



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José do Rio Preto

Pedro Alberto Pavão Pessôa

Avaliação das propriedades do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*
L.) e sua aplicação em creme vegetal

São José do Rio Preto
2017

Pedro Alberto Pavão Pessoa

Avaliação das propriedades do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*
L.) e sua aplicação em creme vegetal

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Área de Concentração – Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES – AUXPE/PROEX
557/2013, proc. nº 23038.009144/2012-41

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Neuza Jorge
Co-orientador: Prof. Dr. João da Paixão
Soares

São José do Rio Preto
2017

Pessôa, Pedro Alberto Pavão.

Avaliação das propriedades do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e sua aplicação em creme vegetal / Pedro Alberto Pavão Pessôa. -- São José do Rio Preto, 2017
126 f. : il., tabs.

Orientador: Neuza Jorge

Coorientador: João da Paixão Soares

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Tecnologia de alimentos. 2. Óleos vegetais. 3. Buriti.
4. Antioxidantes. 5. Compostos bioativos. 6. Físico-química.
I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.
CDU – 664.34

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Pedro Alberto Pavão Pessôa

Avaliação das propriedades do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*
L.) e sua aplicação em creme vegetal

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES – AUXPE/PROEX
557/2013/proc. nº 23038.009144/2012-41

Comissão Julgadora

Prof^a. Dr^a. Neuza Jorge
UNESP – São José do Rio Preto
Orientador

Prof. Dr. José Francisco Lopes Filho
UNESP – São José do Rio Preto

Prof^a. Dr^a. Débora Maria Moreno Luzia
UEMG – Frutal

Prof^a. Dr^a. Carolina Médici Veronezi
UNILAGO – São José do Rio Preto

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina da Silva
UFTM – Uberaba

São José do Rio Preto
02 de junho de 2017

Dedico
A meu Deus e minha família, por vocês.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, por ser uma pessoa inseparável em minha vida;

À minha esposa Vanessa e meu filho João Pedro, dantes era por mim e meus sonhos, hoje é por vocês. Perdoem-me pelas ausências e obrigado pela paciência, carinho e muito apoio;

À minha mãe Risalva Pavão. Sei que tenho seu apoio incondicional;

À minha avó Déa Pavão, pelos conselhos que jamais esquecerei. A senhora é o meu exemplo. A sua persistência e dedicação me fazem continuar;

Ao meu irmão Hugo e família. Obrigado pelo aluguel de teus ouvidos “merirmão”;

Ao meu tio Rilvis Pavão. Não consigo descrever o quanto sou grato;

À minha tia Maria das Graças. Tia, muito obrigado! Jamais esquecerei;

Ao meu pai Eugênio Solino. Pretendo, um dia, ser o profissional que és;

À minha boadrasta Keila, sou grato a você;

Às minhas irmãzinhas Sarah, Darah e Dácia, amo vocês;

Ao meu sogro Manoel José e minha sogra Vera Lúcia, pelas muitas orações e por ouvir minhas inquietações;

À minha amiga e parente Raimunda Pessoa, que carinhosamente chamamos de “Moreninha”, pelos socorros oportunos e sua amizade confortante;

Aos meus pastores, pela paciência, compreensão, apoio e orações;

Ao IFMA, à UNESP e à CAPES por esta grande oportunidade, em especial à PRPGI do IFMA;

Ao IFMA, Campus Caxias, em especial aos professores Dr. João Soares (DG), Ma. Waldirene Araújo (DDE), Esp. Francisco Oliveira (DSTEC), Esp. Vanda Gomes (DEP), Me. Joaldo Lopes (CLQ) por nos ajudarem sempre e pela compreensão. Também, aos amigos e amigas, professores, da Química por me substituírem em inúmeros afastamentos;

Aos meus amigos e amigas do DINTER, pelo apoio, amizade e companheirismo. Agradeço a Deus por vocês, pois juntos conquistamos muitas batalhas. Em especial ao Maron, Adeval, Manoel, Marcelo, Carol e Valdênia, vocês são *Brothers*;

Aos amigos e amigas da UNESP, pela imensa contribuição e ajuda em muitos momentos. Em especial, aos colegas do laboratório de Óleos e Gorduras;

Aos nossos coordenadores do DINTER, professores Dr. José Francisco Lopes Filho e Dra. Rejeana Márcia Santos, pelo apoio fundamental;

À UNESP, Campus São José do Rio Preto, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, pela oportunidade de realizar o doutorado;

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Alimentos e à Seção Técnica de Pós-Graduação;

Aos professores e professoras da UNESP, pelo ensino, apoio e compreensão;

Aos técnicos e técnicas da UNESP, dentre tais o grande amigo Luís Camolezi;

Às meninas do laboratório da professora Cida, vocês são especiais;

Aos grandes amigos Ezequiel e Ana Maria, lhes tenho como irmãos;

Ao Amigo Dr. Francisco Figueiredo, da UFPI, pela contribuição nas análises de estabilidade oxidativa;

À Empresa Fazenda Água Boa pela doação do óleo de buriti artesanal;

À Profa. Me. Joilane Freire, da UFPI, pe

Às Profas. Me. Joilane Freire, Dra. Regilda Saraiva e Dra. Amanda Amorim, da UFPI, pela contribuição na etapa de secagem da polpa;

Ao Amigo Daniel Dantas, suas sugestões foram oportunas e relevantes;

À Indústria Triângulo, na pessoa do Vinícius e da Vânia, pelo grande apoio na produção e análise do creme vegetal. Graças a este imenso apoio foi possível realizar esta importante etapa da pesquisa;

À amiga Dra. Marília e à técnica Tânia (UNESP), pelas análises microbiológicas no creme vegetal (CVP);

Às professoras Dra. Adenilde Nascimento Mouchrek (UFMA) e Ma. Josilene Serra (IFMA), pelas análises microbiológicas no creme vegetal (CVA);

À amiga Raquel e à professora Dra. Ana Carolina Conti e Silva, pelas sugestões na análise sensorial;

Ao professor Dr. Francisco Lopes e à professora Dra. Débora Maria Moreno Luzia, pela contribuição com sugestões valiosas na banca de qualificação, assim como, às professoras Dras. Carolina Veronezi e Irene Freitas, pela correção do texto da qualificação;

À Banca examinadora de defesa do doutorado, pelas contribuições na melhoria desta pesquisa;

Aos meus alunos Kionnys, Nadjahilton e Douglas, pela contribuição na fase de aquisição da polpa, dos óleos de buriti e preparo do creme vegetal e à turma 3 do curso de Licenciatura em Química do IFMA, Campus Caxias, pelo auxílio na análise sensorial;

Ao meu co-orientador professor Dr. João da Paixão Soares, pela sua contribuição na etapa de aquisição da polpa de buriti e do óleo de buriti artesanal, bem como da extração do óleo de buriti e na análise sensorial dos cremes vegetais;

Em especial, à minha querida orientadora, professora Dra. Neuza Jorge. Eu lhe admiro por sua ética e profissionalismo. Muito, mais muito obrigado por aceitar me orientar. Professora – serei eternamente grato!

Por fim, a todos e todas que contribuíram com esta etapa tão importante da minha vida.

RESUMO

O acelerado aumento no consumo de óleos vegetais no mundo tem impulsionado sua produção a partir de uma variedade extensa de matérias-primas. No Brasil, mais de 80% dos óleos produzidos são utilizados para fins alimentícios, desde tempero de saladas, frituras e até mesmo no preparo de bolos, maioneses, margarinas e cremes vegetais. Com o intuito de agregar valor nutricional, melhorar a conservação, a estabilidade e a aparência dos óleos, inúmeras pesquisas têm sido desenvolvidas. Partindo dessa premissa, esta pesquisa teve como objetivos caracterizar a polpa e os óleos de buriti extraídos por prensagem a frio (OBP) e artesanal (OBA), a fim de viabilizar a sua aplicação em creme vegetal à base de óleo de palma. A polpa de buriti foi analisada quanto à sua composição centesimal. Os óleos de buriti foram analisados quanto à caracterização físico-química, composição em ácidos graxos e triacilgliceróis, carotenoides totais, teores de fitosteróis e tocoferóis. O óleo de buriti foi termoxidado a 180°C e analisado em diferentes intervalos de tempo (0, 1, 2, 3, 4 e 5 h). Foram produzidos dois tipos de cremes vegetais à base de óleo de palma, um com o OBP e outro com OBA, os quais foram submetidos às análises físico-químicas, composição em ácidos graxos e triacilgliceróis, perfil de fitosteróis e de tocoferóis, análises microbiológicas e sensorial. Pelos resultados, os óleos de buriti apresentaram acima de 70% de monoinsaturados e baixos valores de poli-insaturados, considerados alto oleicos, conferindo elevada estabilidade oxidativa. Os óleos de buriti mostraram-se mais ricos em carotenoides e tocoferóis, se destacando os isômeros α - e γ -tocoferol, podendo ser fontes promissoras de vitaminas A e E e antioxidantes naturais. Durante a termoxidação, o óleo de buriti apresentou maior retenção de fitosteróis em relação aos carotenoides e tocoferóis. A aplicação dos óleos de buriti nos cremes vegetais não apresentou significativa contribuição nutricional quanto ao acréscimo de fitosteróis,

tocoferóis e vitamina E, em decorrência do baixo percentual adotado na formulação dos cremes vegetais. No entanto, a sua adição favoreceu a coloração dos cremes, dispensando o uso de corantes. As análises microbiológicas realizadas nos cremes apresentaram-se dentro dos padrões aceitáveis pela legislação; na análise sensorial, ambos, obtiveram elevada aceitação quanto ao atributo aparência e aceitação moderada para os demais atributos; e os avaliadores demonstraram uma provável intenção de compra.

Palavras-chave: Óleos vegetais. Compostos bioativos. Estabilidade oxidativa. Frutos amazônicos.

ABSTRACT

The accelerated increase in the consumption of vegetable oils in the world has enhanced their production from a large variety of raw materials. In Brazil, more than 80% of the oil produced is used for food purposes such as salad sauces, frying and even in the preparation of cakes, mayonnaise, margarine and vegetable creams. In order to aggregate nutritional value, to improve the conservation, the stability and the appearance of the oils, numerous researches have been developed. From that premise, this research had as objective to characterize the buriti pulp and oil extracted by cold pressing (OBP) and handmade (OBA), in order to enable its application in vegetable cream based on palm oil. The buriti pulp was analyzed about the centesimal composition. The buriti oils were analyzed about the physicochemical characterization, composition in fatty acid and triacylglycerol, total carotenoids, phytosterols and tocopherols contents. The OBP was thermoxidized at 180°C and analyzed in different time intervals (0, 1, 2, 3, 4 and 5 h). Two types of vegetable cream based on palm oil were produced, one of them with the OBP and the another one with OBA, which were submitted to physicochemical analyses, composition in fatty acid and triacylglycerol, phytosterols and tocopherols profile, sensory and microbiological analyses. According to the results, the buriti oils presented more than 70% of monounsaturated and low values of polyunsaturated, they were considered high oleic, conferring high oxidative stability. The buriti oils proved to be rich in carotenoids and tocopherols, emphasizing the isomers α - and γ -tocopherol, can be promising sources of vitamins A and E and natural antioxidants. During the thermoxidized, the buriti oil presented higher retention of phytosterols compared with carotenoids and tocopherols. The application of the buriti oils in the vegetable creams did not present considerable nutritional contribution about the addition of phytosterols, tocopherols and vitamin E, due to the low percentage adopted in the formulation of the vegetable

creams. However, this addition favored the creams color, dispensing the use of dyes. The microbiological analyses made with the creams presented inside the acceptable standards by law; in the sensory analysis, both obtained high acceptance about the attribute appearance and moderate acceptance for the other attributes; and the judges demonstrated a probable purchase intention.

Keywords: *Vegetable oils. Bioactive compounds. Oxidative stability. Amazon fruits.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Classificação taxonômica do buriti	21
Figura 2-	Vegetação brasileira: destaque à mata dos cocais	22
Figura 3-	Aspectos botânicos do buriti	23
Figura 4-	Composição do fruto do buriti	24
Figura 5-	Cremes vegetais com adição de óleo de buriti prensado	53
Figura 6-	Cremes vegetais com adição dos óleos de buriti prensado e artesanal	54
Figura 7-	Produção dos cremes vegetais	54
Figura 8-	Termoxidação do óleo de buriti prensado a 180°C/5 h..	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Percentual de cada parte do fruto do buriti	25
Tabela 2-	Partes e usos do buriti	26
Tabela 3-	Composição centesimal da polpa de buriti	27
Tabela 4-	Aditivos utilizados na produção dos cremes vegetais ...	51
Tabela 5-	Formulações dos cremes vegetais	53
Tabela 6-	Composição centesimal da polpa de buriti	64
Tabela 7-	Análises físico-químicas dos óleos de buriti	66
Tabela 8-	Perfil de ácidos graxos dos óleos de buriti	70
Tabela 9-	Composição de triacilgliceróis dos óleos de buriti	71
Tabela 10-	Carotenoides totais e composição de fitosteróis e tocoferóis dos óleos de buriti	72
Tabela 11-	Análises do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h	74
Tabela 12-	Perfil de ácidos graxos do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h	76
Tabela 13-	Composição de triacilgliceróis do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h	78
Tabela 14-	Carotenoides totais e composição de fitosteróis e tocoferóis do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h	79
Tabela 15-	Análises físico-químicas das misturas e óleos de palma e buriti	82
Tabela 16-	Conteúdo de gordura sólida das misturas	83
Tabela 17-	Perfil de ácidos graxos dos cremes vegetais e óleos ...	85
Tabela 18-	Composição de triacilgliceróis dos cremes vegetais e óleos	86
Tabela 19-	Análises de fitosteróis, tocoferóis e vitamina E dos cremes vegetais e óleos	88
Tabela 20-	Análises microbiológicas dos cremes vegetais	90

Tabela 21- Perfil dos avaliadores sobre consumo de creme vegetal e fruto do buriti	91
Tabela 22- Aceitação por atributos e intenção de compra dos cremes vegetais	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGL	Ácidos Graxos Livres
AGMI	Ácido Graxo Monoinsaturado
AGPI	Ácido Graxo Poli-insaturado
AGS	Ácido Graxo Saturado
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AOCS	American Oil Chemists' Society
AVC	Acidente Vascular Cerebral
CG	Cromatografia Gasosa
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
CPT	Compostos Polares Totais
CT	Carotenoides Totais
CV	Coeficiente de Variação
CVA	Creme Vegetal com óleo de buriti Artesanal
CVP	Creme Vegetal com óleo de buriti extraído por Prensagem
DC	Dienos Conjugados
DP	Desvio Padrão
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético
EO	Estabilidade Oxidativa
IA	Índice de Acidez
IFMA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
II	Índice de Iodo
IP	Índice de Peróxidos
IR	Índice de Refração
IS	Índice de Saponificação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDL	Lipoproteína de Baixa Densidade
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MS	Ministério da Saúde
OB	Óleo de Buriti
OBA	Óleo de Buriti Artesanal
OBP	Óleo de Buriti Prensado
OP	Óleo de Palma
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PET	Polietileno Tereftalato
PF	Ponto de Fusão
PGPR	Polirricinoleato de Poliglicerol
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
TAG	Triacilglicerol
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1	O buriti	21
2.2	Óleos e gorduras vegetais	28
2.3	Avaliação dos parâmetros físico-químicos	30
2.4	Compostos bioativos	36
2.5	Aplicações dos óleos na indústria alimentícia	41
3	OBJETIVOS	48
3.1	Objetivo geral	48
3.2	Objetivos específicos	48
4	MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1	Material	49
4.1.1	Polpa de buriti	49
4.1.2	Obtenção dos óleos	49
4.1.3	Aditivos	50
4.2	Ensaio experimentais	51
4.2.1	Termoxidação	51
4.2.2	Produção dos cremes vegetais	52
4.3	Métodos	55
4.3.1	Composição centesimal da polpa	55
4.3.2	Análises nos óleos e cremes vegetais	56
4.4	Análises estatísticas	62
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
5.1	Composição centesimal da polpa de buriti	64
5.2	Caracterização físico-química dos óleos de buriti	65
5.3	Compostos bioativos dos óleos de buriti	69
5.4	Termoxidação do óleo de buriti	73
5.5	Caracterização das misturas dos óleos de palma e buriti	81
5.6	Caracterização dos cremes vegetais	83

6	CONCLUSÕES	93
	REFERÊNCIAS	95
	APÊNDICES	112
	ANEXOS	122

1 INTRODUÇÃO

As plantas oleaginosas são denominadas dessa forma por apresentarem elevada concentração de lipídios em sua estrutura. Dependendo do estado físico, os lipídios à temperatura ambiente podem ser classificados como óleos ou gorduras (JORGE, 2009). Noventa por cento do total de óleos e gorduras consumidos no mundo são de origem vegetal, com uma produção anual em torno de 180 milhões de toneladas, sendo 75% extraídos das sementes de oleaginosas, como soja e canola, enquanto que o restante é extraído do pericarpo de frutos, como oliva e palma (SALAS et al., 2000; FAO, 2016).

