

**Luana Lemos Leão**

**Desenvolvimento de produto potencialmente funcional:  
hambúrguer de carne de frango adicionado de óleo de buriti**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

**Área de Concentração:** Produção Animal

**Orientador:** Ernane Ronie Martins

**Coorientador:** Rogério Marcos de Souza

MONTES CLAROS

2017

**Luana Lemos Leão**

**Desenvolvimento de produto potencialmente funcional: hambúrguer de carne de frango  
adicionado de óleo de buriti**

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Produção Animal da Universidade  
Federal de Minas Gerais, como parte dos  
requisitos para a obtenção do título de Mestre  
em Produção Animal

Área de Concentração: Produção Animal

Linha de Pesquisa: Qualidade de produtos de  
origem animal

Orientador: Ernane Ronie Martins

Coorientador: Rogério Marcos de Souza  
Instituto de Ciências Agrárias da UFMG

Aprovado pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Maximiliano Soares Pinto - ICA/UFMG

Prof<sup>a</sup>. Dra. Lucinéia de Pinho – UNIMONTES

Prof. Dr. Rogério Marcos de Souza (Coorientador) - ICA/UFMG

---

Prof. Dr. Ernane Ronie Martins (Orientador) - ICA/UFMG

Montes Claros, Novembro de 2017

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as conquistas que me trouxeram até aqui, por ter guiado meus passos, não me permitindo titubear durante a minha caminhada.

A minha mãe, Valdiléa e ao meu pai Tadeu, por sempre acreditarem nas minhas escolhas, me concedendo apoio incondicional durante minha vida e meus estudos. A minha avó Lia e prima Amanda pelos ótimos momentos, que fazem minha vida mais leve, mesmo nos momentos de tensão. Aos meus padrinhos, por todo o apoio e bons conselhos durante a vida. Às minhas amigas Dani e Amanda por aguentarem todos meus lamentos e ainda assim não desistirem de mim. A Francielly e Renatta, que deixaram de ser colegas de mestrado e subiram pra categoria “Best friends forever”. Obrigada por todos os momentos de descontração durante os experimentos. Esse trabalho é mérito de vocês também! Obrigada por tudo, tudo mesmo!

Ao meu orientador Ernane, pelos ensinamentos que levarei por toda a vida, pela qualidade na orientação e pela paciência. Ao meu coorientador Rogério, pela ajuda e orientação durante o projeto e por sempre estar disponível a me sanar as dúvidas. Sou muito grata pela oportunidade de ter sido orientada por vocês.

À Francine, por ser sempre tão acessível e disposta a ajudar. Exemplo de pessoa e de profissional a ser seguido. Esse trabalho nunca teria sido o mesmo sem você. Obrigada por todas as considerações sempre pertinentes.

Ao José Fábio, pela boa vontade em nos ceder amostras de óleo de buriti, por ter me permitido conhecer à Cooperativa Grande Sertão e o processo de extração de óleo.

À professora Anna Christina por gentilmente nos permitir utilizar o laboratório de Sanidade Animal e à Cintya, pela ajuda nas leituras, pelas dúvidas tiradas.

Ao laboratório de Biotecnologia, pelo empréstimo de material e à Carla do Laboratório de Tecnologia de Alimentos pela ajuda na elaboração da dos hambúrgueres.

À professora Érika Endo e ao professor Maximiliano Soares pelas contribuições importantes e pertinentes feitas ao trabalho.

Muito obrigada a todos que contribuíram de forma significativa neste momento da minha vida, meu carinho eterno!

## EPÍGRAFE

“Nunca se esqueça de quem você é, porque é certo que o mundo não se lembrará. Faça disso sua força. Assim, não poderá ser nunca a sua fraqueza.”

George R. R. Martin

## RESUMO

O óleo de buriti é extraído dos frutos do buritizeiro, uma palmeira nativa no Cerrado, o qual apresenta elevado valor nutricional e propriedades antioxidantes. Por conter altas concentrações de carotenoides, é considerado como uma rica fonte de vitamina A, capaz de contribuir para a melhora do estado nutricional e prevenção da hipovitaminose A. A vitamina A participa de processos fisiológicos relacionados à visão, integridade tecidual e sistema imunológico. Sua deficiência pode prejudicar o desenvolvimento e aprendizado em pré-escolares. A carne de frango é considerada um alimento de grande aceitação devido a diversos fatores, além do baixo custo e, por isso, o hambúrguer formulado com carne de frango pode ser utilizado como veículo de suplementação nutricional por meio da adição do óleo, que por sua vez contribuiria para o retardo da oxidação lipídica dos hambúrgueres, pela sua propriedade antioxidante. O objetivo do trabalho foi desenvolver produto potencialmente funcional cárneo, tipo hambúrguer, produzido com carne de frango adicionado de óleo de buriti. Foram avaliadas as características físico-químicas e atividade antioxidante do óleo de buriti. Foram formulados hambúrgueres contendo 4 e 8% de óleo buriti. Avaliou-se a qualidade microbiológica, oxidação lipídica e pH e a aceitação sensorial dos hambúrgueres. O óleo de buriti apresentou características físico-químicas e atividade antioxidante satisfatórias. A partir dos resultados da análise microbiológica, avaliação da oxidação lipídica e do pH, observou-se que os hambúrgueres encontravam-se aptos para o consumo. Os hambúrgueres desenvolvidos apresentaram boa aceitação e intenção de compra satisfatória, evidenciando que a adição de 4% de óleo de buriti no hambúrguer de frango poderia corresponder à demanda de consumidores que buscam alimentos diferenciados e saudáveis no mercado.

**Palavras-chave:** Antioxidantes Naturais. Oxidação lipídica. Produtos da carne.

## ABSTRACT

Buriti oil is extracted from buritizeiro fruits, a native palm tree in the Cerrado, which has high nutritional value and antioxidant properties. Because it contains high concentrations of carotenoids, it is considered a rich source of vitamin A, capable of contributing to the improvement of nutritional status and prevention of hypovitaminosis A. Vitamin A participates in physiological processes related to vision, tissue integrity and immune system. Their disability may hamper development and learning in preschoolers. The meat of chicken is considered a food of great acceptance due to several factors besides the low cost and, therefore, the hamburger formulated with chicken meat can be used as vehicle of nutritional supplementation by means of the addition of the oil, that by his time would contribute to the delay of lipid oxidation of hamburgers, due to their antioxidant properties. The objective of the work was to develop a potentially functional meat product, burger type, produced with chicken meat added with buriti oil. The physico-chemical characteristics and antioxidant activity of buriti oil were evaluated. Burgers containing 4 and 8% buriti oil were formulated. The microbiological quality,

lipid oxidation and pH and sensorial acceptance of hamburgers were evaluated. Buriti oil had satisfactory physical-chemical characteristics and antioxidant activity. From the results of the microbiological analysis, lipid oxidation evaluation and the pH of the hamburgers, it was observed that the hamburgers were fit for consumption. The developed hamburgers showed good acceptance and satisfactory purchase intention, evidencing that the addition of 4% buriti oil in the chicken burger could match the demand of consumers who seek differentiated and healthy foods in the market.

**Keywords:** Natural Antioxidants. Lipid oxidation. Meat products.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	8
2	OBJETIVO GERAL.....	10
3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
4	REVISÃO DE LITERATURA .....	11
	4. 1 Deficiência de vitamina A .....	11
	4. 2 Alimentos funcionais .....	12
	4. 3 Óleo de buriti.....	12
	4. 4 Carne de frango .....	15
	4. 5 Hambúrguer .....	16
5	ARTIGO 1 - Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos .....	18
	INTRODUÇÃO .....	20
	OXIDAÇÃO EM CARNE E DERIVADOS .....	20
	ANTIOXIDANTES .....	22
	UTILIZAÇÃO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS NA PREVENÇÃO DA OXIDAÇÃO EM CARNES .....	23
	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS .....	28
6	ARTIGO 2 – Desenvolvimento e análise sensorial de hambúrguer à base de frango adicionado de óleo de buriti.....	31
	Resumo.....	32
	Introdução .....	34
	Material e métodos .....	34
	Resultados e discussão.....	38
	Conclusão .....	44
	Referências .....	46
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53

## 1 INTRODUÇÃO

O buriti (*Mauritia flexuosa*) é um fruto oriundo da palmeira da família Arecaceae, encontrada no cerrado brasileiro (CANUDO *et al.*, 2010). Desde fruto, pode-se aproveitar desde sua polpa até a semente. Atualmente muito tem se estudado sobre a utilização da polpa do buriti devido a suas múltiplas propriedades nutricionais benéficas a saúde (IGBAL, 2014; SIQUEIRA *et al.*, 2014). É fonte de ferro, cálcio e fibras além de potencial alimento funcional (MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011). O buriti é considerado um alimento funcional devido a sua composição nutricional, especialmente devido a seu óleo que contém altos teores de compostos bioativos e age na prevenção de estresse oxidativo, doenças crônicas e como antioxidante e antiinflamatório (MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011; CORDEIRO; ALMEIDA; IACOMINI, 2015). Da polpa, pode-se extrair óleo que apresenta alto teor de ácidos graxos insaturados, contém alta concentração de carotenoides, principalmente o  $\beta$ -caroteno, tocoferóis e fitoesteróis, que confere a esse óleo alta estabilidade oxidativa e potenciais efeitos como antioxidante natural (AQUINO *et al.*, 2015; MEDEIROS *et al.*, 2015; SPERANZA *et al.*, 2016).

Por ser fonte de carotenoides, o óleo de buriti pode ser considerado fonte de vitamina A, capaz de contribuir para a melhora do estado nutricional em relação a esse nutriente. Desde 2005, o Ministério da Saúde, através da Portaria Nº 729, tem estimulado a implementação de programas de suplementação e educação alimentar para incentivar o consumo de alimentos ricos em vitamina A (BRASIL, 2005).

A baixa ingestão de micronutrientes vem ocorrendo devido à industrialização e mudanças no estilo de vida da população (VISIOLI; HAGEN, 2007). A falta de tempo para as refeições tem levado ao aumento do consumo de “fast-food” e de alimentos prontos ou semiprontos, o que acarreta em deficiências nutricionais que são consideradas grave problema de saúde pública. A deficiência de vitamina A é prevalente em crianças e mulheres nos países em desenvolvimento (BHUTTA, 2008; WHO, 2006). Dentre as várias estratégias para controlar a deficiência de vitamina A, a fortificação de alimentos parece ser a abordagem mais prática, tecnologicamente e economicamente eficaz (MARQUES *et al.*, 2012).

Dentro desse cenário, o hambúrguer se tornou um alimento popular devido à praticidade que apresenta e por possuir nutrientes capazes de alimentar e saciar a fome rapidamente (ALMEIDA *et al.*, 2017). A carne de frango se destaca pela grande aceitação do consumidor e isso ocorre em função do seu sabor agradável, baixo conteúdo de gordura saturada, maciez e baixo custo, além de ser uma importante fonte de proteínas ricas em aminoácidos essenciais. Por ser uma carne bem aceita, hambúrgueres feitos a partir da carne de frango oferecem um valioso veículo de suplementação nutricional (ALMEIDA *et al.*, 2015).

A suplementação e a fortificação de alimentos industrializados na forma sintética ou natural de provitamina A pode contribuir para adequação mais rápida da quantidade de vitamina A ingerida pela população. O enriquecimento de alimentos tem sido considerado por muitos, como método mais efetivo para prevenir a deficiência de micronutrientes em países em desenvolvimento (MARQUES *et al.*, 2012).

A indústria alimentícia tem feito busca pelo desenvolvimento de novos produtos, com ênfase no mercado consolidado de produtos cárneos, no aumento da procura por opções naturais aos antioxidantes sintéticos e no interesse dos consumidores por produtos com alto valor nutricional. Também, os consumidores buscam produto, que tragam benefícios para a saúde. Assim, a produção de hambúrgueres adicionados de óleo de buriti, seria uma alternativa na dieta de escolares para o combate da deficiência de

vitamina A, ou mesmo como complemento para que sejam atingidas as recomendações diárias deste nutriente, disponibilizando alimento regional não só na merenda, mas também na alimentação humana como um todo. Por outro lado, a demanda regional fortalece a cadeia produtiva deste produto do extrativismo.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Desenvolver e avaliar produto potencialmente funcional cárneo tipo hambúrguer produzido com carne de frango adicionado de óleo de buriti.

## **3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar as características físico-químicas e atividade antioxidante do óleo de buriti;
- Desenvolver formulações de hambúrgueres adicionados de óleo de buriti;
- Avaliar a atividade antimicrobiana do óleo de buriti nos produtos cárneos;
- Analisar a oxidação lipídica e pH dos hambúrgueres;
- Fazer a análise sensorial do produto;
- Obter novo alimento com características saudáveis.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Deficiência de vitamina A

A vitamina A tem papel fundamental na visão, diferenciação celular, proliferação e manutenção da integridade epitelial. A deficiência de vitamina A (DVA) está entre as principais carências de micronutrientes, afetando cerca de 210 milhões de crianças com idade abaixo de cinco anos, grávidas e lactantes em todo o mundo (MIGLIOLI *et al.*, 2013). No Brasil, um dos principais países afetados, dados mostram que 12,3% das mulheres apresentaram níveis inadequados de vitamina A, sendo o nordeste e sudeste as regiões mais afetadas (BRASIL, 2006).

A DVA na gravidez é comum e contribui para infecções, prematuridade, baixo peso ao nascer, anemia, malformação, sintomas hipertensivos durante a gravidez (KOSITAMONGKOL *et al.*, 2011; VAN DEN BROEK *et al.*, 2010). Durante a infância, a DVA é a principal causa de cegueira prevenível e contribui para o aumento das mortes e doenças infecciosas pela diminuição da resistência imunológica a doenças como diarreia e sarampo (WHO, 2006). As baixas concentrações de vitamina A em crianças menores de dois anos pode ser causada por alimentação complementar inadequada, caracterizada pela não oferta do leite materno, introdução da alimentação complementar em tempo inoportuno ou quando esta não contempla alimentos fonte de vitamina A. Além disso, quadros de infecções frequentes estão associados às baixas concentrações séricas de retinol devido à baixa ingestão alimentar, má absorção e aumento do catabolismo dessa vitamina (MILLER, 2002).

