

# ELABORAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA DE HAMBÚRGUERES DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus* LINNAEUS, 1758), ADICIONADOS DE CAROTENÓIDES DE *Bixa orellana* L..

Preparation of the composition and evaluation of oxidative stability of Nile Tilapia patties (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758), added carotenoids from *Bixa orellana* L..

Vitor da Cruz Meleiro.<sup>1\*</sup>; Romeu Cavalcante<sup>2</sup>; Ivanilton Almeida Nery.<sup>3</sup>; Maria Ivone Barbosa.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SENAI/CTS Alimentos e Bebidas, Rua Nilo Peçanha, 85, Vassouras, RJ. CEP: 27700-000.

<sup>2</sup>Departamento de Tecnologia de Alimentos. Instituto de Tecnologia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (DTA/IT/UFRRJ), BR 465, Km 7, Zona Rural - Seropédica - RJ, 23890-000.

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) *campus* Nilópolis. Rua Lúcio Tavares, 1045, Nova Cidade, Nilópolis, RJ. CEP: 26.530-060.

\*Autor Correspondente: vmeleiro@gmail.com

## RESUMO

Os experimentos avaliaram a atividade antioxidante dos carotenóides obtidos do urucum (bixina e norbixina) em hambúrguer processado à base de tilápias, tendo como base para comparação de eficiência o eritorbato de sódio, antioxidante utilizado largamente na indústria de processamento de carne e como base para o efeito antioxidante a amostra controle (sem utilização de antioxidante). Os carotenóides, bem como o eritorbato de sódio, foram utilizados em igual concentração no produto (0,05%), a fim de estabelecer um parâmetro de igualdade para a comparação. Os resultados obtidos mostraram que houve diferença significativa, em nível de 5%, entre as amostras de bixina e norbixina em comparação com eritorbato de sódio para o controle da oxidação lipídica, medido a partir da formação de malonaldeído e expresso em mg/Kg de produto, no período de nove dias de estocagem sob temperatura de 8°C, com melhor desempenho por parte do eritorbato de sódio. As estruturas de bixina e norbixina não apresentaram diferença significativa em comparação direta entre elas, em nível de 5%, e apresentaram diferença significativa em comparação com a amostra controle, levando ao resultado positivo para o controle da oxidação lipídica.

**Palavras-chave:** Bixina, Norbixina; oxidação lipídica; sistema-modelo.

## ABSTRACT

The experiments evaluated the antioxidant activity of carotenoids obtained of the annatto (bixin and norbixin), on the basis of raw tilapia hamburger, taking as comparing of efficiency the sodium erythorbate, an antioxidant widely used in the meat processing industry, and as a basis for the antioxidant effect of the control sample (without the use of antioxidant). Carotenoids and the sodium erythorbate concentration were used in the same product (0,05%) to establish a parameter equal to comparison. The results showed a significant difference in level of 5% between samples of bixin and norbixin compared with sodium erythorbate for control of the lipid oxidation, measured from the formation of malonaldehyde and expressed in mg/Kg of product, during nine days of storage at a temperature of 8°C, with better performance by the sodium erythorbate. The structures of bixin and norbixin showed no significant difference in direct comparison between them, at 5%, and significant differences compared with the control sample, leading to a positive outcome for the control of lipid oxidation.

**Keywords:** Bixin, Norbixin; lipid oxidation; model system

## INTRODUÇÃO

Os processos de degradação lipídica estão entre as principais causas responsáveis por alterações indesejadas em alimentos, tanto no aspecto sensorial, através da formação de compostos voláteis, como aldeídos, cetonas e ácidos graxos de baixo peso molecular - que influenciarão negativamente na estabilidade de cor, sabor, odor e textura característicos - quanto no aspecto de saúde, por conta da formação de radicais livres e perdas nutricionais através da redução de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (AGUIRREZABAL *et al.*, 2000; MADSEN & BERTELSEN, 1995).