Dentre as plantas oleaginosas têm-se o buritizeiro, oriundo de locais alagados como rios ou igarapés. O buriti-do-brejo, como também é conhecido, é uma palmeira da família *Palmae* ou *Arecaceae* e subfamília *Lepidocarycideae*, cujo nome científico é *Mauritia flexuosa* L. Essa palmeira apresenta de 20 a 35 m de altura. Os frutos estão dispostos em cachos, podendo apresentar de 5 a 8 cachos com até 6.000 frutos.

Os frutos apresentam formatos elipsoide-oblongos de coloração castanho-avermelhada. Inúmeros fins são aplicados às partes do buriti, desde o tronco até os frutos (MARTINS, 2010). O buriti apresenta maior quantidade de β -caroteno, que a cenoura (*Daucus carota* L.), cerca de dez vezes mais carotenoides (GODOY; RODRIGUEZ-AMAYA, 1995; COSTA et al., 2010), bem como, um elevado teor de α -tocoferol, sendo considerado rico em vitamina E quando consumido *in natura* e, também, um teor significativo de fitosteróis que auxiliam na redução dos colesteróis totais e lipoproteínas de baixa densidade (LDL), reduzindo os riscos de aterosclerose e, portanto, de infarto e acidente vascular cerebral (WONG et al., 2014; SANTOS; ALVES; ROCA, 2015; SPERANZA et al., 2016).

Por possuir essas características pode ser utilizado para a produção de produtos como polpas, doces, geleias, sorvetes, corantes, farinhas, biscoitos e, assim, ser introduzido no hábito alimentar da

população prevenindo e/ou minimizando diversas doenças com um baixo custo de produtividade em virtude da grande produção desse fruto com pouco aproveitamento (MANHÃES, 2007).

A polpa de buriti contém de 8 a 9% de óleo comestível com um elevado potencial anti-inflamatório (MARIATH; LIMA; SANTOS, 1989). Na indústria alimentícia, o óleo de buriti pode ser utilizado no preparo de molhos para saladas e na produção de emulsões, como maioneses, requeijões e cremes vegetais. A aplicação em creme vegetal surge como alternativa para o uso desse fruto, uma vez que esse produto é consumido em larga escala pela população das regiões Norte e Nordeste e, ao mesmo tempo, agregando valor econômico ao fruto e contribuindo com a economia local. O creme vegetal, em virtude de inúmeras pesquisas, tem-se tornado um produto de alta qualidade com características semelhantes às da manteiga, mas com nutrientes que promovem redução de riscos de doenças, capazes de produzir efeitos metabólicos ou fisiológicos úteis na manutenção de uma saúde física e mental (RODRIGUES et al., 2004).

Assim, o objetivo principal desta pesquisa foi caracterizar a polpa e os óleos de buriti, extraídos por prensagem a frio e de maneira artesanal, a fim de viabilizar a sua aplicação em creme vegetal à base de óleo de palma.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O buriti

O buriti (*Mauritia flexuosa* L.), também conhecido como buritizeiro, miriti ou buriti-do-brejo é uma palmeira cujo *habitat* concentra-se em campos limpos e úmidos, conhecidos como veredas, sendo indicadores de solos úmidos, com a existência de nascentes de cursos d'água. Por isso, o nome buriti, cuja origem deriva do Tupi-guarani (*mburi'ti*), e significa “árvore que dá líquido” ou “água da palmeira” (FUJITA, 2007; MATOS et al., 2014). A classificação taxonômica do buriti está descrita na Figura 1, de acordo com Vieira, Facó e Cecy (2011).

Figura 1 – Classificação taxonômica do buriti.

Categoria Taxonômica	
Reino: <i>Plantae</i>	
Divisão: <i>Magnoliophyta</i>	
Classe: <i>Liliopsida</i>	
Ordem: <i>Arecales</i>	
Família: <i>Arecaceae</i>	
Gênero: <i>Mauritia</i>	
Espécie: <i>M. flexuosa</i>	

Fonte: adaptado de Vieira, Facó e Cecy (2011).

A origem do buritizeiro é na Região Amazônica, no entanto, sua área de distribuição abrange os países da Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Trinidad e Tobago, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. No Brasil, encontra-se nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (apenas no estado de Minas Gerais) (SAMPAIO, 2012; BRASIL, 2015a). No norte e nordeste do país a maior predominância está na Zona dos Cocais que corresponde a uma formação vegetal que se encontra entre a floresta Amazônica, a caatinga e o cerrado, ocupando uma faixa que engloba os estados do Maranhão e Piauí, também conhecida como Meio-Norte (Figura 2).

Figura 2 – Vegetação brasileira: destaque à mata dos cocais.



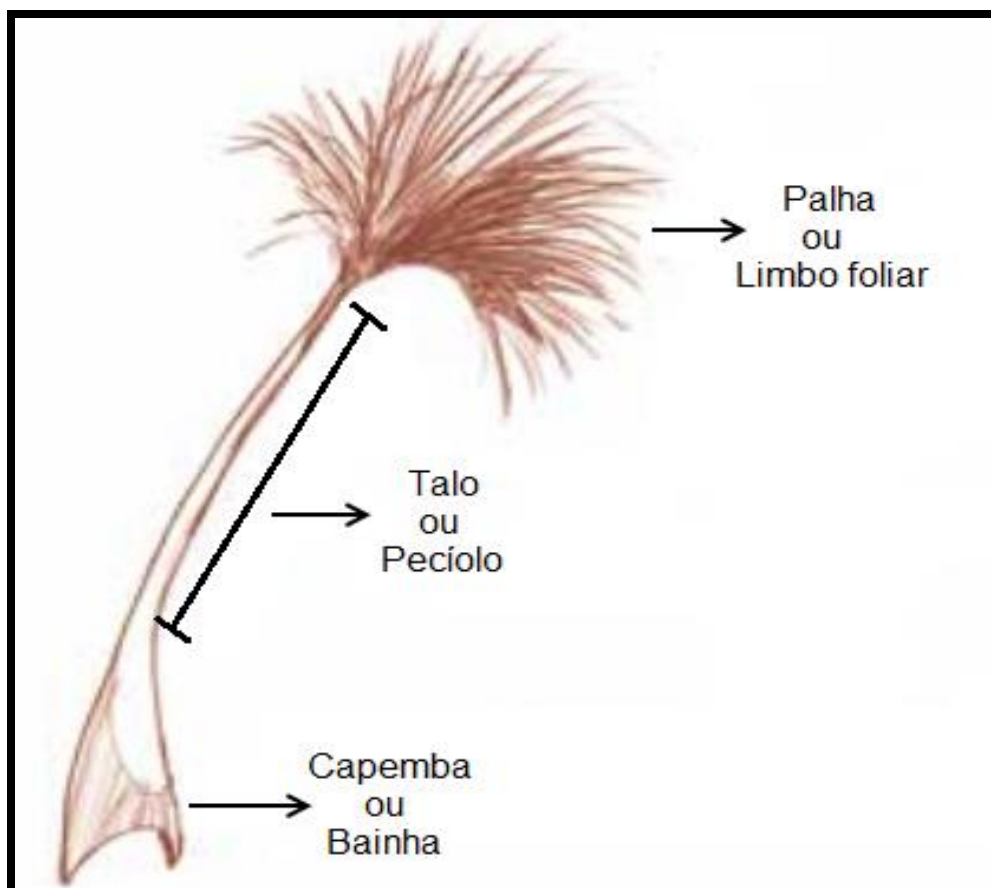
Fonte: Freitas (2013).

O buritizeiro é uma espécie de tronco simples, cilíndrico e reto, possuindo de 30 a 50 cm de diâmetro e de 20 a 35 m de altura. A quantidade de folhas está entre 20 e 30 com um comprimento de 3 a 5 m

e largura de 2 a 3 m. As flores são dioicas, com período de floração entre os meses de abril e agosto.

Os cachos de frutos possuem um comprimento de 2 a 3 m variando de 5 a 8 cachos por planta e o número de frutos por planta pode atingir até 6.000. A frutificação ocorre nove meses depois do fim da floração e a maturação dos frutos compreende os meses de dezembro a junho na maior parte da região dos cocais. Cada palmeira produz entre 40 e 360 kg de frutos e cada fruto pesa entorno de 50 g (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007; MARTINS, 2010). A Figura 3 apresenta os aspectos botânicos do buritizeiro.

Figura 3 – Aspectos botânicos do buriti.



Fonte: adaptado de Sampaio e Carrazza (2012).

O fruto tem um formato elipsoide-oblongos com comprimento entre 3,7 e 5,3 cm e diâmetro de 3 a 5,2 cm, com escamas córneas e coloração castanho-avermelhada e com brilho. É composto de pericarpo (casca) com coloração que varia do vermelho ao vinho com escama; mesocarpo (polpa), é tipicamente alaranjado, carnoso e oleoso, com espessura que varia entre 4 e 6 mm; endocarpo fino que reveste a semente, com pouca diferença do mesocarpo e a semente que é muito dura, com endosperma homogêneo e córneo (Figura 4) (SHANLEY; MEDINA, 2005; ROSA; BARBOSA; KOPTUR, 2013).

Figura 4 – Composição do fruto do buriti.



Fonte: adaptado de Melo et al. (2011); Aromaterapia (2015).

A Tabela 1 apresenta o percentual de cada parte do fruto, de acordo com alguns autores.

Tabela 1 – Percentual de cada parte do fruto do buriti.

Partes do Fruto	Martins (2010)	ONU (1987)	Barbosa, Lima e Mourão Júnior (2010)	Almeida e Silva (1994)
Pericarpo	20,88	23,00	22,07	21,80
Mesocarpo	17,79	21,00	24,25	22,00
Endocarpo	26,64	12,00	21,03	18,10
Semente	34,69	44,00	32,65	38,10

O buriti é muito utilizado para os mais diversos fins em lugares onde há produção. Da planta se extrai uma seiva que possui um elevado teor de sacarose; as folhas são utilizadas para cobrir casas, confecção de cordas, redes, vassouras. No setor alimentício, a polpa de buriti é utilizada para produção de doces, sorvetes, geleias, óleos, entre outros (VIEIRA et al., 2010). A Tabela 2 apresenta as demais partes e usos do buriti de acordo com Sampaio e Carrazza (2012).

Alguns autores analisaram a composição centesimal da polpa do fruto do buriti, conforme Tabela 3. Observou-se que a polpa de buriti apresenta, em média, de 50,5 a 79,7% de umidade. Quanto ao teor de cinzas, observa-se uma faixa de 0,2 a 0,7%.

Outros macronutrientes importantes encontrados em quantidades significativas na polpa de buriti são os lipídios, cujas funções são: atuar como precursores de substâncias essenciais, emulsificantes, isolantes, veículos para vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) (MOTTA, 2006). Além disso, o fruto do buriti é considerado como fonte de energia, 9 kcal/g, que corresponde a mais de duas vezes a quantidade de calorias provenientes das proteínas (4 kcal/g) e carboidratos (4 kcal/g) (JORGE, 2009).

Tabela 2 – Partes e usos do buriti.

Parte da Planta	Usos
Talo	Móveis como: mesa, cadeira, banco, cama, estante, forro do telhado, portas, paredes, brinquedos, pequenas caixas para embalar o doce de buriti, rabeca de buriti, balsas, tapiti (ou tipiti, que é um utensílio utilizado para espremer a massa da mandioca para a produção da farinha), cestos, artesanatos em geral.
Palha	Cobertura do telhado, parede, cestos, balanços, vassouras e artesanatos.
Seda	Fio de costura, corda e artesanatos de capim-dourado, redes, tecidos, capa de chuva, toalhas de mesa, jogo americano, artesanatos.
Embira	Esteira, tapete, artesanatos.
Casca	Óleo e ração para animais.
Polpa	Doces, sorvetes, sucos (conhecido como sembereba), geleias, mingau feito com leite, raspa seca, óleo e vinho fermentado.
Bagaço	Ração para animais como gado, porcos e galinhas.
Sementes	Comestíveis (quando imaturas), produção de mudas, ração para animais, artesanatos e café em algumas regiões.
Tronco	Vinho não fermentado, palmito, adubo, parede, muros e pontes, tronco para a corrida de toras em alguns grupos indígenas.
Raízes	Remédio contra reumatismo.

Fonte: adaptado de Sampaio e Carrazza (2012).

Tabela 3 – Composição centesimal da polpa de buriti.

ANÁLISES	Carneiro e Mello (2011)	Manhães e Sabaa-Srur (2011)	Darnet et al. (2011)	BRASIL (2015a)
Umidade	54,3	62,9	50,5	79,7
Cinzas	0,7	0,9	0,6	0,2
Lipídios	18,1	13,8	19,0	8,1
Proteínas	1,4	2,1	3,7	1,8
Carboidratos	25,5	20,3	26,2	10,2
Valor	270,5	213,8	290,6	120,9

Os autores citados encontraram teor de lipídios na polpa de buriti entre 8,1 e 19,0%. Essa variação pode estar relacionada com a região de cultivo da palmeira, o período de colheita do fruto e o método de extração do óleo. O percentual de proteínas encontrado foi de 1,4 a 3,7%. De acordo com Motta (2006) e Matos et al. (2014), as proteínas são compostas por inúmeros aminoácidos com elevada massa molecular, exercendo funções de enzimas, estruturais, transporte, hormônios, regulação gênica e de defesa.

A ausência ou deficiência de proteínas ocasiona uma desnutrição energética proteica. No entanto, há os carboidratos que são fonte de energia para o organismo e desempenham, também, o papel de poupador das proteínas, pois quando há quantidade suficiente de carboidratos não há necessidade de as proteínas atuarem como fonte de energia e sim estrutural. De acordo, com a pesquisa do Ministério da Saúde, o fruto do buriti contém 10,2 g/100 g de carboidratos (BRASIL, 2015a).

2.2 Óleos e gorduras vegetais

O regulamento técnico para óleos, gorduras e cremes vegetais emitido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define óleos e gorduras vegetais como produtos constituídos, principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais. Podem conter quantidades de outros lipídios como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres (BRASIL, 2004a). Em suma, os óleos e gorduras são formados por compostos majoritários, os glicerídeos, em torno de 98%, e por outros compostos denominados minoritários que são os fosfolipídios, cerídeos, clorofila, constituintes insaponificáveis (hidrocarbonetos, esteróis, carotenoides e vitaminas lipossolúveis) e os produtos de alteração (aldeídos e cetonas).

Os glicerídeos ou lipídios podem ser classificados como: *simples* quando formados a partir da esterificação de ácidos graxos e álcoois, *compostos* que são ésteres formados a partir de ácidos graxos, álcoois, ácidos fosfóricos e outros compostos nitrogenados e *derivados* que são obtidos da hidrólise dos lipídios simples e compostos, como, por exemplo, os esteróis, carotenoides e vitaminas lipossolúveis (RIBEIRO; SERAVALLI, 2014).

Outra denominação dada aos glicerídeos está diretamente relacionada aos compostos presentes em sua estrutura. Segundo Ribeiro e Seravalli (2014), o termo acilglicerol é utilizado para todos os glicerídeos, sendo constituído por ésteres de ácidos graxos e glicerol, precisamente por uma molécula de glicerol e até três de ácidos graxos. Por esse motivo, os glicerídeos podem ser nomeados como monoacilglicerol (um ácido graxo), diacilglicerol (dois ácidos graxos) e triacilglicerol (três ácidos graxos).

Os lipídios possuem duas denominações quanto ao seu estado físico à temperatura ambiente, sendo chamados de óleos quando líquidos, por apresentarem de uma a quatro insaturações (ligações duplas

entre carbonos) na cadeia carbônica e de gorduras se nessa temperatura o estado for sólido, em virtude da presença de ácidos graxos saturados (GAUTO; ROSA, 2013).

Outra diferença entre óleos e gorduras é a proporção de grupos acilas saturados e insaturados presentes nos triacilgliceróis, uma vez que os ácidos graxos relativos aos grupos acilas representam mais de 95% do peso molecular dos seus triacilgliceróis. Assim, compreende-se que os ácidos graxos apresentam papel de relevância nas propriedades físico-químicas dos lipídios, sejam óleos ou gorduras (JORGE, 2009).

