

## Caracterização físico-química e perfil lipídico de pré-mistura com óleo de buriti para aplicação em produtos cárneos

Physico-chemical characterization and lipid profile of a premix with buriti oil for application in meat products

Caracterización físico-química y perfil lipídico de una premix con aceite de buriti para su aplicación en productos cárnicos

Recebido: 04/04/2022 | Revisado: 13/04/2022 | Aceito: 15/04/2022 | Publicado: 21/04/2022

### **Juliana de Andrade Mesquita**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2860-4397>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil  
E-mail: [jumesquita87@gmail.com](mailto:jumesquita87@gmail.com)

### **Thayla Thais da Silva Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2929-9467>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil  
E-mail: [thaylathais1@gmail.com](mailto:thaylathais1@gmail.com)

### **Joana Gabrieli da Silva Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9272-1854>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil  
E-mail: [joana\\_gabrieli@hotmail.com](mailto:joana_gabrieli@hotmail.com)

### **Michelle Regys Gonçalves Rafael do Carmo Gaspar**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9764-7331>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil  
E-mail: [michellergaspar@gmail.com](mailto:michellergaspar@gmail.com)

### **Vinícius de Almeida Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4077-1294>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil  
E-mail: [valmeida886@gmail.com](mailto:valmeida886@gmail.com)

### **Erika Cristina Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4592-8016>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil  
E-mail: [rodrigueserikac07@gmail.com](mailto:rodrigueserikac07@gmail.com)

### **Edgar Nascimento**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7825-1948>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil  
E-mail: [rodrigueserikac07@gmail.com](mailto:rodrigueserikac07@gmail.com)

### **Peter Bitencourt Faria**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2890-5472>

Universidade Federal de Lavras, Brasil  
E-mail: [peterbfvet@yahoo.com.br](mailto:peterbfvet@yahoo.com.br)

### **Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3439-6109>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil  
E-mail: [rozilaine.faria@ifmt.edu.br](mailto:rozilaine.faria@ifmt.edu.br)

## **Resumo**

Objetivou-se neste estudo avaliar a qualidade físico-química e o perfil de ácidos graxos de uma pré-mistura com substituição parcial da gordura animal por óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) para aplicação em produto cárneo. Quatro níveis de substituições de gordura animal por óleo de buriti foram formulados sendo 0% (P<sub>0%</sub>) 20% (P<sub>20%</sub>), 40% (P<sub>40%</sub>) e 60% (P<sub>60%</sub>) m/m. Avaliou-se o teor de dialdeído malônico (MDA) pelo método de TBARS, o teor de carotenoides totais ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) por extração cetônica a cada 30 dias, durante 90 dias de armazenamento e o perfil de ácidos graxos ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de ácidos graxos identificados) no dia da formulação. Observou-se o aumento dos teores de dialdeído malônico ( $\text{mg de MDA kg}^{-1}$  de amostra) conforme os tempos de leitura variando entre 0,28 a 0,33 aos 30 dias, 0,37 a 0,41 aos 60 dias e 0,53 a 0,75 aos 90 dias de armazenamento para as formulações. Verificou-se alteração nas características físico-químicas da pré-mistura e melhoria para o perfil de ácidos graxos na proporção  $\omega 6$  e  $\omega 3$ , diminuição do teor total de ácidos saturados (SFA), aumento nos teores de ácido oleico  $\omega 9$  conforme as substituições de gordura animal pelo óleo de buriti. Conclui-se que durante o período de 90 dias de avaliação, a pré-mistura com substituição de gordura animal por óleo de buriti (P<sub>20%</sub>) se mostra como uma alternativa a ser aplicada na indústria

alimentícia em produtos cárneos como hambúrgueres, linguças, almôndegas entre outros pois diminui o teor de gordura saturada bem como melhora a relação  $\omega 6/\omega 3$ .

**Palavras-chave:** *Mauritia flexuosa* L.; Perfil de ácidos graxos; *Shelf life*; Carotenoides; Índices de qualidade.

### Abstract

This study aimed to evaluate the physicochemical quality and fatty acid profile of a premix with partial replacement of animal fat by buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) for use in meat products. Four levels of animal fat replacement by buriti oil were formulated as 0% (P<sub>0%</sub>), 20% (P<sub>20%</sub>), 40% (P<sub>40%</sub>) and 60% (P<sub>60%</sub>) m/m. The malonic dialdehyde (MDA) content was evaluated by TBARS method, total carotenoids content ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) by ketone extraction every 30 days during 90 days of storage and fatty acids profile ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  of identified fatty acids) on the day of formulation. The increase in malonic dialdehyde contents ( $\text{mg of MDA kg}^{-1}$  of sample) was observed according to the reading times ranging from 0.28 to 0.33 at 30 days, 0.37 to 0.41 at 60 days and 0.53 to 0.75 by 90 days of storage for the formulations. There was a change in the physicochemical characteristics of the premix and improvement for the fatty acid profile in the proportion  $\omega 6$  and  $\omega 3$ , decrease in the total saturated acids (SFA) content, increase in the oleic acid ( $\omega 9$ ) contents according to the substitutions of animal fat for buriti oil. It is concluded that during the period of 90 days of evaluation, the premix with replacement of animal fat by buriti oil (P<sub>20%</sub>) shows itself as an alternative to be applied in the food industry in meat products such as hamburgers, sausages, meatballs, among others because it decreases the saturated fat content and improves the  $\omega 6/\omega 3$  ratio.

**Keywords:** *Mauritia flexuosa* L.; Fatty acid profile; Shelf life; Carotenoids; Quality índices.

### Resumen

Este estudio tenía como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica y el perfil de ácidos grasos de una premix con sustitución parcial de grasa animal por aceite de buriti para su aplicación en productos cárnicos. Se formularon cuatro niveles de sustitución de la grasa animal por el aceite de buriti: 0% (P<sub>0%</sub>), 20% (P<sub>20%</sub>), 40% (P<sub>40%</sub>) y 60% (P<sub>60%</sub>) m/m. Se evaluó el contenido de dialdehído malónico (MDA) por el método TBARS, el contenido de carotenoides totales ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) por extracción de cetonas cada 30 días, durante 90 días de almacenamiento y el perfil de ácidos grasos ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de ácidos grasos identificados) el día de la formulación. El aumento del contenido de dialdehído malónico ( $\text{mg de MDA kg}^{-1}$  de muestra) se observó en función de los tiempos de lectura, variando de 0,28 a 0,33 a los 30 días, de 0,37 a 0,41 a los 60 días y de 0,53 a 0,75 a los 90 días de almacenamiento. Hubo un cambio en las características fisicoquímicas de la premix y una mejora para el perfil de ácidos grasos en la proporción  $\omega 6$  y  $\omega 3$ , disminución del contenido total de ácidos saturados (SFA), aumento del contenido de ácido oleico  $\omega 9$  como las sustituciones de grasa animal para el aceite de buriti. Se concluye que durante el periodo de evaluación de 90 días, la premix con sustitución de grasa animal por aceite de buriti (P<sub>20%</sub>) se muestra como una alternativa para ser aplicada en la industria alimentaria en productos cárnicos como hamburguesas, salchichas, albóndigas entre otros porque disminuye el contenido de grasa saturada y mejora la relación  $\omega 6/\omega 3$ .