Com o objetivo de minimizar os efeitos do processo de oxidação em lipídios, busca-se a aplicação de um grupo específico de aditivos denominados “antioxidantes”. De maneira geral, pode-se chamar de antioxidante toda substância que, quando presente em baixas concentrações, comparadas ao substrato oxidável, retardam significativamente ou inibem a oxidação deste substrato. Os radicais formados a partir de antioxidantes não são reativos para propagar reação em cadeia e, sendo neutralizados por reação com outro radical, formam produtos estáveis ou que podem ser reciclados por outro antioxidante (BARREIROS *et al.*, 2005).

Há um crescente interesse na relação entre alimentação e saúde, destacando-se o consumo de antioxidantes naturalmente presentes nos alimentos como vitamina C, vitamina E, carotenóides e compostos fenólicos, já que, diversas alegações de saúde tem sido atribuídas a estes compostos (CAMPOS *et al.*, 2008).

Experimentos recentes tem demonstrado a eficiência de diversos carotenóides no controle da oxidação lipídica em diferentes matrizes alimentícias, inclusive em produtos cárneos (MERCADANTE *et al.*, 2010; CASTRO *et al.*, 2011).

Dentre os carotenóides testados destaca-se a bixina (9'-cis-6,6'-diapocaroteno-6,6'-dioato, C<sub>25</sub>H<sub>30</sub>O<sub>4</sub>), obtidas das sementes de urucum (*Bixina orellana L.*), principal fonte deste corante natural amplamente aplicado na indústria de alimentos, respondendo por cerca de 90% de todo corante natural consumido no Brasil, e cerca de 70% dos corantes naturais utilizados em alimentos no mundo (CONTO *et al.*, 1991).

MERCADANTE *et al.* (*loc. cit*) avaliaram o efeito da adição de diversos carotenóides no controle da oxidação lipídica e no desenvolvimento e estabilidade de coloração em alimentos processados. Como exemplo podem ser citados a avaliação da norbixina para o controle do processo de oxidação lipídica em salsichas estocadas sob temperatura de refrigeração, em comparação com o eritorbato de sódio e outros pigmentos naturais, como zeaxantina e licopeno.

A avaliação do efeito antioxidante por parte da bixina pode ser verificada no estudo com aplicação de colorífico (mistura de urucum com farinha de milho) e vitamina E, tocoferol, na carne de frango, onde demonstrou-se boa ação na redução do processo de oxidação lipídica e na proteção da estrutura do tocoferol, reduzindo a velocidade de degradação desta estrutura. Este efeito sugere que a bixina apresenta maior interação com espécies envolvidas no processo de oxidação, quando comparado ao tocoferol (CASTRO *et al.*, *loc. cit*);).

Desta forma, este trabalho tem por objetivo a determinação da composição centesimal do hambúrguer de tilápia, bem como a avaliação e comparação do efeito antioxidante entre as formas lipossolúvel (bixina) e hidrossolúvel (norbixina) dos carotenóides do urucum (*Bixa orellana L.*). A avaliação da bixina e norbixina como antioxidantes foi feita por comparação com o antioxidante sintético eritorbato de sódio, de grande utilização em carnes e produtos derivados e, portanto, já validado como agente antioxidante.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os filés de tilápias, da linhagem tailandesa, foram adquiridos junto a cooperativa de aquicultores do sul fluminense - Peixesul Ltda, localizada no município de Piraí, RJ. As amostras de bixina e norbixina foram obtidas na forma de extrato em pó, sob concentrações de 27,32 % e 30,15 % respectivamente, por meio de doação, junto a Baculerê Corantes Naturais, localizada no município de Olímpia, SP. As amostras de proteína isolada de soja foram obtidas junto a empresa Solae localizada no município de Barueri, SP. O glutamato monossódio foi obtido por doação junto á empresa Topmart Logística e Distribuição Ltda, localizada na cidade de Barra Mansa, RJ. O condimento pronto para hambúrguer de pescada foi obtido por doação, junto à empresa Kienast & Kratschmer Ltda (Kraki), localizada em Santo André, SP. O antioxidante eritorbato de sódio foi obtido por doação junto a empresa Duas Rodas Industrial, localizada no município de Jaraguá do Sul, SC. Já o óleo de soja e o sal refinado foram adquiridos no mercado local na cidade de Vassouras, RJ.