Óleos vegetais são muito consumidos em todo o mundo por serem fontes de energia e de ácidos graxos essenciais e agirem como veículo para vitaminas lipossolúveis. Além disso, são responsáveis pela palatabilidade, sabor e textura de alimentos, substituem a gordura de origem animal e podem ser obtidos por meio de várias espécies vegetais (IQBAL; BHANGER, 2007).

Além de consumidos diretamente na alimentação, os óleos vegetais constituem importante matéria-prima para a indústria química e farmacêutica. Embora o óleo mais consumido no Brasil seja o de soja, a demanda de óleos vegetais com composição especial, monoinsaturados e poli-insaturados, vem aumentando nos últimos anos. Os óleos de girassol, oliva, palma, milho e linhaça têm tido seu valor comercial bastante aumentado, devido à presença de compostos bioativos, os quais caracterizam esses óleos como alimentos funcionais. Dentre os compostos presentes nos óleos vegetais podem-se destacar os ácidos graxos essenciais e teores significantes de fitosteróis, tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos (ETTINGER, 2013).

Devido a essa alegação funcional, a introdução de óleos vegetais na dieta, de forma moderada e frequente, traz benefícios ao organismo, auxiliando na prevenção de doenças cardiovasculares, na manutenção de níveis saudáveis do colesterol, melhorando a função cerebral, combatendo os radicais livres e outras disfunções. Além disso, os óleos

vegetais constituem importantes fontes de ácidos graxos essenciais (CAHOON; SCHMID, 2008), dos quais o organismo necessita para suas funções básicas e não podem ser produzidos a partir de outras substâncias do organismo ou outros ácidos graxos, sendo supridos somente pela dieta (ARRANZ et al., 2008; LAVIE, 2009).

No Brasil, existe uma vasta quantidade de frutos e sementes que contêm óleo. No entanto, somente as que apresentam de 25 a 30% ou mais de óleo representam virtual interesse para a extração comercial, com exceção da soja que é rica em proteínas, sendo seu farelo particularmente importante. Mesmo considerando esse limite como base de seleção dos frutos e sementes, existem no Brasil centenas deles que poderiam ser de grande utilidade para o setor industrial. Além disso, se os teores de lipídios são considerados insuficientes para exploração econômica, a composição química do óleo pode indicar seu aproveitamento para uso medicinal e consumo específico (FADAVI; BARZEGAR; AZIZI, 2006).

2.3 Avaliação dos parâmetros físico-químicos

Óleos vegetais podem ser facilmente oxidados durante o processamento e armazenamento. A oxidação lipídica é um processo complexo que implica em grande variedade de reações químicas e físicas. A oxidação dos lipídios insaturados muitas vezes resulta na redução da aceitabilidade sensorial devido ao desenvolvimento de odores e sabores rançosos, associados à moléculas voláteis de baixo peso molecular e pode também diminuir a qualidade nutricional pela formação de compostos secundários (GOTOH et al., 2011).

Durante a oxidação lipídica, modificações primárias podem ser detectadas pela perda dos ácidos graxos insaturados, ganho de massa por incorporação de oxigênio ou formação de hidroperóxidos e dienos conjugados. As modificações secundárias podem ser monitoradas pela

detecção da presença de compostos carbonila, malonaldeído e outros aldeídos e hidrocarbonetos (YANG et al., 2013).

A decomposição pela oxidação tem grande importância tanto do ponto de vista da aceitabilidade como da qualidade nutritiva dos produtos alimentícios. Por isso, muitos métodos foram propostos a fim de avaliar a extensão da oxidação. Entretanto, nenhum método avalia todas as reações de oxidação de uma só vez, tampouco existe um método que possa ser utilizado igualmente em todas as etapas do processo de oxidação, ou, que possa ser aplicado para gorduras, ou no alimento, ou ainda em todas as etapas do processamento (NAWAR, 2000).

A partir da perspectiva de qualidade e segurança alimentar faz-se necessário a avaliação dos parâmetros de identidade e qualidade dos óleos vegetais utilizando diferentes técnicas.

Os ácidos graxos livres normalmente podem ser originados a partir da hidrólise enzimática, estresse térmico ou ação química. Aonde eles são liberados dos triacilgliceróis alterando a qualidade dos óleos e gorduras e resultando em sabor e odor não desejáveis e também, a diminuição no ponto de fumaça. No entanto, em gorduras compostas de ácidos não voláteis essas características, odor e sabor, não aparecem em conjunto com a deterioração. Assim, a análise do percentual de ácidos graxos livres torna-se extremamente importante, possibilitando determinar o grau de deterioração dos óleos independente das características sensoriais (AOCS, 2009; ARAÚJO, 2015).

O índice de acidez é definido como o número de mg de hidróxido de potássio necessário para neutralizar um grama da amostra. O método é aplicável a óleos brutos e refinados, por meio do método titulométrico, com solução de álcali-padrão (AOCS, 2009). É expresso em mg KOH /g, enquanto que os ácidos graxos livres podem ser em % de ácido oleico, palmítico ou esteárico.

A resolução RDC nº 270 da ANVISA (BRASIL, 2005a) considera o valor de 4,0 mg de KOH/g como sendo o máximo de índice de acidez para

óleos e gorduras prensados a frio e não refinados. O método Ca 5a-40 da AOCS (2009) que trata da determinação do percentual de ácidos graxos livres relaciona-o com o índice de acidez ao multiplicá-lo por 1,99.

Santos et al. (2013) obtiveram valores de ácidos graxos livres entre 1,0 e 2,4% para os óleos, extraídos por Soxhlet, de frutos de palmeiras da Amazônia, sendo 1,5% para o óleo de buriti; enquanto que, Aquino et al. (2012a), ao analisarem o óleo de buriti obtido após aquecimento do fruto em água determinaram 4,30%.

A determinação do valor de peróxidos é uma importante medida utilizada no controle de qualidade de óleos comestíveis, no entanto, seu uso se limita aos estágios iniciais da oxidação, pois é um indicador do estado primário da oxidação dos óleos (AKINOSO et al., 2010; PIZARRO et al., 2013).

A oxidação lipídica envolve a formação contínua de hidroperóxidos como produtos primários da oxidação que podem resultar em uma variedade de produtos não voláteis e voláteis secundários. A taxa de formação de hidroperóxidos supera a sua taxa de decomposição durante o estágio inicial da oxidação, e isto se reverte em estágios posteriores (SHAHIDI; ZHONG, 2005). Quanto maior o índice de peróxidos inicial do óleo, maior é a fragilidade da amostra às reações de oxidação (WHITE, 2000).

Esse método apresenta limitação pela instabilidade dos produtos medidos, além da sensibilidade à variação de temperatura. O índice de peróxidos determina as substâncias em termos de miliequivalentes de peróxidos por 1.000 g de amostra, que oxidam o iodeto de potássio nas condições do teste.

O método utilizado para determinação do índice de peróxidos envolve titulação iodométrica que mede o iodo liberado a partir de iodeto de potássio, após reação com os peróxidos presentes em amostras de óleos (CIRLINI et al., 2012). Valores máximos estabelecidos pela legislação brasileira para este parâmetro de qualidade é de 15 e 10

meq/kg para óleos brutos e refinados, respectivamente (BRASIL, 2005a). Valores esses que correspondem aos regulamentados pelo *Codex Alimentarius* (2009).

Santos et al. (2013) encontraram índice de peróxidos de 7,4 meq/kg para o óleo de buriti, inferior ao limite estabelecido pela legislação e, segundo os autores, em conjunto com os demais valores obtidos para as propriedades físico-químicas, esses óleos podem ser considerados de boa qualidade.

Na oxidação dos ácidos graxos poli-insaturados ocorre a formação dos dienos conjugados. Assim, o índice de dienos conjugados determina o percentual de dienos conjugados formados pela oxidação dos ácidos graxos dos triacilgliceróis e quanto maior for o percentual maior será o nível da oxidação.

Para determinar o percentual de dienos conjugados utiliza-se o espectrofotômetro na região do UV/Visível, pela análise da absorção nos comprimentos de onda de 232 e 272 nm. Os dienos conjugados absorvem a energia a 232 nm e os produtos secundários da oxidação dos dienos conjugados absorvem a 272 nm. Fixando a relação $A_{272 \text{ nm}}/A_{232 \text{ nm}}$ e quanto maior for o valor a 272 nm, mais elevada será a oxidação dos dienos conjugados e, em consequência, o teor dos produtos secundários (ARAÚJO, 2015).

O índice de saponificação obtém a quantidade necessária de hidróxido de potássio para saponificar 1,0 g da amostra de óleo. Cunha (2012) ao analisarem a adsorção do óleo de buriti em alumina obtiveram índice de saponificação de 196 mg de KOH/g para o óleo de buriti.

O índice de iodo expressa a quantidade de iodo que reage com o óleo ou gordura. Araújo (2015) classifica os óleos e gorduras comestíveis de acordo com o índice de iodo como secativos ($II = 130\text{--}200 \text{ g I}_2/100 \text{ g}$), não-secativos ($II < 100 \text{ g I}_2/100 \text{ g}$) e semi-secativos ($100\text{--}130 \text{ g I}_2/100 \text{ g}$). Segundo o autor, óleos e/ou gorduras comestíveis contêm índices de iodo variando entre 65 e $130 \text{ g I}_2/100 \text{ g}$.

O índice de refração é diretamente proporcional ao tamanho das cadeias e do grau de insaturação dos ácidos graxos presentes nos triacilgliceróis dos óleos ou gorduras e diminui com o aumento da temperatura e da densidade do meio. Assim como o índice de iodo, o índice de refração expressa o grau de insaturação das moléculas. O seu princípio baseia-se na relação entre o seno do ângulo de incidência da luz e o seno do ângulo de refração. É comum o uso do refratômetro do tipo Abbe a uma temperatura padrão, que no caso dos óleos é 40°C. A calibração do equipamento é feita utilizando água destilada, cujo índice de refração a 20°C é de 1,3330 (AOCS, 2009).

A quantificação dos compostos polares totais tem sido considerada como um parâmetro útil na avaliação da qualidade de óleos termoxidados. Alguns países como Estados Unidos, Canadá e Japão adotam como limites para descarte de óleos valores entre 24 a 27% de compostos polares totais (PAUL; MITTAL, 1997).

Estudos demonstraram que óleos com elevado teor de compostos polares provocam severas irritações no trato gastrointestinal, diarreia, redução no crescimento e alterações no sistema imunológico (LIN et al., 1997).

Santos et al. (2013) encontraram 3,3% de compostos polares para o óleo de buriti. Segundo os autores, o percentual de compostos polares encontrado foi baixo, significando que os triacilgliceróis pouco se degradaram formando compostos polares. Afirmam que valores abaixo de 6% são indicativos de boa qualidade dos óleos, mesmo para os refinados. De acordo com Lumley (1988), óleos que ainda não foram utilizados e apresentam compostos polares acima de 6,4% são considerados alterados.

A forma de avaliar as condições e o tempo de conservação dos óleos tem sido pelo período de indução. Esse período é comum nos lipídios, pois é o período em que ocorre pouca mudança. Após o término do período de indução, a deterioração oxidativa dos lipídios ocorre

rapidamente (NWOSU; BOYD, 1994). A fim de realizar essa análise faz-se necessário acelerar esse processo de deterioração oxidativa.

De acordo com Antoniassi (2001), para acelerar a oxidação, os testes incluem elevação da temperatura, adição de metais, aumento da pressão de oxigênio, estocagem sob luz e agitação. Porém, o aquecimento é o mais utilizado. Para isso, os pesquisadores utilizam o teste acelerado aonde uma quantidade de óleo ou gordura é colocada em estufa numa faixa de temperatura até o início da oxidação. Quando é atingida determina-se a estabilidade oxidativa (ANTONIASSI, 2001; ANGELO; JORGE, 2008).

A estabilidade oxidativa dos óleos e gorduras é fator preponderante na qualidade dos mesmos. Em suma, a estabilidade oxidativa depende da composição química, da qualidade da matéria-prima, das condições de processamento e estocagem (ANTONIASSI, 2001).

Essa técnica de detecção do período de indução ou índice de estabilidade oxidativa está baseada no método da AOCS (2009) utilizando o equipamento Rancimat. Consiste na passagem de ar pela amostra, a uma dada temperatura, que arrasta os ácidos carboxílicos voláteis, formados no processo de oxidação, para outro recipiente com água destilada e deionizada aonde esses ácidos se solubilizam aumentando a condutividade elétrica. Este recipiente está acoplado a um sistema de eletrodos que detectam a condutividade elétrica e a partir dessa informação o período de indução, expresso em horas (ANTONIASSI, 2001).

Santos et al. (2013) determinaram período de indução em óleos extraídos de frutos da Amazônia e encontraram 16,9 horas para o óleo de buriti a 100°C.

2.4 Compostos bioativos

O valor nutricional dos óleos comestíveis também depende da quantidade e da composição dos compostos bioativos presentes nos óleos. Por isso, o estudo dos compostos bioativos encontrados na matéria insaponificável tem-se intensificado em virtude dos benefícios à saúde dos seres humanos. Esses compostos sugerem exercer várias ações do ponto de vista biológico, tais como atividade antioxidante, estimulação do sistema imune, redução da agregação plaquetária, do estresse oxidativo, de doenças crônicas, doenças cardíacas, doenças neurodegenerativas, cânceres, diabetes e atividade antimicrobiana (PARRA; DUAILIBI, 2002; SIRÓ et al., 2008).

A composição em ácidos graxos dos alimentos é de grande importância, principalmente por causa dos ácidos graxos poli-insaturados das famílias ômega-3 e ômega-6, aos quais se atribuem numerosos benefícios ao organismo humano. A família ômega-3 é o também chamado ácido graxo essencial α -linolênico. Já a família ômega-6 compreende o ácido graxo linoleico (LIRA et al., 2004). Esses ácidos graxos são considerados essenciais, pois não podem ser sintetizados pelo organismo, sendo obtidos por meio da alimentação (MEDIC; ATKINSON; HURBURGH, 2014).

O ácido linoleico pode ser encontrado em abundância nos óleos de milho, girassol, soja, dentre outros óleos vegetais, enquanto, o ácido α -linolênico é encontrado em semente de linhaça (*Linum usitatissimum*), a qual apresenta teores que variam de 44,6 a 51,5% do total dos ácidos graxos (CARTER, 1993; CEOTTO, 2000), também, em sementes de chia (*Salvia hispanica* L.), 62,0% (COELHO; SALAS-MELLADO, 2014).

Os ácidos graxos essenciais são precursores de um conjunto de substâncias com atividades fisiológicas e farmacológicas denominadas eicosanóides, que abrangem os tromboxanos, as prostaglandinas (que possuem efeitos hipotensores), os prostaciclina (inibem a agregação

plaquetária e aumentam a lipoproteína de alta densidade) e os leucotrienos. O equilíbrio entre a produção de prostaglandinas e tromboxanos inibe o aparecimento de doenças cardiovasculares (DAS, 2006; MEDIC; ATKINSON; HURBURGH, 2014).

Os ômega-3 reduzem os triglicerídios séricos, melhoram a função plaquetária e promovem ligeira redução na pressão arterial em pacientes hipertensos (AHA, 2001). Devido à disponibilidade dos ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 depender do fornecimento alimentar, é importante conhecer, dentre os óleos vegetais, aqueles que podem ser fonte desses ácidos graxos essenciais.

Santos, Alves e Ruíz-Méndez (2013) determinaram a composição em ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados dos óleos extraídos do mesocarpo de frutos de palmeiras da Amazônia, dentre as quais o buritizeiro, obtendo 22,4%, 72,3% e 3,9%, respectivamente.

Speranza et al. (2016) analisando as propriedades químicas do óleo de buriti bruto, adquirido no mercado da cidade de Belém, Região Amazônica, encontraram 21% de ácidos graxos saturados, 65,5% de monoinsaturados e 13,2% de poli-insaturados, sendo o ácido oleico o único monoinsaturado. De acordo com os autores, esses valores refletem numa maior resistência à oxidação quando comparado com outros óleos vegetais.

O perfil de triacilgliceróis (TAG) pode ser determinado por cromatografia gasosa capilar ou por meio de uma distribuição 1,2,3-randômico utilizando um software com base no perfil de ácidos graxos ele estima a porcentagem molar dos triacilgliceróis de uma amostra e foi desenvolvido por Antoniosi Filho, Mendes e Lanças (1995).

