa</sup>  | 6,30 <sup>Aa</sup>   |
| Moringa 0,10 <sup>1</sup> | 5,51 <sup>Bab</sup>  | 7,74 <sup>ABa</sup> | 2,42 <sup>Cc</sup>  | 3,63 <sup>BCbc</sup> | 3,76 <sup>ABbc</sup> |
| Moringa 0,15              | 4,95 <sup>Bab</sup>  | 7,62 <sup>ABa</sup> | 1,44 <sup>Cc</sup>  | 2,90 <sup>Bc</sup>   | 2,01 <sup>Bbc</sup>  |
| Moringa 0,20              | 1,53 <sup>Cb</sup>   | 5,34 <sup>BCa</sup> | 0,91 <sup>Cb</sup>  | 1,38 <sup>Cb</sup>   | 1,70 <sup>Bc</sup>   |
| Moringa 0,25              | 1,36 <sup>Ca</sup>   | 2,41 <sup>Ca</sup>  | 0,47 <sup>Ca</sup>  | 1,09 <sup>Ca</sup>   | 1,18 <sup>Ba</sup>   |

Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Quantidade de farinha de Moringa adicionada às formulações (g/100 g).



**Tabela 7 - Avaliação sensorial dos hambúrgueres elaborados com farinha de Moringa no início do armazenamento**

| Formulações               | Aparência          | Cor                | Sabor              | Textura            | Aroma              | Impressão Global   |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Controle                  | 7,30               | 7,30               | 7,20               | 7,09               | 7,42               | 7,35               |
| Propil galato             | 7,20               | 7,26               | 6,90               | 6,94               | 7,30               | 6,98               |
| Moringa 0,10 <sup>1</sup> | 7,29               | 7,18               | 7,26               | 7,40               | 7,26               | 7,36               |
| Moringa 0,15              | 7,22               | 7,92               | 7,07               | 7,07               | 7,28               | 7,20               |
| Moringa 0,20              | 7,00               | 7,01               | 6,91               | 6,74               | 7,24               | 6,92               |
| Moringa 0,25              | 6,85               | 6,85               | 6,75               | 6,70               | 6,99               | 6,83               |
| Teste F                   | 1,20 <sup>ns</sup> | 1,30 <sup>ns</sup> | 1,17 <sup>ns</sup> | 2,14 <sup>ns</sup> | 0,99 <sup>ns</sup> | 2,29 <sup>ns</sup> |
| CV (%)                    | 19,44              | 20,64              | 23,17              | 22,65              | 17,76              | 18,95              |

<sup>1</sup> Quantidade de farinha de moringa adicionada às formulações (g/100 g). <sup>ns</sup>=não significativo.

**Tabela 8 - Avaliação sensorial dos produtos tipo hambúrguer elaborados com farinha de Moringa armazenados por 120 dias**

| Formulações   | Aparência          | Cor                | Sabor              | Textura            | Aroma              | Impressão Global   |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Natural       | 7,56 <sup>a</sup>  | 7,23 <sup>ab</sup> | 7,17               | 7,20               | 7,30               | 7,28               |
| Propil Galato | 7,18 <sup>ab</sup> | 7,24 <sup>ab</sup> | 7,12               | 7,35               | 7,08               | 7,30               |
| Moringa 0,101 | 7,55 <sup>a</sup>  | 7,44 <sup>a</sup>  | 7,37               | 7,23               | 7,41               | 7,51               |
| Moringa 0,15  | 7,06 <sup>ab</sup> | 7,85 <sup>ab</sup> | 7,19               | 7,13               | 7,26               | 7,16               |
| Moringa 0,20  | 7,26 <sup>ab</sup> | 6,96 <sup>ab</sup> | 7,23               | 7,01               | 7,18               | 7,28               |
| Moringa 0,25  | 6,85 <sup>b</sup>  | 6,72 <sup>b</sup>  | 6,83               | 6,9                | 6,93               | 6,92               |
| Teste F       | 2,88 <sup>**</sup> | 2,81 <sup>*</sup>  | 1,43 <sup>NS</sup> | 1,07 <sup>NS</sup> | 1,08 <sup>NS</sup> | 1,72 <sup>NS</sup> |
| CV (%)        | 20,22              | 20,42              | 22,34              | 19,48              | 20,10              | 18,43              |

<sup>1</sup> Quantidade de farinha de Moringa adicionada às formulações (g/100 g). <sup>ns</sup> = não significativo; <sup>\*</sup> significativo a 5%; <sup>\*\*</sup> significativo a 1%.