### Elaboração dos hambúrgueres de tilápia.

Para elaboração dos hambúrgueres de tilápia utilizou-se o Fluxograma conforme mostra a Figura 1. Inicialmente, o filé de tilápia (matéria-prima) foi moído em disco de 3 mm com auxílio de moedor elétrico (marca Incomaf) para obtenção de massa homogênea.

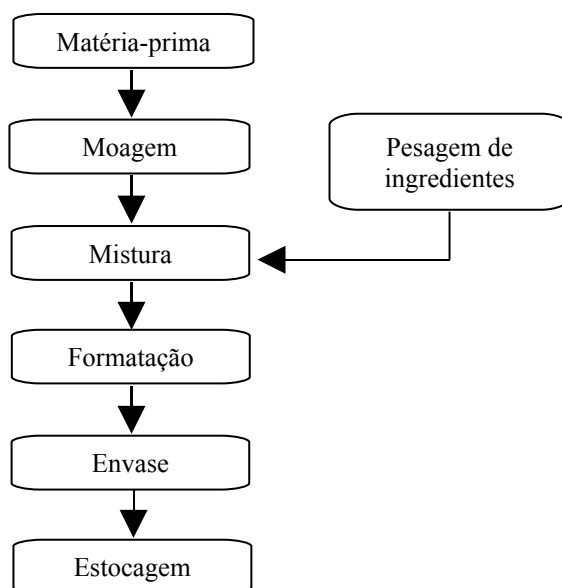


Figura 1. Fluxograma de processamento do hambúrguer de tilápia.

Após a pesagem, todos os ingredientes foram adicionados à massa, obtida no processo de moagem, e homogeneizados com auxílio de misturador elétrico (marca Incomaf) durante 5 minutos. Em seguida, a massa foi formatada com auxílio de equipamento do tipo embutidor (marca Incomaf) com módulo de adaptação para formatação de hambúrguer. As unidades de hambúrguer apresentaram peso médio de 55g e foram embalados em filme de polietileno de baixa densidade com espessura de 0,5 mm, sendo em seguida armazenados sob temperatura de refrigeração. Todos os ingredientes utilizados na formulação padrão do produto foram pesados nas proporções descritas na Tabela 1.

As concentrações de 0,05% para os antioxidantes eritorbato, bixina e norbixina foram definidas tendo com base experimento de avaliação comparativa do efeito da adição de diferentes pigmentos naturais na estabilidade oxidativa em salsichas, conforme citado por MERCADANTE *et. al.* (2010).

**Tabela 1.** Formulação do Hambúrguer de tilápia.

<b>Ingrediente</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Filé de tilápia	81,65
Óleo	5,00
Sal refinado	1,50
Proteína de soja	1,00
Água	10,00
Condimento pronto	0,50
Glutamato monossódico	0,30
Antioxidante natural ou sintético <sup>1</sup>	0,05

<sup>1</sup>Natural (bixina e norbixina) ou sintético (eritorbato de sódio)

### **Composição centesimal do filé e hambúrguer de tilápia**

As análises para determinação da composição centesimal do filé e dos hambúrgueres de tilápia foram realizadas em triplicata com uma repetição conforme as seguintes metodologias: Determinação de cinzas totais, foram pesadas 5g de amostras e tratadas em mufla a 550<sup>0</sup> C. Para determinação de umidade, foram pesadas 5g de amostra, levadas para secagem em estufa à 105<sup>0</sup> C, até peso constante. Determinação de lipídios pelo método Bligh-Dyer modificado. Foram pesadas 50g da amostra, as quais foram tratadas com clorofórmio e metanol, o material obtido foi filtrado e separado em funil de separação para posterior evaporação do solvente e quantificação de lipídios. Determinação de proteína pelo método de Kjeldahl. Foi pesado 1g de amostra, posteriormente levada para digestão em meio ácido, em seguida, a amostra foi destilada para posterior titulação e determinação do conteúdo de Nitrogênio total para então determinar o conteúdo de proteínas com auxílio do respectivo fator de conversão (ADOLFO LUTZ, 2008). Os carboidratos foram determinados por diferença com aplicação da equação: 100 - (%umidade + % cinzas + % lipídios + % proteína) = % carboidratos.