Os carotenoides são pigmentos naturais encontrados nas plantas e estão entre os nutrientes mais importantes em alimentos. São derivados acíclicos com 40 átomos de carbono. O carotenoide precursor possui pelo menos um anel de β -ionona, na estrutura, não substituído, com cadeia lateral poliênica com um mínimo de 11 carbonos. São classificados como

tetraterpenos (JACKSON et al., 2008). Estes componentes são micro constituintes lipossolúveis que possuem efeitos benéficos para a saúde humana, incluindo a proteção contra câncer, catarata, doenças cardiovasculares e degeneração macular (REBOUL et al., 2006; RODRIGUEZ-AMAYA, 2010; SANTOS; ALVES; ROCA, 2015).

Existem cerca de 700 carotenoides conhecidos, que são divididos em carotenos (α -caroteno, β -caroteno, licopeno) e xantofilas (luteína, zeaxantina, e β -criptoxantina) que são a fração oxigenada dos carotenoides (GRANADO et al., 2001; ARVAYO-ENRÍQUEZ et al., 2013).

A quantidade de carotenoides é influenciada por uma série de fatores como genética, meio ambiente, e ainda modificações que podem ser aplicadas para acelerar o crescimento da planta. Os processos pós-colheita também podem alterar a química do caroteno e, portanto, a sua disponibilidade (KOPSELL; KOPSELL, 2006). Os carotenoides geralmente apresentam pigmentação amarela, laranja ou vermelha, sendo usualmente encontrados nos alimentos que exibem estas cores. Além disso, são antioxidantes naturais contribuindo para a estabilidade dos alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2010).

O β -caroteno é o carotenoide mais abundante em alimentos e com a maior atividade de vitamina A. Os carotenoides possuem ação protetora contra o câncer através do sequestro dos radicais livres. Além disso, atuam na prevenção de riscos cardiovasculares e na inibição da lipoproteína de baixa densidade reduzindo o desenvolvimento da aterosclerose (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006).

Aquino et al. (2012b) produziram três tipos de biscoitos variando o tipo e quantidade de óleo: no primeiro utilizaram 15% de óleo de soja, no segundo e terceiro utilizaram 7,5 e 15% de óleo de buriti, respectivamente em substituição ao óleo de soja. O maior percentual de lipídios foi encontrado nos biscoitos com óleo de soja e com isso o maior valor energético. No entanto, nos biscoitos com 15% de óleo de buriti encontraram a maior concentração de vitamina A. Assim ficou exposto

que o óleo de buriti forneceu maior percentual de vitamina A aos biscoitos. Dentre os sintomas da falta de vitamina A têm-se: cegueira noturna, gripes e resfriados constantes, falta de apetite, dor nos olhos, diminuição da fertilidade, perda do olfato, entre outros (GERALDO et al., 2003). Santos, Alves e Roca (2015) analisaram o perfil de carotenoides em óleos obtidos de frutos da Amazônia, tendo obtido 295,24 mg/kg de β -caroteno no óleo de buriti.

Os fitosteróis são componentes endógenos de plantas. Fazem parte da constituição da parede celular dos vegetais, sendo a estrutura química semelhante à do colesterol de modo que estes compostos podem ser envolvidos em reações de oxidação durante o processamento e armazenamento de alimentos (PRZYBYLSKI et al., 2005; RUDZINSKA; PRZYBYLSKI; WASOWICZ, 2014).

São definidos, quimicamente, como esteroides insaturados que contêm um grupo hidroxílico e uma cadeia alifática de oito ou mais carbonos. Os fitosteróis são compostos por 28 a 30 átomos de carbono e uma ou duas duplas ligações, geralmente uma no núcleo esterólico e outra na cadeia alifática (LAGARDA; GARCÍA-LLATAS; FARRÉ, 2006).

Os fitosteróis estão presentes em quantidades e proporções variadas nos diferentes tipos de plantas e podem ser influenciados pela temperatura ambiental e local da plantação, o que conseqüentemente influencia a quantidade destes nos óleos vegetais. O óleo de soja é constituído de aproximadamente 52% β -sitosterol, 25% campesterol e 23% estigmasterol (HAMMOND et al., 2005).

A atuação dos fitosteróis está diretamente ligada à redução do colesterol, pois evita a absorção do mesmo pelo intestino devido sua similaridade com a molécula de colesterol. O consumo diário de fitosteróis e fitostanóis em 1,6–2,0 g/dia, incorporados aos alimentos, é capaz de reduzir a absorção de colesterol pelo intestino em até 30%, além de diminuir o nível da lipoproteína de baixa densidade do colesterol plasmático em 8–10% (MARANGONI; POLI, 2010).

Em geral, óleos vegetais e produtos derivados de óleos são considerados as fontes naturais mais ricas em esteróis, seguidos pelos cereais, produtos à base de cereais e castanhas (RODRIGUES et al., 2004). Com isso, o enriquecimento de alimentos, como óleos e margarinas contendo fitosteróis, é um dos desenvolvimentos em alimentos com propriedades funcionais, a fim de melhorar e/ou reduzir os níveis de colesterol de produtos alimentares tradicionais. Fitosteróis também podem ser incorporados em produtos cozidos, suco de frutas, sorvetes e outros veículos (TAŞAN et al., 2006).

Em estudo realizado por Masson, Camilo e Torija (2008), o óleo extraído de coco de palma chileno (*Jubae chilensis*) foi caracterizado e encontraram o valor de 1005 mg/kg de fitosteróis. Enquanto que, o *Codex Alimentarius Commission* (2009) apresenta uma faixa de 1800 a 4500 mg/kg de fitosteróis para o óleo de soja bruto.

Os tocoferóis são derivados do cromanol e formados por um núcleo básico de dois anéis, um fenólico e outro heterocíclico, em uma cadeia de hidrocarboneto com 16 carbonos. A nomenclatura desses compostos inicia com α , β , γ e δ de acordo com o número e posição dos substituintes metila ligados às posições 5, 7 e 8 do anel cromanol (ADHIKARI et al., 2008; KAMAL; RAGHUNATHAN, 2012). Enquanto que, a forma α tem três grupos metila, as β e γ tem dois grupos e a δ apenas um grupo metila (GUINAZI et al., 2009).

Os tocoferóis estão presentes nas membranas celulares, lipoproteínas do plasma e células vermelhas do sangue. São conhecidos como vitamina E e são antioxidantes lipossolúveis. Os tocoferóis protegem o DNA das células e os ácidos graxos poli-insaturados da oxidação por radicais livres, motivo pelo qual são utilizados como antioxidantes naturais. São conhecidos ainda por sua ação antioxidante na proteção da membrana celular contra os radicais lipídicos reativos (KORCHAZHKINA et al., 2006; YANG et al., 2013).

De acordo com Guinazi et al. (2009), os óleos vegetais comestíveis despontam como alimentos que contribuem na ingestão de vitamina E, além de possuírem altas concentrações de tocoferóis. Dentre tais, têm-se os óleos de girassol, algodão, palma, canola, amendoim, oliva, milho, soja e coco, mas, o óleo de soja é considerado o mais relevante, em virtude de seu elevado consumo pela população mundial.

Dentre os antioxidantes lipossolúveis têm-se a vitamina E, que é formada por oito isoformas das quais três, estão presentes naturalmente em óleos vegetais, pois são componentes da matéria insaponificável, as α -toco, γ -toco e δ -toco (AZZI; STOCKER, 2000; NIKI; TRABER, 2012). A terminologia vitamina E é utilizada para descrever as bioatividades dos isômeros de tocoferóis e tocotrienóis, possuindo alto poder antioxidante (ALMEIDA et al., 2006) e essa atividade biológica está relacionada com a sua capacidade antioxidante, principalmente atuando para evitar a formação de peróxidos membranas biológicas pela reação de oxidação dos triacilgliceróis. De acordo com Batista (2012), tanto os carotenoides quanto os tocoferóis se ligam aos radicais livres que estão nas feridas reconstituindo o tecido e preservando a membrana celular da formação de peróxidos devido a oxidação peroxidação lipídica e assim, protegendo da pele.

2.5 Aplicações dos óleos na indústria alimentícia

Nos últimos anos tem ocorrido um aumento no consumo de óleos vegetais no mundo, sendo utilizados em processos industriais e na alimentação humana e animal. Em virtude desse aumento no consumo, também tem elevado a produção de óleos de diversas espécies vegetais. De acordo com Nunes (2007), no que se refere aos usos dos óleos vegetais consumidos no Brasil, verifica-se que 84% são utilizados para fins alimentícios e aproximadamente 16% para fins industriais.

Os óleos vegetais para fins alimentícios têm seu uso como óleo para fritura e saladas, para produção de molhos ou emulsões (maioneses), gordura vegetal hidrogenada, manteiga, margarina e creme vegetal (CONDE; BOSCO, 2013). Em 2004, a ANVISA realizou uma consulta pública sobre o regulamento técnico para óleos e gorduras vegetais e os cremes vegetais foram definidos como produtos em forma de emulsão plástica ou fluida, constituídos principalmente de água e óleo vegetal e/ou gordura vegetal, podendo ser adicionados de outro(s) ingrediente(s), desde que não descaracterize(m) o produto. Devem ter no mínimo 10 g/100 g e no máximo 90 g/100 g de lipídios totais (BRASIL, 2004a).

Com essa definição, a adição de óleos ficou limitada entre 10 a 90% do creme vegetal. No entanto, em 2005, o Regulamento Técnico é aprovado e publicado mudando a definição de creme vegetal para um produto em forma de emulsão plástica ou fluida, constituído principalmente de água e óleo vegetal e/ou gordura vegetal, podendo ser adicionado de outro(s) ingrediente(s) (BRASIL, 2005a). Nessa definição oficial foi retirado o percentual de adição do óleo. Assim, o percentual pode ser inferior ou superior ao descrito na consulta pública. Sendo a principal diferença entre o creme vegetal e a margarina a presença de leite, derivados de leite, ou qualquer produto de origem animal, como define o regulamento técnico de identidade e qualidade da margarina aprovado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A Margarina é um produto gorduroso em emulsão estável com leite ou seus constituintes ou derivados, e outros ingredientes, destinados à alimentação humana com cheiro e sabor característico. A gordura láctea, quando presente não deverá exceder a 3% m/m do teor de lipídios totais (BRASIL, 1997).

Outro fator importante na diferença entre margarina e creme vegetal é que este por apresentar um elevado teor de água não é recomendado para frituras prolongadas ou de imersão. Mas, como possui

baixo teor de gorduras, o creme vegetal pode ser usado sobre torradas, pães, bolachas e preparações que exijam batimento para aeração e, porém, não é recomendável para fabricação de bolos, pois prejudicará o crescimento da massa (CONDE; BOSCO, 2013). Além da emulsão água e óleo são adicionadas outras substâncias para melhorar o valor nutritivo, conservação, estabilidade e aparência do creme vegetal.

A ANVISA aprovou um regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para categoria de alimentos óleos e gorduras – subcategoria creme vegetal e margarinas. Nele estão listadas diversas substâncias para cada uma das funções dos aditivos (BRASIL, 2005b).

No intuito de melhorar o valor nutritivo dos cremes vegetais, pesquisadores têm estudado a adição de substâncias que enriqueçam os produtos. Rodrigues et al. (2004) realizaram a caracterização físico-química de creme vegetal enriquecido com ésteres de fitosteróis e verificaram que o produto apresentava 49,6% de lipídios, 14% de ésteres de fitosteróis e 49,3% de água. Segundo os autores, a presença dos fitosteróis contribui na redução dos níveis de colesterol total e LDL. Também que seu consumo diariamente acarreta numa redução de 25% de riscos de doenças cardíacas. Mas, primariamente a qualidade dos cremes vegetais depende do óleo ou da mistura de óleos utilizados na formulação.

Levermann e Souza (2014) descrevem sobre a produção mundial de óleo de palma e afirmam que com apenas 10% da área plantada de soja, a palma é capaz de produzir a mesma quantidade de óleo. Esse óleo pode ser usado como óleo de cozinha, em margarina como substituto da gordura do leite, etc. O óleo de palma apresenta baixo teor de ácidos graxos poli-insaturados e com presença de tocoferóis e tocotrienóis o torna ainda mais estável à rancidez oxidativa. O seu processo de extração é por prensagem e no refino, os ácidos graxos livres são eliminados por

destilação e, com isso, apenas produtos naturais são utilizados no seu processamento, como por exemplo, o ácido cítrico (SOUZA, 2010).

Mba, Dumont e Ngadi (2015) relataram que a eficiência na extração do óleo de palma por prensagem é de 75 a 90%. O óleo de palma tem sido utilizado na substituição de gorduras animais em fritura industrial pela sua elevada resistência à oxidação, polimerização e formação de espuma, devido à presença de compostos bioativos como tocotrienóis, carotenoides e componentes fenólicos que poderão migrar para os produtos fritos.

Há muitos anos que a fritura é um dos métodos mais comuns de preparo de alimentos, por ser rápido e de custo acessível, além de resultar em produtos saborosos e com aromas incríveis. O processo de fritura se realiza a 180°C onde há uma troca de calor e massa entre o óleo e o alimento, cujo resultado é um alimento cozido, seco e crocante. Durante a fritura ocorrem diversas reações, como a oxidação, polimerização e hidrólise dos ácidos graxos que alteram a composição do óleo, podendo comprometer os aspectos organolépticos do alimento e, ainda, ocasionar problemas de saúde aos consumidores. Assim, a qualidade e as características do óleo a ser utilizado em frituras são de extrema importância e a recomendação é que o óleo refinado utilizado em frituras deve ser descartado quando a acidez exceder 2,5%, a temperatura de fritura for superior a 180°C, o teor de compostos polares totais maior que 25% e apresentar características organolépticas não aceitáveis (OSAWA; GONÇALVES, 2012).

Na produção de creme vegetal, o fator preponderante do uso do óleo de palma é porque essa gordura na temperatura ambiente é semissólida, em virtude do tipo de ácidos graxos presentes na estrutura dos triacilgliceróis e a presença dos diacilgliceróis que contribuem na cristalização lenta (SOUZA, 2010).

Mba, Dumont e Ngadi (2015) afirmam que o motivo dessa consistência semissólida é um equilíbrio que existe nas composições de

ácidos graxos saturados e insaturados do óleo de palma: ácidos graxos palmítico, oleico, linoleico e esteárico, com 44, 40, 10 e 5%, respectivamente. Os autores relatam que além das características dos compostos majoritários há também os compostos minoritários que contribuem na estabilidade e na qualidade do óleo de palma, como por exemplo, os carotenoides, tocoferóis, tocotrienóis que mantêm a estabilidade e atuam como antioxidantes, anticancerígenos e agentes anti-inflamatórios. Em virtude da presença dos carotenoides há uma atividade pró-vitamina A e, dos tocoferóis e tocotrienóis, uma atividade pró-vitamina E. Outros compostos minoritários presentes são os esteróis, fosfolipídios e os glicerolipídios.

Com o intuito de melhorar as propriedades dos produtos, como os cremes vegetais, dando mais estabilidade e valor nutricional, outros óleos têm sido adicionados à fração lipídica, com percentuais menores que o do óleo de palma. Naghshineh e Mirhosseini (2010) ao analisarem a mistura do óleo de palma com o óleo de oliva (75:25) observaram que a mistura permaneceu líquida à temperatura ambiente e na proporção 50:50 houve um aumento na estabilidade oxidativa.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (2008), um óleo é considerado ideal para o consumo humano, quando apresenta uma proporção de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados de 1:1,5:1, dentre outras características. No entanto, Tiwari, Tiwari e Toliwal (2014) analisaram a mistura dos óleos de palma e gergelim (58:42) e obtiveram uma composição, segundo eles, ideal de ácidos graxos, na proporção 1:1:1 de saturados, monoinsaturados e poli-insaturados e, assim, melhoraram as características nutricionais e aumentaram a estabilidade oxidativa.

Novos óleos têm sido analisados a fim de agregar valores aos produtos. Dentre eles, surge o óleo de buriti que tem apresentado propriedades relevantes. Estudos vêm sendo realizados no sentido de identificar as substâncias presentes no óleo do buriti desde que a polpa

dos frutos dessa palmeira foi considerada oleaginosa. Dentre as principais substâncias têm-se os ácidos graxos de cadeia longa, sendo 18% de ácido palmítico e 75% de ácido oleico (ALBUQUERQUE et al., 2005). Além dos ácidos graxos, outras substâncias têm sido encontradas e analisadas no óleo de buriti.

Lima et al. (2009) avaliaram os teores de carotenoides e ácido ascórbico em frutos de buriti, encontrando valores entre 37.211 e 44.600 µg/100 g de carotenoides totais (70% β-caroteno, 12% α-caroteno e 1,6% luteína). Valores extremamente significativos, uma vez que a fonte mais consumida, a cenoura, não possui valores superiores aos encontrados, podendo ser usado no combate à hipovitaminose A.