## DISCUSSÃO

De acordo com a portaria n.º 27 / 1998, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1998), um alimento pode ser considerado fonte de Fibra Alimentar quando apresentar no produto pronto, no mínimo, 3 g/100 g deste nutriente. Assim, os hambúrgueres adicionados de 0,15; 0,20 e 0,25 g de farinha das folhas de Moringa se enquadram nesta categoria.

Todos os tratamentos atenderam ao Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrgueres (BRASIL, 2000), quanto aos teores de lipídeos (máximo 23%), proteínas (mínimo 15%) e carboidratos totais (3%).

Provavelmente, houve uma pequena contribuição da farinha no aumento do teor de fibras dos produtos, já que a folha é rica neste nutriente. Contudo, não foi observada relação direta entre o aumento na adição de farinha das folhas de Moringa e os valores de umidade, lipídeos, carboidratos e calórico, principalmente em virtude das pequenas quantidades adicionadas nos tratamentos.

As medidas de pH ficaram compreendidas entre 5,48 e 5,90, aproximando-se do valor (5,63) obtido por Hautrive et al. (2008) e do intervalo de 5,1 a 6,2, encontrado por Franco e Landgraf (1996) para hambúrguer bovino. Os produtos apresentaram-se aceitáveis para o consumo de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 1952), que determina valor de pH de produtos cárneos em condições de consumo entre 6,0 e 6,4. As alterações no pH são decorrentes da degradação da proteína com liberação de aminas, dentre outras substâncias, que resultam no aumento do valor de pH.

A adição de farinha de folhas de Moringa não preveniu a oxidação lipídica dos hambúrgueres em estudo, provocando, inclusive, aumento nos valores de malonaldeído com a inclusão da farinha. Este comportamento pode estar relacionado com dois fatores: o mecanismo de fotoxidação das gorduras promovido pela radiação UV em presença de fotossensibilizadores, como a clorofila presente nas folhas da Moringa, que absorvem a energia luminosa de comprimento de onda na faixa do visível e a transferem para o oxigênio triplete, gerando o estado singlete que, por sua vez, reage diretamente com as duplas ligações, formando hidroperóxidos que, por degradação posterior, originam aldeídos, álcoois e hidrocarbonetos (RAMALHO; JORGE, 2006). Além de outro fator, a presença do  $\beta$ -caroteno (FERREIRA et al., 2008), que pode agir como um pró-oxidante em altas pressões de oxigênio e altas concentrações do carotenoide (UENOJO; MARÓSTICA-JUNIOR; PASTORE, 2007).

A ação antioxidante do extrato metanólico das folhas da Moringa, determinada por Larosa, Rossato e Lopes (2011), não foi atribuída aos compostos fenólicos, podendo, portanto, estar associada aos carotenoides. Por outro lado, Sousa, Oliveira e Silva (2010) observaram que o extrato metanólico das folhas de Moringa apresentou baixa atividade antioxidante frente ao radical DPPH, comparada aos padrões ácido elágico, ácido gálico, BHT e rutina nas concentrações de 250, 200, 150, 100, 50 e 25  $\mu\text{g/mL}$ .

A baixa efetividade da Moringa como antioxidante natural também foi verificada por Larosa, Rossato e Lopes (2011) que, ao armazenarem carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia adicionada de antioxidantes naturais, observaram que a maior oxidação aos 60 dias foi obtida para a carne que continha alecrim (0,216 mg de malonaldeído / Kg) e Moringa (0,196 mg de malonaldeído / Kg), sendo estes também os menos efetivos aos 120 dias, em relação à sálvia e ao Propil Galato usado como controle. Coppin (2008) também verificou que a Moringa tem capacidade antioxidante relativamente baixa (5 a 6,24%) quando comparada ao chá verde (*Camellia sinensis*) (35 a 45%).

Apesar do aumento na quantidade de malonaldeído com a adição de farinha das folhas de Moringa, todas as formulações analisadas, em qualquer dos períodos, apresentaram índice de oxidação menor do que 0,576 mg de malonaldeído/Kg, valores inferiores aos encontrados por Sáyago-Ayerdi, Brenes e Goñi (2009) para hambúrgueres de frango crus, adicionados de antioxidante natural à base de uva durante período de estocagem.