**Palabras clave:** *Mauritia flexuosa* L.; Perfil de ácidos grasos; Vida útil; Carotenoides; Índices de calidad.

## 1. Introdução

O uso de emulsões, oleogéis e pré-emulsões tem sido aplicado como estratégias na utilização em produtos cárneos para substituição de gordura animal por outros compostos, com o intuito de melhorar as características nutricionais dos produtos processados, e também auxiliar na uniformização desses compostos na massa cárnea (Heck, et al., 2019; Kim, et al., 2018; Moghtadaei, et al., 2018; Paglarini, et al., 2019a; Santos, et al., 2020; Shimokomaki, et al., 2006). Portanto, constitui-se como uma estratégia eficiente e considerada importante para a redução de ácidos graxos saturados dos produtos cárneos convencionais (Heck, et al., 2018), além de contribuir no desenvolvimento de produtos com baixo teor de gordura (Choi, et al., 2010).

A gordura animal possui altas quantidades de ácidos graxos saturados (SFA) e a ingestão destes podem aumentar os fatores de riscos relacionados as doenças cardiovasculares (Blekkenhorst, et al., 2015; Choi, et al., 2013). DiNicolantonio e Okeefe (2019) relataram que os ácidos graxos poli-insaturados trazem benefícios, pois reduzem agregações das plaquetas, auxiliando na redução da ocorrência de doenças cardíacas. No entanto, há ainda divergência entre pesquisadores sobre qual seria o consumo ideal de ácidos graxos poli-insaturados (Simopoulos, 2002, 2011).

A substituição de gordura animal por óleos vegetais, como o desenvolvimento de géis de emulsão a base de óleo de soja sem o comprometimento das propriedades sensoriais, tem se tornado uma alternativa para a indústria de alimentos

(Paglarini, et al., 2018; Kim, et al., 2020; Wang, et al., 2018; Monteiro, et al., 2017; Carvalho, et al., 2019); Barros, et al., 2020; Carvalho, et al., 2020; Paglarini, et al., 2019b; Poyato, et al., 2014; Silva, et al., 2019).

O Cerrado brasileiro apresenta uma grande diversidade de frutos com potencial para obtenção de óleos vegetais pois apresentam características físicas e químicas, valor nutricional e qualidade sensorial peculiares, além da presença de compostos bioativos (Reis & Schmiele, 2019). Dentre eles, o óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) que é extraído do fruto do buriti, uma palmeira da família Arecaceae (Vieira, et al., 2016), apresentam altas proporções de ácidos graxos insaturados, carotenoides e tocoferóis, os quais podem apresentar potencial para atividade benéfica à saúde (Freitas, et al., 2017; Oliveira, et al., 2020; Silva, et al., 2009; Speranza, et al., 2016; Speranza, et al., 2018). Os óleos vegetais podem apresentar variações nas quantidades dos compostos bioativos dependendo da região e do método de extração utilizado (Serra, et al., 2019).

A presença dos carotenoides  $\alpha$ -caroteno e  $\beta$ -caroteno, responsáveis pela coloração alaranjada do óleo de buriti, é considerada relevante por serem precursores de provitamina A, sendo o  $\beta$ -caroteno o mais pois metaboliza a molécula na transformação (Rodríguez-Amaya, 2004; Serra, et al., 2019).

Entre os ácidos graxos insaturados presentes no óleo de buriti, o ácido oleico (C18: 1 $\omega$ 9C) apresenta-se em maior quantidade, com variações entre 69,58 % a 75,02 % (Aquino, et al., 2012a; Freitas, et al., 2017; Oliveira, et al., 2020; Vásquez-Ocmín, et al., 2010; Mesquita, et al., 2020), este ácido graxo revela efeito hipotensor presente em azeite de oliva (Terés, et al., 2008).

Diversos autores demonstram os diversos empregos para o óleo de buriti, desde o consumo direto ou aromatizado com condimentos (manjerição, alecrim), aplicados em produtos alimentícios além de utilizados na elaboração de filmes biodegradáveis, biscoitos (Almeida, et al., 2018; Aquino, et al., 2012b; Manhães, et al., 2015; Silva e Silva, et al., 2018).

Atualmente tem aumentado a demanda pelo consumo de alimentos com menos gordura saturada, de melhor saudabilidade e presença de compostos com propriedades funcionais e a indústria de produtos cárneos tem buscado desenvolver agentes de emulsão que atenda a essa demanda. É possível que a substituição da gordura animal por óleo de buriti em pré-mistura melhore a qualidade nutricional através do perfil de ácidos graxos e índice de qualidade além de acrescentar carotenoides (compostos com características funcionais). Considerando as aplicações, propriedades físico-química e qualidade nutricional encontradas no óleo de buriti, objetivou-se neste estudo avaliar a qualidade físico-química e o perfil de ácidos graxos de uma pré-mistura com substituição parcial da gordura animal por óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) para aplicação em produto cárneo.

## 2. Metodologia

Foi elaborada uma pré-mistura substituindo a gordura animal pelo óleo de buriti, formulada em quatro níveis de substituições, sendo (0%, 20%, 40% e 60% m/m de substituição da gordura) durante 90 dias de armazenamento.

### Aquisição do óleo de buriti

O óleo de buriti comercial foi adquirido de uma Cooperativa localizada em Montes Claros – MG em outubro/2018, envolvido em papel alumínio em embalagem original, e armazenado em freezer (Brastemp® modelo BVR28HBANA) à -18 °C até o momento do uso. De acordo com o fornecedor, o óleo foi extraído de polpa desidratada de frutos coletados entre outubro e março e estocados por até 12 meses antes da extração do óleo. O armazenamento do óleo na cooperativa ocorreu em ambiente livre de calor, umidade e luz. A extração do óleo foi realizada em prensas tipo Expeller (Prensa MPE-100, PI 10CV, marca Ecirtec), via processo de prensagem em frio, com posterior filtragem em Filtro prensa (Modelo FPE-25/10 PI, marca Ecirtec).

### Elaboração da pré-mistura

As carnes, gorduras e os outros ingredientes foram adquiridos em açougues e mercados da cidade de Cuiabá – MT. Todos os materiais foram armazenados no laboratório do IFMT - *campus* Cuiabá - Bela Vista, sob refrigeração (4 a 7 °C) até o momento do processamento.

A base da pré-mistura foi preparada com paleta suína, pele suína, água gelada, proteína isolada de soja (PIS). A gordura suína (toucinho sem a pele) e o óleo de buriti variaram as quantidades conforme as substituições (Tabela 1).

**Tabela 1.** Formulação de substituição de gordura suína na elaboração da pré-mistura.

| Ingredientes (g)         | Formulações de substituição de gordura por óleo de buriti |              |              |              |
|--------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
|                          | 0 %   | 20 %         | 40 %         | 60 %         |
| Carne suína              | 20,00   | 20,00        | 20,00        | 20,00        |
| <b>Gordura suína</b>     | <b>25,50</b>  | <b>20,40</b> | <b>15,30</b> | <b>10,20</b> |
| <b>Óleo de buriti</b>    | -   | <b>5,10</b>  | <b>10,20</b> | <b>15,30</b> |
| Pele suína               | 20,00   | 20,00        | 20,00        | 20,00        |
| Proteína isolada de soja | 6,00  | 6,00         | 6,00         | 6,00         |
| Água gelada              | 28,50   | 28,50        | 28,50        | 28,50        |
| <b>TOTAL</b>             | 100   | 100          | 100          | 100          |

Fonte: Autores (2022).

A pele suína foi submetida a hidratação por cocção com água potável à temperatura de 95 °C por 15 minutos, em fogão convencional e após resfriada foi retirada a gordura presente com uma lâmina para obtenção do colágeno. A paleta e a gordura suína foram trituradas em moedor elétrico (SKYMPSEN® modelo PS-22). O colágeno, o óleo e a água gelada (3 °C) foram emulsificados em liquidificador com lâminas de corte serrilhadas (PHILIPS WALITA, modelo RI2112/91) adicionando-se os demais ingredientes (Tabela 1) à massa batida até a obtenção da mistura uniforme. Em seguida guardados em recipiente plástico com tampa e revestidos com papel alumínio, armazenados em freezer a -18 °C até o momento de todas as análises nos intervalos discriminados.