### **Avaliação da estabilidade oxidativa dos hambúrgueres de tilápia crus em sistema-modelo.**

Para avaliação da eficiência dos antioxidantes estudados foram elaboradas as formulações de hambúrguer a seguir, variando-se apenas o tipo de antioxidante e fixando-se sua concentração em 0,05 % p/p (Tabela 1): (1) Controle (sem adição de antioxidante), (2) Bixina, (3) Norbixina e (4) eritorbato de sódio.

A avaliação da estabilidade lipídica das 4 formulações de hambúrguer de tilápia crus estudadas foi realizada em sistema-modelo sob refrigeração (8 °C) durante 9 dias. As amostras de hambúrgueres foram retiradas dos sistema-modelo nos tempos zero, três e nove dias e submetidas as análises do índice de TBAS, conforme apresentados em Resultados e Discussão.

## Determinação dos compostos reativos ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

As análises para determinação de substância reativa ao ácido Tio-barbitúrico (TBA) foram conduzidas conforme a metodologia descrita por KANATT *et al.* (2005): Pesou-se 2 g de amostra, em seguida foram adicionados 16 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA 25%), posteriormente a amostra foi homogeneizada por 20 segundos a 20.000 rpm e, em seguida, filtrou-se em papel de filtro Whatman nº 40. Foram recolhidos 2 mL do filtrado em tubo com rosca e acrescentou-se 2 mL de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA 20 mM). Após o fechamento dos tubos, os mesmos foram aquecidos em banho-maria a 70° C por 30 minutos. As amostras foram esfriadas em água, em seguida realizou-se a leitura de absorbância em espectrofotômetro utilizando o comprimento de ondas de 532 nm. A concentração TBA foi calculada utilizando-se a curva padrão preparada com malonaldeído bis (dietil acetal) da fornecido pela Merck. Os resultados foram expressos em mg de malonaldeído (MDA)/ Kg de hambúrguer.

## Análise dos resultados

As análises foram realizadas em triplicata com uma repetição do experimento, com objetivo de aplicar avaliação estatística, com auxílio do software BioEstat 5.0, onde foi aplicado o teste de Tukey para verificação de diferença significativa em nível de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Composição centesimal do filé e do hambúrguer de tilápia

As análises para determinação da composição centesimal foram realizadas em triplicata com uma repetição conforme as metodologias descritas anteriormente, gerando os resultados descritos na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição centesimal do Filé e hambúrguer de tilápia

	Análises (%) <sup>1</sup>				
	Umidade	Proteínas	Lipídios	Carboidratos	Cinzas
<b>Filé</b>	76,55 ±	21,29 ±	1,27 ± 0,31	----	0,89 ± 0,10
	0,55	0,49			
<b>Hambúrguer</b>	74,45 ±	17,82 ±	6,46 ± 0,23	1,27 ± 0,16	4,80 ± 0,05
	0,42	0,42			

<sup>1</sup>Média ± desvio-padrão (DP)

Os resultados de análise centesimal do filé da tilápia encontram-se dentro do esperado para esta matriz, especialmente quando comparado a respostas obtidas em outros experimentos que também determinaram a composição centesimal deste peixe. WING-KEONG & BAHURMIZ (2009) avaliaram a interferência na composição centesimal e outros aspectos, a partir da incorporação de diferentes óleos comestíveis na dieta da tilápia, obtendo resultados que variaram entre 79,5 e 80, 5 % para umidade, 16,9 e 17,9 % para proteína, 1,3 e 1,7 % de lipídios e 1,0 e 1,1 % para cinzas. Em experimento semelhante, FOGAÇA *et al.* (2007) avaliaram o impacto de diferentes concentrações de tocoferol na dieta, obtendo resultados entre 75,1 e 78 % para umidade, 20 e 20,7 % para proteína, 0,56 a 0,63 % para lipídios e 2,3 a 2,5 % para cinzas. Estes resultados mostram que diferentes condições de alimentação, habitat e manejo, entre outros fatores, podem interferir, especialmente, no conteúdo de proteínas e lipídios como já evidenciado em outras espécies animais.