Em estudo realizado no Acre com crianças menores de dois anos, observou-se a prevalência de deficiência de vitamina A em 14,9% das crianças avaliadas (GARCIA; GRANADO; CARDOSO, 2011). Em outro estudo realizado na cidade de Viçosa- MG observou-se a prevalência de deficiência em 39,6% dos lactentes avaliados. Outros estudos também demonstram a presença de hipovitaminose A entre crianças (BARROS *et al.*, 2010; NETTO *et al.*, 2012)

As principais causas da DVA são a alimentação inadequada e a presença de processos infecciosos. A alimentação inadequada engloba o déficit na ingestão de alimentos fonte de vitamina A, bem como o consumo inadequado de alimentos contendo nutrientes importantes para o seu aproveitamento. O consumo alimentar é condicionado por fatores culturais, tais como hábitos alimentares, preferências individuais e familiares, e por fatores socioeconômicos que afetam a capacidade de escolha e compra desses alimentos (AZEVEDO *et al.*, 2010)

Infecções podem levar a diminuição das concentrações de retinol sérico nas primeiras 24 horas após a sua instalação. A presença de infecção subclínica pode levar à DVA pela diminuição da proteína de transporte de retinol (THURNHAM *et al.*, 2005), independentemente da ingestão deficiente de alimentos-fonte e das reservas hepáticas dessa vitamina. No entanto, episódios de infecções graves ou prolongados podem afetar os estoques hepáticos, devido à redução da ingestão alimentar, diminuição da absorção, aumento da utilização biológica e excreção urinária anômala de retinol sérico (KONGSBKAK *et al.*, 2006).

Dentre as estratégias para combater e controlar a DVA, a suplementação através de megadoses de vitamina A para crianças de seis a 59 meses de idade e em mulheres no pós-parto imediato, entendida como intervenção de caráter emergencial, tem sido preconizada por organismos internacionais e adotada pelo Programa Brasileiro de Suplementação de Vitamina A (BRASIL, 2013). Além da suplementação por

megadoses, a fortificação de alimentos constitui alternativa auto-sustentável de assegurar à ingestão contínua de vitamina A (RAMALHO *et al.*, 2001).

#### 4.2 Alimentos funcionais

O termo “alimentos funcionais” foi utilizado pela primeira vez no Japão, nos anos 80, para produtos alimentares enriquecidos com componentes especiais que possuíam efeitos fisiológicos vantajosos (KWAK; JUKES, 2001; STANTON *et al.*, 2005).

Alimentos funcionais são aqueles que, quando consumidos, fornecem benefícios para o organismo, além de suas funções nutricionais que melhoram a saúde e bem estar, reduzem o risco de doenças, retardam o aparecimento de doenças crônico-degenerativas e melhoram a qualidade e expectativa de vida das pessoas (OZEN; PONS, 2012).

Para ser classificado como funcional, os alimentos devem permanecer na forma de alimentos ao invés de pílulas ou cápsulas e devem demonstrar seus efeitos em quantidades que podem ser normalmente consumidos na dieta (OZEN; PONS, 2012). No Brasil, os alimentos funcionais são regulamentados pelo Ministério da Saúde, por intermédio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que define esses alimentos como “alimentos que podem, além de cumprir com suas funções nutricionais básicas, produzir efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica” (BRASIL, 1999).

O International Life Sciences Institute of North América define os alimentos funcionais como alimentos que, em virtude de conter componentes alimentares bioativos, promovem mais benefícios à saúde, além da nutrição básica. As substâncias biologicamente ativas encontradas nos alimentos funcionais podem ser classificadas em grupos tais como: probióticos e prebióticos, alimentos sulfurados e nitrogenados, carotenoides e vitaminas, ácidos graxos poliinsaturados, compostos fenólicos e fibras (INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE, 1999; ANJO, 2004; MORAES; COLLA, 2006).

#### 4.3 Óleo de buriti

A partir do fruto do buriti pode ser extraído o óleo de buriti (Figura 1), um óleo comestível que possui algumas utilidades na indústria de alimentos como, corante natural de massas alimentícias, queijos e margarinas, além de ser empregado na fritura de alimentos (EMBRAPA, 2005).

**Figura 1-** Fruto e óleo de Buriti



Fonte: AGROINDUSTRIA OSHO (NATURIK), 2007.

Desde que a polpa dos frutos do buriti foi considerada oleaginosa, ela tem sido estudada quanto à sua composição em ácidos graxos e identidade do óleo, visando o seu aproveitamento devido ao aspecto nutricional e rendimento, que justificariam sua produção em escala industrial (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2009; RIBEIRO *et al.*, 2010).

O óleo de buriti é rico em tocoferóis e carotenoides, o que o faz importante em relação às características nutricionais, devido ao seu potencial provitamina A, além de conter ácidos graxos, principalmente o ácido oleico, responsável pela prevenção do LDL (*Low Density Lipoprotein*) (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2009). Na tabela 1 pode-se observar a composição do óleo de buriti.

**Tabela 1** - Composição do óleo de buriti em termos de seus componentes principais

Substância	Quantidade
Carotenoides (mg kg <sup>-1</sup> )	1707,00
Tocoferóis (mg kg <sup>-1</sup> )	800,00
Composição de ácidos graxos livres (%)	
Ácidos graxos saturados	Palmítico 17,34 – 19,20
	Estearico 2,00
Ácidos graxos insaturados	Oleico 73,30 – 78,73
	Linoleico 2,40 – 3,93
	Linolênico 2,20

Fonte: ALBUQUERQUE *et al.*, 2005.

Segundo Rodrigues-Amaya; Kimura e Amaya-Farfan (2008), dentre diversos alimentos brasileiros analisados, o buriti é o produto alimentício que possui a maior concentração conhecida de  $\beta$ -caroteno. Os carotenoides são pigmentos naturais lipossolúveis encontrados principalmente em hortaliças e frutas. Além de possuir ação como corante, os carotenoides possuem propriedades de precursores da vitamina A, ação antioxidante e são capazes de absorver energia luminosa e transportar oxigênio. Além de rico em carotenoides e ácidos graxos, o óleo de buriti é uma rica fonte em tocoferóis, que são compostos cíclicos com grupamento hidroxila e oxigênio heterocíclico facilmente oxidáveis à quinonas, e por esse motivo, também possuem ação antioxidante (FRASER; BRAMLEY, 2004; OETTERER, 2006).

A Tabela 2 mostra o teor de carotenoides presentes no óleo de buriti. Observa-se que o principal carotenoide do óleo é o  $\beta$ -caroteno que possui 100% da atividade provitamina A (MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011). Yuyama *et al.* (1998) encontrou na farinha de buriti teor de carotenoides de 16,71  $\mu\text{g g}^{-1}$  (fração alfa) e 110,46  $\mu\text{g g}^{-1}$  (fração beta), totalizando 1976 equivalente de retinol (ER) a cada 100g de vitamina A.

Foi realizado estudo caso-controle realizado em típicas regiões semiáridas do Rio Grande do Norte, nas cidades de João Câmara, Parelhas e Jardim do Seridó, objetivando avaliar a eficácia do doce de buriti no tratamento e prevenção da xerofthalmia em 44 crianças de 12 anos, através da suplementação diária com quantidade correspondente a 134  $\mu\text{g}$  de equivalentes de retinol (12 g do doce de buriti) durante 20 dias. Os

resultados desse estudo mostraram que o buriti é excelente fonte de vitamina A e que este pode reverter os sinais clínicos da xeroftalmia, além de restaurar reservas hepáticas dessa vitamina. Desse modo, estes resultados sugerem a possível utilização do buriti em programas de combate à hipovitaminose A em países onde o fruto encontra-se disponível ou tem potencial para cultivo (MARIATH *et al*, 1989).

**Tabela 2-** Teor de carotenoides totais e dos principais carotenoides do óleo de buriti.

<b>Carotenoides</b>	<b>Óleo de buriti (%)</b>
β-Caroteno	76,8
α-Caroteno	8,8
γ-Caroteno	4,5
Carotenoides totais (mgkg <sup>-1</sup> )	1800

Fonte: Adaptado de RIBEIRO, 2012.

O óleo de buriti apresenta alto teor de carotenoides, principalmente β-caroteno, superando o azeite de dendê (SANTOS, 2005). Em trabalho realizado por Aquino *et al.* (2012), foi adicionado o óleo de buriti à formulação de *cookies* oferecido a escolares, com o objetivo de analisar o valor nutricional com relação ao teor de vitamina A. Verificou-se que esses *cookies* adicionados de óleo de buriti poderiam ser uma alternativa de inclusão de alimentos fontes de vitamina A na dieta desses escolares, uma vez que apresentavam teores adequados de vitamina A.

O óleo de buriti é particularmente rico em tocoferóis (Tabela 3) e tais valores tão altos são encontrados em limitado número de óleos (TUBEROSO *et al.*, 2007). Óleos vegetais contêm concentrações de tocoferóis na faixa de 200 a 100 mgkg<sup>-1</sup> (CHEN *et al.*, 2011).

**Tabela 3-** Teor de tocoferóis no óleo de buriti

<b>Compostos</b>	<b>mg kg<sup>-1</sup></b>
α-Tocoferóis	1125.0±3.9
β- Tocoferóis	71.3±0.0
γ- Tocoferóis	1074.0±3.4
δ- Tocoferóis	93.8±0.5

Fonte: Adaptado de SPERANZA, 2016.

Nos organismos, a vitamina E é o principal antioxidante lipossolúvel presente nas membranas celulares, fornecendo proteção contra a lipoperoxidação, ou seja, evitando a formação de radicais peróxidos a partir de ácidos graxos poliinsaturados nas membranas fosfolipídicas, através da conversão desses ácidos graxos em produtos mais estáveis. Pode, ainda, evitar danos celulares por meio de reações com uma variedade de oxiradicais, como o superóxido, a hidroxila, e também com o oxigênio singleto (KAY *et al.*, 1986; MACHLIN; BENDICH, 1987). Por esses motivos, o consumo de tocoferol tem importante papel para o retardo do envelhecimento, melhoramento da função imune, na proteção de doenças crônicas não transmissíveis incluindo alguns tipos de câncer, catarata, doenças cardiovasculares e desordens neurológicas como Parkinson e Alzheimer (BATISTA; COSTA; PINHEIRO-SANT'ANA, 2007).

Em relação aos ácidos graxos, o óleo de buriti contém em sua composição elevados teores de ácidos graxos monoinsaturados, destacando-se o ácido oleico, que apresenta alta estabilidade e é o componente principal de diversos óleos vegetais, incluindo os óleos de oliva e canola. Segundo Asadi *et al.* (2010), o consumo de ácidos graxos insaturados, como o ácido oleico, tem efeito hipocolesterolêmico. O óleo de buriti possui também ácidos graxos saturados, principalmente o ácido palmítico, sendo estes os ácidos graxos predominantes no óleo de buriti (ALBUQUERQUE *et al.*, 2005; DUBOIS *et al.*, 2007; CERIANI *et al.*, 2008; NOORI *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2013; SÉVERAC *et al.*, 2011). O outro ácido graxo majoritário presente no óleo de buriti, o ácido palmítico, comumente encontrado em outros óleos vegetais, apresenta grande resistência à oxidação por ser um ácido graxo saturado (OETTERER, 2006; SANTOS *et al.*, 2013).

A composição e, conseqüentemente o valor nutricional do óleo de buriti pode variar de acordo com a safra, período de colheita e o método de extração utilizado. Atualmente, a população extrai o óleo de forma artesanal a partir do cozimento dos frutos. A extração caseira do óleo é feita por imersão dos frutos em água e aquecimento, sem fervura, por 4 a 5 horas, até o amolecimento da polpa. A polpa raspada é aquecida em água, até a separação do óleo, que é recolhido e aproveitado (VIEIRA *et al.*, 2006).

Os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 consistem de ácidos graxos poliinsaturados que contêm de 18 a 22 carbonos. Os principais ácidos graxos n-3 são o ácido linolênico, o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosaenoico (DHA), enquanto os principais n-6 são o ácido linoleico, o ácido oleico e o ácido araquidônico (SUÁREZ-MAHECHA *et al.*, 2002). No óleo de buriti, o ácido graxo insaturado predominante é o ácido oleico (Tabela 4).

**Tabela 4-** Comparação da composição em ácidos graxos insaturados do óleo de buriti e óleo de oliva

Ácidos Graxos	Buriti (%)	Oliva (%)
Ácido Oleico (C18:1)	76,01±3,83	72,50
Ácido Linoleico (C18:2)	3,16±1,08	7,90
Ácido Linolênico (C18:3)	2,2	0,60

Fonte: Adaptado de MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011.

Pesquisas indicam que esses ácidos graxos desempenham importante papel no organismo humano, uma vez que fazem parte da membrana celular, têm ações antitrombóticas e antiinflamatórias, atuando como precursores de prostaglandinas e leucotrienos. Estão presentes em alimentos como, peixes e óleos vegetais como a canola, milho, soja, linhaça. O ácido graxo oleico (ômega-9) tem ganhado destaque, uma vez que pode contribuir com a redução dos níveis séricos de colesterol LDL e triacilgliceróis (MANHÃES; SABAA-SRUR, 2011).

Em estudo realizado por Manhães e Sabaa-Srur (2011), foi comparada a fração lipídica do óleo de buriti com o óleo de oliva e de canola. Verificou-se que o óleo de buriti possui níveis mais elevados de ácido graxo oleico (n-9) e contém cerca de quatro vezes mais ácido linolênico (n-3) do que o azeite de oliva.

#### 4. 4 Carne de frango

A carne de frango é uma das mais consumidas no mundo. O custo relativamente baixo desta carne, o fato de ser considerada mais saudável que a carne vermelha, além de apresentar maior conveniência para o preparo, contribuíram para que houvesse aumento em seu consumo mundial (MULLER; PASCHOAL; SANTOS, 2012). O Brasil se tornou o segundo produtor mundial e líder em exportação. Atualmente, a carne nacional chega a 142 países. Em 2015, o consumo *per capita* no país chegou a pouco mais de 44 kg/ano, sendo que, para 2025, essa quantidade pode chegar a 54 kg por ano (PORTAL DA AVICULTURA, 2015). O aumento na eficiência da cadeia produtiva e, conseqüentemente, a redução de preços e a melhoria do poder aquisitivo da população brasileira foram alguns dos fatores para o aumento do consumo da carne de frango no país (SILVA *et al.*, 2011).

A carne é constituída por fibras musculares agrupadas pelo tecido conjuntivo, através do qual passam vasos sanguíneos e nervos. As fibras musculares são recobertas por proteína solúvel em água e outros compostos nitrogenados e sais minerais. A porção comestível da carne é composta, principalmente, pelas proteínas actina e miosina com pequenas porções de colágeno, elastina e reticulina (ALMEIDA *et al.*, 2015).