### Análises físico-químicas da pré-mistura

A qualidade da pré-mistura foi avaliada através das variáveis teor de dialdeído malônico (mg de MDA kg<sup>-1</sup> de amostra) pelo método de TBARS em triplicata e carotenoides totais em duplicata, ambos aos 30, 60 e 90 dias de armazenamento para verificar se os carotenoides presentes no óleo interferiram na oxidação dos compostos presentes. Os ácidos graxos foram avaliados no tempo inicial de armazenamento para avaliar a qualidade dos ácidos graxos presentes na pré-mistura no dia da preparação.

### Oxidação lipídica pelo método de TBARS

A oxidação lipídica foi determinada através do método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) seguindo a metodologia descrita por Ramanathan & Das (1992) e Tang, et al., (2002) com algumas adaptações. Resumidamente, as amostras foram homogeneizadas em Politron (TECNAL® modelo TE-102, Brasil) e centrifugada à 850 G por 2 minutos utilizando centrifuga (Hettich® modelo Universal 320R, Alemanha). O sobrenadante foi filtrado em balão volumétrico de 50 mL e completado com solução de ácido tricloroacético (TCA) 5 %, pipetou-se 2 mL dos extratos e 2 mL de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,08 mol L<sup>-1</sup> em um tubo de ensaio, levados para banho-maria à 100 °C por 10 minutos,

resfriadas e levadas para medida de absorvância em espectrofotômetro UV-Visível (Shimadzu® modelo UV-1800, Japão) num comprimento de onda de 532 nm. O branco foi feito com solução de 2 mL TCA 5 % e 2 mL de TBA 0,08 mol L<sup>-1</sup>. A curva de calibração foi elaborada a partir de solução estoque de tetrametoxipropano (TMP) através da solução de trabalho com concentração 4,85 x 10<sup>-6</sup> M. Para o teste de recuperação e fator de conversão (K) utilizou-se a metodologia descrita por Tarladgis, et al. (1960) e Queiroz (2006).

### Teor de $\alpha$ e $\beta$ caroteno

Os teores  $\alpha$ -caroteno e  $\beta$ -caroteno foram determinados segundo a metodologia descrita por Pacheco, et al. (2011), realizadas em duplicata. Foram homogeneizados 0,5 g da pré-mistura, 0,75 g de celite e adicionados 12,5 mL de cetona. Posteriormente foram filtrados a vácuo em funil de Buchner, e o extrato obtido nessa operação transferiu-se para um funil de separação onde continha 12,5 mL de éter de petróleo P.A. Lavou-se a mistura obtida com água destilada divididas em 3 vezes com 75 mL cada vez, filtrou-se o extrato etéreo obtido em sulfato de sódio anidro. Após, o extrato foi recolhido em balão volumétrico de 25 mL e avolumado com éter de petróleo. As absorvâncias das soluções foram lidas em triplicata no espectrofotômetro UV-Visível (Shimadzu® modelo UV-1800, Japão), para o  $\beta$ -caroteno utilizou-se um comprimento de onda de 453 e o  $\alpha$ -caroteno 444 nm. Para a leitura do branco utilizou-se éter de petróleo. O teor de carotenoides foi calculado seguindo o método (355/IV) descrito no Instituto Adolf Lutz (IAL) (2008).

### Perfil de ácidos graxos

Para a determinação do perfil lipídico, procedeu-se a extração dos lipídeos conforme metodologia de Folch, et al. (1957), em duplicata. A extração foi realizada no tempo inicial de armazenamento de cada formulação e a esterificação foi feita segundo metodologia de Hartman & Lago (1973). Em seguida, as amostras foram submetidas à cromatografia gasosa para a determinação do perfil de ácidos graxos. O volume de 1  $\mu$ L da amostra esterificada foi injetada e analisada por cromatografia em fase gasosa utilizando um cromatógrafo Shimadzu CG 2010 (Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, EUA) equipado com um detector de ionização de chama (FID), um injetor dividido (razão de divisão:1:50) e um coluna capilar de sílica fundida Supelco SPTM 2560 (100 mm x 0,25 mm x 0,2 mm; Supelco Inc., Bellefonte, PA, EUA). A temperatura inicial da coluna foi de 140 °C, na qual foi mantida por 5 minutos, seguida de um aumento para 240 °C a uma taxa de 4 °C por minuto e finalmente mantida por 30 minutos (tempo total de execução 60 minutos). A temperatura do injetor era de 260 °C e o gás transportador era Hélio. Os ácidos graxos totais foram identificados por comparação com os tempos de retenção apresentados pelo padrão cromatográfico de 37 ácidos graxos - C4:0 a C22: 6 $\omega$ 3 (padrão SupelcoTM37 FAME Mix, Supelco Inc., Bellefonte, PA, EUA). A qualidade dos ácidos graxos presentes foi avaliada no dia da elaboração da pré-mistura.

### Índices de qualidade

Foram calculados os índices de aterogenicidade e de trombogenicidade de acordo com metodologia de Ulbricht & Southgate (1991), em que: índice de aterogenicidade =  $[4(C14:0)+C16:0]/(SFA+PUFA)$  e índice de trombogenicidade =  $(C14:0+C16:0+C18:0)/[(0,5xMUFA)+(0,5x\Sigma\omega 6)+(3x\Sigma\omega 3)+(\Sigma\omega 3/\Sigma\omega 6)]$ .

Determinado também a razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos  $[h/H = C18:1 \text{ cis-9} + C18:1 \text{ trans-15} + PUFA \omega-6 + PUFA \omega-3/C12:0 + C14:0 + C16:0]$  de acordo com (Santos-Silva, Bessa & Santos-Silva, 2002).

Onde:

MUFA = ácidos graxos monoinsaturados,

PUFA = ácidos graxos poli-insaturados,

SFA = ácidos graxos saturados,

$\Sigma\omega_6$  = soma dos ácidos graxos  $\omega_6$  e

$\Sigma\omega_3$  = soma dos ácidos graxos  $\omega_3$ .

Análise estatística dos dados

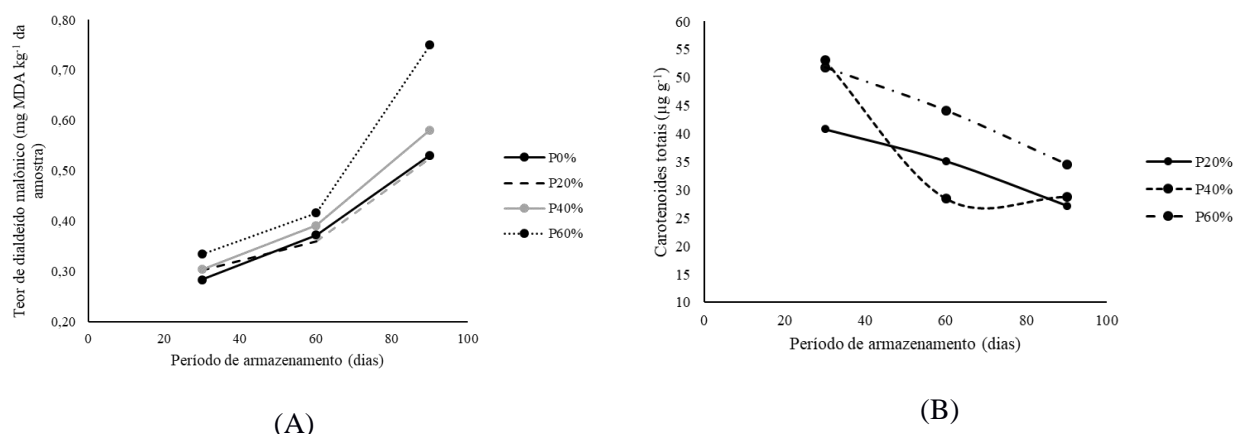
Os dados foram submetidos à estatística descritiva e apresentados em valor médio  $\pm$  desvio padrão. O teor de dialdeído malônico (mg MDA  $\text{kg}^{-1}$  da amostra) e carotenoides totais ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) estão apresentados em gráficos de linha.