A diminuição na intensidade de vermelho ( $a^*$ ) dos hambúrgueres durante o período de estocagem observada no presente trabalho foi semelhante à encontrada por Milani et al. (2012), ao estudarem o efeito da utilização de extratos de caqui e alecrim na estabilidade das características sensoriais e de cor de hambúrgueres bovinos congelados por 14 meses. Mesmo comportamento foi encontrado por McCarthy et al. (2010), quando os autores aplicaram extratos de diferentes fontes vegetais visando a avaliar a ação antioxidante em hambúrgueres suínos do tipo *patty* crus e cozidos. Os autores verificaram, ainda, que mesmo com a utilização de um antioxidante sintético (BHA/BHT), houve diminuição da intensidade de vermelho durante o período de estocagem.

Os produtos foram analisados de acordo com os parâmetros exigidos pela legislação brasileira vigente, quanto à presença de *Salmonella*, coliformes totais e termotolerantes, e estafilococcus coagulase positiva.

O Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos estabelecido pela Resolução RDC n.º 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) para hambúrguer bovino determina ausência em 25 g de *Salmonella ssp.*, tolerância máxima de  $5 \times 10^2$  UFC/g para estafilococcus coagulase positiva e  $5 \times 10^3$  NNP/g para coliformes a 45 °C. Os produtos apresentaram contagens microbiológicas bem abaixo do tolerável (BRASIL, 2001) e, nos períodos analisados, não foi detectada presença de bactérias patogênicas, revelando as condições sanitárias satisfatórias do produto para consumo humano.

## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que a adição de farinha de folhas de Moringa em hambúrgueres, nas quantidades utilizadas, não é uma alternativa viável em relação à atividade antioxidante, pois contribuiu significativamente para a oxidação lipídica, além de causar diminuição da intensidade da cor vermelha do produto. Ainda assim, a adição da farinha favoreceu a elaboração de hambúrgueres com boas características nutricionais, sensoriais e microbiológicas.

## REFERÊNCIAS/REFERENCES

- A M E R I C A N P U B L I C H E A L T H ASSOCIATION - APHA. *Compendium of methods for the microbiological examination of food*. 3th ed. Washington: APHA, 1992.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 17th ed. Arlington: AOAC Inc; 2000.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO, J. R. W. *AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos*. versão 1.1.0.695. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2011.
- BOUAZIZ, M.; FKI, I, JEMAI, H.; AYADI, M.; SAYADI, S. Effect of storage on refined and husk olive oils composition: stabilization by addition of natural antioxidants from Chemlali olive leaves. *Food Chem.*, v. 108, n. 1, p. 253-62, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.074>
- BOYD, L. C.; GREEN, D. P.; GIESBRECHT, F. B.; KING, M. F. Inhibition of oxidative rancidity in frozen cooked flakes by tert-butylhydroquinone and rosemary extract. *J. Sci. Food Agric.*, v. 61, n. 1, p. 87-93, 1993. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2740610114>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. Instrução Normativa nº 20 - Dispõe sobre os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresentado, de Fiambre, de

Hambúrguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12 - Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27 - Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Brasília: Ministério da Saúde, 1998.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Decreto nº 30.691 - Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Brasília: Presidência da República, 1952.

CASTENMILLER, J. J. M.; LINSSEN, J. P. H.; HEINONEN, I. M.; HOPIA, A. I.; SCHWARZ, K.; HOLLMANN, P. C. H.; WEST, C. E. Antioxidant properties of differently processed spinach products. *Nahrung.*, v. 46, p. 290-3, 2002. [http://dx.doi.org/10.1002/1521-3803\(20020701\)46:4<290::AID-FOOD290>3.0.CO;2-I](http://dx.doi.org/10.1002/1521-3803(20020701)46:4<290::AID-FOOD290>3.0.CO;2-I)

COPPIN, J. A. Study of the nutritional and medicinal values of Moringa oleifera leaves from sub-saharan Africa: Ghana, Rwanda Senegal and Zambia. Graduate School-New Brunswick Rutgers, State University of New Jersey, 2008.

FERREIRA, P. M. P.; FARIAS, D. F.; OLIVEIRA, J. T. A.; CARVALHO, A. F. U. Moringa oleifera: bioactive compounds and nutritional potential. *Rev Nutr.*, v. 21, n. 4, p. 431-37, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732008000400007>

FRANCO, B. G. M. F.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 1996.