A composição básica da carne varia muito entre os diferentes tipos de corte, tipo de alimentação e idade do animal. A carne de frango sem pele e colágeno, dependendo do corte, possui entre 74 a 78% de água, 12 a 24% de proteína e de 1 a 5% de gordura. De forma geral, a gordura da carne de frango possui maior quantidade de ácidos graxos insaturados (10-15% do total de ácidos graxos), que as carnes bovinas e caprinas, além da presença de ácidos graxos poliinsaturados. O ácido linoleico (18:2) é o ácido graxo predominante, seguido do alfa ácido linoleico (VALSTA; TAPANANEM; MANNISTO, 2005). Outros ácidos graxos como o ácido mirístico (14:0), ácido *cis*-palmitoleico (16:1), ácido palmítico (16:0) ácido linoleico (18:1), ácido oleico (18:0), ácido linolênico (18:3), ácido araquidônico (20:4), também podem ser encontrados na carne de frango. Estes ácidos mono e poliinsaturados são amplamente estudados, devido à sua capacidade de diminuir o risco de doenças cardiovasculares (WOOD *et al.*, 2008).

#### 4.5 Hambúrguer

Brasil (2000) define hambúrguer como “produto cárneo industrializado, obtido de carne moída de animais de açougue, podendo ser adicionado de gorduras e outros ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado”. Pode ser classificado como um produto cru, semi-frito, cozido, frio, resfriado ou congelado.

Esse produto deve ter como ingrediente obrigatório carne de diferentes espécies de animais de açougue na sua formulação, enquanto os ingredientes opcionais podem ser gordura animal, vegetal, água, sal, proteínas, leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias, além de vegetais, queijos e outros recheios (BRASIL, 2000). O produto poderá ser designado de hambúrguer ou *hamburger*, seguido do nome da espécie animal, acrescido de recheio ou não, seguido de expressões que couberem, como por exemplo: hambúrguer de carne bovina, hambúrguer de carne de frango, hambúrguer de peru, entre outros (BRASIL, 2000).

Os requisitos das características sensoriais do hambúrguer envolvem cor, textura, sabor e odor próprios. Além disso, devem atender às seguintes características físico-químicas: conter no máximo 23% de gordura; mínimo de 15% de proteína, 3% de carboidratos totais; teor de 0,1% de cálcio em hambúrguer cru e 0,45% em hambúrguer cozido. Devem ser acondicionados em embalagem com materiais adequados e

que confirmam proteção apropriada ao hambúrguer. Na exposição à venda, os produtos devem ser mantidos sob congelamento (GOUVÊA *et al.*, 2016).

Existem fatores que podem afetar a qualidade do produto final durante o processo de obtenção da carne moída, pois as carnes e seus derivados estão sujeitos a alterações devido a reações físicas, químicas e microbiológicas. Essas alterações físicas e químicas decorrem, principalmente, da degradação e, ou, modificação de lipídios e proteínas, provocadas pela ação de agentes naturais, como o oxigênio, que resulta em reações oxidativas, dando origem à oxidação lipídica, por exemplo (ROJAS; BROWER, 2008; INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

**5 ARTIGO 1 - Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos**

**Publicado de acordo com normas da revista Caderno de Ciências Agrárias**

**Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos**  
**Use of natural antioxidants in meat and meat products**

**RESUMO**

Os produtos cárneos são susceptíveis à oxidação lipídica e proteica. Para evitar ou retardar esse processo, são adicionados a esses produtos os antioxidantes exógenos, principalmente os antioxidantes sintéticos. Entretanto, tem sido reportado que esses antioxidantes sintéticos podem trazer efeitos adversos à saúde humana. Por essa razão, a indústria de alimentos tem buscado alternativas para evitar esses efeitos, como o uso de antioxidantes naturais. Esses produtos possuem compostos ativos que exercem atividade antioxidante em carnes por diferentes mecanismos de ação. Os antioxidantes naturais podem ser obtidos através de ervas, especiarias, vegetais, frutas e sementes, onde os compostos fenólicos são as principais substâncias responsáveis pela sua atividade antioxidante. Extratos vegetais que apresentam compostos fenólicos são considerados fontes efetivas de antioxidantes, pois possuem alta atividade de doação de hidrogênio ou tem alta capacidade de absorver radicais livres. Essa revisão tem como objetivo fazer um levantamento sobre os processos oxidativos em produtos cárneos e o uso de antioxidantes naturais como alternativa aos sintéticos.

**Palavras-Chave:** Radicais livres. Plantas medicinais. Produtos Cárneos.

**ABSTRACT**

Meat products are susceptible to oxidation. To prevent or retard this process, exogenous antioxidants, in particular synthetic antioxidants, are added to these products. However, these synthetic antioxidants can have adverse effects on human health. For this reason, the industry has been looking for alternatives to avoid this problem, such as use of natural antioxidants. These products have active compounds that exert antioxidant activity in meats by different mechanisms of action. Natural antioxidants are obtained from herbs, spices, vegetables, fruits and seeds, where phenolic compounds are the main substances responsible for their antioxidant activity. Plant extracts that present phenolic compounds are considered effective sources of antioxidants, since they have high activity of hydrogen donation or have high capacity to absorb free radicals. The aim of this review is to provide a survey about oxidative processes in meat products and the use of natural antioxidants as an alternative to synthetic ones.

**Keywords:** Free radicals. Medicinal plants. Meat Products.

## INTRODUÇÃO

Produtos cárneos podem se deteriorar devido ao crescimento microbiano e deterioração química, sendo que a forma mais comum de deterioração química é oxidação lipídica e proteica (KARAKAYA *et al.*, 2011). A susceptibilidade à oxidação se deve às altas concentrações de lipídios insaturados, pigmentos heme, catalisadores e vários diferentes tipos de agentes oxidativos presentes no tecido muscular. A deterioração oxidativa em carnes se manifesta com a mudança na coloração, sabor, formação de compostos tóxicos, menor vida de prateleira, perda de nutrientes e água (CONTINI *et al.*, 2014).

Antioxidantes são compostos capazes de doar radicais de hidrogênio para parear com outros radicais livres disponíveis. Esse efeito retarda a oxidação, resultando na manutenção da qualidade e vida de prateleira dos produtos cárneos. Entretanto, existem fatores intrínsecos presentes nos músculos vivos que previnem essa oxidação. Esses fatores são perdidos após o abate, durante a conversão do músculo em carne, nos processamentos primários e secundários, manipulação ou estocagem de produtos cárneos, sendo necessária a adição de antioxidantes exógenos (KUMAR *et al.*, 2015). Os antioxidantes sintéticos têm sido utilizados para retardar ou minimizar deterioração oxidativa nos alimentos.

Nos últimos anos, tem havido aumento na procura de alternativas aos antioxidantes sintéticos, devido ao seu potencial carcinogênico (NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM, 2016). Assim, há necessidade de alternativas adequadas vindas de fontes naturais, como os antioxidantes derivados das plantas, para combater a instabilidade oxidativa de lipídios e proteínas na carne (FALOWO *et al.*, 2014). Essa revisão tem como objetivo fazer levantamento sobre os processos oxidativos em produtos cárneos e o uso de antioxidantes naturais como alternativa aos sintéticos.

## OXIDAÇÃO EM CARNE E DERIVADOS

Desde a descoberta do oxigênio e sua função para plantas e animais, a necessidade de controlar seus níveis e seu impacto nos produtos alimentícios, especialmente durante o processamento, embalagem e distribuição, tem sido um desafio para indústria alimentícia. Basicamente, a oxidação envolve a perda de pelo menos um elétron quando os produtos químicos dos alimentos são expostos ao oxigênio presente no ar (FALOWO *et al.*, 2014). A oxidação tem sido demonstrada como a principal causa não microbiológica de deterioração da qualidade durante o processamento dos produtos cárneos. Isso se deve ao fato dos lipídios e proteínas presentes nesses produtos serem muito vulneráveis a danos oxidativos devido à rápida depleção de antioxidantes endógenos após o abate (KARAKAYA *et al.*, 2011).

### **Oxidação proteica**

A oxidação de proteínas é descrita como a modificação covalente de uma proteína, induzida por espécies reativas de oxigênio ou reação com subprodutos secundários do estresse oxidativo, que ocorre através de uma reação em cadeia de radicais livres, assim como a oxidação de lipídios nos músculos (LUND *et al.*, 2011).

Essa oxidação proteica está ligada a altas concentrações de pigmentos heme, lipídios oxidáveis, íons de metais de transição e enzimas oxidativas (XIONG, 2000). As reações de oxidação que ocorrem nos músculos podem resultar na formação de carbonilas (aldeídos e cetonas), polímeros de proteínas e cisões peptídicas. Entre esses fatores, a formação de carbonilas é uma das mudanças mais importantes nas proteínas e o conteúdo dessas carbonilas é amplamente utilizado como marcador de danos à proteína (LUND *et al.*, 2011).

O dano pós abate às proteínas nos músculos, pode levar a mudanças funcionais, incluindo habilidade de formar géis, capacidade de emulsificação, solubilidade, viscosidade e capacidade de retenção de água, que podem afetar significativamente a qualidade da carne e seus subprodutos (XIONG, 2000).

### **Oxidação lipídica**

Os lipídios podem ser encontrados nos músculos em diferentes formas, tais como componentes de membranas, como triacilglicerol entre as fibras musculares, como tecido adiposo e como hormônios esteróides. Os lipídios são quimicamente instáveis e propensos a oxidação, especialmente durante o manuseio após o abate e estocagem dos produtos cárneos (FALOWO *et al.*, 2014). A forma e natureza desses lipídios definem a estabilidade da cor, perda de água e o desenvolvimento de ranço oxidativo, que se manifestam na qualidade sensorial e nutricional dos produtos (KUMAR *et al.*, 2015; BERASATEGI *et al.*, 2014).

Oxidação lipídica é descrita como uma deterioração dependente de oxigênio dos ácidos graxos saturados e insaturados. Esse processo resulta em odor rançoso, sabor indesejado, perda de valor nutritivo, diminuição da vida de prateleira e acúmulo de compostos tóxicos, que podem ser prejudiciais à saúde dos consumidores (MAPIYE *et al.*, 2012; FALOWO *et al.*, 2014).

A oxidação de ácidos graxos é principalmente ocasionada por um mecanismo autocatalítico dos radicais livres, chamado de auto oxidação que consiste em 3 fases: iniciação, propagação e terminação. A reação de iniciação produz o radical alquil do ácido graxo, que por sua vez, reage com o oxigênio para formar radicais peróxidos na reação de propagação. Os radicais peróxidos reagem com ácidos graxos insaturados e formam hidroperóxidos, que posteriormente se decompõem para produzir compostos aromáticos voláteis que dão à carne sabor indesejado e odor rançoso (SAMPAIO *et al.*, 2012). A interação dos radicais alquil e peróxido, leva à formação de

produtos como aldeídos, alcanos e dienos conjugado. A formação de aldeído tem sido relacionada diretamente com a mudança de cor e sabor da carne, além da estabilidade e função das proteínas. Também está associado à aterosclerose, formação de agentes mutagênicos e surgimento de câncer (MIN; AHN, 2005).

Quando a carne envelhece, ela se torna marrom devido à transformação da mioglobina em metamioglobina. Essa é a principal causa de rejeição dos produtos cárneos entre os consumidores. A oxidação lipídica aumenta a formação de metamioglobina que atua como um catalisador para o processo de oxidação, que aumenta a taxa de deterioração dos produtos. Oxidação lipídica também depende de outros fatores, tais como o pH, os níveis de antioxidantes internos da carne e externos e a presença de pró-oxidantes, como o teor de ferro livre. A taxa de oxidação é proporcional à quantidade de insaturações presentes no ácido graxo, que definem a cor e estabilidade dos produtos (HALLENSTVEDT *et al.*, 2012).

## **ANTIOXIDANTES**

### **Antioxidante Endógeno**

O tecido muscular possui vários antioxidantes endógenos, incluindo antioxidantes que quebram cadeia, enzimas como as catalases, glutatona peroxidase e superóxido dismutase e componentes não enzimáticos, todos capazes de controlar a oxidação lipídica *in vivo* e continuam funcionando mesmo após o abate animal. No entanto, a eficácia desses compostos diminui com o aumento do tempo pós-morte e após o cozimento, o que acarreta na necessidade de utilização de aditivos sintéticos nos produtos cárneos (DINESH *et al.*, 2014).

### **Antioxidante Sintético**

Vários tipos diferentes de antioxidantes sintéticos, como Hidroxitolueno Butilado (BHT), Hidroxianisol Butilado (BHA), Propil Galato (PG) e Terc Butil Hidroquinona (TBHQ) têm sido amplamente utilizados na indústria da carne ao longo dos anos para controlar a oxidação (MARIUTTI *et al.*, 2011). Eles funcionam sequestrando radicais livres ou diminuindo a formação de radicais iniciadores, aumentando assim o tempo de estocagem da carne fresca e seus subprodutos (DINESH; CHEORUN JO, 2014).

Entretanto, o uso de alguns antioxidantes sintéticos nos alimentos tem sido um desafio devido a sua instabilidade e possíveis efeitos tóxicos e carcinogênicos para a saúde humana. Vários países restringiram ou baniram o uso de aditivos químicos considerados prejudiciais à saúde. Essas

limitações fazem com que os consumidores busquem opções naturais como alternativas para esses aditivos sintéticos (KARAKAYA *et al.*, 2011; REISHE *et al.*, 1997).

### **Antioxidante natural**

Recentemente, uma atenção especial tem sido dada a um número de plantas medicinais que podem ser utilizadas como uma potencial fonte de antioxidantes. Nesse sentido, vários estudos científicos estão sendo realizados com o objetivo de encontrar aditivos naturais com espectro amplo de atividade antioxidante, para aumentar a qualidade e vida de prateleira de produtos cárneos (SAMPAIO *et al.*, 2012; VEEKI *et al.*, 2015; FRATIANNI *et al.*, 2010). A eficácia dos diferentes antioxidantes naturais foi relatada na redução da oxidação lipídica e proteica, mudança de coloração e crescimento microbiano em produtos cárneos (CAMO *et al.*, 2008).