### 3. Resultados e Discussão

#### Parâmetros físico-químicos

As formulações com maiores proporções de substituição da gordura por óleo de buriti apresentaram aumento nos teores de dialdeído malônico (Figura 1A) e decréscimo no teor de carotenoides durante o período de armazenamento (Figura 1B)

**Figura 1.** Pré-mistura em diferentes níveis de substituição de óleo de buriti no período de armazenamento. P<sub>0%</sub> pré-mistura sem óleo de buriti; P<sub>20%</sub> de substituição com óleo de buriti; P<sub>40%</sub> de substituição com óleo de buriti; P<sub>60%</sub> de substituição com óleo de buriti. (A) Teor de dialdeído malônico (mg MDA  $\text{kg}^{-1}$  da amostra); (B) Teor de Carotenoides totais ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A variação no teor desses compostos pode estar relacionada com a oxidação dos carotenoides presentes, pois apresentam ligações duplas conjugadas, os quais estão suscetíveis a oxidação e a auto-oxidação (Haila, et al., 1996; Ramos-Escudero, et al., 2019). A clivagem dessas ligações resulta em produtos secundários como por exemplo o epoxicaroteno e apocarotenos originados da oxidação e isomerização dos  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno durante a estocagem devido a fatores como luz, calor, ácidos e disponibilidade de oxigênio, e por sequência se fragmentam originando componentes de baixo peso molecular resultando na perda de cor e da atividade biológica (Rodríguez-Amaya, 2004, 2016). Além disso as degradações dos carotenoides podem gerar subprodutos como os compostos carbonilados e aldeídos insaturados, que por auto-oxidação produzem compostos menores como aldeídos de cadeia curta, dentre os quais os dialdeído malônico (Oboh, et al. 2014).

A formação desses compostos provenientes da oxidação das gorduras origina grandes quantidades de ácidos graxos livres, os quais ficam vulneráveis as degradações gerando os compostos primários como peróxidos e consequentemente os compostos secundários como os dialdeído malônico. Ainda é relatada uma correlação forte negativa entre atividade antioxidante e a oxidação de gorduras, no entanto, conforme se observa o aumento de oxidação das gorduras há menor capacidade antioxidante (Song, et al., 2019), e a presença de carotenoides nas formulações poderia auxiliar em menor oxidação haja visto os carotenoides demonstrar potencial antioxidante apresentados por diversos autores (Amorim-Carrilho, et al., 2014;

Mezzomo & Ferreira, 2016; Sandmann, 2019). Porém, conforme foi observado por Mesquita, et al. (2020), apesar do óleo de buriti apresentar altos teores de ácido oleico e carotenoides, esses compostos presentes no óleo não previnem a formação de subprodutos e que a longo prazo acarretaria na formação de *off flavors* e perda do valor nutricional do óleo.

Perfil de ácidos graxos e índices de qualidade

Observa-se pela tabela 2 que os ácidos graxos apresentaram perfil lipídico melhor na formulação com maior teor de substituição de gordura animal por óleo de buriti bem como a relação  $\omega 6/\omega 3$  e que a maior substituição de gordura animal por óleo de buriti há diminuição do teor de ácidos graxos saturados da pré-mistura. Portanto a utilização de óleo de buriti corrobora com a proposta de substituição de gordura animal por óleos vegetais na produção de produtos cárneos. Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1997) afirmam que a ingestão de maiores quantidades de SFA tende a elevar os teores de colesterol no sangue e os níveis de LDL (lipoproteína de baixa densidade).

**Tabela 2.** Perfil de ácidos graxos (g 100 g<sup>-1</sup> de ácidos graxos identificados) e índices de qualidade das frações da pré-mistura em diferentes níveis de substituição de óleo de buriti em tempo inicial de armazenamento, valores médios  $\pm$  desvio padrão.

| Ácidos graxos      | Formulações      |                  |                  |                  |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                    | P <sub>0%</sub>  | P <sub>20%</sub> | P <sub>40%</sub> | P <sub>60%</sub> |
| C6:0               | 1,03 $\pm$ 0,42  | 0,42 $\pm$ 0,59  | 0,49 $\pm$ 0,01  | 0,31 $\pm$ 0,19  |
| C8:0               | 0,01 $\pm$ 0,00  | 0,00 $\pm$ 0,01  | 0,01 $\pm$ 0,00  | 0,01 $\pm$ 0,01  |
| C10:0              | 0,07 $\pm$ 0,00  | 0,05 $\pm$ 0,01  | 0,05 $\pm$ 0,00  | 0,03 $\pm$ 0,00  |
| C12:0              | 0,06 $\pm$ 0,01  | 0,07 $\pm$ 0,01  | 0,07 $\pm$ 0,02  | 0,04 $\pm$ 0,00  |
| C14:0              | 1,20 $\pm$ 0,01  | 1,08 $\pm$ 0,02  | 0,92 $\pm$ 0,02  | 0,74 $\pm$ 0,07  |
| C14:1              | 0,01 $\pm$ 0,00  | 0,01 $\pm$ 0,00  | 0,03 $\pm$ 0,01  | 0,00 $\pm$ 0,00  |
| C15:0              | 0,11 $\pm$ 0,03  | 0,07 $\pm$ 0,01  | 0,10 $\pm$ 0,02  | 0,07 $\pm$ 0,01  |
| C16:0              | 23,04 $\pm$ 0,17 | 22,59 $\pm$ 0,29 | 21,54 $\pm$ 0,12 | 20,17 $\pm$ 0,22 |
| C16:1              | 2,39 $\pm$ 0,01  | 2,12 $\pm$ 0,03  | 1,88 $\pm$ 0,00  | 1,49 $\pm$ 0,07  |
| C17:0              | 0,54 $\pm$ 0,01  | 0,48 $\pm$ 0,01  | 0,43 $\pm$ 0,01  | 0,36 $\pm$ 0,01  |
| C17:1              | 0,57 $\pm$ 0,01  | 0,49 $\pm$ 0,03  | 0,41 $\pm$ 0,01  | 0,35 $\pm$ 0,02  |
| C18:0              | 10,30 $\pm$ 0,12 | 9,34 $\pm$ 0,07  | 8,08 $\pm$ 0,06  | 6,97 $\pm$ 0,11  |
| C18: 1 $\omega$ 9T | 0,13 $\pm$ 0,04  | 0,11 $\pm$ 0,12  | 0,07 $\pm$ 0,00  | 0,06 $\pm$ 0,05  |
| C18: 1 $\omega$ 9C | 43,40 $\pm$ 0,28 | 48,07 $\pm$ 0,24 | 53,14 $\pm$ 0,20 | 57,97 $\pm$ 0,89 |
| C18: 2 $\omega$ 6  | 14,53 $\pm$ 0,05 | 12,76 $\pm$ 0,21 | 10,57 $\pm$ 0,06 | 9,32 $\pm$ 0,09  |
| C18: 3 $\omega$ 6  | 0,17 $\pm$ 0,03  | 0,17 $\pm$ 0,03  | 0,17 $\pm$ 0,00  | 0,18 $\pm$ 0,04  |
| C18: 3 $\omega$ 3  | 0,68 $\pm$ 0,05  | 0,72 $\pm$ 0,12  | 0,66 $\pm$ 0,03  | 0,67 $\pm$ 0,02  |
| C20:0              | 0,01 $\pm$ 0,02  | 0,00 $\pm$ 0,00  | 0,02 $\pm$ 0,02  | 0,01 $\pm$ 0,01  |
| C20:1              | 0,64 $\pm$ 0,03  | 0,56 $\pm$ 0,06  | 0,59 $\pm$ 0,06  | 0,59 $\pm$ 0,02  |
| C20:2              | 0,56 $\pm$ 0,01  | 0,45 $\pm$ 0,05  | 0,40 $\pm$ 0,01  | 0,34 $\pm$ 0,01  |
| C20:3 $\omega$ 6   | 0,10 $\pm$ 0,00  | 0,09 $\pm$ 0,00  | 0,06 $\pm$ 0,01  | 0,05 $\pm$ 0,02  |
| C20: 3 $\omega$ 3  | 0,08 $\pm$ 0,01  | 0,06 $\pm$ 0,01  | 0,05 $\pm$ 0,01  | 0,04 $\pm$ 0,00  |
| C20: 4 $\omega$ 6  | 0,37 $\pm$ 0,04  | 0,29 $\pm$ 0,00  | 0,25 $\pm$ 0,01  | 0,21 $\pm$ 0,02  |
| C20: 5 $\omega$ 3  | 0,00 $\pm$ 0,00  | 0,00 $\pm$ 0,00  | 0,00 $\pm$ 0,00  | 0,01 $\pm$ 0,02  |
| C22:0              | 0,00 $\pm$ 0,00  | 0,00 $\pm$ 0,00  | 0,00 $\pm$ 0,00  | 0,01 $\pm$ 0,01  |
| $\Sigma$ SFA       | 36,37 $\pm$ 0,14 | 34,11 $\pm$ 0,37 | 31,71 $\pm$ 0,18 | 28,72 $\pm$ 0,58 |
| $\Sigma$ MUFA      | 47,14 $\pm$ 0,22 | 51,36 $\pm$ 0,11 | 56,12 $\pm$ 0,28 | 60,46 $\pm$ 0,74 |
| $\Sigma$ PUFA      | 16,49 $\pm$ 0,09 | 14,54 $\pm$ 0,25 | 12,17 $\pm$ 0,10 | 10,83 $\pm$ 0,16 |
| $\Sigma\omega 3$   | 0,76 $\pm$ 0,04  | 0,78 $\pm$ 0,12  | 0,71 $\pm$ 0,04  | 0,72 $\pm$ 0,03  |