Outros estudos também apontam a presença de elevado teor de β-caroteno fazendo do buriti grande fornecedor desse pigmento correspondendo a 90% dos carotenoides presentes no óleo extraído da polpa do fruto e seu teor é cerca de dez vezes maior que o do óleo de palma e da cenoura. A polpa de buriti contém entre 8 a 9% de óleo, contendo 300 mg de β-caroteno a cada 100 g da polpa, considerada uma fonte promissora de pró-vitamina A (MARIATH; LIMA; SANTOS, 1989). No entanto, mesmo diante dessas vantagens, tem-se observado poucos trabalhos científicos voltados para o estudo do buriti como fim alimentício, ou pelo uso como corante no lugar do β-caroteno sintético ou como pró-vitamina A.

Costa et al. (2010) realizaram pesquisa empregando polpas e amêndoas de plantas das regiões Norte e Nordeste do Brasil para verificar a presença de fitosteróis e tocoferóis. Dentre as espécies estudadas encontra-se a *Mauritia flexuosa* L. Utilizando técnicas cromatográficas para a caracterização, os autores observaram a presença de 252,15 µg/g de α-tocoferol na polpa de buriti, sugerindo que o buriti pode ser considerado uma fonte de vitamina E quando consumido *in natura*. Outro estudo foi realizado por Godoy e Rodriguez-Amaya (1995) sobre o óleo do buriti aonde foram encontrados 700 mg/kg de tocoferóis e

800–1000 mg/kg de fitosteróis. Manhães (2014) ao analisar o óleo de buriti determinou o ponto de fumaça numa faixa entre 110–163°C, valores estes abaixo do valor máximo de fritura (180°C) adotado pela ANVISA (BRASIL, 2004b). No entanto, faz-se necessário uma análise mais detalhada no óleo de buriti para verificar suas propriedades em altas temperaturas e, também, investigar o emprego do óleo em outras finalidades, dentre as quais, uso em saladas ou emulsões como maioneses e cremes vegetais.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Caracterizar a polpa e os óleos de buriti, extraído por prensagem a frio e artesanal, a fim de viabilizar a sua aplicação em creme vegetal à base de óleo de palma.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar a composição centesimal da polpa de buriti;
- Comparar por meio das propriedades físico-químicas os óleos de buriti extraído por prensagem e artesanal;
- Realizar análises físico-químicas, microbiológicas e sensorial dos cremes vegetais;
- Agregar valor ao buriti produzido no município de Caxias-MA.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Polpa de buriti

Adquiriu-se no comércio do povoado Brejinho, localizado no município de Caxias-MA, Brasil, 10 kg da polpa *in natura* do fruto do buriti, Safra de 2014/2015. A polpa foi extraída de frutos de buriti após serem coletados, lavados em água corrente e submersos em solução aquosa de hipoclorito de sódio a 10%. Logo após, foram despulpados manualmente com faca inoxidável, seguindo normas de boas práticas de fabricação, com treinamento previamente realizado pelos autores da pesquisa.

Separou-se 0,5 kg da polpa *in natura* para análises da composição centesimal e 9,5 kg para a extração do óleo. Após a separação, as frações de polpa foram armazenadas a -18°C até o momento das análises.

4.1.2 Obtenção dos óleos

a) Óleo de buriti extraído por prensagem a frio (OBP): secou-se os 9,5 kg da polpa de buriti, no Laboratório de Bioquímica e Bromatologia, da Universidade Federal do Piauí (UFPI), utilizando estufa de Secagem e Esterilização com circulação de ar mecânica, da marca FANEM, modelo 320-SE, a uma temperatura de 40°C/120 horas e depois a polpa seca foi triturada em multiprocessador, da marca Philips Walita, modelo RI7625 obtendo-se 5,2 kg.

A extração do óleo foi realizada no Laboratório de Agroindústria do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus Caxias-MA. Utilizou-se os 5,2 kg da polpa seca para extração do óleo de buriti, realizada a frio, em única prensagem, com o uso de uma

prensa do tipo uniaxial, hidráulica e manual, marca Bovenau, e modelo P30000, com uma massa de 12 ton aplicada sobre o pistão do molde de aço obtendo-se 1,0 L de óleo bruto. Logo após, o óleo bruto foi filtrado com sulfato de sódio anidro, envasado em frascos de vidro âmbar e estocado à uma temperatura de -18°C, em freezer.

b) Óleo de buriti artesanal (OBA): 2,0 L do óleo de buriti artesanal foram doados pela empresa Fazenda Água Boa, localizada no povoado Canaã, no município de Caxias-MA. O processo de extração do óleo de buriti foi realizado por separação de fases através de decantação. A polpa foi colocada em tambor de polietileno de alta densidade (PEAD) com tampa e capacidade para 200 L. A seguir, o óleo sobrenadante foi coletado e armazenado em garrafas de polietileno tereftalato (PET). Após a obtenção, o óleo bruto foi filtrado com sulfato de sódio anidro, envasado em frascos de vidro âmbar e estocado à uma temperatura de -18°C.

c) Óleo de palma (OP): o óleo de palma refinado, processado pela Biopalma, utilizado na produção do creme vegetal foi cedido pela Indústria Triângulo Alimentos, localizada em Itápolis-SP.

d) Mistura dos óleos de palma e buriti: após a realização de ensaios experimentais, descritos no tópico 4.2.2, adotou-se a proporção 78:2 (m/m) para a mistura dos óleos de palma e buriti (OP/OBP e OP/OBA) na produção do creme vegetal.

4.1.3 Aditivos

Os aditivos utilizados na produção do creme vegetal foram cedidos pela Indústria Triângulo Alimentos e estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Aditivos utilizados na produção dos cremes vegetais.

Aditivos	Pureza
Ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA)	99,9%
Benzoato de sódio	99,9%
Sorbato de potássio	99,9%
Ácido cítrico	99,9%
Ácido láctico	99,9%
Cloreto de sódio	99,9%
Ésteres de ácido tartárico de mono/diglicerídeos	99,9%
Ésteres de poliglicerol de ácido ricinoléico	99,9%

4.2 Ensaio experimentais

4.2.1 Termoxidação

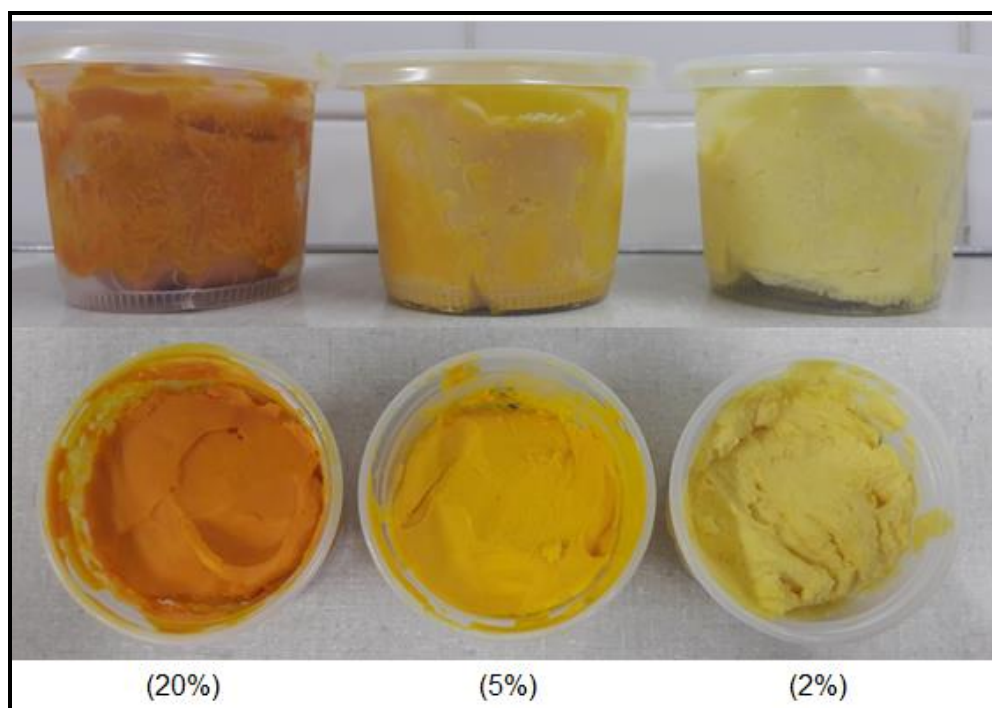
O óleo de buriti extraído por prensagem a frio (OBP) especificado no item 4.1.2 foi submetido à termoxidação no Laboratório de Óleos e Gorduras, do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus São José do Rio Preto-SP. Utilizou-se chapa elétrica (Quimis, modelo Q-261-2) à temperatura de 180°C, e as amostras foram coletadas em 0, 1, 2, 3, 4 e 5 horas. Foi transferido a um béquer um volume de 30 mL do óleo para cada tempo, obedecendo a uma relação superfície/volume de 0,4/cm. A temperatura foi controlada com auxílio de termômetro com variação de $\pm 5^\circ\text{C}$. Todas as amostras, a diferentes intervalos de tempo, foram recolhidas em frasco âmbar, inertizadas com nitrogênio gasoso e armazenadas à temperatura de aproximadamente -18°C até o momento das análises (compostos polares, estabilidade oxidativa, composição de

ácidos graxos e triacilgliceróis, carotenoides totais, perfil de fitosteróis e tocoferóis).

4.2.2 Produção dos cremes vegetais

Os testes de elaboração do creme vegetal, na proporção de água e óleo de 80:20 (m/m) foram realizados no Laboratório de Testes da Indústria Triângulo Alimentos, localizada em Itápolis-SP. Utilizou-se formulações de 60, 75 e 78% do óleo de palma com adição de 20, 5 e 2% dos óleos de buriti, respectivamente, para produção dos cremes vegetais das misturas OP/OBP e OP/OBA (Figura 5 e Tabela 5). Adotou-se a formulação com 2% dos óleos de buriti, devido apresentar melhor cor, odor e sabor (Figura 6). Foram formulados dois cremes vegetais, variando o óleo de buriti: creme vegetal com adição do óleo de buriti extraído por prensagem a frio (CVP) e creme vegetal com adição de óleo de buriti artesanal (CVA), cuja produção encontra-se descrita na Figura 7.

Para a fase oleosa foram utilizados os óleos de palma (marca Biopalma) e de buriti (OBP ou OBA), estabilizantes e emulsificantes. Na fase aquosa foram utilizados água, cloreto de sódio e conservantes, de acordo com a formulação descrita na Tabela 5. O óleo de palma foi aquecido a 45°C, adicionou-se o óleo de buriti e agitou-se manualmente. Acrescentaram-se os emulsificantes e estabilizantes e agitou-se até completa dissolução. Na fase aquosa adicionou-se a água, o cloreto de sódio e os conservantes. Após completa dissolução, misturou-se a fase aquosa na fase oleosa, sob agitação, em banho de gelo. Em seguida, a agitação foi realizada utilizando batedeira doméstica (marca Mondial Prática, modelo B-05) até atingir a cremosidade adequada. Logo após, o creme vegetal foi armazenado em potes de polipropileno com tampa e refrigerado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$, por 48 horas, para posterior realização das análises (composição em ácidos graxos e triacilgliceróis, perfil de fitosteróis, teor de tocoferóis, análises microbiológicas e sensorial dos cremes vegetais).

Figura 5 – Cremes vegetais com adição do óleo de buriti prensado.**Tabela 5** – Formulações dos cremes vegetais.

Ingredientes	Formulações (%)		
	F1	F2	F3
Fase oleosa			
Óleo de palma	60,00	75,00	78,00
Óleo de buriti (OBP ou OBA)	20,00	5,00	2,00
EDTA	0,05	0,05	0,05
Ésteres de mono e diglicerídios	0,80	0,80	0,80
PGPR	0,25	0,25	0,25
Fase aquosa			
Água	17,78	17,78	17,78
Cloreto de sódio	1,00	1,00	1,00
Benzoato de sódio	0,05	0,05	0,05
Sorbato de potássio	0,05	0,05	0,05
Ácido láctico	0,02	0,02	0,02

Figura 6 – Cremes vegetais com adição dos óleos OBP e OBA.

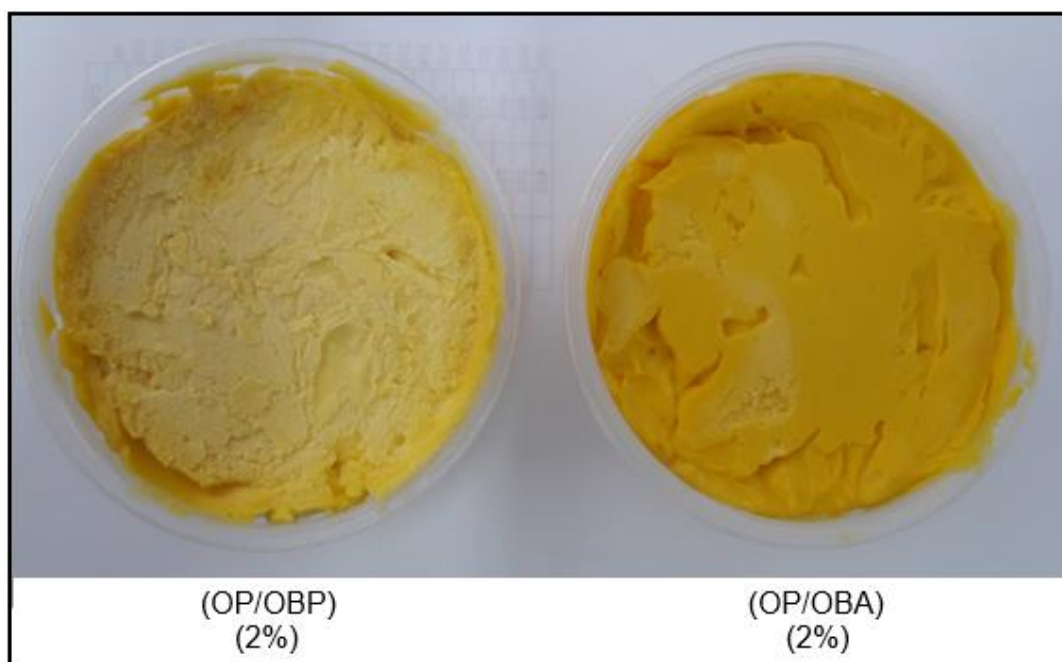
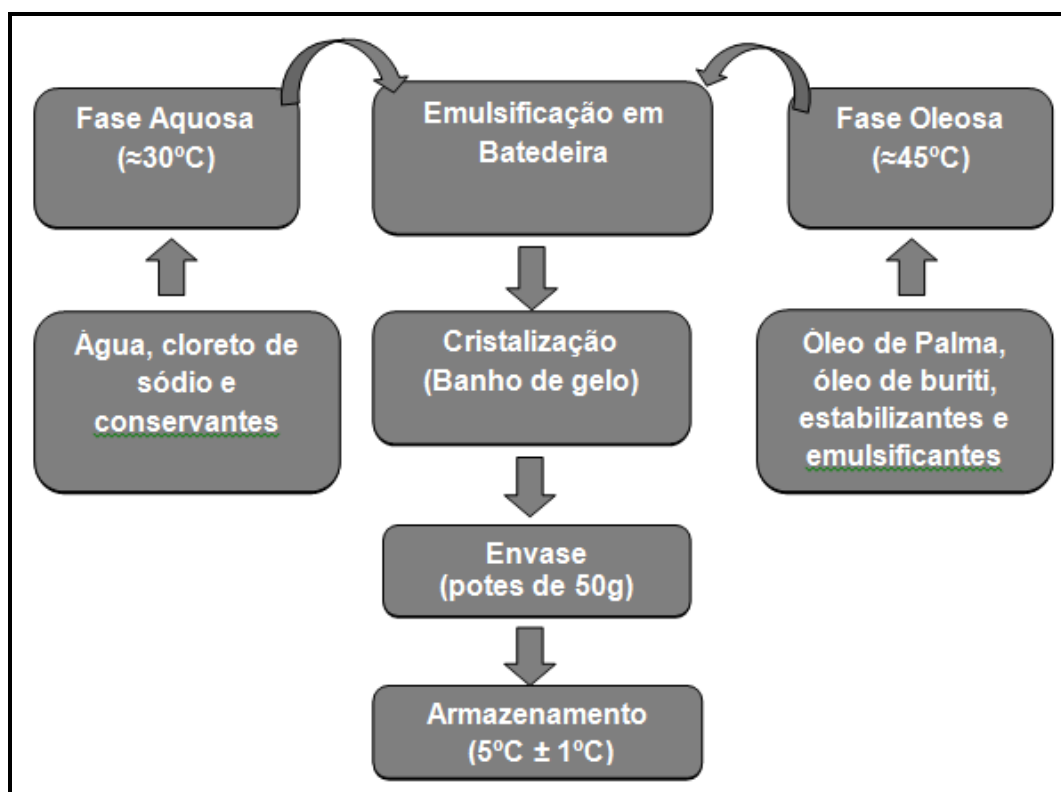


Figura 7 – Produção dos cremes vegetais.