HAUTRIVE, T. P.; OLIVEIRA, V. R.; SILVA, R. D.; TERRA, N. N.; CAMPAGNOL, P. C. B. Análise físico-química e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz. *Ciênc Tecnol Aliment.*, v. 28, p. 95-101, 2008. Suplemento. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000500016>

IQBAL, S.; BHANGER, M. I. Effect of season and production location on antioxidant activity of Moringa

oleifera leaves grown in Pakistan. *J Food Compos Anal.*, v. 9, p. 544-51, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2005.05.001>

JAVANMARDI, J.; STUSHNOFF, C.; LOCKE, E.; VIVANCO, J. M. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian Ocimum accessions. *Food Chem.*, v. 83, p. 547-50, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00151-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00151-1)

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables - the millennium's health. *Int. J. Food Sci. Technol.*, v. 36, p. 703-25, 2001. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2621.2001.00513.x>

KHAYYAL, M. T.; EL-GHAZALY, M. A.; ABDALLAH, D. M.; NASSAR, N. N.; OKPANYI, S. N.; KREUTER, M.-H. Blood pressure lowering effect of an olive leaf extract (*Olea europaea*) in L-NAME induced hypertension in rats. *Arzneimittelforschung.*, v. 52, n. 11, p. 797-802, 2002. PMID:12489249.

LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERENCIA ANIMAL - LANARA. *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes - métodos físicos e químicos*. versão II. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981.

LAKO, J.; TRENERRY, V. C.; WAHLQVIST, M.; WATTANAPENPAIBOON, N.; SOTHEESWARAN, S.; PREMIER, R. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. *Food Chem.*, v. 101, p. 1727-41, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.031>

LAROSA, G.; ROSSATO, A. S.; LOPES, G. A. Z. Compostos fenólicos e atividade antioxidante em extratos de plantas. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS, 9., 2011. Campinas. *Anais...* UNICAMP; 2011.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. Antioxidantes naturais da Família *Lamiaceae* - Aplicação em produtos alimentícios. *Braz J Food Technol.*, v. 10, n. 2, p. 96-103, 2007.

McCARTHY, T. L.; KERRY, J. P.; KERRY, J. F.; LYNCH, P. B.; BUCKLEY, D. J. Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as

- compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties. *Journal of Meat Science*, v. 58, n. 1, p. 45-52, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00129-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00129-7)
- MILANI, L. I. G.; TERRA, N. N.; FRIES, L. L. M.; KUBOTA, E. H. 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. *Semina: Ciênc Agr.*, v. 33, n. 3, p. 1085-94, 2012.
- PIEIDADE, K. R. *Uso de ervas aromáticas na estabilidade oxidativa de filés de sardinha (Sardinella brasiliensis) processados*. 2007. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- PROSKY, L.; ASP, G. N.; FURDA, I.; DEVRIES, J. W.; SCHWEIZER, T. F.; HARLAND, B. F. Determination of total dietary fiber in foods, food products, and total diets: Interlaboratory Study. *J Assoc Off Anal Chem.*, v. 67, n. 6, p. 1044-52, 1984.
- RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Quím Nova.*, v. 29, n. 4, p. 755-60, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422006000400023>
- ROSSATO, A. S. *Uso de antioxidantes naturais em hambúrgueres preparados com carne mecanicamente separada de tilápia*. 2010. Dissertação(Mestrado)-Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.
- SÁYAGO-AYERDI, S. G.; BRENES, A.; GOÑI, I. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. *LWT - Food Sci Technol.*, v. 42, n. 5, p. 971-6, 2009.
- SOUSA, T. O.; OLIVEIRA, G. L. S.; SILVA, R. A. C. Potencial antioxidante do extrato metanólico da folha de *Moringa oleifera* lam. pelo sequestro do radical DPPH. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 5., 2010, Maceió. *Anais...* Maceió, 2010.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. *Sensory evaluation practices*. 2nd ed. London: Academic Press, 1993. 337 p.
- UENOJO, M.; MARÓSTICA-JUNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. *Quím Nova.*, v. 30, n. 3, p. 616-22, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000300022>
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. *Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO*. versão 2. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2006. 105 p.
- VYNCKE, B. W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fett Wiss Techn.*, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970.
- WONG, J. W.; HASHIMOTO, K.; SHIBAMOTO, T. Antioxidant activities of rosemary and sage extracts and vitamin E in a model meat system. *J Agric Food Chem.*, v. 43, n. 10, p. 2707-12, 1995. <http://dx.doi.org/10.1021/jf00058a029>

Recebido para publicação em 09/09/12.

Aprovado em 14/10/13.