## **UTILIZAÇÃO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS NA PREVENÇÃO DA OXIDAÇÃO EM CARNES**

Antioxidantes naturais podem ser incorporados na carne pela suplementação com óleos essenciais das rações dos animais ou podem ser diretamente adicionados aos diferentes tipos de carnes e seus subprodutos. Entretanto, devem ser utilizados sem comprometer suas propriedades sensoriais (NKUKWANA *et al.*, 2014; MOYO *et al.*, 2012).

A maioria dos antioxidantes naturais são obtidos através de ervas, especiarias, vegetais, frutas e sementes, onde os compostos fenólicos são as principais substâncias responsáveis pela sua atividade antioxidante. Extratos vegetais que apresentam compostos fenólicos são considerados fontes efetivas de antioxidantes, pois possuem alta atividade de doação de hidrogênio ou tem alta capacidade de absorver radicais livres. A atividade antioxidante desses compostos depende de seu esqueleto estrutural e padrão dos seus grupos funcionais (BREWER, 2011).

A sálvia (*Salvia officinalis*) tem sido bastante estudada nas últimas décadas, devido seus componentes antioxidantes (KARAKAYA *et al.*, 2011). Mariutti *et al.*, (2011) estudaram o efeito antioxidante da sálvia e do alho (*Allium sativum*) desidratados na carne de frango. A sálvia apresentou atividade antioxidante efetiva em controlar a oxidação lipídica. Por outro lado, o alho não surtiu efeito como antioxidante, podendo até acelerar a oxidação lipídica da carne durante a estocagem. Em outro estudo feito por Ünal *et al.*, (2014), o óleo essencial de sálvia foi aplicado em carne bovina. Verificou-se que a sálvia apresentou atividade antioxidante em lipídios durante o tempo de estocagem da carne. Cichoski *et al.*, (2011) estudaram o efeito de diferentes concentrações (2,5; 3,75; 5,0; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; e 20 mg mL<sup>-1</sup>) de óleo essencial de manjeriço

(*Ocimum basilicum* L.) adicionados em salame tipo italiano. Os resultados mostraram que o óleo de manjeriço na concentração de  $0,75 \text{ mgmL}^{-1}$  apresentou atividade antioxidante frente aos lipídios durante o processamento e armazenamento do salame.

Alguns dos trabalhos recentes sobre antioxidantes naturais em produtos cárneos estão citados na Tabela 1.

**Tabela 1-** Concentração utilizada de antioxidantes naturais nas proteínas e lipídios de produtos cárneos.

<b>Fonte natural</b>	<b>Quantidade utilizada</b>	<b>Tipo de carne</b>	<b>Efeito oxidante</b>	<b>Referências</b>
<i>Syzygium aromaticum</i> + <i>Cinnamomum cássia</i> + <i>Origanum vulgare</i> + <i>Brassica nigra</i> . Extrato aquoso	1,0; 0,5; 0,33 % cada	Peito de Frango	DSOL	RADHAKRISHNAN <i>et al.</i> , 2014
<i>Syzygium aromaticum</i> + <i>Cinnamomum cassia</i> + <i>Origanum vulgare</i> + <i>Brassica nigra</i> . Extrato aquoso	70–80 g kg <sup>-1</sup>	Carne Bovina	DSOL	RADHAKRISHNAN <i>et al.</i> , 2014
<i>Cinnamomum zeylanicum</i> . Óleo essencial	20, 40, 60 ppm	Salsicha cozida	DSOL	MOAREFIAN <i>et al.</i> , 2013
<i>Bixa orellana</i> pó. Óleo essencial	0.05%	Lombo de porco	DMOL	FIGUEIRÊDO, 2014
<i>Rosmarinus officinalis</i> . Óleo essencial	2 %	Carne bovina moída	DSOL	ÜNAL <i>et al.</i> , 2014
<i>Origanum vulgare</i> . Óleo essencial	2 %	Carne bovina moída	DSOL	
<i>Lippia Alba</i> . Extrato aquoso	0,10 g mL <sup>-1</sup>	Carne de Peixe	DSOL	VEECKI <i>et al.</i> , 2014
<i>Melissa officinalis</i> . Extrato aquoso	200 ppm	Mortadela tipo Bolonha	DSOL	BERASATEGI, 2014
<i>Brassia oleracea</i> L. var. <i>italica</i> Plenck. Extrato aquoso	0.1% e 0.5%	Hambúrguer de carne bovina	DSOL	KIM <i>et al.</i> , 2013
<i>Petasites hybridus</i> . Extrato aquoso	0.1% e 0.5%	Hambúrguer de carne bovina	DSOL	
<i>Melissa officinalis</i> . Óleo essencial	0.5%	Peito de frango fresco	DSOL	FRATIANNI <i>et al.</i> , 2010
<i>Thymus vulgaris</i> . Óleo essencial	0.5%	Peito de frango fresco	DSOL	
<i>Ribes nigrum</i> . Extrato aquoso	5, 10 e 20 g kg <sup>-1</sup>	Hambúrguer de carne suína	DSOLP	JIA <i>et al.</i> , 2012

DSOLP - Diminuição Significativa de Oxidação Lipídica e Protéica; DSOL- Diminuição Significativa de Oxidação Lipídica; DMOL- Diminuição Moderada de Oxidação Lipídica

Os óleos essenciais são aditivos naturais considerados como não fitotóxicos, tendo assim a vantagem de serem melhor aceitos pelos consumidores. Experimentos utilizando óleos essenciais têm demonstrado que eles são adequados para serem utilizados como conservantes em produtos cárneos, em particular como eficazes agentes antioxidantes devido a substâncias presentes na sua composição, tais como terpenos, carvacrol, timol, cinamaldeído e outros (AL-REZA *et al.*, 2010).

Aproximadamente 3000 óleos essenciais são conhecidos e 300 deles são considerados comercialmente importantes para as indústrias farmacêutica, alimentícia, sanitária e cosmética. Ao mesmo tempo, a substituição de especiarias brutas por óleos essenciais isolados tem aumentado na indústria de carnes, o que pode estar associado às inúmeras vantagens como: melhor estabilidade e menor necessidade de espaço para estocagem, maiores concentrações de aroma, facilidade de manuseio, segurança microbiana e padronização (DINESH; CHEORUN JO, 2014).

Assim como os óleos essenciais, os extratos vegetais têm sido estudados devido ao seu potencial antioxidante, que está relacionado, principalmente, com a presença de compostos fenólicos (TSAI *et al.*, 2014). Extratos vegetais são ricos em compostos fenólicos e têm sido estudados devido seus efeitos positivos na inibição de oxidação lipídica e proteica em diversos produtos cárneos (JIA *et al.*, 2012).

O extrato aquoso de *Syzygium aromaticum*, por exemplo, demonstrou ser um dos mais potentes antioxidantes naturais, superando os antioxidantes sintéticos BHT e BHA (RADHAKRISHNAN *et al.*, 2014). Essa alta atividade antioxidante do extrato de *S. aromaticum*, pode ser explicada devido à presença do eugenol, seu principal constituinte, sendo essa substância previamente conhecida devido sua comprovada atividade antioxidante. Além do eugenol, outros compostos, como o cinamaldeído, presentes em outros extratos vegetais, também apresentam atividade antioxidante (RADHAKRISHNAN *et al.*, 2014). Se comparados aos antioxidantes sintéticos, os extratos são interessantes devido a sua segurança de ingestão e suas características saudáveis (JIA *et al.*, 2012).

## CONCLUSÃO

A indústria da carne tem buscado alternativas para a substituição dos antioxidantes sintéticos devido aos seus possíveis danos à saúde. Dentre os tipos de substâncias naturais capazes de substituir os aditivos sintéticos, os óleos essenciais e os

extratos vegetais têm mostrado potenciais efeitos em produtos cárneos. O fato de serem naturais e apresentarem atividade antioxidante tão boa quanto os antioxidantes sintéticos, fazem desses produtos particularmente atraentes para as indústrias, devido ao aumento da demanda por ingredientes naturais por parte dos consumidores. A influência desses produtos naturais nos parâmetros de qualidade oferece à indústria de carnes a oportunidade de desenvolver novos produtos com aprimoramento nutricional e benefícios a saúde, aumentando a vida de prateleira e a qualidade dos alimentos cárneos.

## REFERÊNCIAS

- AL-REZA, S. M. *et al.* Potential roles of essential oil and organic extracts of *Zizyphus jujube* in inhibiting food-borne pathogens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 119, 981–986, 2010.
- BERASATEGI, I. *et al.* Healthy reduced-fat Bologna sausages enriched in ALA and DHA and stabilized with *Melissa officinalis* extract. **Meat Science**, 96, 1185–90, 2014.
- BREWER, M. S. Natural Antioxidants: Sources, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Applications. **Food Science and Food Safety**, 10, 221–247 2011.
- CICHOSKI, A. *et al.* Oxidação dos lipídios e das proteínas na parte interna do salame tipo italiano contendo óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum L.*) **Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas**, 31, 436-442, 2011.
- CONTINI, C. *et al.* Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. **Meat Science**, 96, 1171–1176, 2014.
- DINESH D JAYASENA. *et al.* Endogenous functional compounds in Korean native chicken meat are dependent on sex, thermal processing and meat cut. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 95, 771-775, 2015
- DINESH D. JAYASENA; CHEORUN JO. Potential Application of Essential Oils as Natural Antioxidants in Meat and Meat Products: A Review. **Food Reviews International**, 30, 71-90, 2014.
- FALOWO, A. B.; FAYEMI, P. O.; VOSTER, M. Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International**, 64, 171–181, 2014.
- FIGUEIRÊDO, B. C. *et al.* Effect of annatto powder and sodium erythorbate on lipid oxidation in pork loin during frozen storage. **Food Research International**. 137–143, 2014.
- FRATIANNI, F. *et al.* Preservation of chicken breast meat treated with thyme and balm essential oils. **Journal of Food Science**, 75, 528–535, 2010.
- HALLENSTVEDT, E. *et al.* Sensory quality of short- and long-term frozen stored pork products. Influence of diets varying in polyunsaturated fatty acid (PUFA) content and iodine value. **Meat Science**, 90, 244–51, 2012.
- JIA, N. *et al.* Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum L.*) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage. **Meat Science**, 91, 533–539, 2012.
- KARAKAYA, M.; BAYRAK, E.; ULUSOY, K. Use of Natural Antioxidants in Meat and Meat Products. **Journal of Food Science and Engineering**, 1, 1-10, 2011.

KIM, S.; CHO, A. R.; HAN, J. Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. **Food Control**, 29, 112-120, 2013.

KUMAR, Y. *et al.* Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products. **Food Science and Food Safety**, 14, 796- 812, 2015.

LUND, M. N. *et al.* Protein oxidation in muscle foods: A review. **Molecular, Nutrition and Food Research**, 55, 83–95, 2011.

MAPIYE, C. *et al.* The labile lipid fraction of meat: From perceived disease and waste to health and opportunity. **Meat Science**, 92, 210–220, 2012.

MARIUTTI, L. R. B.; NOGUEIRA, G. C.; BRAGAGNOLO, N. Lipid and cholesterol oxidation in chicken meat are inhibited by sage but not by garlic. **Journal of Food Science**, 76, 909–915, 2011.

MIN, B.; AHN, D. U. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products - a review. **Food Science Biotechnology**, 14, 152–163, 2005.

MOAREFIAN, M.; BARZEGAR, M.; SATTARI, M. *Cinnamomum zeylanicum* essential oil as a natural antioxidant and antibacterial in cooked sausage. **Journal of Food Biochemistry**, 37,62–69, 2013.

MOYO, B. *et al.* Polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with *Moringa oleifera* leaves/sunflower seed cake. **Meat Science**, 91, 441–447, 2012.

NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM - NTP. Report on Carcinogens, Fourteenth Edition. Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, **Public Health Service**. 2016.

NKUKWANA, T. T. *et al.* Fatty acid composition and oxidative stability of breast meat from broiler chickens supplemented with *Moringa oleifera* leaf meal over a period of refrigeration. **Food Chemistry**, 142, 255–261, 2014.

RADHA KRISHNAN, K. *et al.* Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. **International Journal of Food Microbiology**, 171, 32–40, 2014.

REISHE, D. W.; LILLIARD, D. A.; EITENMILLER, R. R. **Em Antioxidants**; Akoh, C. C.; Min, D. B., eds.; Marcel Dekker: New York, p. 423, 1997.

SAMPAIO, G. R. *et al.* Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage. **Food Chemistry**, 135, 1383–1390, 2012.

TSAI, Y. *et al.* Antioxidant, anti-inflammatory, and antiproliferative activities of extracts from different parts of farmed and wild *Glossogynia tenuifolia*. **Industrial Crops and Products**, v.57, p.98-105, 2014.

ÜNAL, K.; BABAĞLU, A. S.; KARAKAYA, M. Effect of Oregano, Sage and Rosemary Essential Oils on Lipid Oxidation and Color Properties of Minced Beef During Refrigerated Storage. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, 17, 797-805, 2014.

VEECKI, A. P. L. *et al.* Estabilidade lipídica de filés de carpa húngara congelados tratados com extratos de *Lippia alba*. **Ciência Rural Santa Maria**, 45, 1113-1119, 2015.

XIONG, Y.L. Protein oxidation and implications for muscle food quality. Decker E, Faustman C, Clemente JLB, editors. **Antioxidant in muscle foods**. 85–111, 2000.

**7 ARTIGO 2 – Desenvolvimento e análise sensorial de hambúrguer à base de frango adicionado de óleo de buriti**

**Elaborado de acordo com normas da revista Food Science and Technology**

## Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar as características físico-químicas e atividade antioxidante do óleo de buriti, além de avaliar o pH, a estabilidade lipídica, microbiológica e a aceitação sensorial de hambúrgueres de frango adicionados de óleo de buriti. Foram realizadas análises de acidez, índice peróxido e de refração, atividade antioxidante e teor de  $\beta$ -caroteno do óleo. Foi avaliado o crescimento microbiano, por meio das análises de contagem de coliformes a 45°C, *Staphylococcus* coagulase positiva e detecção de *Salmonella* sp., além de análises do teor de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e pH dos hambúrgueres nos tempos de 1, 7, 14 e 21 dias de armazenamento do produto. Os dados obtidos na avaliação sensorial foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5%. As características físico-químicas do óleo de buriti encontravam-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação. A atividade antioxidante in vitro foi considerada satisfatória se comparado ao antioxidante sintético. O valor de  $\beta$ -caroteno obtido no óleo foi de 672,81 mgkg<sup>-1</sup>. Não foi observado crescimento microbiano. Com relação à oxidação lipídica, houve diferença significativa no 14º dia para o tratamento com 8% de óleo, mostrando valor mais baixo que o tratamento com antioxidante sintético BHT. Os valores de pH dos hambúrgueres estavam abaixo de 6,4, valor considerado dentro do recomendado para o consumo humano. Estima-se que as formulações de 4% e 8% apresentaram 168 e 280 µg de vitamina A, respectivamente. A análise sensorial foi realizada por 88 provadores, sendo que 62% era do sexo feminino e 82% de todos os avaliadores encontravam-se com idades abaixo de 25 anos. Com relação à escala do ideal, as amostras com óleo de buriti apresentaram aceitação próxima ou superior à da amostra com BHT. Segundo a aceitação global, os tratamentos BHT, B4 e CTL podem ser considerados satisfatórios. O teste de intenção de compra demonstrou que os produtos BHT e B4 encontraram-se inseridos entre os termos “possivelmente compraria” e “talvez comprasse, talvez não”. De maneira geral, os hambúrgueres desenvolvidos apresentaram boa aceitação e intenção de compra satisfatória, evidenciando que a adição de óleo de buriti pode tornar-se uma nova alternativa para o enriquecimento nutricional deste produto.