Os resultados obtidos para os atributos de composição centesimal do hambúrguer ficaram dentro do esperado, onde, de maneira geral, espera-se para pescado e produtos derivados apresentem alto valor proteico, baixa concentração lipídica e baixo valor calórico.

A Instrução normativa nº 20 de 31 de julho de 2000, em vigor a partir de 20/112001, que aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer entre outros produtos derivados de carne. Onde ficou estabelecido, no referido regulamento técnico, os padrões físico-químicos com valores máximos e mínimos para gordura, proteína, carboidrato, cálcio e proteína não cárnica para hambúrguer de carnes de diferentes espécies de animais de açougue em: valor máximo para gordura em 23 %, mínimo para proteína em 15 %, máximo, máximo para carboidrato em 3 %, máximo de 4 % para proteína não cárnica na forma agregada, máximo para cálcio em 0,1 % para o produto cru e máximo em 0,45 % para o produto cozido (BRASIL, 2000).

A partir da formulação do hambúrguer de tilápia foram calculados, com auxílio da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA/USP, 2012), os valores de proteína e gorduras totais e expressos em g/100 g de hambúrguer e valor calórico expresso em Kcal/100 g de hambúrguer.

Na Tabela 3 está apresentada uma comparação dos teores de proteínas, lipídeos e valor calórico do hambúrguer de tilápia com da marca líder no mercado de hambúrgueres de peru, frango e bovino. Nesta comparação, fica evidente a maior qualidade nutricional por parte do hambúrguer de tilápia.

**Tabela 3.** Comparação nutricional entre hambúrgueres de diferentes espécies.

	Hambúrguer				
	Tilápia	*Tilápia b	**Peru	**Frango	**Bovino
<b>Proteína (g)</b>	16,8	16,0	16,3	15	17,5
<b>Gord. Totais (g)</b>	6,4	6,3	10,8	17	21,2
<b>V. Calórico (Kcal)</b>	126	188	173	226	269

Resultados expressos por 100 g. Fonte: \* AVANCINI *et. al.* (2008); \*\*Dados disponíveis em <http://www.sadia.com.br>.

A comparação do valor calórico do hambúrguer de tilápia com hambúrguer de peru mostra uma redução de 47 Kcal/100g, o que corresponde a 27,17% menos calorias. A mesma comparação com o hambúrguer bovino, apresenta redução de 53,16 %. Para o conteúdo de gorduras totais, a redução representa 40,74 % em comparação com peru e 69,88 % em comparação com hambúrguer bovino. A comparação, para rotulagem nutricional, entre os resultados obtidos neste experimento, e os resultados obtidos por AVANCINI *et. al.* (2008), também para hambúrguer de tilápia, mostra características muito semelhantes nos atributos que correspondem a proteína e gordura, porém, o valor calórico é 32,99 % maior no hambúrguer de tilápia desenvolvido por esses mesmos autores. Estas comparações evidenciam a qualidade nutricional do produto desenvolvido neste experimento.

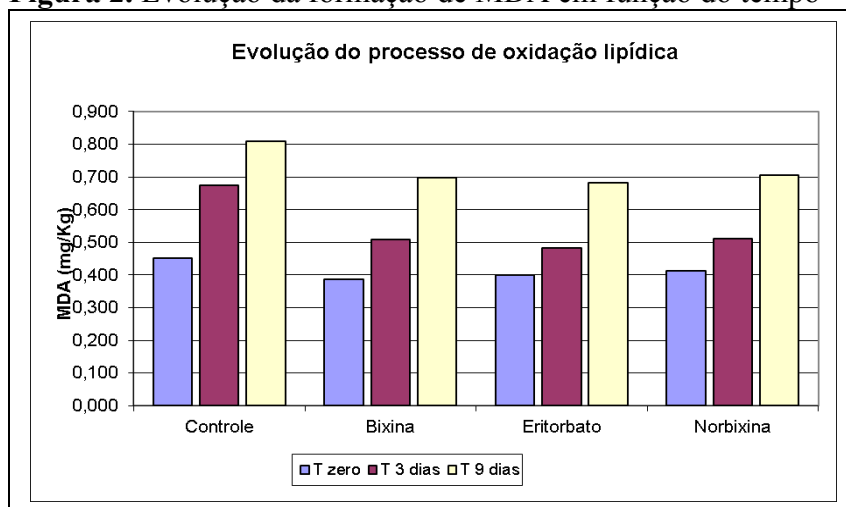
Os valores de proteína apresentaram pequena diferença entre o hambúrguer de tilápia e os hambúrgueres de peru, frango e bovino e todos atendem os parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa nº 20 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), conforme descrito anteriormente.