4.3 Métodos

4.3.1 Composição centesimal da polpa

a) Umidade, determinada por análise gravimétrica utilizando 5 g da amostra. Utilizaram-se pesa-filtros que foram secos em estufa e logo após tarados, em seguida, adicionou-se a amostra, pesou-se e aqueceu-se a 70°C em estufa a vácuo com pesagem a cada 2 horas, até a obtenção de peso constante, segundo o método Ca 2d-25 da *American Oil Chemists' Society* (AOCS, 2009), cujos resultados foram expressos em porcentagem.

b) Cinzas, determinadas por análise gravimétrica utilizando 3 g da amostra. Utilizaram-se três cadinhos que foram secos em estufa e logo após tarados, em seguida adicionou-se a amostra, pesou-se e foi realizada uma carbonização prévia, em bico de Bunsen, até a formação de carvão. Posteriormente foi feita uma calcinação em forno tipo mufla a 550°C por aproximadamente 8 horas, conforme método Ba 5a-49 da AOCS (2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

c) Lipídios, determinados por extração com éter de petróleo numa faixa de temperatura entre 40 e 60°C utilizando extrator Soxhlet por 6 horas, de acordo com o método Ba 3-38 da AOCS (2009) e a quantificação foi realizada por análise gravimétrica expressa em porcentagem.

d) Proteína bruta e nitrogênio total, obtidos por meio da análise de Kjeldahl, onde as amostras da polpa (0,1 g) foram submetidas à digestão, destilação e titulação, sendo o teor de proteínas totais, expresso em %, segundo método 984.13 da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005), utilizando o fator 6,08 calculado a partir do perfil de

aminoácidos da polpa de buriti obtido por Manhães (2007), cujos resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

e) Carboidratos, obtidos por diferença, subtraindo-se de 100% as porcentagens de umidade, lipídios, proteínas e cinzas, sendo os resultados expressos em porcentagem.

f) Valor calórico, calculado utilizando os fatores de correção de 4 kcal/g para os teores de proteínas e carboidratos, e 9 kcal/g para lipídios, segundo o método de Merrill e Watt (1973). Os resultados obtidos foram expressos em kcal/100 g da amostra.

4.3.2 Análises nos óleos e cremes vegetais

a) Ácidos graxos livres (AGL), obtidos de acordo com o método Ca 5a-40 da AOCS (2009), onde 7,0 g das amostras do óleo de buriti foram dissolvidos em 75 mL de solução de álcool etílico 95% neutralizada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M. A titulação foi realizada em titulador potenciométrico (marca Metrohm, modelo 794 Basic Titrino) tendo como titulante uma solução de hidróxido de sódio (NaOH). Os resultados foram expressos em percentual de ácido oleico.

b) Índice de peróxidos (IP), realizado com o uso do titulador potenciométrico (marca Metrohm, modelo 794 Basic Titrino) de acordo com o método Cd 8b-90 da AOCS (2009). As amostras de 2,5 g foram pesadas e dissolvidas em 50 mL de solução de ácido acético com iso-octano na proporção 3:2 (v:v), depois acrescentou-se 0,5 mL de iodeto de potássio saturado e colocou-se no escuro por 1 minuto. A seguir, foram adicionados 30 mL de água destilada e titulou-se usando o tiosulfato de sódio, 0,01 M. Realizou-se paralelamente um ensaio em branco. Os resultados foram expressos em meq/kg.

c) Dienos conjugados (DC), pesou-se 0,01 g do óleo de buriti e diluiu-se com iso-octano (2,2,4-trimetilpentano) em um balão volumétrico de 10 mL. A leitura da absorvância foi realizada utilizando um espectrofotômetro (marca Shimadzu, modelo UV mini 1240) no comprimento de onda de 233nm, de acordo com o método Ti 1a-64 da AOCS (2009) obedecendo a lei de Lambert-Beer (HARRIS, 2005), na qual valor da absorvância deve estar entre 0,2 e 0,8. Os resultados foram expressos em porcentagem.

d) Índice de saponificação (IS), este índice é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos triacilgliceróis presentes e foi calculado pelo método Cd 3a-94 (AOCS, 2009) a partir da composição de ácidos graxos. Os resultados foram expressos em mg de KOH/g.

e) Índice de iodo (II), determinado segundo o método Cd 1c-85 proposto pela AOCS (2009), por meio da composição de ácidos graxos. Os resultados foram expressos em g de I₂/100 g.

f) Índice de refração (IR), realizado de acordo com o método Cc 7-25 da AOCS (2009). A leitura foi feita na escala que resulta diretamente o índice de refração absoluto a 40°C, utilizando refratômetro de Abbé (marca MLW, modelo UH 4). A calibração foi realizada com água destilada, cujo índice de refração a 20°C é de 1,3330.

g) Compostos polares totais (CPT), obtidos utilizando o leitor de compostos polares (marca Testo, modelo 270) onde as amostras do óleo de buriti foram previamente aquecidas a 100°C ± 5°C. Logo após, o sensor do equipamento foi submerso na amostra e a leitura do teor de compostos polares totais foi feita no *display* do instrumento (URIARTE; GUILLÉN, 2010). Os resultados foram expressos em porcentagem.

h) Estabilidade oxidativa (EO), realizada utilizando o método Cd 12b-92 da AOCS (2009), com o uso do instrumento Rancimat (marca Metrohm, modelo 873). Transferiu-se 3 g das amostras de óleo para tubos de reação e 60 mL de água destilada nos recipientes contendo o eletrodo e aqueceu-se à temperatura de 110°C com fluxo de ar de 20 L/h. Os resultados da curva de condutividade elétrica x tempo (período de indução) foram expressos em horas.

i) Composição em ácidos graxos, para a esterificação das amostras utilizou-se o método de metilação a frio, Ce 2-66 da AOCS (2009), onde os ésteres metílicos dos ácidos graxos presentes nos óleos foram obtidos. Pesou-se 0,1 g de óleo, filtrado em sulfato de sódio anidro, em tubo de ensaio. Após, adicionou-se 3 mL de n-hexano e 0,5 mL de solução de hidróxido metanólico de potássio 0,5 N. Em seguida, agitou-se vigorosamente por 1 minuto em vortex e centrifugou-se por 5 minutos a 3.000 rpm.

A determinação da composição em ácidos graxos foi realizada de acordo com o método Ce 1-62 (AOCS, 2009), em cromatógrafo gasoso (marca Varian Inc., modelo 3900), com detector de ionização de chama, injetor *split* e amostrador automático. Condições de análise: coluna capilar de sílica fundida (marca Varian Inc., modelo CP-Sil 88, Microsorb) de 60 m de comprimento, com diâmetro interno de 0,25 mm e espessura do filme de 0,20 µm.

A programação de temperatura da coluna foi iniciada em 90°C por 4 minutos, aquecida a 10°C/min até 195°C e mantida em isoterma durante 16 min. As temperaturas utilizadas no injetor e no detector foram 230 e 250°C, respectivamente. O gás de arraste foi o hidrogênio com velocidade linear de 30 mL/min.

Os ácidos graxos foram identificados pela comparação dos tempos de retenção de padrões puros de ésteres metílicos de ácidos graxos com os componentes separados das amostras e a quantificação foi feita por

normalização de área. Utilizou-se como padrão uma mistura composta de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (marca Supelco) de C4:0 a C24:1, com pureza entre 99,1 e 99,9%. Os resultados foram expressos em porcentagem.

j) Composição em triacilgliceróis, obtida por meio de uma distribuição randômica utilizando programa computacional desenvolvido por Antoniosi Filho, Mendes e Lanças (1995). Grupos com concentração total de triacilgliceróis menor que 1% foram ignorados. Os resultados foram expressos em porcentagem.

k) Carotenoides totais (CT), determinados de acordo com o método de Porim, descrito por Lin, Sue e Ai (1995) e Pawlowicz et al. (2013), onde se pesou 0,01 g do óleo de buriti extraído por prensagem e 0,007 g do óleo de buriti artesanal, obedecendo a Lei de Lambert-Beer, cujas amostras foram dissolvidas em 10 mL de hexano e posteriormente as absorbâncias foram lidas utilizando um comprimento de onda de 446 nm em um espectrofotômetro (marca Shimadzu, modelo UV mini 1240). Os resultados foram expressos em mg de β -caroteno/kg.

l) Teor de fitosteróis, a saponificação foi realizada conforme a metodologia de Duchateau et al. (2002). Para realização da saponificação primeiramente preparou-se uma solução de 3 mg/mL de β -colestanol em terc-butil-metil-éter, com grau de pureza para fins cromatográfico, denominada de padrão interno (PI). Em seguida, pesou-se aproximadamente 0,5 g de óleo em um tubo de ensaio com tampa de rosca, adicionou-se 100 μ L do padrão interno e 1 mL de solução alcóolica de hidróxido de potássio. Logo após, homogeneizou-se em vortex a solução por 10 segundos e colocou-se em banho-maria a 70°C por 50 minutos, homogeneizando a cada 5 minutos em vortex. Adicionou-se 1 mL de água destilada e 5 mL de n-hexano. Agitou-se vigorosamente e

transferiu-se a camada orgânica para outro tubo de ensaio contendo sulfato de sódio anidro. Esta operação foi repetida mais duas vezes com 5 e 4 mL de n-hexano. As fases orgânicas foram combinadas, homogeneizadas e deixadas em repouso até ficarem límpidas. Durante todo o procedimento, o tubo de ensaio foi coberto com papel alumínio para evitar degradação dos fitosteróis pela ação da luz.

Para a determinação do teor de fitosteróis foi utilizado o método Ch 6-91 da AOCS (2009) com adaptações. A análise foi realizada em cromatografia gasosa (marca Shimadzu, modelo Plus-2010), com detector de ionização de chama, injetor split e amostrador automático. Condições de análise: coluna capilar de sílica fundida (marca Shimadzu, modelo Restek RTX 5) de 30 m de comprimento, com diâmetro interno de 0,25 mm e espessura do filme de 0,25 μm .

A programação de temperatura da coluna foi iniciada em 100°C por 2 minutos, aquecida a 15°C/min até 260°C e mantida em isoterma durante 35 minutos. As temperaturas utilizadas no injetor e no detector foram 280 e 320°C, respectivamente. O gás de arraste utilizado foi o hidrogênio com velocidade linear de 40 mL/min. Os fitosteróis foram identificados por comparação com o tempo de retenção dos padrões puros analisados nas mesmas condições das amostras.

A quantificação de cada isômero foi realizada por padronização interna com base nas áreas dos picos, utilizando padrões, campesterol, estigmasterol, β -sitosterol e estigmastanol (marca Supelco) com grau de pureza de 99, 95, 98 e 97,4%, respectivamente. Os teores de fitosteróis individuais foram expressos mg/kg.

m) Teor de tocoferóis, determinado utilizando o método da Ce 8-89 da AOCS (2009). A análise foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) da marca Varian Inc., modelo 210-263, com detector de fluorescência. Condições de análise: coluna de aço inox empacotada com sílica (Microsorb 100 Si, marca Varian Inc.) de 250 x 4,6 mm com

poro de 0,5 μm e comprimento de onda de excitação em 290 nm e de emissão em 330 nm.

A separação cromatográfica foi realizada por eluição isocrática de fase móvel constituída de n-hexano:álcool isopropílico (95,5:0,5 v/v) com fluxo de 1,2 mL/min. Os tocoferóis foram identificados por comparação com o tempo de retenção dos padrões puros analisados nas mesmas condições das amostras.

A quantificação de cada isômero foi realizada por padronização externa com base nas áreas dos picos, utilizando padrões de α -, β -, γ - e δ -tocoferol (marca Supelco) com grau de pureza de 99,9, 98,0, 99,4 e 99,6%, respectivamente. A média dos teores de tocoferóis individuais foi expressa em mg/kg.

n) Conteúdo de gordura sólida (CGS), análise realizada de acordo com o método Cd 16b-93 da AOCS (2009) utilizando um analisador de Ressonância Magnética Nuclear (marca Bruker, modelo Minispec NMS 120). Primeiramente, fundiu-se a amostra, em seguida, colocou-se 3 mL da amostra fundida nos 7 tubos do RMN no suporte de alumínio e transferiu-se ao banho estabilizado à 0°C por cerca de 60 minutos e então distribuiu-se cada tubo no banho nas temperaturas 10, 20, 25, 30, 35, 40 e 45°C por cerca de 30 minutos. Logo após, fez-se a leitura no analisador. Os resultados do conteúdo de gordura sólida foram dados em porcentagem.

o) Análises microbiológicas, realizadas em uma amostra em triplicata do creme vegetal após as 48 h da cristalização completa de acordo com os métodos do *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (APHA, 2001). Sendo: contagem de coliformes totais a 35 e 45°C; contagem padrão de microrganismos mesófilos aeróbios, de *Staphylococcus aureus*, de bolores e leveduras e presença de *Salmonella* sp.

p) Análise sensorial afetiva, primeiramente, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa do IBILCE/UNESP (parecer nº 1.894.592, Anexo 1). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi entregue aos avaliadores e preenchido antes do início da análise (Anexo 2). Participaram 137 avaliadores, dentre eles estudantes, servidores e funcionários terceirizados do IFMA, Campus Caxias-MA, com idade entre 14 e 54 anos de ambos os gêneros, predominando os do sexo feminino (64%), sendo 92% não-fumantes. Em seguida, responderam um questionário sobre a frequência com que consomem e quanto gostam ou desgostam de creme vegetal comercializado e do fruto do buriti (Anexo 3). A seguir foram selecionados os avaliadores que gostam e consomem o creme vegetal e o fruto do buriti para participarem do teste afetivo, onde foram entregues a cada consumidor uma amostra de cada creme vegetal espalhado em pão de forma. As médias dos resultados foram comparadas utilizando o teste afetivo laboratorial, aonde os avaliadores avaliaram os cremes vegetais por meio de escala hedônica estruturada de 9 pontos. Também foi aplicado o teste de intenção de compra do creme (SANTOS et al., 2015) (Anexo 4).

4.4 Análises estatísticas

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos pelo valor médio \pm desvio padrão. No intuito de comparar as amostras de óleos de buriti (OBP e OBA), os resultados foram submetidos ao teste t de *Student* a 5% de significância. Utilizou-se o programa Statistica 7.1 (Statsoft, Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos) para os cálculos.

Para os resultados obtidos das análises do OBP sob termoxidação, misturas dos óleos e cremes vegetais foram utilizadas médias \pm desvio padrão e os dados avaliados pelos métodos de análise de variância

(ANOVA) com comparação das médias pelo Teste de Tukey com 95% de confiança, utilizando o XLSTAT 7.5®.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição centesimal da polpa de buriti

O valor nutricional dos alimentos é analisado a partir da quantidade de macronutrientes em 100 g do alimento. A Tabela 6 apresenta os valores dessas substâncias presentes na polpa de buriti analisada e compara com os valores obtidos em outras pesquisas.

Tabela 6 – Composição centesimal da polpa de buriti.

Análises (%)	Polpa de buriti*	Carneiro e Mello (2011)	Manhães e Sabaa-Srur (2011)	Darnet et al. (2011)	Brasil (2015a)
Umidade	69,15 ± 0,04	54,3	62,9	50,5	79,7
Cinzas	0,69 ± 0,10	0,7	0,9	0,6	0,2
Lipídios	9,40 ± 1,33	18,1	13,8	19,0	8,1
Proteínas	1,87 ± 0,17	1,4	2,1	3,7	1,8
Carboidratos	18,89	25,5	20,3	26,2	10,2
Valor calórico**	167,64	270,5	213,8	290,6	120,9

*Médias ± desvios padrões.

** kcal/100 g

O valor de umidade obtido foi maior que os encontrados por Carneiro e Mello (2011), Manhães e Sabaa-Srur (2011) e Darnet et al. (2011). Este macronutriente está diretamente relacionado ao grau de maturação, origem e conservação dos frutos. É de suma importância, pois quanto maior o seu valor, maior a possibilidade de degradação pelo desenvolvimento de micro-organismos. Por outro lado, o baixo percentual de cinzas encontrado para a polpa de buriti (0,69%) foi similar aos resultados obtidos por Carneiro e Mello (2011) e Darnet et al. (2011).