**Palavras-chave:** Alimento enriquecido. Produtos cárneos. Vitamina A.

## Abstract

The objective of this study was to evaluate the physical-chemical characteristics and antioxidant activity of buriti oil, as well as to evaluate pH, lipid stability, microbiological and sensory acceptance of buriti burgers added with buriti oil. Analyzes of acidity, peroxide and refractive index, antioxidant activity and  $\beta$ -carotene content of the oil were performed. Microbial growth was evaluated by coliform counting at 45°C, Coagulase positive *Staphylococcus* and *Salmonella* sp. detection, as well as analysis of the thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and pH of the hamburgers at the times of 1, 7, 14 and 21 days of product storage. The data obtained in the sensory evaluation were submitted to analysis of variance and

Tukey's test at 5%. The physico-chemical characteristics of buriti oil were within the parameters established by the legislation. In vitro antioxidant activity was considered satisfactory when compared to the synthetic antioxidant. The  $\beta$ -carotene value obtained in the oil was 672.81 mg kg<sup>-1</sup>. No microbial growth was observed. Regarding lipid oxidation, there was a significant difference on the 14th day for treatment with 8% oil, showing a lower value than the treatment with synthetic antioxidant BHT. The pH values of the burgers were below 6.4, considered within the recommended value for human consumption. It is estimated that the formulations of 4% and 8% presented 168 and 280  $\mu$ g of vitamin A, respectively. Sensory analysis was performed by 88 testers, of whom 62% were female and 82% of all evaluators were younger than 25 years. Regarding the ideal scale, the samples with buriti oil presented acceptance nearer or superior to that of the sample with BHT. According to global acceptance, BHT, B4 and CTL treatments can be considered satisfactory. The intent to purchase test showed that BHT and B4 products were inserted between the terms "possibly buy" and "maybe bought, maybe not." In general, the developed hamburgers presented good acceptance and satisfactory purchase intention, evidencing that the addition of buriti oil may become a new alternative for the nutritional enrichment of this product.

**Keywords:** Fortified food. Meat products. Vitamin A.

## **Introdução**

Nas últimas décadas, tem se observado o aumento da demanda por alimentos enriquecidos e com propriedades funcionais. Esses alimentos, quando consumidos, proporcionam benefícios para o organismo, além de suas funções nutricionais que melhoram a saúde e bem estar, reduzem o risco de doenças, retardam o aparecimento de doenças crônico-degenerativas e melhoram a qualidade e expectativa de vida das pessoas (Ozen & Pons, 2012).

O buriti, palmeira pertencente à família *Arecaceae*, apresenta frutos com alto valor nutricional, e por isso, seus subprodutos são de grande importância social e econômica nas regiões onde ocorre. A partir do fruto, pode ser extraído óleo comestível, rico em ácidos graxos monoinsaturados e antioxidantes naturais, tais como os carotenoides e tocoferóis (Sampaio & Carrazza, 2012; Freire et al. 2016). Devido à elevada concentração de carotenoides, é considerado também como fonte de vitamina A, capaz de contribuir para a melhora do estado nutricional em relação a esse nutriente, podendo ser utilizado como forma de suplementação (Martins et al. 2007).

A carne de frango destaca-se pela grande aceitação do consumidor, e isso ocorre em função do seu sabor agradável, baixo conteúdo de gordura saturada, maciez e baixo custo, além de ser importante fonte de proteínas, ricas em aminoácidos essenciais. Por ser uma carne bem aceita, os hambúrgueres elaborados com carne de frango constituem um valioso veículo de suplementação nutricional (Hautrive, 2013).

A indústria alimentícia tem buscado desenvolver novos produtos, com ênfase no mercado consolidado de produtos cárneos, no aumento da procura por opções naturais aos antioxidantes sintéticos e no interesse dos consumidores por produtos com alto valor nutricional. Além disso, os consumidores buscam produtos que tragam benefícios para a saúde (Falowo et al. 2014).

O óleo de buriti além de apresentar alto potencial antioxidante, e por isso, gerar interesse como alternativa natural aos antioxidantes sintéticos, também agrega valor nutricional ao produto, pelo alto teor de ácidos graxos, carotenoides e tocoferóis. Assim, a produção de hambúrgueres adicionados de óleo de buriti, pode ser uma alternativa em potencial para o combate da deficiência de vitamina A, ou mesmo como um complemento para que sejam atingidas as recomendações diárias deste nutriente, disponibilizando assim, alimento regional para a alimentação humana. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi desenvolver e avaliar a aceitação sensorial de produto cárneo tipo hambúrguer produzido com carne de frango adicionado de óleo de buriti.

## **Material e métodos**

### **Análises físico-químicas do óleo**

As amostras do óleo foram submetidas à caracterização físico-química, realizadas de acordo com as metodologias oficiais da American Oil Chemists' Society (1998) e as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Foram avaliados o índice de acidez, índice de refração e índice peróxido. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### **Atividade antioxidante do óleo**

A atividade antioxidante do óleo foi determinada conforme metodologia de Ferreira et al. (2011), utilizando acetato de etila como solvente. Este método consiste em avaliar a atividade sequestradora do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH). As concentrações (100, 150, 200, 250 e 300 mg ml<sup>-1</sup>) foram preparadas e então foi utilizado 0,1 ml das diferentes concentrações a 3,9 ml de solução de DPPH (0,2 mM em acetato de etila). A absorbância foi lida a 515 nm após 20 min. O BHT foi utilizado como controle positivo, a solução de DPPH sem óleo, como controle negativo, e o acetato de etila foi usado como branco. Todas as soluções foram feitas em triplicata.

Também foi calculado para a amostra, o valor de CE<sub>50</sub> (*half maximal inhibitory concentration*) definido como a concentração de extrato necessária para reduzir em 50% a concentração de radical DPPH inicial da reação.

### **Elaboração dos hambúrgueres**

A carne de frango foi obtida comercialmente no mercado de Montes Claros-MG, de marca registrada com Serviço de Inspeção Federal (SIF) e armazenada de acordo com as condições adequadas de congelamento. O alho e a cebola desidratados, o sal, o butil hidroxitolueno (BHT) e o conservador à base de nitrito de sódio também foram obtidos comercialmente. O óleo de buriti foi doado pela cooperativa Grande Sertão, que obtém o óleo por meio de prensagem a frio, sendo este da safra de 2016, de frutos oriundos da cidade de Bonito de Minas (MG).

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Minas Gerais. Para a fabricação dos hambúrgueres, a carne de frango foi moída em grau médio e processada juntamente com os ingredientes apresentados na Tabela 1, utilizando moedor da marca Jamar, modelo PJ10. Após processada, a massa cárnea foi dividida em quatro partes iguais para que fossem adicionados e homogeneizados os demais componentes. O tratamento 1 (BHT) foi adicionado de 0,01% de antioxidante sintético BHT, de acordo com os limites estabelecidos pela legislação brasileira para aditivos em carne e produtos cárneos (Brasil, 2006).

Para a adição do óleo de buriti em quantidades adequadas, foi utilizado o resultado da análise de  $\beta$ -caroteno previamente realizado por laboratório terceirizado, por meio da metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008), no qual o valor obtido foi de 672,81 mgkg<sup>-1</sup>.

Tabela 1: composição da massa cárnea do hambúrguer de frango

<b>Descrição dos materiais</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Carne de Frango	97,7
Sal	2
Cebola desidratada	0,1
Alho desidratado	0,1
Conservador nitrito de sódio	0,015
Total	100

De acordo com a Portaria nº 31/1998– SVS/MS (Brasil, 1998), para ser considerado fonte de  $\beta$ -caroteno, o hambúrguer deve conter cerca de 4% de óleo de buriti e para ser considerado rico, deve conter 8% do referido óleo. Sendo assim, o tratamento 2 (B4) consistiu na adição de 4% de óleo de buriti, o tratamento 3 (CTL), considerado o controle, consistiu apenas da massa cárnea com os temperos, sem adição de antioxidantes e o tratamento 4 (B8) foi adicionado de 8% de óleo de buriti (Tabela 2).

A estimativa do teor de vitamina A dos hambúrgueres foi realizada utilizando-se o fator de conversão proposto por Campos & Rosado (2005), no qual cada Equivalente de Atividade de Retinol (RAE) corresponde a 1  $\mu\text{g}$  de retinol ou 12  $\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno ou 24  $\mu\text{g}$  de outros carotenoides provitamínicos.

Tabela 2: Caracterização dos tratamentos baseada na variação do teor de aditivos

<b>Tratamento</b>	<b>Óleo de Buriti (%)</b>	<b>BHT (%)</b>
BHT	0	0,01
B4	4	0
CTL	0	0
B8	8	0

Após a formulação de acordo com os tratamentos planejados, a massa foi prensada e moldada utilizando forma de hambúrgueres de 11 cm, resultando em 90 unidades de 80 gramas, para cada tratamento. Os hambúrgueres foram acondicionados individualmente em sacos plásticos, embalados a vácuo, identificados por tratamentos e armazenados em freezer a  $-18^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises.

### **Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a legislação para produtos cárneos através da RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001). O crescimento microbiano foi avaliado por meio das análises de contagem de coliformes termotolerantes

(45°C), contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e detecção de *Salmonella* sp. As análises foram realizadas de acordo com os Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e Água (Brasil, 2003) e metodologias descritas por Silva et al. (2010).

### **Análises de oxidação lipídica e pH**

As análises de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e pH foram realizadas em triplicata nos tempos de 1, 7, 14 e 21 dias de fabricação do produto.

A avaliação da oxidação lipídica foi realizada no Laboratório de Plantas Medicinais do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, pelo método TBARS seguindo metodologia descrita por Raharjo et al. (1992), com modificações. Para o cálculo dos valores de TBARS foi utilizado o fator de conversão de 7,8 e os resultados expressos em mg de malonaldeído (MDA) kg<sup>-1</sup> de amostra (Yildiz-Turp & Serdaroglu, 2010).

A avaliação de pH foi realizada em pHmetro (LUCA-210) calibrado com soluções tampão pH 7 e 4. Pesou-se 10 g de cada amostra em um béquer e, em seguida, foram adicionados 100 mL de água destilada. As amostras foram homogeneizadas com o auxílio de bastão de vidro, mantidas em repouso por 10 minutos e a leitura do pH foi realizada com a imersão dos eletrodos diretamente na amostra (Terra & Brum, 1988).

### **Análise sensorial**

A avaliação sensorial foi realizada com consumidores potenciais do produto e não treinados, conforme especificado por Meilgaard; Carr; Civilli (1999) e Stone & Sidel (2004). O público foi composto por 88 alunos e funcionários do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais e caracterizado quanto ao gênero e idade. O trabalho foi previamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais sob o parecer número 1.748.350. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com as normas do Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96 (Brasil, 1996).

Cada provador recebeu ¼ de hambúrguer grelhado (aproximadamente 20g) de cada formulação (Macfie et al., 1989), sob temperatura de 57°C aproximadamente, codificado com números aleatórios de três dígitos (Walkeling & Macfie, 1995), juntamente com um copo de água e biscoitos cream cracker para eliminar o sabor residual na boca entre a degustação das amostras.

Para o teste de preferência, foi apresentado aos consumidores os quatro produtos para que fossem classificados de acordo com a ordem de preferência. Neste teste, as amostras foram ranqueadas de forma decrescente, sendo atribuído à amostra mais preferida o número um e, a menos preferida, o número quatro. A partir dos resultados, foram somadas as notas

para cada hambúrguer. O menor somatório de notas define a formulação preferida pelos julgadores (Minim, 2013).

Os produtos também foram avaliados quanto à aceitação, sendo oferecidos de forma monádica e classificados utilizando-se a escala do ideal de cinco pontos, definida em “muito menos que o ideal” = um e “muito mais que o ideal” = cinco. Além disso, a aceitação global foi avaliada por meio de uma escala hedônica de nove pontos, na qual as categorias foram associadas a valores numéricos, sendo nove = “gostei muitíssimo”, cinco = “nem gostei/nem desgostei” e um = “desgostei muitíssimo” (Dutcosky, 2013).

O teste de intenção de compra foi realizado utilizando escala de cinco pontos, pré-definida em “certamente não compraria” = um a “certamente compraria” = cinco e, no ponto intermediário, “talvez comprasse/talvez não comprasse” = três (Meilgaard; Civille; Carr, 1999).

### **Análise estatística**

Todas as determinações foram realizadas em triplicata e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de Tukey a 5% de significância. Os testes foram realizados com auxílio do software “R” (R Development Core Team, 2011). Os resultados do teste de preferência foram organizados e avaliados pelo teste de Friedman ao nível de 5% de significância, de acordo com Minim (2013).

### **Resultados e discussão**

#### **Análises físico-químicas do óleo**

O óleo de buriti apresentou índice de acidez de  $2,77 \pm 0,28$  mg NaOH g<sup>-1</sup>. De acordo com a RDC 270, a acidez de óleos vegetais prensados a frio e não refinados não deve ultrapassar o limite máximo de 4,0 mg NaOH g<sup>-1</sup> de óleo (Brasil, 2005). De acordo com Carvalho et al. (2011), o óleo de buriti apresentou índice de acidez de 1,57 mgNaOH g<sup>-1</sup>. Rocha et al. (2017) observaram valores de índice de acidez que variaram entre 1,522 e 1,750 mgNaOH g<sup>-1</sup>. Valores estes que corroboram ao observado no presente estudo.