#### **Avaliação da estabilidade oxidativa.**

Os valores encontrados para avaliação do efeito antioxidante da bixina e norbixina em comparação com eritorbato de sódio estão expressos em mg de malonaldeído/Kg, conforme se observa na Figura 2.



**Figura 2.** Evolução da formação de MDA em função do tempo



Durante o período e estocagem, os valores de TBARS nas formulações de hambúrgueres estudadas variou de 0,453 à 0,810 mg/Kg de MDA para amostra controle. Para amostra com adição de bixina, a variação foi de 0,386 a 0,699 mg/Kg de MDA. Para a amostra com adição de norbixina, houve variação de 0,412 a 0,705 mg/Kg de MDA e para amostra com adição de eritorbato de sódio, a variação foi de 0,401 a 0,683 mg/Kg de MDA. Os valores médios nos tempos iniciais, expresso em mg/Kg de MDA, obtidos neste experimento, podem ser considerados reduzidos se comparados aos resultados obtidos por FOGAÇA *et. al.* (2007), em experimento que também avaliou a evolução do processo de oxidação em hambúrgueres de tilápia, utilizando índice de TBA. Este experimento baseou-se na comparação entre o efeito do tocoferol aplicado à dieta da tilápia e o efeito do tocoferol aplicado diretamente no músculo após o abate. Os filés obtidos, nos diferentes tratamentos, foram utilizados para desenvolvimento dos hambúrgueres para posteriormente efetuar a comparação na eficiência do controle da oxidação lipídica. A aplicação do tocoferol ocorreu na ordem de zero, 100 e 200 mg/Kg e os valores médios para o índice de TBARS foram expressos em mg/Kg. O índice médio de TBARS obtido para zero de adição de tocoferol foi 3,47 mg/Kg, para 100 mg de tocoferol foi 1,34 mg/Kg e para 200 mg de tocoferol 1,67 mg/Kg, no tempo zero. A diferença entre os resultados pode estar relacionada a condições de cultivo, manejo no pré e pós abate, alimentação e condição de estocagem dos filés entre os períodos pós abate e início do experimento, além de diferenças nas formulações utilizadas para fabricar o hambúrguer. Os valores obtidos nos demais períodos analisados neste experimento não podem ser diretamente relacionados, principalmente em função das diferentes condições de tempo e temperaturas utilizadas neste experimento, além da utilização de diferentes substâncias para avaliação da estabilidade oxidativa.

O processo de oxidação lipídica, mensurada a partir da formação do malonaldeído (MDA), quando comparado os carotenóides bixina e morbixina e o controle, revelou uma redução na formação do MDA ao longo do tempo de estocagem, portanto, houve ação para o controle da oxidação lipídica, conforme mostra a Figura 1. Na comparação destes carotenóides com o eritorbato de sódio, percebe-se que o desempenho para o controle do processo oxidativo foi melhor por parte do eritorbato, seguido da bixina e norbixina, com os dois carotenóides avaliados apresentando desempenhos bem semelhantes entre si.

Com objetivo de avaliar melhor a eficiência entre a bixina e norbixina, em comparação ao eritorbato de sódio, procedeu-se uma avaliação estatística das amostras com base na concentração de MDA, expressa em mg de malonaldeído por Kg de produto formado, ao longo do período de 9 dias, com mensurações feitas nos tempos zero, 3 dias e 9 dias, conforme Tabela 4.