|                     |                  |                  |                  |                  |
|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| $\Sigma\omega 6$    | 15,17 $\pm$ 0,13 | 13,31 $\pm$ 0,18 | 11,06 $\pm$ 0,07 | 9,76 $\pm$ 0,14  |
| $\omega 3/\omega 6$ | 0,05 $\pm$ 0,00  | 0,06 $\pm$ 0,01  | 0,06 $\pm$ 0,00  | 0,07 $\pm$ 0,00  |
| $\omega 6/\omega 3$ | 20,05 $\pm$ 1,20 | 17,24 $\pm$ 2,37 | 15,57 $\pm$ 0,79 | 13,50 $\pm$ 0,43 |
| PUFA/SFA            | 0,45 $\pm$ 0,00  | 0,43 $\pm$ 0,01  | 0,38 $\pm$ 0,00  | 0,38 $\pm$ 0,00  |
| IA                  | 0,44 $\pm$ 0,00  | 0,41 $\pm$ 0,00  | 0,37 $\pm$ 0,00  | 0,33 $\pm$ 0,01  |
| IT                  | 1,03 $\pm$ 0,00  | 0,95 $\pm$ 0,01  | 0,85 $\pm$ 0,00  | 0,75 $\pm$ 0,01  |
| h/H                 | 2,45 $\pm$ 0,01  | 2,62 $\pm$ 0,01  | 2,88 $\pm$ 0,02  | 3,27 $\pm$ 0,08  |

P<sub>0%</sub> pré-mistura sem óleo de buriti; P<sub>20%</sub> de substituição com óleo de buriti; P<sub>40%</sub> de substituição com óleo de buriti; P<sub>60%</sub> de substituição com óleo de buriti. SFA = Ácidos graxos saturados; MUFA = Ácidos graxos monoinsaturados; PUFA = Ácidos graxos poli-insaturado. Relação  $\omega 3/\omega 6 = \Sigma\omega 3/\Sigma\omega 6$ ;  $\omega 6/\omega 3 = \Sigma\omega 6/\Sigma\omega 3$ ; PUFA/SFA = Ácidos graxos poli-insaturado/saturado; IA = Índice aterogênico; IT = Índice trombogênico; h/H =  $\Sigma$ hipocolesterolêmico/ $\Sigma$ Hipocolesterolêmico. Fonte: Autores (2022)

De acordo com Freitas, et al. (2017), o ácido oleico, composto presente em maior quantidade no óleo de buriti (Mesquita, et al., 2020) possui características de redução da oxidação do colesterol, e Terés, et al. (2008) relataram efeitos hipotensores, onde o aumento dos níveis de C18: 1 $\omega$ 9C no sangue resultou em diminuição da pressão arterial.

Para os monoinsaturados (MUFA) observou-se teores de 47,14 e 60,46 entre as formulações sem adição de óleo de buriti (P<sub>0%</sub>) e maior substituição da gordura animal pelo óleo vegetal (P<sub>60%</sub>) respectivamente (Tabela 2). No entanto, o  $\Sigma\omega 3$  em P<sub>20%</sub> foi mais elevado que das outras formulações. Os ácidos graxos moniinsaturados (MUFAs) são considerados hipocolesterolêmicos, porém não afetam o colesterol HDL os quais ajudam na proteção à saúde contra as doenças coronárias. Enquanto que os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) podem reduzir os níveis de colesterol no sangue do LDL e do HDL (Muguerza, et al., 2001).

Diversos autores afirmam que não se deve observar a qualidade do alimento em termos da concentração dos ácidos graxos isolados, mas sim na relação entre os ácidos graxos série  $\omega 6$  e  $\omega 3$  (Simopoulos 2002, 2011) pois deve-se haver um equilíbrio na ingestão dos ácidos graxos pertencentes a estas séries.

O índice de qualidade  $\omega 6/\omega 3$  (Tabela 2) diminuiu com o aumento da adição do óleo de buriti na pré-mistura indicando que a substituição da gordura animal pelo óleo de buriti melhorou a relação entre esses ácidos graxos. Porém o valor ideal debatido entre os pesquisadores deveria estar próximo de 4 (Simopoulos, 2002), uma vez que o equilíbrio adequado no consumo de ácidos graxos poli-insaturados poderia prevenir doenças cardiovasculares e inflamatórias (Monteiro, et al., 2017).

Em países do ocidente houve mudança na dieta afetando a relação da razão  $\omega 6/\omega 3$ , indicando que ingere-se menos  $\omega 3$  e esse empobrecimento na ingestão afeta a qualidade da saúde; atualmente essa relação passou a apresentar ratio em até 25:1 conforme observado por Simopoulos (2011). Valores superiores a 12 relacionam os maiores índices das mortes por doenças cardiovasculares, em pessoas com estilo de vida considerado não saudável em relação a dieta e o sedentarismo (Simopoulos, 2002).