A determinação da acidez pode fornecer dado importante na avaliação do estado de conservação do óleo. O processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons hidrogênio (Instituto Adolfo Lutz, 2008). O índice de acidez pode variar devido a diversos fatores como: estágio de maturação do fruto de que o óleo será extraído, tempo decorrido entre a coleta e extração do óleo, tratamento térmico e processo de refino (Rossi, 2009; Del Rio et al. 2010; Dag et al. 2011). Como o óleo de buriti é rico em carotenoides, provavelmente as alterações de temperatura de armazenamento levaram à rancificação e alteração destes pigmentos. Quanto maior a acidez do óleo, maiores são as perdas de pigmentos (Nogueira, 1992).

O índice de refração é característico para cada tipo de óleo e está relacionado com o grau de saturação das ligações, compostos de oxidação e tratamento térmico. O valor de índice de refração observado foi de 1,464 a 20°C, esse valor é similar ao citado por Silva et al. (2009), que observaram valores entre 1,465-1,467, e por Carvalho et al. (2011), que observaram o valor de 1,467. O índice de refração aumenta de acordo com o número de duplas ligações, conjugações e tamanho da cadeia hidrocarbonada (Paul et al. 1997). Mas é afetado por outros fatores tais como: teor de ácidos graxos livres, oxidação e tratamento térmico da amostra (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Assim como o índice de acidez, o índice de peróxido também demonstra a qualidade dos óleos vegetais, pois os peróxidos são produtos primários da oxidação de lipídeos. O índice de peróxido determina todas as substâncias que oxidam o iodeto de potássio a iodo em amostras de frituras. Estas substâncias são consideradas como sendo peróxidos ou produtos similares decorrentes da degradação das gorduras (Machado et al. 2006).

O índice peróxido é indicador do grau de oxidação do óleo ou gordura. A presença de peróxidos pode ser indício de deterioração, que poderá ser verificada com a mudança do sabor e do odor característicos dos óleos (Melo et al. 2014). Mas o nível baixo de peróxidos na amostra não constitui garantia de boa estabilidade oxidativa, podendo, pelo contrário, ser sinônimo de alteração pronunciada (Silva et al. 1999).

O Codex Alimentarius estabelece que o índice peróxido não deve ultrapassar 15 meq kg<sup>-1</sup> para óleos não refinados, uma vez que a partir desse valor, o sabor rançoso já pode ser notado (Verleyen et al. 2005). No presente estudo, foi possível verificar que o índice peróxido correspondeu a 4± 1,4 meq kg<sup>-1</sup>. Melo et al. (2014) observaram valor de 1,29 meq kg<sup>-1</sup>. Valores mais altos também podem ser encontrados na literatura (Aquino et al. 2012).

A oxidação da gordura é um processo autocatalítico que se desenvolve em aceleração crescente. Fatores como temperatura, enzimas, luz e íons metálicos podem influenciar a formação de radicais livres (Adams, 1999).

### Atividade Antioxidante *in vitro* do óleo

A tabela 3 mostra a capacidade antioxidante do óleo de buriti e do BHT descritas em porcentagem de diminuição de absorbância.

**Tabela 3** - Capacidade antioxidante do óleo de buriti e BHT

Concentração (mgmL <sup>-1</sup> )	AA Óleo de buriti (%)	AA BHT (%)
100	5,98	81,09
150	7,36	91,27
200	33,84	96,72
250	42,07	96,90
300	46,56	97,09

Como resultado da mudança de cor de roxo para amarelo, a absorvância diminui quando o radical DPPH é sequestrado pelo antioxidante por meio de doação de hidrogênio de uma molécula estável de DPPH-H (Matthaus, 2002). Assim, a maior porcentagem de diminuição da absorvância indica melhor sequestrador de radical. Os resultados demonstram que, quanto maior a dose de óleo, mais forte a habilidade de sequestrar radicais. A partir da tabela 3 é possível observar que o óleo de buriti apresentou aproximadamente 50% da atividade antioxidante do BHT nas concentrações de 250 e 300 mg mL<sup>-1</sup>, valores que podem ser considerados satisfatórios, uma vez que se trata de um produto totalmente natural comparado com o antioxidante sintético.

O EC<sub>50</sub> é definido como a concentração de óleo em mgmL<sup>-1</sup> capaz de reagir com 50% do radical presente na solução de DPPH. Portanto, quanto menor o valor do EC<sub>50</sub>, maior será a atividade antioxidante do extrato analisado. O óleo de buriti avaliado no presente estudo apresentou EC<sub>50</sub> de 298,6 ± 0,06.

Comparações do resultado obtido nesse estudo com outros estudos são imprecisas, pois as condições experimentais podem ser diferentes, tanto em relação ao comprimento de onda utilizado para óleos vegetais (entre 515 a 528 nm), quanto em relação ao solvente. Diferentes solventes podem causar diferenças nos valores da atividade antioxidante, uma vez que o solvente pode afetar a capacidade do antioxidante de doar hidrogênio (Prior et al. 2005; Ramadan & Moersel, 2006).

### **Formulação dos hambúrgueres**

O óleo avaliado possuía cerca de 56 µg g<sup>-1</sup> desse micronutriente. Sendo assim, estima-se que as formulações de 4% e 8% apresentaram 168 e 280 µg de vitamina A, respectivamente. A recomendação de ingestão diária dessa vitamina para homens é de 900 µg e para mulheres é de 700 µg (Institute of Medicine, 2002). A partir desses valores, observa-se que os produtos obtidos correspondem a cerca de 20% e 35% dos valores de consumo diário, considerando o valor médio de 800 µg de ingestão diária.

### **Análises microbiológicas**

Os resultados das análises microbiológicas realizadas mostraram que os hambúrgueres encontravam-se em condições sanitárias satisfatórias e de acordo com os padrões legais vigentes (Brasil, 2001). Resultados semelhantes podem ser verificados no trabalho de Monteiro et al. (2014), no qual foram observadas condições microbiológicas igualmente apropriadas nas formulações de linguiças de frango adicionadas de extrato da casca de pequi.

### **Oxidação lipídica e pH**

A tabela 4 apresenta o resultado das análises de TBARS de acordo com os dias analisados.

**Tabela 4-** Valores médios de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) dos hambúrgueres de frango, com e sem adição de óleo de buriti, analisados durante o período de armazenamento a -18° C

Tratamento	Tempo de armazenamento (dias)			
	1	7	14	21
BHT	0,6 ±0,06aA	0,59±0,06aA	0,51±0,01aA	0,48±0,04aA
CTL	0,5±0,07abA	0,45±0,0aA	0,51±0,15aA	0,5±0,03aA
B8	0,56±0,0abA	0,51±0,0aAB	0,34±0,15bC	0,38±0,04aBC
B4	0,42±0,12bA	0,46±0,08aA	0,53±0,09aA	0,4±0,03aA

BHT- adição de 0,01% de BHT; B4- adição de 4% de óleo de buriti; CTL- controle; B8- adição de 8% de óleo de buriti. Médias ± desvio-padrão de análises em triplicata. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ) pelo Teste de Tukey. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ).

A partir dos resultados, é possível observar que houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) de valores de malonaldeído entre os dias avaliados apenas para o tratamento 8%. Esse valor está de acordo com a atividade antioxidante do óleo *in vitro*, uma vez que quanto maior a concentração de óleo, maior a atividade antioxidante.

Os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa ( $P>0,05$ ) durante o período avaliado. No entanto, o tratamento 4% apresentou o menor valor de MDA  $\text{kg}^{-1}$  em relação aos demais tratamentos.

No 14º dia, o tratamento com 8% de óleo apresentou diferença ( $P<0,05$ ) com relação aos demais tratamentos, mostrando valor mais baixo que o tratamento com antioxidante sintético BHT. Indicando que o óleo pode vir a ser aditivo natural ao combate da oxidação lipídica nesse tipo de produto.

Os valores de pH, podem ser observados na tabela 5:

**Tabela 5-** Valores médios de pH dos hambúrgueres de frango, com e sem adição de óleo de buriti, analisados durante o período de armazenamento a -18° C

Tratamento	Tempo de armazenamento (dias)			
	1	7	14	21
BHT	6,14±0,04aAB	6,20±0,00bAB	6,25±0,03aA	6,09±0,08bB
CTL	6,14±0,05aB	6,08±0,07bB	6,22±0,0aAB	6,36±0,07aA
B8	6,11±0,01aA	6,23±0,01abA	6,11±0,04aA	6,26±0,05aA
B4	6,08±0,05aB	6,28± 0,06aA	6,18±0,06aAB	6,33±0,17aA

BHT- adição de 0,01% de BHT; B4- adição de 4% de óleo de buriti; CTL- controle; B8- adição de 8% de óleo de buriti. Médias ± desvio padrão de análises em triplicata. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ) pelo Teste de Tukey. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ).

De acordos com os resultados, os tratamentos Controle e 4% de óleo sofreram aumento significativo ( $P < 0,05$ ) do pH, se comparados ao primeiro dia de avaliação. O tratamento 8% não apresentou diferença estatística entre os dias estudados nem entre os tratamentos. O único tratamento que apresentou queda nos valores de pH, foi o tratamento que consistia na carne adicionada de BHT.

Segundo Brasil (1981), o valor de pH para carnes adequadas ao consumo humano é entre 5,8 a 6,2, sendo que, quando apresenta valores acima de 6,4, indica o início de sua decomposição. Diante desse fato, pode-se observar que durante o período avaliado, todos os tratamentos encontravam-se adequados para o consumo, uma vez que nenhum dos tratamentos apresentou valores de pH maiores que 6,4.

O aumento do pH da carne pode ser explicado devido ao crescimento microbiano, pois os microrganismos, ao se multiplicarem, produzem amônia, resultando no aumento do pH do meio (RadhaKrishnan et al. 2014). Embora não tenham sido detectados coliformes a 45° C e *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* durante os dias avaliados, esse aumento do pH pode indicar o crescimento de outros microrganismos não avaliados no presente estudo.

### Analise sensorial

A análise foi realizada por 88 provadores, dos quais todos afirmaram gostar de hambúrguer, sendo que a maioria (62%) era do sexo feminino e 82% dos avaliadores encontravam-se com idade abaixo de 25 anos.

De acordo com a preferência dos consumidores, pela soma das ordens, o tratamento CTL foi o mais preferido pelos julgadores, estando com o menor somatório (139) e possuindo, portanto, a maior preferência, segundo o teste de Friedman ( $p < 0,05$ ). As amostras BHT (199) e B4 (201) apresentaram preferências similares e a amostra B8 (268) foi a menos preferida.

Os resultados obtidos por meio da análise sensorial para os atributos cor, odor, aparência e sabor (escala do ideal de cinco pontos), aceitação global (escala hedônica de nove pontos) e intenção de compra (escala de cinco pontos) estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Médias das notas obtidas na avaliação sensorial de hambúrgueres de frango, com e sem adição de óleo de buriti, por meio das escalas do ideal, aceitação global e intenção de compra

Critérios	Formulações			
	BHT	B4	CTL	B8
Cor	2,54 <sup>b</sup> ± 0,88	2,89 <sup>a</sup> ± 0,85	3,14 <sup>a</sup> ± 1,07	2,89 <sup>a</sup> ± 0,95
Odor	2,93 <sup>b</sup> ± 0,79	2,95 <sup>b</sup> ± 0,78	3,31 <sup>a</sup> ± 0,79	2,92 <sup>b</sup> ± 0,91
Aparência	2,54 <sup>c</sup> ± 0,89	2,84 <sup>bc</sup> ± 0,85	3,22 <sup>a</sup> ± 1,02	2,92 <sup>ab</sup> ± 1,04
Sabor	2,88 <sup>b</sup> ± 1,03	2,68 <sup>b</sup> ± 1,05	3,38 <sup>a</sup> ± 0,92	2,68 <sup>b</sup> ± 1,13
Aceitação global	6,5 <sup>a</sup> ± 1,72	6,35 <sup>a</sup> ± 1,91	7,05 <sup>a</sup> ± 1,82	4,95 <sup>b</sup> ± 2,29
Intenção de compra	2,61 <sup>b</sup> ± 1,43	2,81 <sup>b</sup> ± 1,3	1,85 <sup>c</sup> ± 1,06	3,34 <sup>a</sup> ± 1,32

BHT- adição de 0,01% de BHT; B4- adição de 4% de óleo de buriti; CTL- controle; B8- adição de 8% de óleo de buriti. Valores apresentados em média e desvio padrão. Médias acompanhadas de letras iguais, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Na avaliação do atributo cor, pela escala do ideal, não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre as formulações B4, CTL e B8. O único tratamento diferente dos demais foi o BHT, que apresentou a menor média, estando inserido entre os termos “menos que o ideal” e “ideal”. As médias das amostras com óleo de buriti indicam que este aditivo pode ter influenciado de forma positiva na coloração, estando mais próximas ao termo “ideal” da escala. Embora a média do tratamento CTL tenha sido numericamente superior às médias dos tratamentos B4 e B8, o resultado foi estatisticamente similar, demonstrando que em relação a esse atributo, ambas as concentrações utilizadas seriam adequadas.

Em relação à aceitação dos produtos quanto ao odor, verifica-se que a amostra CTL diferiu significativamente ( $p<0,05$ ) dos demais tratamentos, apresentando a maior média, e situando-se entre os termos “ideal” e “mais que o ideal”, o que indica que o hambúrguer sem aditivos foi mais bem avaliado pelos provadores.

O resultado obtido no quesito aparência demonstra que a média de aceitação da formulação CTL foi próxima à da B8, entretanto, foi superior às médias das formulações BHT e B4, sendo que a formulação BHT apresentou a menor média. De acordo com os provadores, os tratamentos BHT, B4 e B8 encontram-se classificados entre “menos que o ideal” e “ideal”, diferentemente do tratamento CTL, classificado entre “ideal” e “mais que o ideal”.

Para a aceitação do sabor, não houve diferença significativa entre as amostras com aditivos ( $p>0,05$ ), sendo o CTL o único tratamento divergente, com maior média, demonstrando a maior aceitação dos avaliadores pelo hambúrguer sem BHT e óleo de buriti.