**Tabela 4.** Valores de MDA (mg/Kg) em amostras de hambúrgueres de tilápia adicionadas de diferentes antioxidantes e estocadas sob refrigeração por 9 dias.

Dias	Valores de MDA (mg /Kg de amostra)			
	Controle	Antioxidantes		
		Bixina	Norbixina	Eritorbato
0	0,453 <sup>a</sup> ± 0,017	0,386 <sup>b</sup> ± 0,016	0,412 <sup>b</sup> ± 0,017	0,401 <sup>b</sup> ± 0,013
3	0,675 <sup>a</sup> ± 0,005	0,509 <sup>b</sup> ± 0,012	0,510 <sup>b</sup> ± 0,007	0,483 <sup>c</sup> ± 0,008
9	0,810 <sup>a</sup> ± 0,008	0,699 <sup>b</sup> ± 0,008	0,705 <sup>b</sup> ± 0,009	0,683 <sup>c</sup> ± 0,008

Médias na mesma linha com letras diferentes apresentam diferença significativa de acordo com teste de Tukey, em nível de 5 %.

A análise de variância (teste de Tukey) foi realizada para verificar se há diferença significativa entre as amostras analisadas, em nível de 5 %, permitindo a melhor avaliação da eficiência dos carotenóides (bixina e norbixina) como antioxidantes em comparação entre estes e o eritorbato de sódio.

No início do experimento (tempo zero), somente a amostra controle (sem antioxidante) mostrou alguma diferença significativa entre as demais com os carotenóides e o eritorbato de sódio, mostrando ação semelhante para controle da oxidação lipídica.

Após o período de estocagem de três dias percebe-se o melhor desempenho para o controle do processo de oxidação por parte da amostra com eritorbato de sódio, porém, as amostras com bixina e norbixina não diferem entre si, em 5 % de significância e, quando comparadas com o controle, também mostram efeito sobre o controle na oxidação lipídica.

Após o período de estocagem de nove dias verifica-se a confirmação dos resultados anteriores, onde a amostra com eritorbato de sódio apresentou melhor capacidade no controle da oxidação lipídica quando comparada diretamente com as amostras com bixina e norbixina, já as amostras com bixina e norbixina mostram eficiência semelhante entre si, tendo a amostra controle como parâmetro de comparação entre todos os grupos.

Assim, as comparações entre as médias das amostras de bixina e norbixina apresentaram diferença significativa, em nível de 5 %, nos tempos 3 dias e 9 dias, em comparação com o eritorbato de sódio. Porém, quando os resultados obtidos são comparados à amostra controle obtivemos resultado positivo para o controle da oxidação com todas as amostras. Embora o desempenho dos carotenóides tenha sido inferior, quando comparado com eritorbato de sódio, pode-se perceber que ambas estruturas avaliadas apresentaram resultado positivo para o controle do processo oxidativo, a partir da mensuração do MDA.

O resultado obtido em experimento que avaliou a estabilidade oxidativa de salsichas estocadas sob refrigeração (MERCADANTE, 2010), baseou-se na comparação da norbixina e diferentes carotenóides com eritorbato de sódio. Os resultados mostraram que a norbixina juntamente com a zeaxantina mostrou o melhor resultado para o controle do processo de oxidação lipídica e estabilidade de cor no período de 45 dias de estocagem, isto pode ser relacionado com as polaridades intermediárias apresentadas por estas estruturas.

Já em experimento realizado com carne de frango congelada (CASTRO *et al.*, 2011), foi avaliado a influência da aplicação do colorífico, na redução da velocidade de oxidação de lipídios e velocidade de degradação de bixina e vitamina E e estabilidade de cor. Os resultados mostraram eficiência no controle da oxidação na carne crua e menor eficiência após processamento e tratamento térmico, por parte do colorífico, o mecanismo avaliado sugere uma ação em conjunto entre a bixina e a vitamina E no controle do processo de oxidação lipídica. Embora as matrizes e condições de estocagem entre os experimentos sejam diferentes, o objetivo geral entre estes experimentos foi a avaliar o efeito antioxidante de carotenóides em alimentos. Nos dois experimentos citados, para os carotenóides do urucum (bixina e norbixina), ficou demonstrado que ambos exercem alguma atividade de controle no processo de oxidação lipídica em alimentos, consolidando o resultado obtido no experimento em questão.