Carvalho, et al. (2020) relatam que a relação  $\omega 6/\omega 3$  pode estar diretamente relacionada ao tipo de óleo vegetal utilizado na elaboração de produtos cárneos com substituição de gordura, o óleo de oliva apresenta baixas quantidades da série  $\omega 3$  quando comparados ao óleo de chia e linhaça, assim, os valores de  $\omega 6/\omega 3$  permaneceram elevados (com óleo de oliva) como no controle (sem adição de óleos) do produto elaborado. Comportamento como observado neste estudo, pois o óleo de buriti apresenta baixas concentrações de ácidos graxos da série  $\omega 3$  (Freitas, et al., 2017; Oliveira, et al., 2020).

A relação de ácidos graxos poli-insaturados aos ácidos saturados (PUFA/SFA) apresentaram valores entre 0,45 e 0,38 (Tabela 2), provavelmente em consequência da diminuição geral do ácido linoleico e dos ácidos palmítico e esteárico nas formulações. De acordo com Wood, et al. (2004) o valor mínimo recomendado para a relação PUFA/SFA é de 0,40. Baggio &



Bragagnolo (2006) observaram índices de qualidade em produtos processados com proporção PUFA/SFA em linguiças de carne suína de 0,40. Enquanto para a relação  $\omega 6/\omega 3$  obtiveram valores de 13,7 a 25,8.

Os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT) apresentaram seus valores entre 0,44 e 0,33 e 1,03 e 0,75 respectivamente entre as formulações da pré-mistura (Tabela 2). Esses índices são utilizados para verificar a possível agregação plaquetária induzidas por produtos alimentícios (DiNicantonio & Okeefe, 2019; Santos-Silva, et al., 2002; Ulbricht & Southgate, 1991), e de acordo com estudos de Matos, et al., (2019) e Melo, et al. (2019), alimentos que possuem valores menores de IA e IT se apresentam com maior potencialidade de reduzir a ocorrência de doenças coronarianas. Comportamento semelhante foi observado em estudo por Monteiro, et al. (2017) em linguiça toscana com substituição parcial de gordura suína por óleo de canola.

A relação dos ácidos graxos hipocolesterolêmicos/Hipercolesterolêmicos (h/H) observada apresentou valores entre 3,27 e 2,45 conforme as substituições na pré-mistura (Tabela 2). Quanto maior o valor da relação melhor é a porção de ácidos mono e poli-insaturados presentes, o qual é benéfico para a promoção da saúde humana (Matos, et al., 2019; Santos-Silva, et al., 2002), sugerindo que o ácido oleico presente no óleo de buriti adicionado nas formulações tenha contribuído para esta relação.

Considerando os resultados apresentados observa-se que se esperava que a formulação com maior substituição de gordura animal por óleo de buriti apresentasse menor formação de compostos secundários provenientes da oxidação devido a presença de carotenoides e ácido oleico no óleo vegetal. No entanto, os componentes do óleo sofreram oxidação durante o armazenamento da pré-mistura resultando em valores de TBARS elevados e carotenoides reduzidos ao final dos 90 dias de armazenamento.

#### 4. Conclusão

A substituição parcial da gordura animal por óleo de buriti afetou as características físico-químicas da pré-mistura na avaliação da oxidação lipídica e carotenoides totais no período de armazenamento. A incorporação do óleo vegetal modificou a composição do perfil de ácidos graxos, no aumento do teor de ácidos graxos monoinsaturados e na diminuição do total de ácidos graxos saturados. Além disso, a reformulação contribuiu diretamente para a diminuição do teor de ácidos graxos saturados nas pré-misturas quando comparada ao controle. Assim, a pré-mistura com substituição de gordura animal por óleo de buriti (P<sub>20%</sub>) se mostra como uma alternativa a ser aplicada na indústria alimentícia em produtos cárneos como hambúrgueres, linguiças, almôndegas entre outros pois diminui o teor de gordura animal bem como a relação  $\omega 6/\omega 3$ .

#### Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela concessão das bolsas e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso pelo fomento Edital IFMT/PROPES chamada 04/2018 e Edital IFMT/PROPES 29/2018.

#### Referências

Almeida, C. B., Corradini, E., Forato, L. A., Fujihara, R., & Lopes Filho, J. F. (2018). Microstructure and thermal and functional properties of biodegradable films produced using zein. *Polímeros*, 28(1), 30-37. 10.1590/0104-1428.11516

Amorim-Carrilho, K. T., Cepeda, A., Fente, C., & Regal, P. (2014). Review of methods for analysis of carotenoids. *Trend in Analytical Chemistry*, 56, 49-73. 10.1016/j.trac.2013.12.011

AOCS. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. (5a ed.), AOCS: Champaign, 2003.