A aceitação de produtos cárneos por parte dos consumidores está intimamente relacionada com seus atributos de cor, odor, aparência, sabor e suculência (Venturini et al., 2011). Monteiro et al. (2014) avaliaram a aceitabilidade de linguiça de frango adicionada de diferentes concentrações de extrato da casca de pequi. Observou-se que todas as formulações apresentaram boa aceitação com relação aos atributos avaliados. Os resultados obtidos no presente estudo para o teste da escala do ideal indicam, de forma geral, que as amostras com óleo de buriti apresentaram aceitação próxima ou superior à da amostra com BHT, o que favorece a substituição deste antioxidante sintético por outro de origem natural. Esse fato pode ser considerado positivo para a saúde dos consumidores, uma vez que o produto adicionado de óleo de buriti pode ser considerado uma fonte em potencial de vitamina A, tornando-se assim um hambúrguer enriquecido, sem aditivos sintéticos e de fácil reprodução.

O método de escala hedônica é mais amplamente utilizado para avaliar a aceitação de alimentos entre o público adulto e observa-se considerável sucesso em relação aos resultados (Dutcosky, 2013). Na avaliação global do produto por meio da escala hedônica, os tratamentos BHT, B4 e CTL não apresentaram diferença estatística ( $p>0,05$ ). De acordo com a escala hedônica, os produtos BHT e B4 estão classificados entre “indiferente” e “gostei regularmente”. O CTL atingiu a maior pontuação, classificando-se entre “gostei regularmente” e “gostei muito”,

enquanto o B8, hambúrguer com maior concentração de óleo de buriti, obteve a menor média, situando-se entre os termos “desgostei ligeiramente” e “indiferente”.

Deve-se considerar que o produto em questão, hambúrguer de frango, geralmente não é consumido sozinho, comumente está acompanhado de pão, molhos, queijo, salada e condimentos que podem alterar e melhorar o sabor do produto final (Chirinos et al. 2002). Neste estudo, o produto foi avaliado de forma isolada para que não houvesse interferência na percepção da impressão global das amostras, o que foge da forma usual de consumo. Entretanto, de modo geral, as médias para a avaliação global dos tratamentos BHT, B4 e CTL podem ser consideradas satisfatórias, pois notas entre 6 e 9 (“gostei ligeiramente” a “gostei muito”) sugerem que o produto poderá ser aceito no mercado sob o ponto de vista sensorial. Sendo assim, pode-se afirmar que a adição de 4% de óleo de buriti foi bem aceita pelos avaliadores, embora a aplicação de maior concentração do óleo (8%) tenha interferido negativamente na aceitabilidade do produto. Esse resultado corrobora com os dados obtidos por Garcia et al. (2009), que analisaram a aceitação sensorial de hambúrgueres bovinos enriquecidos com o carotenoide licopeno através da adição da casca de tomate seco. Verificou-se que quanto maior o teor de casca adicionado à formulação, menor a aceitação do produto final por parte dos avaliadores.

Melhores resultados de aceitação de alimentos enriquecidos foram obtidos por Aquino et al. (2012), que formularam biscoitos adicionados de óleo de buriti como alternativa para o consumo de alimentos fontes de vitamina A na merenda escolar de crianças na cidade de Picos (PI). Os resultados da análise sensorial demonstraram que as amostras de biscoito enriquecidas com o óleo foram bem aceitas, mesmo sem adição de outras essências ou sabores familiares que pudessem influenciar o sabor e o aroma dos produtos oferecidos às crianças.

Os resultados do teste de intenção de compra indicaram que o produto com melhor avaliação foi o CTL, avaliado entre “certamente compraria” e “possivelmente compraria”. Os produtos BHT e B4 encontram-se inseridos entre os termos “possivelmente compraria” e “talvez comprasse, talvez não”, enquanto o B8 foi o pior avaliado, situando-se entre “talvez comprasse, talvez não” e “possivelmente não compraria”. Diante disso, pode-se observar que quanto maior o teor de óleo de buriti incorporado na formulação do hambúrguer, menor foi sua intenção de compra. Entretanto, deve-se ressaltar que a formulação com menor concentração de óleo obteve melhor avaliação quanto à intenção de compra, ou seja, apresenta grande potencial de mercado. Segundo Santana et al. (2006), existe uma grande preocupação com relação à intenção de compra dos produtos, sendo esse critério considerado de extrema importância para os desenvolvedores de novos produtos.

## **Conclusão**

O óleo de buriti apresentou características físico-químicas adequadas de acordo com os parâmetros vigentes. Com relação à atividade antioxidante *in vitro*, o óleo apresentou

valores de porcentagem de atividade antioxidante satisfatória, se comparado ao antioxidante sintético BHT. A partir da avaliação da oxidação lipídica dos hambúrgueres e de pH, observou-se que o óleo de buriti pode ser considerado potencial substituto aos antioxidantes sintéticos.

Os hambúrgueres desenvolvidos apresentaram boa aceitação sensorial e intenção de compra satisfatória, evidenciando que a adição de 4% de óleo de buriti no hambúrguer de frango, constitui uma alternativa para enriquecer este produto e corresponder à demanda de consumidores que buscam alimentos diferenciados e saudáveis no mercado. Fazem-se necessários estudos complementares para avaliar outras formas de incorporação do óleo em matrizes cárneas, visando à otimização do processamento e desenvolvimento de novas formulações que venham melhorar significativamente a qualidade do produto final.

## Referências

Adams, C. A. (1999). Oxidation and antioxidants. In: *Nutricines. Food components in Health and Nutrition*. Nottingham University Press.

American Oil Chemists' Society - AOCS. (1998). *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society* (5. ed.). Champaign.

Aquino, J. S., Pessoa, D. C. N. P., Araújo, K. L. G. V., Epaminondas, P. S., Schuler, A. R. P., Souza, A. G., Stamford, T. L. (2012). Refining of buriti oil (*Mauritia flexuosa*) originated from the Brazilian Cerrado: physicochemical, thermal-oxidative and nutritional implications. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 23(2), 212-219.

Aquino, J. S., Pessoa, D. C. N. P., Oliveira, C. E. V., Carvalho, J. M. O., Stamford, T. L. M. (2012). Processamento de biscoitos adicionados de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.): uma alternativa para o consumo de alimentos fontes de vitamina A na merenda escolar. *Revista de Nutrição*, 25(6), 765-774.

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2003). Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003. *Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2006). Instrução Normativa Nº 51, de 29 de dezembro de 2006. *Adota o regulamento técnico de atribuição de aditivos, e seus limites das seguintes categorias de alimentos: carne e produtos cárneos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. (2001). Resolução - RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001. *Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. (2005). Resolução RDC nº 270, de 22 setembro de 2005. *Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasil, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. (1998). Portaria n. 31, de 13 de janeiro de 1998. *Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos adicionados de nutrientes essenciais*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Brasil. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária Laboratório Nacional de Referência Animal. (1981). *Métodos Analíticos Oficiais Para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. Métodos Físico e Químicos – carne bovina in natura*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Campos, F. M., Rosado, G. P. (2005). Novos fatores de conversão de carotenoides provitamínicos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(3), 571-578.

Carvalho, C. O., Scudeller, V. V., Sargentini, E., Ormezinda, C. C. F., Bolson, M. A. (2011). *Características físicas, químicas e rendimento do óleo de buriti (Mauritia flexuosa L.f.Arecaceae)*. In: Santos-Silva, E. N. BioTupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central

Chirinos, R. R., Vizeu, D. M., Destro, M. T., Franco, B. d. G. Ml. (2002). Inactivation of *Escherichia coli* O157H7 in hamburger by gamma radiation. *Brazilian Journal of Microbiology*, 33(1), 45-48.

Dag, A., Kerem, Z., Yogev, N., Zipori, I., Lavee, S., David, E. B. (2011). Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 127(3), 358-366.

Del Río, V., Larrenchi, M. S., Callao, M. P. (2010). Sequential injection titration method using second-order signals: determination of acidity in plant oils and biodiesel samples. *Talanta*, 81(4-5), 1572-1577.

Dutcosky, S. D. (2007). *Análise Sensorial de Alimentos* (4. ed.). Curitiba, PR: Champagnat, 239 p.

Falowo, A. B., Fayemi, P. O., Voster, M. (2014). Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 64, 171-181.

Ferreira, E. L. Sampaio, G. R., Torres, E. A. F. S., Bastos, D. H. M. (2011). Natural Antioxidant from Yerba Maté (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) Prevents Hamburger Peroxidation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54(4), 803-809.

Freire, J. A. P., Barros, K. B. N. T., Lima, L. K. F., Martins, J. M., Araujo, Y. C., Da Silva Oliveira, G. L., De Souza Aquino, J. Ferreira, P, M. P. (2016). Phytochemistry Profile, Properties and Pharmacological Activities of *Mauritia flexuosa*. *Journal of food science*, 81(11), 2611-2622.

Garcia, M. L., Calvo, M. M., Selgas M.D. (2009). Beef hamburgers enriched in lycopene using dry tomato peel as na ingredient. *Meat Science*, 83(1), 45–49.

Hautrive, T. P., Marques, A., Kubota, E. H. (2013). Determination of the composition, cholesterol and fatty acid profile of cuts of meat trade ostrich, swine, beff and poultry. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 23(2), 327-334.

Institute of Medicine. (2002). Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington(DC): National Academy Press.

Instituto Adolfo Lutz - IAL. (2008). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, Versão eletrônica (4. ed.) Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Macfie, H. J., Bratchell, N., Greenhoff, K., Vallis, L. (1989). Projeto para equilibrar o efeito da ordem de apresentação e de primeira ordem efeitos carry-over em testes de salão. *Revista de Estudos Sensoriais*, 4(2), 129-148.

Machado, G. C., Chaves, G. P., Antoniassi, R. (2006). Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. *Ceres*, 53 (308), 463-468.

Martins, M. C., Oliveira, Y. P., Coitinho, D. C., Santos, L. M. P. (2007). Panorama das ações de controle da deficiência de vitamina A no Brasil. *Revista de Nutrição*, 20(1), 5-18.

Matthaus, B. J. (2002). Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(12), 3444-52.

Meilgaard, M., Civille, G. V., Carr, B. T. (1999). Sensory evaluation techniques. (3. ed.). New York: CRC, 281 p.

Melo, M. A. R., Melo, M. A. M. F., Silva, E. V., Filho, J. R. C., Souza, A. G. (2014). Study of the oxidative stability of oils vegetables for production of Biodiesel. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(1), 84-88.

Minin, V. R. (2013). Análise sensorial: estudos com consumidores (3. ed.). Viçosa: Editora UFV.

Monteiro, S. S., Copetti, C., Nogara, G., Dallanora, F. M., Prestes, R. C., Rosa, C. S. (2014). Natural antioxidant from Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) peel in the production of sausage. *International Food Research Journal*, 21(5), 1963-1970.

Nogueira, R. I. (1992). *Secagem e desidratação de frutas e hortaliças*. In: Nogueira, R. I. (Ed.). Curso de Processamento de Frutas e Hortaliças. Rio de Janeiro: EMBRAPA.

Ozen, A. E., Pons, A., Tur, J. A. (2012). Worldwide consumption of functional foods: a systematic review. *Nutrition Reviews*, 70(8), 472 – 481.

Paul, S., G. S. Mittal. (1997). Regulating the Use of Degraded Oil/Fat in Deep-Fat/Oil Food Frying, *Crit. Reviews in Food Science and Nutrition*, 37, 635–662.

Prior, R. L. Wu, X., Shainch, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290-302.

R Development Core Team (2011). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

Radhakrishnan, K. Babuskin, S. AzhaguSaravanaBabu, P., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., Sivarajan, M., Sukumar, M. (2014). Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. *International Journal of Food Microbiology*, 171, 32–40.

Raharjo, S., Sofos, J. N., Schmidt, G. R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. *J Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 40, p. 2182-2185, 1992.

Ramadan, M. F., Moersel, J. T. (2006). Screening of the antiradical action of vegetable oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 838–842.

Rocha, S. M. Rodrigues, M. T. O., Silva, D. S., Costa, F. M., Filho, O. C., Nunes, Y. R. F., Arrudas, S. R. Fidêncio, P. H. (2017). Efeito do armazenamento nas propriedades físico-químicas do óleo de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae). *Caderno de Ciências Agrárias*, 9(1), 31-37.

Rossi, M. Alamprese, C., Ratti, S., Riva, M. (2009). Suitability of contact angle measurement as an index of overall oil degradation and oil uptake during frying. *Food Chemistry*, 112(2), 448-453.

Sampaio, M. B., Carrazza, L. R. (2012). Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Buriti (*Mauritia flexuosa*). Brasília, DF: ISPN, 76 p.

Santana, L. R. R., Santos, L. C. S., Natalicio, M. A., Mondragon-Bernal, O. L., Elias, E. M., Silva, C. B., Zepka, L. Q., Martins, I. S. L., Vernaza, M. G., Castilho-Pizarro, C., Bolini, H. M. A. (2006). Perfil sensorial de iogurte light, sabor pêssego. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(3), 619-625.

Silva, F. A. M. (1999). Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Química Nova*, 22(1), 94-103.

Silva, F. A. S. E., Duarte, M. E. M., Cavalcanti-Mata, M. E. R. M. (2010). Nova metodologia para interpretação de dados de análise sensorial de alimentos. *Revista Engenharia Agrícola*, 30(5), 967-973.

Silva, S. M., Sampaio, K. A., Taham, T., Rocco, S. A., Ceriani, R., Meirelles, A. J. A. (2009). Characterization of Oil Extracted from Buriti Fruit (*Mauritia flexuosa*) Grown in the Brazilian Amazon Region. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 86(7), 611– 616.

Stone, H., Sidel, J. L. Sensory evaluation practices. 3. ed. New York: Academic Press. 2004. 408 p.

Terra, N. N., Brum, M. A. R. (1988). *Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade*. (1. ed.) São Paulo: Nobel.

Venturini, A. C., Cavenaghi, A. D., Castilho, J. C., Quiñones, E. M. (2011). Sensory and microbiological evaluation of uncured fresh chicken sausage with reduced fat content. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(3), 629-634.

Verleyen, T., Van Dyck S., Adams C. A. (2005). *Accelerated Stability Tests, in Analysis of Lipid Oxidation*. Kamal-Eldin A., Pokorný J., AOCS Press, Champaign.

Walkeling, I. N., Macfie, J. H. (1995). Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of samples from may be tested. *Food Quality and Preference*, 6(4), 299-308.