## CONCLUSÕES

Os resultados de composição centesimal do hambúrguer de tilápia demonstram boas características físico-químicas e, conseqüentemente, nutricionais, especialmente quando comparados com hambúrgueres de outras espécies encontradas no mercado, além da melhor digestibilidade da proteína do pescado, em comparação com proteínas de outros animais de açougue, além da melhor qualidade da gordura do pescado e do óleo de soja adicionados à formulação, rica em ácidos graxos polinsaturados.

Quanto a eficiência antioxidante da bixina e da norbixina, ambas apresentaram resposta positiva para o controle da oxidação, mensurada a partir da formação do MDA, sem diferenças estatísticas significativas entre estas amostras, porém, quando comparadas com eritorbato de sódio, apresentaram desempenho ligeiramente inferior, em nível de 5 % de significância após 9 dias de estocagem sob refrigeração (8°C). Desta forma, é possível afirmar, com base no experimento realizado, que tanto as estruturas lipossolúvel (bixina) quanto a hidrossolúvel (norbixina) apresentam ação eficiente para o controle da oxidação lipídica.

## AGRADECIMENTOS

À FAPERJ e a CAPES – Edital pró-equipamento/2010 pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRREZABAL, M.M.; MATEO, J.; DOMINGUEZ, M.C. & ZUMALACARREGUI, J.M. The effect of paprika, garlic, and salt on rancidity in dry sausages. **Meat Science**, **54**, 77-81, 2000.
- AVANCINI, M.C.T.; GANEO, A.M.S.B.; CUNHA, L.F.; BERTAIA, M.C.; POMPOERMAYER, N. Análise da composição centesimal e rotulagem nutricional no desenvolvimento de hambúrguer de tilápia. Piracicaba, SP: **6ª Mostra Acadêmica da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP)**. 2008.
- BARREIROS, A.L.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, **29**(1), 113-123, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº20 de 31 de julho de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis-consultarlegislacao.do?operacao=vizualizar&id=1681>>. Acessado em 22/06/2012.
- CAMPOS, F.M. *et al.* Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Alimentos e Nutrição**, **19**(4), 481-490, 2008.
- CASTRO W. F.; MARIUTTI R.B.; BRAGAGNOLO N. the effects of colorifico on lipid oxidation, color and vitamin E in raw and grilled chicken patties during frozen stored. **Food Chemistry**, **124**, 126-131, 2011.
- CONTO, W.L. do; OLIVEIRA, V.P.; CARVALHO, P.R.N.; GERMER, S.P.M. Estudos econômicos de alimentos processados. Campinas: **ITAL- Instituto de Tecnologia de Alimentos**. [S1], p. 65, 1991.
- FOGAÇA, F.H.S.; SANT'ANA, L.S. Tocopherol in the lipid stability of tilapia (*Oreochromis niloticus*) hamburgers. [S1], **Food Chemistry**, **105**, 1214-1218, 2007.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físicos e Químicos para Análise de Alimentos – Procedimentos e determinações gerais**. [S1]. São Paulo, SP: 4ª ed., p. 84-166. 2008.
- KANATT, S. R.; CHANDER, R.; SHARMA, A. Effect of radiation processing on the quality of chilled meat products. **Meat Science**, **69**(2), 269-275, 2005.
- MERCADANTE, A.Z.; CAPITANI C.D.; DECKER E.A.; CASTRO I. A. Effect of natural pigments on the oxidative stability of sausages stored. **Meat Science**, **84**, 718-726, 2010.
- TBCA/USP. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela/>. Acessado em: 20/06/2012.
- WING-KEONG, Ng.; BAHURMIZ, O.M. The impact of dietary oil source and frozen storage on the physical, chemical and sensorial quality of fillets from market-size red hybrid tilapia (*Oreochromis sp.*). [S1], **Food Chemistry**, **113**, 1041-1048, 2009.