- 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. M. (2012a). Refining of buriti oil (*Mauritia flexuosa*) originated from the Brazilian Cerrado: physicochemical, thermal-oxidative and nutritional implications. *Journal Brazilian Chemists Society*, 23(2), 212-219. 10.1590/S0103-50532012000200004
- Aquino, J. S., Pessoa, D. C. N. P., Oliveira, C. E. V., Cavalheiro, J. M. O., & Stamford, T. L. M. (2012b). 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. 10.1590/S1415-52732012000600008
- Baggio, S. R., & Bragagnolo, N. (2006). The effect of heat treatment on the cholesterol oxides, cholesterol, total lipid and fatty acid contents of processed meat products. *Food Chemistry*, 95, 611-619. 10.1016/j.foodchem.2005.01.037
- Barros, J. C., Munekata, P. E. S., Carvalho, F. A. L., Pateiro, M. Barba, F. J., Domínguez, R., Trindade, M. A., & Lorenzo, J. M. (2020). Use of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) oil emulsion as animal fat replacement in beef burgers. *Foods*, 9 (44), 2-15. doi. 10.3390/foods9010044
- Blekkenhorst, L. C., Prince, R. L., Hodgson, J. M., Lim, W. H., Zhu, K., Devine, A., Thompson, P. L., & Lewis, J. R. (2015). Dietary saturated fat intake and atherosclerotic vascular disease mortality in elderly women: A prospective cohort study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101 (6), 1263-1268. 10.3945/ajcn.114.102392
- Bragagnolo, N., & Rodriguez-Amaya, D. B. (1997). *Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídios totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne, Ciência de Alimentos*. Tese Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/256155> Acesso em 05 jan 2021
- Carvalho, F. A. L., Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Bermúdez, R., Purriños, L., & Trindade, M. A. (2019). Effect of guarana (*Paullinia cupana*) seed and pitanga (*Eugenia uniflora* L.) leaf extracts on lamb burgers with fat replacement by chia oil emulsion during shelf life storage at 2 °C. *Food Research International*, 125, 2-10. 10.1016/j.foodres.2019.108554
- Carvalho, F. A. L., Munekata, P. E. S., Pateiro, M., Campagnol, P. C. B., Domínguez, R., Trindade, M. A., & Lorenzo, J. M. (2020). Effect of replacing backfat with vegetable oils during the shelf-life of cooked lamb sausages. *LWT – Food Science and Technology*, 122. 10.1016/j.lwt.2020.109052
- Choi, Y. S., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A., Jeong, J. Y., Chung, H. J. & Kim, C. J. (2010). Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Science*, 84, 557-563. 10.1016/j.meatsci.2009.10.012
- Choi, Y. S., Park, K. S., Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Choi, M. S., Lee, S. Y., Paik, H. D., & Kim, C. J. (2013). Quality characteristics of reduced-fat frankfurters with pork fat replaced by sunflower seed oils and dietary fiber extracted from makgeolli lees. *Meat Science*, 93, 652-658. 10.1016/j.meatsci.2012.11.025
- Dinicolantonio, J. J., & Okeefe, J. (2019). Importance of maintaining a low omega-6/omega-3 ratio for reducing platelet aggregation, coagulation and thrombosis. *Open Herat*, 6, e001011. 10.1136/openhrt-2019-001011
- Folch, J., Lees, M., & Stanley, G. H. S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497- 509. Disponível em <http://www.jbc.org/content/226/1/497.short> Acesso em 05 jan 2021
- Freitas, M. L. F., Chisté, R. C., Polachini, T. C., Sardella, L. A. C. Z., Aranha, C. P. M., Ribeiro, A. P. B., & Nicoletti, V. R. (2017). Quality characteristics and thermal behavior of buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil. *Grasas y Aceites*, 68 (4), 220. 10.3989/gya.0557171
- Haila, K. M., Lievonen, S. M., & Heinonen, M. I. (1996). Effects of lutein, lycopene, annatto, and  $\gamma$ -tocopherol on autoxidation of triglycerides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(8), 2096-2100. 10.1021/jf9504935
- Hartman, L., & Lago, B. C. (1973). A rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. *Laboratory Practice*, 22(6) 475-477. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/18441624\\_Rapid\\_preparation\\_of\\_fatty\\_acid\\_methyl\\_esters](https://www.researchgate.net/publication/18441624_Rapid_preparation_of_fatty_acid_methyl_esters) Acesso em 05 jan 2021
- Heck, R. T., Lucas, B. N., Santos, D. J. P., Pinton, M. B., Fagundes, M. B., Etchepare, M. A., Cichoski, A. J., Menezes, C. R., Wagner, J. S. B. R., & Campagnol, P. C. B. (2018). Oxidative stability of burgers containing chia oil microparticles enriched with rosemary by green-extraction techniques. *Meat Science*, 146, 147-153. 10.1016/j.meatsci.2018.08.009
- Heck, R. T., Saldaña, E., Lorenzo, J. M., Correa, L. P., Fagundes, M. B., Cichoski, A. J., Menezes, C. R., Wagner, R., & Campagnol, P. C. B. (2019). Hydrogelled emulsion from chia and linseed oils: A promising strategy to produce low-fat burgers with a healthier lipid profile. *Meat Science*, 156, 174-182. 10.1016/j.meatsci.2019.05.034
- Instituto Adolfo Lutz - IAL. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos* (4a ed.). IAL, 2008. Disponível em [http://www.ial.sp.gov.br/resources/ediorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/ediorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf) Acesso em 05 jan 2021
- Kim, T. K., Hwang, K. E., Sung, J. M., Park, J. D., Kim, M. H., Jeon, K. H., Kim, Y. B., & Choi, Y. S. (2018). Replacement of pork back fat with pre-emulsion of wheat (*Triticum aestivum* L.) sprout and collagen and its optimization for reduced-fat patties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42, e13576, 1-7. 10.1111/jfpp.13576
- Kim, T. K., Yong, H. I., Jung, S., Kim, Y. B., & Choi, Y. S. (2020). Effects of replacing pork fat with grape seed oil and gelatine/alginate for meat emulsions. *Meat Science*, 163. 10.1016/j.meatsci.2020.108079
- Manhães, L., Menezes, E., Marques, A., & Srur, A. S. (2015). Flavored buriti oil (*Mauritia flexuosa*, Mart.), for culinary usage: Innovation, production and nutrition value. *Journal of Culinary Science & Technology*, 13(4), 362-374. 10.1080/15428052.2015.1058205
- Matos, A. P., Matos, A. C., & Moecke, E. H. S. (2019). Polyunsaturated fatty acids and nutritional quality of five freshwater fish species cultivated in the western region of Santa Catarina, Brazil. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22, e2018193, 1-11. 10.1590/1981-6723.19318

- Melo, D. M., Roseno, T. F., Barros, W. M., Faria, R. A. P. G., Paglarini, C. S., Faria, P. B., Mariotto, S., & Souza, X. R. (2019). Fatty acid profiles and cholesterol content of Five species of pacu-pevas from the pantanal region of Mato Grosso, Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 83. 10.1016/j.jfca.2019.103283
- Mezzomo, N., & Ferreira, S. R. S. (2016). Carotenoids functionality, sources, and processing by supercritical technology: A review. *Journal of Chemistry*, 1-16. 10.1155/2016/3164312
- Moghtadaei, M., Soltanizadeh, N., & Goli, S. A. H. (2018). Production of sesame oil oleogels based on beeswax and application as partial substitutes of animal fat in beef burger. *Food Research International*, 108, 368-377. 10.1016/j.foodres.2018.03.051
- Mesquita, J. A., Oliveira, T. T. S., Santos, J. G. S., Gaspar, M. R. G. R. C., Vieira, V. A., Rodrigues, E. C., Nascimento, E., Faria, P. B., & Faria, R. A. P. G. (2020). Fatty acid profile and physicochemical characterization of buriti oil during storage. *Ciencia Rural*, 50, e20190997. doi.org/10.1590/0103-8478cr20190997
- Monteiro, G. M., Souza, X. R., Costa, D. P. B., Faria, P. B., & Vicente, J. (2017). Partial substitution of pork fat with canola oil in Toscana sausage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 44, 2-8. 10.1016/j.ifset.2017.07.013
- Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Bloukas, J. G., & Astiasarán, I. (2001). Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona - a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science*, 59(3), 251-258. 10.1016/S0309-1740(01)00075-4
- Oboh, G., Falade, A. O., & Ademiluyi, A. O. (2014). Effect of thermal oxidation on the physico-chemical properties, malondialdehyde and carotenoid contents of palm oil. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, XCI(1), 59-65. [https://www.researchgate.net/publication/278406066\\_Effect\\_of\\_thermal\\_oxidation\\_on\\_the\\_physico-chemical\\_properties\\_malondialdehyde\\_and\\_carotenoid\\_contents\\_of\\_palm\\_oil](https://www.researchgate.net/publication/278406066_Effect_of_thermal_oxidation_on_the_physico-chemical_properties_malondialdehyde_and_carotenoid_contents_of_palm_oil) Acesso em 05 jan 2021
- Oliveira, R. M. M., Pereira, F. T., Pereira, E. C., & Mendonça, C. J. S. (2020). Óleo de Buriti: Índice de qualidade nutricional e efeito antioxidante e anti-diabético. *Revista Virtual de Química*, 12 (1), 2-12. 10.21577/1984-6835.20200002
- Pacheco, S., Godoy, R. L. O., Nascimento, L. S. M., Cunha, C. P., Santiago, M. C. P. A., & Rosa, J. S. (2011). Adaptação do método de extração de carotenoides para escala de micro-extração. Anais da IV Reunião de Biofortificação. Teresina, PI. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/916218/adaptacao-do-metodo-de-extracao-de-carotenoides-para-escala-de-micro-extracao>
- Paglarini, C. S., Furtado, G. F., Biachi, J. P., Vidal, V. A. S., Martini, S., Forte, M. B. S., Cunha, R. L., & Pollonio, M. A. R. (2018). Functional emulsion gels with potential application in meat products. *Journal of Food Engineering*, 222, 29-37. 10.1016/j.jfoodeng.2017.10.026
- Paglarini, C. S., Furtado, G. F., Honório, A. R., Mokarzel, L., Vidal, V. A. S., Ribeiro, A. P. B., Cunha, R. L., & Pollonio, M. A. R. (2019a). Functional emulsion gels as pork back fat replacers in Bologna sausage. *Food Structure*, 20. 10.1016/j.foostr.2019.100105
- Paglarini, C. S., Martini, S., & Pollonio, M. A. R. (2019b). Using emulsion gels made with sonicated soy protein isolate dispersions to replace fat in frankfurters. *LWT – Food Science and Technology*, 99, 453-459. 10.1016/j.lwt.2018.10.005
- Poyato, C., Ansorena, D., Berasategi, I., Navarro-Blasco, I., & Astiasarán, I. (2014). Optimization of a gelled emulsion intended to supply  $\omega$ -3 fatty acids into meat products by means of response surface methodology. *Meat Science*, 98, 615-621. 10.1016/j.meatsci.2014.06.016
- Queiroz, A. M. P. (2006). *Efeitos do tripolifosfato de sódio sobre as características microbiológicas, físico químicas e vida de prateleira em linguiça fresca de frango, Ciência veterinária*. Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/6758> Acesso em 05 jan 2021
- Ramanathan, L. & Das, N. P. (1992). Studies on the control of lipid oxidation in ground fish by some polyphenolic natural products. *Journal Agricultural of Food Chemistry*, 40, 17-21. 10.1021/jf00013a004
- Ramos-Escudero, F., González-Miret, M. L., Viñas-Ospino, A., & Escudero, M. R. (2019). Quality, stability, carotenoids and chromatic parameters of commercial Sacha inchi oil originating from Peruvian cultivars. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 4901-4910. 10.1007/s13197-019-03960-x
- Reis, A. F. & Schmiele, M. (2019). Characteristics and potentialities of Savanna fruits in the food industry. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22, e2017150. 10.1590/1981-6723.15017
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2004). Avanços na pesquisa de carotenoides em alimentos: contribuições de um laboratório brasileiro. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 63(2), 129-138. [http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/2000/rial63\\_2\\_completa/987.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/2000/rial63_2_completa/987.pdf)
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2016). Food Carotenoids: Chemistry, Biology, and Technology. In *Nomenclature, structures, and physical and chemical properties*. (Cap. 1, pp. 3-23). IFT Press series.
- Sandmann, G. (2019). Antioxidant protection from uv-and light-stress related to carotenoid structures. *Antioxidants*, 8(7), 2-13. 10.3390/antiox8070219
- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., & Santos-Silva, F. (2002). Effects of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science*, 77 (2-3), 187-194. 10.1016/S0301-6226(02)00059-3
- Santos, M., Ozaki, M. M., Ribeiro, W. O., Paglarini, C. S., Campagnol, P. C. B., & Pollonio, M. A. R. (2020). Emulsion gels based on pork skin and dietary fibers as animal fat replacers in meat emulsions: An adding value strategy to byproducts, *LWT - Food Science and Technology*, 120. 10.1016/j.lwt.2019.108895
- Serra, J. L., Rodrigues, A. M. C., Freitas, R. A., Meirelles, A. J. A., Darnet, S. H., & Silva, L. H. M. (2019). Alternative sources of oils and fats from Amazonian plants: Fatty acids, methyl tocols, total carotenoids and chemical composition. *Food Research International*, 116, 12-19. 10.1016/j.foodres.2018.12.028