Yildiz-Turp, G., Serdaroglu, M. (2010). Effects of using plum puree on some properties of low fat beef patties. *Meat Science*, 86(4), 896-900.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O óleo de buriti apresentou características físico-químicas dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

Através da avaliação da atividade antioxidante *in vitro* do óleo de buriti, foi possível observar que o óleo de buriti nas maiores concentrações avaliadas, correspondeu a cerca de 50% da atividade antioxidante do antioxidante sintético BHT. A partir das propriedades avaliadas, foi possível formular os hambúrgueres nas concentrações de 4 e 8% de óleo, a fim de serem formulações consideradas fonte e rica de carotenoides, respectivamente.

Em relação à atividade antimicrobiana, não houve crescimento de coliformes a 45°C; *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp. em nenhum dos dias analisados. Entretanto, não se pode afirmar que o óleo de buriti possui atividade antimicrobiana, uma vez que nos tratamentos com adição de BHT e o controle também não houve crescimento microbiano quanto a esses microrganismos.

Ao analisar a oxidação lipídica dos hambúrgueres, observou-se que o tratamento contendo 8% de óleo de buriti, no 14º dia de análise, apresentou os menores valores de malonaldeído se comparado aos demais tratamentos, inclusive o tratamento contendo o antioxidante sintético BHT. Demonstrando a possibilidade de utilização da maior concentração de óleo de buriti como um antioxidante satisfatório para matriz cárnea.

De acordo com a avaliação do pH, todos os tratamentos apresentaram valores satisfatórios, considerados dentro do padrão para consumo humano, mesmo no último dia de avaliação. A análise sensorial foi realizada e a partir dela, observou-se que o hambúrguer com 4% de óleo de buriti foi considerado bem aceito pelos avaliadores, uma vez que apresentou valores maiores que 70% de aceitabilidade.

Diante dos resultados obtidos nesse estudo, observa-se a necessidade de mais pesquisas que contemplem a atividade antimicrobiana do óleo, para avaliar se o óleo de buriti pode ser considerado um agente antimicrobiano. Além disso, são necessários estudos que avaliem melhor a capacidade do óleo de buriti de retardar a oxidação lipídica em produtos cárneos, uma vez que o período de análise do presente estudo foi considerado curto, se comparado à vida de prateleira de produtos cárneos comerciais.

## REFERÊNCIAS

- AGROINDUSTRIA OSHO (NATURIK). **Aguaje (Buriti) Fruit Oil**. Callao, 2007.
- ALBUQUERQUE, M. L. S. et al. Characterization of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) Oil by Absorption and Emission Spectroscopies. **Journal Brazilian Chemical Society**, v. 16, n. 6A, p. 1113-1117, 2005.
- ALMEIDA, M. A. et al. Quality attributes and consumer acceptance of new ready-to-eat frozen restructured chicken. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 5, p. 2869–2877, 2015.
- ALMEIDA, E. M. et al. Elaboração e aceitação sensorial de hambúrguer de frango com substituição parcial da gordura por farinha da casca de maracujá. **Revista Brasileira De Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, P. 363-367, 2017.
- ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. Sociedade Brasileira de Angiologia e Cirurgia Vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p.145-154, 2004.
- AQUINO, J. S. et al. Refining of buriti oil (*Mauritia flexuosa*) originated from the Brazilian Cerrado: physicochemical, thermal-oxidative and nutritional implications. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 2, p. 212-219, 2012.
- AQUINO, J. S. et al. Effects of dietary brazilian palm oil (*Mauritia flexuosa* L.) on cholesterol profile and vitamin A and E status of rats. **Molecules**, v. 19, n. 20, p. 9054–70, 2015.
- ASADI, F. et al. Effect of long-term optional ingestion of canola oil, grape seed oil, corn oil and yogurt butter on serum, muscle and liver cholesterol status in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 8-9, p. 2454-7, 2010.
- AZEVEDO, M. M. S. et al. Deficiência de vitamina A em pré-escolares da cidade do Recife, Nordeste do Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 60, n. 1, p. 36-41, 2010.
- BARROS, A. L. A. et al. Deficiência de vitamina a em crianças residentes na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 14, n. 3, p. 386-93, 2010.
- BATISTA, E. S.; COSTA, A. G. V.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. **Revista de Nutrição**. v. 20, n. 5, p. 525-535, 2007.
- BHUTTA, Z. A. Micronutrient needs of malnourished children. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 11, n. 3, p. 309–314, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária/Órgão: DIPOA - Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer**, anexo IV. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 de agosto de 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 19, de 30 de abril de 1999. **Aprova o Regulamento técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem**. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria MS/GM nº 729, de 13 de maio de 2005. **Institui o Programa Nacional de Suplementação de Vitamina A e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 92, 16 maio 2005.

- BRASIL. Ministério da Saúde. **Relatório Final da Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde**. Brasília: Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Condutas Gerais do Programa Nacional de Suplementação de Vitamina A**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.
- CANUDO, G. A. B, et al. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, 2010.
- CARNEIRO, T. B.; CARNEIRO, J. G. M. Frutos e polpa desidratada Buriti (*Mauritia flexuosa* L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos. **Revista Verde**, v.6, n.2, p.105 – 111, 2011.
- CERIANI, R. et al. Densities and viscosities of vegetable oils of nutritional value. **Journal of Chemical and Engineering Data**, v. 53, n. 8, p. 1846-1853, 2008.
- CHEN, B.; MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Minor Components in Food Oils: A Critical Review of their Roles on Lipid Oxidation Chemistry in Bulk Oils and Emulsions. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 51, n.10, p. 901-916, 2011.
- CORDEIRO, L. M.; ALMEIDA, C. P.; IACOMINI, M. Unusual linear polysaccharides: (1→5)- $\alpha$ -l-Arabinan, (1→3)-(1→4)- $\alpha$ -d-glucan and (1→4)- $\beta$ -d-xylan from pulp of buriti (*Mauritia flexuosa*), an edible palm fruit from the Amazon region. **Food Chemistry**, v. 173, p. 141–6, 2015.
- DUBOIS, V. Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. **European Journal of Lipid Science Technology**, v.109, n. 7, p.710–732, 2007.
- EMBRAPA. **Buriti (*Mauritia flexuosa* L.)**. Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia. Porto Velho, 2005. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24785/1/folder-buriti.pdf>> Acesso em: 05 de junho de 2016.
- FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids: a review. **Progress in Lipid Research**, v. 43, V. 3, p. 228-265, 2004.
- GALEANO, G. **Las palmas de la region de Aracuara**. 2 ed. Estudios en la Amazonia. Colombiana I. Bogotá: Tropemhos-Colômbia, 180 p, 1991
- GARCIA, M. T.; GRANADO, F. S.; CARDOSO, M. A. Alimentação complementar e estado nutricional de crianças menores de dois anos atendidas no Programa Saúde da Família em Acrelândia, Acre, Amazônia Ocidental Brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 27, n. 2, p. 305-16, 2011.
- GOUVEA, A. A. et al. Color, sensory and physicochemical attributes of beef burger made using meat from young bulls fed levels of licuri cake. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 96, n. 11, p.3668-3672, 2016.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, Versão eletrônica, 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2008. 1080 p.
- IGBAL, M. P. Trans fatty acids - a risk factor for cardiovascular disease. **Pakistan Journal of Medical Sciences**, v. 30, n. 1, p. 194–7, 2014.
- INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE. ILSI. Safety assessment and potential health benefits of food components based on selected scientific criteria. ILSI North America Technical Committee on Food Components for Health Promotion. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 39, p. 203-316, 1999.

- KAY, M. M. B. et al. Oxidation as a possible mechanism of cellular aging: Vitamin E deficiency causes premature aging and IgG binding to erythrocytes. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 83, n. 8, p. 2463-2467, 1986.
- KONGSBAK, K. et al. Acute-phase protein levels, diarrhoea, Trichuristrichiura and maternal education are predictors of serum retinol: a cross-sectional study of children in a Dhaka slum, Bangladesh. **British Journal of Nutrition**, v. 96, n. 4, p.725-34, 2006.
- KOSITAMONGKOL, S. et al. Vitamin A and E status in very low birth weight infants. **Journal of Perinatology**, v. 31, n. 7, p. 471-6, 2011
- KWAK, N.; JUKES, D. J. Functional foods. Part 1: the development of a regulatory concept. **FoodControl**. v. 12, n. 3, p. 99-107, 2001.
- LOPES FILHO, R. P. L.; ALELUIA, R. L. **Caracterização de Frutos de Buritizeiros (*Mauritia flexuosa* L.) Objetivando a Seleção de Progênes para Fins de Aproveitamento do Óleo da Polpa e das Sementes**. EMBRAPA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 88, 2015.
- MACHLIN, L. J.; BENDICH, A. Free radical tissue damage: protective role of antioxidant nutrients. **FASEB journal: official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology**, v. 1, n. 6, p.441-445, 1987.
- MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Para. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 856-863, 2011.
- MARIATH, J.G.R.; LIMA, M.C.C.; SANTOS, L.M.P. Vitamin A activity of buriti (*Mauritia vinifera* Mart) and its effectiveness in the treatment and prevention of xerophthalmia. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 49, n. 5, p. 849-853, 1989.
- MARQUES, M. F. et al. Fortificação de alimentos: uma alternativa para suprir as necessidades de micronutrientes no mundo contemporâneo. **HU Revista**, v. 38, n. 1 e 2, p. 29-36, 2012.
- MEDEIROS, M. C. et al. Buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) negatively impacts somatic growth and reflex maturation and increases retinol deposition in young rats. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v. 46, p. 7–13, 2015.
- MEJIA, C. K. Utilization of palms in eleven mestizo villages of the peruvian amazon (Ucayali river, departament of loreto). **Advances in Economic Botany**, v. 6, p. 130-136, 1988.
- MIGLIOLI, T. C. et al. Deficiência de Vitamina A em mães e filhos no Estado de Pernambuco. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 18, n. 5.p. 1427-40, 2013.
- MILLER, M. et al. Why do children become vitamin A deficient? **Journal of Nutrition**, v. 132, n. 9, p. 2867-80, 2002.
- MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, Legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.
- MULLER, A. T.; PASCHOAL, E. C.; SANTOS, J. M. G. Impacto do manejo pré-abate na qualidade da carne de frango. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 5, n.1, p. 61-80, 2012.
- NETTO, M. P. et al. Fatores associados à concentração de retinol sérico em lactentes. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 30, n.1, p.27-34, 2012.
- NOORI, M. et al. Fatty acid composition of HDL phospholipids and coronary artery disease. **Journal of Clinical Lipidology**, v. 3, n. 1, p. 39–44, 2009.
- OETTERER, M.; REGITANO-d'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e**

**Tecnologia de Alimentos**. 1ª ed. Barueri: Manole, 2006.

OZEN, A. E.; PONS, A.; TUR, J. A. Worldwide consumption of functional foods: a systematic review. **Nutrition Reviews**, v. 70, n. 8, p. 472 – 481, 2012.

PORTAL DA AVICULTURA. **As projeções do MAPA para a carne de frango - de 2015 até 2025**. Disponível em <<http://www.avisite.com.br/noticias/?codnoticia=16079>>. Acessado em 04 de junho de 2016.

RAMADAN, M. F. et al. Fatty acids, bioactive lipids and radical scavenging activity of *Celastrus paniculatus* Willd. Seed oil. **Scientia Horticulturae**, v. 123, p. 104–109, 2009.

RIBEIRO, B. D. et al. An ethanol-based process to simultaneously extract and fractionate carotenoids from *Mauritia flexuosa* L. Pulp. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 657-663, 2010.

RIBEIRO, B. D. et al. Production of concentrated natural beta-carotene from buriti (*Mauritia vinifera*) oil by enzymatic hydrolysis. **Food and bioproducts processing**, v. 9, n. 0, p. 141–147, 2012.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. 2. ed. Brasília: MMA/SBF, 2008.

ROJAS, M. C.; BROWER, M. S. Effect of natural antioxidants on oxidative stability of frozen, vacuum-packaged beef and pork. **Journal of Food Quality**, v. 31, p. 173 –188, 2008.

SANTOS, R. D. et. al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 100, n. 1, 2013.

SANTOS, L. M. P. Nutritional and ecological aspects of buriti oraguaje (*Mauritia flexuosa* Linnaeus filius): a carotene-rich palm fruit from Latin America. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 44, n. 5, p. 1-14, 2005.

SÉVERAC, E. et al. Continuous lipase-catalyzed production of esters from crude high-oleic sunflower oil. **Bioresource Technology**, v. 102, p. 4954–4961, 2009.

SILVA, S. M. et al. Characterization of Oil Extracted from Buriti Fruit (*Mauritia flexuosa*) Grown in the Brazilian Amazon Region. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 86, n. 7, p. 611– 616, 2009.

SILVA, M. P. et al. Oferta de exportação de carne de frango do Brasil, de 1992 a 2007. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 1, p. 31-53, 2011.

SIQUEIRA, E. P. et al. In vitro antibacterial action on methicillin-susceptible (MSSA) and methicillin-resistant (MRSA) *Staphylococcus aureus* and antitumor potential of *Mauritia flexuosa* L. f. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 8, n. 48, p.1408–17, 2014.

SPERANZA, P. et al. Amazonian Buriti oil: chemical characterization and antioxidant potential. **Grasas Aceites**, v. 67, n. 2, p. 135, 2016.

STANTON, C. et al. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 16, n. 2, p. 198-203, 2005.

SUÁREZ-MAHECHA, H. et al. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 28, p. 101-110, 2002.

- THURNHAM, D. I. et al. Micronutrients in childhood and the influence of subclinical inflammation. **The Proceedings of the Nutrition Society – Journals**, v. 64, n. 4, p. 502-9, 2005.
- TUBEROSO, C. I. G. et al. Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. **Food Chemistry**, v. 103, n. 4, p. 1494-1501, 2007.
- VALSTA, L. M.; TAPANAINEN, H.; MÄNNISTÖ, S. Meat fats in nutrition. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 525-530, 2005.
- VAN DEN BROEK, N. et al. Vitamin A supplementation during pregnancy for maternal and newborn outcomes. **The Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 11, 2010
- VIEIRA, R. F. et al. **Frutas nativas da Região do Centro Oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 320 p, 2006.
- VISIOLI, F.; HAGEN, T. M. Nutritional strategies for healthy cardiovascular aging: Focus on micronutrients. **Pharmaceutical Research**, v. 55, n. 3, p. 199–206, 2007.
- WHO - World Health **Organization. Guidelines on food fortification with micronutrients**. Geneva: World Health Organization, 2006.
- WOOD, J. D. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.
- YUYAMA, L. K. O. et al. Biodisponibilidade dos carotenoides do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) em ratos. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 4, p. 409-415, 1998.