Os teores de lipídios, proteínas e carboidratos são de extrema importância nutricional, pois correspondem ao ganho energético nos seres vivos. De acordo com a Tabela 6, observa-se que foram encontrados valores próximos de lipídios e proteínas aos obtidos pelo Ministério da Saúde e resultados divergentes com relação aos obtidos por outros autores para lipídios. Tal fato pode ser em virtude da região de cultivo do fruto, do tipo de clima e solo, temperatura, época de colheita, estágio de maturação do fruto, etc.

No Regulamento Técnico sobre ingestão diária recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas e minerais, RDC nº 269/2005, a IDR de proteínas para adultos equivale a 50 g (BRASIL, 2005c). Assim, o fruto do buriti pode contribuir nessa ingestão diária.

A relação entre os percentuais desses três macronutrientes e seus respectivos fatores de conversão para calorias fornece o valor calórico do alimento para relação de um grama do nutriente por cem gramas do alimento. A Tabela 6 apresenta o valor calórico para o fruto de buriti, considerado uma fonte de energia que contribui na ingestão diária.

5.2 Caracterização físico-química dos óleos de buriti

As médias das análises físico-químicas realizadas nos óleos de buriti extraído por prensagem a frio (OBP) e artesanal (OBA) constam na Tabela 7. Para os ácidos graxos livres, índice de peróxidos, índice de saponificação, índice de iodo, compostos polares totais e estabilidade oxidativa, o OBP difere estatisticamente do OBA, de acordo com o teste t de *Student* ($p < 0,05$).

O percentual de ácidos graxos livres do OBP é maior que o do OBA. É possível que tal diferença seja em função do tipo de extração dos óleos, pois o óleo artesanal foi extraído por decantação em recipiente fechado e fosco, evitando entrada de luz, enquanto que o óleo extraído por prensagem foi obtido na presença de luz. Além da colheita, transporte

e armazenamento, processo de extração, entre outros fatores, devem ser levados em consideração as reações hidrolíticas que podem se desencadear na presença de enzimas e umidade, presentes na polpa do fruto.

Tabela 7 – Análises físico-químicas dos óleos de buriti.

Análises	OBP	OBA
Ác. graxos livres (% oleico)	3,52 ± 0,04 ^b	2,46 ± 0,1 ^a
Peróxidos (meq/kg)	7,13 ± 0,10 ^b	6,34 ± 0,32 ^a
Dienos conjugados (%)	0,23 ± 0,02 ^a	0,22 ± 0,01 ^a
Saponificação (mg/g)	194,24 ± 0,03 ^a	194,95 ± 0,07 ^b
Iodo (g I₂/100 g)	92,50 ± 0,00 ^a	92,87 ± 0,11 ^b
Refração (40°C)	1,4614 ± 0,0004 ^a	1,4620 ± 0,0020 ^a
Compostos polares (%)	3,00 ± 0,00 ^a	4,50 ± 0,50 ^b
Estabilidade oxidativa (h)	40,70 ± 0,37 ^a	90,54 ± 1,25 ^b

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t de *Student* ($p < 0,05$).

O *Codex Alimentarius Commission* (2009) e a ANVISA (BRASIL, 2005a) estabeleceram 2% como limite máximo para o percentual de ácidos graxos livres em óleos prensados a frio e não refinados. Assim, os óleos analisados apresentam valores superiores ao limite estabelecido, provavelmente em virtude da natureza e qualidade da matéria-prima e, possivelmente, pelas condições de envase e armazenamento para transporte, pois há um aumento na decomposição dos triacilgliceróis com a elevação da temperatura e presença de luz.

Observa-se que os óleos de buriti analisados neste estudo apresentam valores superiores ao encontrado por Santos et al. (2013) que foi de 1,5%, e menor do que o obtido por Aquino et al. (2012a), 4,30%. Tais diferenças podem ser devido ao processo de extração, pois

os óleos analisados no presente trabalho foram extraídos a frio, enquanto que os dos autores supracitados foram extraídos a quente.

O índice de peróxidos avalia o grau de oxidação dos óleos e quando elevado significa deterioração no sabor e odor, devido a formação de compostos que fornecem características de produtos rançosos aos óleos (ARAÚJO, 2015).

O *Codex Alimentarius Commission* (2009) e a ANVISA (BRASIL, 2005a) estabelecem como limite máximo o valor de 15 meq/kg para óleos prensados a frio e não refinados. Observa-se que o OBP tem índice de peróxidos maior que o artesanal (Tabela 7) podendo estar relacionado com a forma de extração, tempo de maturação do fruto, armazenamento, mas, ambos, dentro deste limite estabelecido.

Quando comparados com outros estudos, verifica-se que os óleos de buriti apresentaram menores índices de peróxidos em relação aos encontrados por Aquino et al. (2012) e Santos et al. (2013), 14,82 e 7,4 meq/kg, respectivamente, significando melhor qualidade (BRASIL, 2005a), o que pode estar associado aos métodos de extração.

Os ácidos dienóicos conjugados são formados pela mudança de posição da dupla ligação nos ácidos graxos poli-insaturados que sofrem peroxidação formando os hidroperóxidos conjugados (RIBEIRO; SERAVALLI, 2014). Para os óleos estudados foram encontrados valores de dienos conjugados de 0,23 e 0,22%, para o OBP e OBA, respectivamente, indicando um bom estado de conservação, ou seja, com baixa degradação por oxidação dos ácidos graxos presentes nos triacilgliceróis.

O índice de saponificação está relacionado com o peso molecular médio dos ácidos graxos na molécula do triacilglicerol, onde um valor elevado do índice indica que os ácidos graxos presentes possuem baixo peso molecular (ARAÚJO, 2015). Observa-se, na Tabela 7, que o OBA apresentou valor ligeiramente superior ao óleo de buriti extraído por prensagem a frio. Os resultados encontrados estão dentro da faixa de

valores estabelecida pelo *Codex Alimentarius Commission* (2015) para o azeite de oliva, 184-196 mg KOH/g, que é, também, extraído de polpas e muito consumido em saladas. Também, encontram-se dentro da faixa para óleos vegetais convencionais, como o de milho (187-195 mg KOH/g), soja (189-195 mg KOH/g) e palma (190-209 mg KOH/g) (*CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION*, 2009). Costa-Singh (2015) ao caracterizar óleos de polpa e amêndoas de alguns frutos amazônicos encontrou índices de saponificação similares para polpas de bacabá e tucumã, 195,63 e 194,63 mg KOH/g, respectivamente.

O índice de iodo avalia o grau de insaturação dos óleos, podendo ser classificados como secativos (maior que 130 g I₂/100 g), semi-secativos (entre 115 e 130 g I₂/100 g) e não-secativos (menor que 115 g I₂/100 g), sendo estes os que apresentam maior quantidade de ácidos graxos saturados (ARAÚJO, 2015).

Nos óleos de buriti extraído por prensagem a frio e artesanal foram obtidos 92,50 e 92,85 g I₂/100 g, respectivamente, sendo os dois óleos classificados como não-secativos. Aquino et al. (2012) ao analisarem o índice de iodo do óleo extraído do fruto do buriti encontraram 90,00 g I₂/100 g, valor próximo aos dos óleos deste trabalho, embora o seu método de extração tenha sido a quente.

O índice de refração está diretamente relacionado ao tipo de estrutura dos triacilgliceróis, levando em consideração o peso molecular, a quantidade de carbonos e o grau de insaturação dos ácidos graxos. Por isso, esse valor dependerá das reações que ocorrem ou que venham a ocorrer com os ácidos graxos nas estruturas dos triacilgliceróis (JORGE; LOPES, 2003; COIMBRA; JORGE, 2011).

Os valores obtidos pelos óleos OBP e OBA, foram 1,4614 e 1,4620, respectivamente, sendo considerados estatisticamente iguais pelo teste t de *Student* ($p < 0,05$). Quando comparados com o índice de refração de 1,47 do óleo de buriti analisado por Aquino et al. (2012a) percebe-se uma semelhança, bem como para outros óleos mais

consumidos, como o de palma, que varia entre 1,454-1,456 (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2009).

Os compostos polares totais são produtos da degradação dos triacilgliceróis e a presença deles em nível elevado é um indicativo de alteração de sua qualidade, podendo até torná-lo impróprio para o consumo. Ambos os óleos apresentaram baixos percentuais, mas o OBA apresentou valor superior ao OBP, provavelmente devido às diferentes condições de extração e armazenamento. Santos et al. (2013) ao analisarem o óleo de buriti encontraram valor de compostos polares totais inferior aos dos óleos de buriti analisados neste trabalho, correspondendo a 3,3%.

Ainda, a Tabela 7 apresenta os valores de estabilidade oxidativa em que o OBA apresentou 2,2 vezes o valor para a estabilidade oxidativa do OBP, podendo ter maior vida de prateleira e até mesmo ser utilizado em processos de frituras. A elevada estabilidade do óleo de buriti artesanal pode ser corroborada pelo fato do mesmo apresentar uma alta quantidade de carotenoides e outros compostos antioxidantes.

A estabilidade oxidativa do óleo de buriti analisado por Santos et al. (2013) foi de apenas 16,9 h, muito abaixo dos valores encontrados no presente trabalho, o que pode ser explicado pelo método de extração do óleo ter sido a quente, ocasionando a perda de compostos antioxidantes.

5.3 Compostos bioativos dos óleos de buriti

As médias das análises do perfil de ácidos graxos realizadas nos óleos OBP e OBA constam na Tabela 8. O OBP difere estatisticamente do OBA, de acordo com o teste t de *Student* ($p < 0,05$) para os ácidos graxos esteárico, linoleico e linolênico; no entanto, não há diferença significativa para os ácidos graxos palmítico e oleico.

Os óleos de buriti em estudo apresentaram quantidades de ácido graxo oleico (ômega 9), de aproximadamente 72% e, por isso, podem ser

considerados alto oleico. Também, apresentaram quantidades relevantes de ácido palmítico, próximo de 25%. Por outro lado, a presença de poli-insaturados foi muito pequena, aumentando a resistência à oxidação dos óleos (SPERANZA et al., 2016).

Tabela 8 – Perfil de ácidos graxos dos óleos de buriti.

Ácidos graxos (%)	OBP	OBA
Palmítico (C16:0)	25,40 ± 0,16 ^a	25,51 ± 0,04 ^a
Estearico (C18:0)	1,30 ± 0,01 ^b	1,24 ± 0,01 ^a
Oleico (C18:1n9)	72,34 ± 0,13 ^a	72,11 ± 0,06 ^a
Linoleico (C18:2n6)	0,52 ± 0,01 ^a	0,61 ± 0,01 ^b
Linolênico (C18:3n3)	0,45 ± 0,01 ^a	0,54 ± 0,01 ^b
Saturados	26,70 ± 0,16 ^a	26,75 ± 0,05 ^a
Monoinsaturados	72,34 ± 0,13 ^a	72,11 ± 0,06 ^a
Poli-insaturados	0,97 ± 0,02 ^a	1,14 ± 0,02 ^a

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t de *Student* ($p < 0,05$).

A composição em triacilgliceróis com os números de carbonos equivalentes (NCE) dos óleos de buriti está representada na Tabela 9. Foram elaboradas com base na composição em ácidos graxos, desprezando aqueles menores que 1%. Observam-se seis diferentes tipos de triacilgliceróis (48 a 54 NCE).

O triacilglicerol de maior destaque é o POO, com 39,83% para o óleo de buriti extraído por prensagem a frio e 39,88% para o óleo de buriti artesanal, seguido do triacilglicerol OOO, com 37,79 e 37,64% para o OBP e OBA, respectivamente, explicado pelo maior percentual de oleico seguido de palmítico, para ambos os óleos.

De acordo com Beardsell et al. (2002), o perfil de ácido graxo considerado adequado para óleos comestíveis deve ter entre 80-90% de

ácidos graxos monoinsaturados e o restante consistir, principalmente, de ácidos graxos poli-insaturados.

Tabela 9 – Composição de triacilgliceróis dos óleos de buriti.

Triacilgliceróis (%)	NCE	OBP	OBA
PPP	48:0	1,64	1,66
POP	50:1	13,99	14,08
SOP	52:1	1,43	1,33
POO	52:2	39,83	39,88
SOO	54:2	2,04	1,88
OOO	54:3	37,79	37,64

P: Palmítico; O: Oleico; S: Estéarico; NCE: Número de Carbono Equivalente

As médias da análise de carotenoides totais, composição de fitosteróis e tocoferóis dos óleos de buriti constam na Tabela 10. O OBP difere estatisticamente do OBA para todas as determinações, de acordo com o teste t de *Student* ($p < 0,05$).

Quanto aos carotenoides totais, o OBA apresentou maior quantidade, cerca do dobro encontrado no OBP, podendo ser em decorrência do estágio de maturação do fruto, processo de extração, uma vez que o OBP foi extraído por prensagem a frio e parte desses compostos pode ter ficado retida na torta, enquanto que o OBA foi separado por decantação em tambor de PEAD, ou outros fatores como armazenamento. Mas, ainda assim, ambos apresentaram elevadas quantidades de carotenoides totais, podendo ser considerados ricos em β -caroteno, precursor da vitamina A; além de serem considerados antioxidantes eficazes na proteção contra doenças cardiovasculares ao inibirem o processo de oxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) (SANTOS; ALVES; ROCA, 2015).

Rodriguez-Amaya, Kimura e Amaya-Farfan (2008) expõem que os carotenoides são pigmentos que definem as cores amarela, laranja ou vermelha dos alimentos e, por isso, são de extrema importância na aceitação dos alimentos. Assim, os valores elevados de carotenoides apresentados pelos óleos analisados aumentam a importância e o valor nutricional dos mesmos.

Tabela 10 – Carotenoides totais, composição de fitosteróis e tocoferóis dos óleos de buriti.

Determinações	OBP	OBA
Carotenoides (mg/kg)	1.195,65 ± 88,24 ^a	2.226,51 ± 80,65 ^b
Fitosteróis (mg/kg)		
Campesterol	6,81 ± 0,12 ^b	3,44 ± 0,05 ^a
Estigmasterol	29,94 ± 0,14 ^a	52,09 ± 0,02 ^b
Totais	36,75 ± 0,26 ^a	55,52 ± 0,03 ^b
Tocoferóis (mg/kg)		
α-tocoferol	263,80 ± 0,28 ^a	393,10 ± 0,71 ^b
β-tocoferol	14,10 ± 0,28 ^a	24,90 ± 0,28 ^b
γ-tocoferol	355,30 ± 0,28 ^b	228,15 ± 0,49 ^a
δ-tocoferol	41,95 ± 0,64 ^b	20,60 ± 0,85 ^a
Totais	675,15 ± 0,21 ^b	666,75 ± 0,78 ^a

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

Os óleos apresentaram 36,75 e 55,52 mg/kg de fitosteróis totais para o OBP e OBA, respectivamente, constituídos apenas pelos isômeros campesterol e estigmasterol. Já as concentrações de tocoferóis totais dos OBP e OBA foram de 675,15 e 666,75 mg/kg, respectivamente, sendo os isômeros α- e γ-tocoferol os que apresentaram maiores quantidades. Os tocoferóis possuem papel importante nos óleos, pois atuam como antioxidantes, no caso dos γ e δ-tocoferol. Já o α-tocoferol atua nos seres

humanos como precursor de vitamina E (COSTA-SINGH; JORGE, 2015; SILVA; JORGE, 2016). Speranza et al. (2016) estudando o óleo de buriti da Amazônia determinaram a composição de tocoferóis e encontraram maior concentrações do isômero α -tocoferol com 1.125,0 mg/kg, seguido do γ -tocoferol com 1.074,0 mg/kg.

5.4 Termoxidação do óleo de buriti

A termoxidação é usada para avaliar as características do óleo em elevadas temperaturas, comparado aos processos de fritura, porém, sem a interferência do alimento. Normalmente, a temperatura utilizada em frituras é 180°C e, por isso, adotou-se esse valor (MBA; DUMONT; NGADI, 2015). Para o ensaio de termoxidação utilizou-se o óleo extraído por prensagem a frio (OBP), em razão da procedência da matéria-prima ser conhecida. Os resultados das análises de compostos polares totais e estabilidade oxidativa encontram-se na Tabela 11 e as análises de variância estão apresentadas no Apêndice 1. Como pode ser observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para os tratamentos estudados.