- Shimokomaki, M., Olivo, R., Terra, N. N., & Franco, B. D. G. M. (2006). *Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes*. Varela.
- 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 American Oil Chemistry Society*, 86, 611-616. 10.1007/s11746-009-1400-9
- Silva, S. L. S., Amaral, J. T., Ribeiro, M., Sebastião, E. E., Vargas, C., Franzen, F. L., Schneider, G., Lorenzo, J. M., Fries, L. L. M., Cichoski, A. J., & Campagnol, P. C. B. (2019). Fat replacement by oleogel rich in oleic acid and its impact on the technological, nutritional, oxidative, and sensory properties of Bologna-type sausages. *Meat Science*, 149, 141-148. doi:10.1016/j.meatsci.2018.11.020
- Silva e Silva, N., Hernández, E. J. G. P., Araújo, C. S., Joele, M. R. S. P., & Lourenço, L. F. H. (2018). Development and optimization of biodegradable fish gelatin composite film added with buriti oil. *CyTA – Journal of Food*, 16(1), 340-349. 10.1080/19476337.2017.1406005
- Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56, 365-379. 10.1016/S0753-3322(02)00253-6
- Simopoulos, A. P. (2011). Evolutionary aspects of diet: the omega-6/omega-3 ratio and the brain. *Molecular Neurobiology*, 44, 203-215. 10.1007/s12035-010-8162-0
- Song, X. D., Mujumdar, A. S., Law, C. L., Fang, X. M., Peng, W. J., Deng, L. Z., Wang, J., & Xiao, H. W. (2019). Effect of drying air temperature on drying kinetics, color, carotenoid content, antioxidant capacity and oxidation of fat for lotus pollen. *Drying Technology*. 10.1080/07373937.2019.1616752
- Speranza, P., Falcão, A. O., Macedo, J. A., Silva, L. H. M., Rodrigues, A. M. C., & Macedo, G. A. (2016). Amazonian buriti oil: chemical characterization and antioxidant potential. *Grasas y Aceites*, 67(2), e135. 10.3989/gya.0622152
- Speranza, P., Leão, K. M. M., Gomes, T. S. N., Reis, L. V. C., Rodrigues, A. P., Macedo, J. A., Ribeiro, A. P. B., & Macedo, G. A. (2018). Improving the chemical properties of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) by enzymatic interesterification. *Grasas y Aceites*, 69(4), e282. 10.3989/gya.0229181
- Tang, S. Z., Kerry, J. P., Sheehan, D., & Buckley, D. J. (2002). Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat systems. *Food Chemistry*, 76, 45-51. 10.1016/S0308-8146(01)00248-5
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., & Dugan Jr, L. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *The Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37, 44-48. 10.1007/BF02630824
- Terés, S., Barceló-Coblijn, G., Benet, M., Álvarez, R., Bressani, R., Halver, J. E., & Escrivá, P. V. (2008). Oleic acid content is responsible for the reduction in blood pressure induced by olive oil. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(37), 13811-13816. 10.1073/pnas.0807500105
- Ulbricht, T. L. V., & Southgate, D. A. T. (1991). Coronary heart disease: Seven dietary factors. *The Lancet*, 338, 985-992. 10.1016/0140-6736(91)91846-m
- Vásquez-Ocmín, P. G., Alvarado, L. F., Solís, V. S., Torres, R. P., & Mancini-Filho, J. (2010). Chemical characterization and oxidative stability of the oils from three morphotypes of *Mauritia flexuosa* L.f. from the Peruvian Amazon. *Grasas y Aceites*, 61(4), 390-397. 10.3989/gya.010110
- Vieira, R. F., Camillo, J., & Coradin, L. (2016). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial. Plantas para o Futuro: Região Centro-Oeste. In R. C. Martins., T. S. Agostini-Costa., P. Santelli., & T. S. Filgueiras. *Mauritia flexuosa - Buriti* (Cap. 5, pp. 257-267). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Série Biodiversidade. Disponível em <http://agroecologia.gov.br/publicacoes/esp%C3%A9cies-nativas-da-flora-brasileira-de-valor-econ%C3%B4mico-atual-ou-potencial-%E2%80%93plantas> Acesso em 05 jan 2021
- Wang, Y., Wang, W., Jia, H., Gao, G., Wang, X., Zhang, X., & Wang, Y. (2018). Using cellulose nanofibers and its palm oil pickering emulsion as fat substitutes in emulsified sausage. *Journal of Food Science*, 83, 1740-1747. 10.1111/1750-3841.1416
- Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P. R., & Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66, 21-32. 10.1016/S0309-1740(03)00022-6