Na análise dos compostos polares totais observa-se que no intervalo de 0 a 2 h o percentual permaneceu constante. Nos tempos de 3, 4 e 5 h houve diferença significativa ($p < 0,05$) com o aumento dos percentuais de compostos polares, indicando uma oxidação e formação de compostos que causam a degradação do óleo, podendo ser detectados, também, pelo aroma. De acordo com Freire, Mancini-Filho e Ferreira (2013), o processo de termoxidação é comparado a uma fritura do tipo contínua, onde o alimento é frito em uma só etapa, em que o óleo é aquecido continuamente, servindo para pré-fritura e fritura de batatas. Segundo os autores, ocorre reação de hidrólise com formação de ácidos graxos livres que diminuem a qualidade do óleo.

Tabela 11 – Análises do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h.

Determinações	Tempos (h)					
	0	1	2	3	4	5
Compostos polares (%)	3,00 ± 0,00 ^a	3,00 ± 0,00 ^a	3,00 ± 0,00 ^a	4,50 ± 0,00 ^b	6,50 ± 0,00 ^c	12,00 ± 0,00 ^d
Estabilidade oxidativa (h)	40,70 ± 0,37 ^e	34,53 ± 0,81 ^d	27,66 ± 1,26 ^c	14,38 ± 2,49 ^b	5,83 ± 0,04 ^a	2,57 ± 0,18 ^a

Médias ± desvios padrões seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey (p > 0,05).

A ANVISA após acolher um pedido de uma Associação de defesa do Consumidor estabeleceu a partir de um Informe Técnico que o óleo utilizado em frituras não pode ser usado em temperatura superior a 180°C e, no caso das fritadeiras domésticas que não possuem termostato para controle, não se deve permitir a elevação da temperatura a ponto de produzir fumaça, nem teor de compostos polares acima de 25%, a quantidade de ácidos graxos livres não deve ser superior a 0,9% e o teor de ácido linolênico não ultrapasse o limite de 2% (BRASIL, 2004b). Assim, pode-se observar que o percentual de compostos polares do óleo de buriti termoxidado não ultrapassou o limite até o tempo de 5 horas.

A estabilidade oxidativa está diretamente relacionada com a presença de antioxidantes e estes sofrem influência direta de altas temperaturas (JORGE; VERONEZI; DEL RÉ, 2015). Como o OBP foi submetido a 180°C, à medida que o tempo aumentou, a concentração das substâncias antioxidantes diminuiu, ocasionando uma redução brusca no período de indução, causando uma diferença significativa entre os intervalos de tempo, principalmente, 4 e 5 horas.

Aquino et al. (2012a) ao analisarem a capacidade antioxidante dos óleos de buriti bruto e refinado concluíram que o óleo bruto apresentou maior potencial antioxidante do que o óleo refinado e, em consequência, maior estabilidade oxidativa.

Os resultados das análises de perfil de ácidos graxos e triacilgliceróis encontram-se nas Tabelas 12 e 13, respectivamente, e as análises de variância estão apresentadas nos Apêndices 2 e 3. Observa-se que o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para os tratamentos estudados. O perfil de ácidos graxos (Tabela 12) foi significativamente ($p < 0,05$) alterado durante o processo de termoxidação, onde o percentual dos ácidos graxos saturados teve um pequeno aumento, enquanto que os percentuais de monoinsaturados e poli-insaturados sofreram pequenas reduções. A redução foi mais acentuada à medida que aumentou a quantidade de insaturações, ou seja, a diminuição se deu na seguinte

Tabela 12 – Perfil de ácidos graxos do óleo de buriti prensado sob termo oxidação a 180°C/5 h.

Ácidos graxos	Tempos (h)			
	0	1	3	5
C16:0	25,40 ± 0,16 ^b	24,89 ± 0,09 ^a	25,26 ± 0,02 ^{ab}	26,24 ± 0,04 ^c
C18:0	1,30 ± 0,01 ^c	1,24 ± 0,01 ^a	1,27 ± 0,01 ^b	1,29 ± 0,01 ^{bc}
C18:1n9	72,34 ± 0,13 ^b	72,98 ± 0,07 ^c	72,53 ± 0,03 ^b	71,94 ± 0,04 ^a
C18:2n6	0,52 ± 0,01 ^b	0,52 ± 0,01 ^b	0,50 ± 0,01 ^b	0,42 ± 0,01 ^a
C18:3n3	0,45 ± 0,01 ^d	0,39 ± 0,01 ^c	0,36 ± 0,01 ^b	0,23 ± 0,00 ^a
Saturados	26,70 ± 0,15 ^b	26,12 ± 0,08 ^a	26,52 ± 0,01 ^b	27,52 ± 0,03 ^c
Monoinsaturados	72,34 ± 0,13 ^b	72,98 ± 0,07 ^c	72,53 ± 0,03 ^b	71,94 ± 0,04 ^a
Poli-insaturados	0,97 ± 0,02 ^c	0,90 ± 0,01 ^b	0,85 ± 0,01 ^b	0,65 ± 0,01 ^a

Médias ± desvios padrões seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey (p > 0,05).

ordem: linolênico > linoleico > oleico.

Machado, García e Abrantes (2008) avaliaram o grau de insaturação do óleo em processo de fritura e, para isso, empregaram o óleo de palma com elevado percentual de ácidos graxos saturados e monoinsaturados e o óleo de soja com maior predominância de ácidos graxos poli-insaturados. Os autores observaram que houve uma crescente redução do percentual dos ácidos graxos insaturados com o aumento do tempo de aquecimento e concluíram que isto ocorreu devido à termoxidação destas substâncias, ocasionada pela alta temperatura e ação do oxigênio. Também, observaram que a perda dos ácidos graxos insaturados aumentou com o seu grau de insaturação, fato igualmente ocorrido nesta pesquisa. Essa alteração, também, foi observada por Osawa e Gonçalves (2012), ao analisarem o perfil de ácidos graxos da oleína de palma aquecida em processo de fritura por imersão e, de acordo com sua pesquisa, isto ocorreu principalmente com o ácido linoleico, que, segundo os autores pode ter sido ocasionada durante os ciclos de fritura devido a oxidação lipídica e a formação de compostos polares.

Os triacilgliceróis PPP, POP, SOP e POO apresentaram um ligeiro aumento, em virtude do maior percentual de ácidos graxos saturados em relação ao dos ácidos graxos insaturados (Tabela 13). Por outro lado, os percentuais dos triacilgliceróis SOO e OOO sofrem redução. A composição dos triacilgliceróis é análoga à composição dos ácidos graxos, uma vez que estes formam as estruturas dos triacilgliceróis.

Jorge e Gonçalves (1998) analisaram o comportamento dos óleos de girassol convencional e com alto teor de ácido oleico em processo de termoxidação e em fritura descontínua e constataram que a perda de triacilgliceróis depende principalmente da composição do óleo que das variáveis do processo. Também observaram que o óleo de girassol convencional teve maior perda dos triacilgliceróis em relação ao óleo de girassol com alto teor de ácido oleico, podendo ser justificado pelo maior

percentual de ácidos graxos poli-insaturados no óleo de girassol convencional.

Tabela 13 – Composição de triacilgliceróis do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h.

Triacilgliceróis	NCE	Tempos (h)			
		0	1	3	5
PPP	48:0	1,64	1,54	1,62	1,80
POP	50:1	13,99	13,58	13,92	14,81
SOP	52:1	1,43	1,31	1,43	1,47
POO	52:2	39,83	39,81	39,89	40,63
SOO	54:2	2,04	1,92	2,05	2,02
OOO	54:3	37,79	38,90	38,11	37,17

P: Palmítico; O: Oleico; S: Estéarico; NCE: Número de Carbono Equivalente.

Os resultados das análises de carotenoides totais, fitosteróis e tocoferóis encontram-se na Tabela 14 e as análises de variância estão apresentadas nos Apêndices 4 e 5, onde o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para os tratamentos estudados.

Os valores de carotenoides totais apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) apenas nos dois primeiros tempos, 0 e 1 h, onde houve um decaimento considerável no teor de carotenoides presentes no óleo. Para os demais tempos não houve diferença significativa ($p > 0,05$), mas, ainda assim, ocorreu uma pequena redução destes compostos, podendo ser observada na Figura 8 a diferença de tonalidade, indicando a perda de carotenoides.

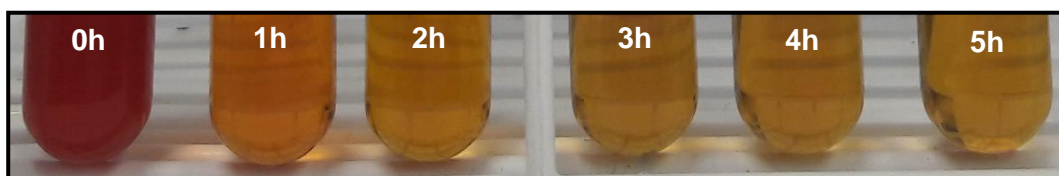
Tabela 14 – Carotenoides totais e composição de fitosteróis e tocoferóis do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h.

Determinações	Tempos (h)					
	0	1	2	3	4	5
Carotenoides (mg/kg)	1.195,65 ± 88,24 ^c	199,09 ± 14,69 ^b	51,81 ± 1,04 ^a	16,94 ± 1,67 ^a	12,87 ± 0,39 ^a	12,13 ± 0,60 ^a
Fitosteróis (mg/kg)						
Campesterol	6,81 ± 0,12 ^d	5,65 ± 0,36 ^c	4,83 ± 0,36 ^b	nd	nd	nd
Estigmasterol	29,94 ± 0,14 ^e	26,49 ± 0,69 ^d	24,60 ± 0,69 ^c	24,05 ± 0,21 ^c	20,65 ± 0,21 ^b	14,05 ± 0,21 ^a
Totais	36,75 ± 0,26 ^f	32,14 ± 0,33 ^e	29,43 ± 0,33 ^d	24,05 ± 0,21 ^c	20,65 ± 0,21 ^b	14,05 ± 0,21 ^a
Tocoferóis (mg/kg)						
α-tocoferol	263,80 ± 0,28 ^d	94,15 ± 0,92 ^c	54,20 ± 0,57 ^b	11,50 ± 0,28 ^a	nd	nd
β-tocoferol	14,10 ± 0,28 ^a	nd	nd	nd	nd	nd
γ-tocoferol	355,30 ± 0,28 ^d	124,25 ± 0,35 ^c	81,45 ± 0,49 ^b	20,00 ± 0,85 ^a	nd	nd
δ-tocoferol	41,95 ± 0,64 ^d	23,95 ± 0,49 ^c	21,15 ± 0,21 ^b	15,45 ± 0,07 ^a	nd	nd
Totais	675,15 ± 0,21 ^d	242,35 ± 1,06 ^c	156,80 ± 0,28 ^b	46,95 ± 0,64 ^a	nd	nd

Médias ± desvios padrões seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

nd: não-detectado (campesterol < 4,25 mg/kg; α-tocoferol < 3,90 mg/kg; β-tocoferol < 3,50 mg/kg; γ-tocoferol < 4,90 mg/kg; δ-tocoferol < 2,30 mg/kg).

Figura 8 – Óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h.



Os teores de fitosteróis e tocoferóis tiveram, também, uma redução significativa com o aumento do tempo. Assim como os carotenoides, esses compostos também são sensíveis ao aquecimento do óleo (AQUINO et al., 2012a). Observa-se que há uma pequena concentração de fitosteróis em 5 h de aquecimento e os tocoferóis não são mais detectados desde 4 h de aquecimento.

Observa-se que só há presença dos isômeros campesterol e estigmasterol e a partir de 3 h, o campesterol já não é mais detectado. Os teores de fitosteróis totais sofreram redução ao longo do processo de termoxidação, apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) em todos os tempos de aquecimento. A diminuição do teor de fitosteróis está diretamente relacionada com o tempo de permanência do óleo no processo de termoxidação, pois são sensíveis ao aquecimento (AQUINO et al., 2012).

No tempo inicial, o óleo contém todos isômeros de tocoferóis, porém, em 1 h de termoxidação do óleo, o isômero β -tocoferol já não é mais detectado e os demais em 4 h. Há uma redução significativa dos teores de tocoferóis nos intervalos de tempo, pois são sensíveis ao calor.

Segundo Osawa e Gonçalves (2012), a perda dos tocoferóis durante o aquecimento pode ser um parâmetro para avaliar a degradação do óleo, uma vez que essas substâncias se degradam mais rapidamente em óleos sob aquecimento do que em temperatura ambiente. Na análise da oleína de palma em processo de fritura, os autores identificaram que o isômero α -tocoferol foi o que sofreu menor redução.

Costa (2015) analisou azeite de dendê bruto, artesanal, semi-industrial e industrial submetidos à termoxidação. O autor não detectou a presença do isômero β -tocoferol nos azeites artesanal e industrial desde o tempo 0 h e o semi-industrial apresentou o isômero apenas no tempo 0 h. Observou, também, que o tempo afetou todos os isômeros que sofreram uma redução brusca à medida que o tempo foi aumentando.

5.5 Caracterização das misturas: óleos de palma e buriti

O Apêndice 6 apresenta as análises de variância para ácidos graxos livres, índice de peróxidos e índice de iodo das misturas e óleos de palma e buriti. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para os tratamentos estudados, cujos resultados encontram-se na Tabela 15.

Observa-se que os resultados das três análises para as misturas OP/OBP e OP/OBA são menores do que os apresentados para OBP e OBA, devido ao percentual destes óleos adicionados à mistura ser de apenas 2%, enquanto que o percentual do óleo de palma adicionado foi de 78%. A ANVISA (BRASIL, 2005a) e o *Codex Alimentarius Commission* (2009) estabelecem como limites para óleos refinados, os valores de ácidos graxos livres e índice de peróxidos, respectivamente, 0,3% e 10 meq/kg. Quanto ao índice de iodo, os valores são menores que 100 g de $I_2/100$ g, sendo considerado não-secativo. Assim, as misturas apresentam um estado de conservação dentro dos limites da legislação, podendo ser utilizadas para fins alimentícios.

Como o índice de iodo é uma medida do grau de insaturação do óleo, a análise indicou que os óleos extraídos das polpas do buriti são mais insaturados que o óleo de palma. Sabe-se que o consumo de ácidos graxos insaturados oferece menor risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares (AQUINO et al., 2015).

Tabela 15 – Análises físico-químicas das misturas e óleos de palma e buriti.

Análises	OP/OBP	OP/OBA	OP	OBP	OBA
Ác. graxos livres (%)	0,15 ± 0,02 ^b	0,15 ± 0,02 ^b	0,04 ± 0,00 ^a	3,52 ± 0,04 ^d	2,46 ± 0,10 ^c
Peróxidos (meq/kg)	3,00 ± 0,10 ^a	3,6 ± 0,10 ^b	6,10 ± 0,06 ^d	7,13 ± 0,10 ^d	6,34 ± 0,10 ^c
Iodo (g I₂/100 g)	57,16 ± 0,00 ^a	58,94 ± 0,00 ^b	61,08 ± 0,00 ^c	92,50 ± 0,00 ^d	92,87 ± 0,11 ^e

Médias ± desvios padrões seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A Tabela 16 apresenta o conteúdo de gordura sólida (CGS) para as misturas OP/OBP e OP/OBA. Observa-se que com aumento da temperatura há redução brusca no conteúdo de gordura sólida das misturas. De acordo com Esmailifard et al. (2016), para que a margarina não apresente uma sensação granulosa na boca é necessário que contenha menos de 3,5% de gordura sólida a 33,3°C e um bom derretimento à temperatura corporal, o mesmo deve ser empregado ao creme vegetal. Realizando-se a regressão linear dos conteúdos de gordura sólida em relação às temperaturas de análise foi possível obter os percentuais das misturas na temperatura de 33,3°C, sendo 4,54% para a OP/OBP e 6,03% para OP/OBA, ambas, acima do limite de 3,5%. Apesar disso, não houve sensação granulosa na boca.

Tabela 16 – Conteúdo de gordura sólida das misturas.

Temperatura (°C)	OP/OBP (%)	OP/OBA (%)
10	39,75	48,51
20	17,30	23,45
25	10,89	13,73
30	6,35	9,37
35	2,99	4,05
40	0,58	0,02

5.6 Caracterização dos cremes vegetais

As análises de variância para o perfil de ácidos graxos dos cremes vegetais e óleos de palma, buriti extraído por prensagem a frio e buriti artesanal estão apresentadas nos Apêndices 7 e 8. Observa-se que o teste F foi significativo ($p < 0,01$) e os resultados encontram-se na Tabela

17. Os ácidos graxos saturados e insaturados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os óleos de buriti e o óleo de palma, em virtude de o óleo de palma ser rico em palmítico (54,8%) e os óleos de buriti em oleico (72%).

Quando comparados aos cremes vegetais, os óleos, também, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), embora o percentual do óleo de palma esteja próximo dos percentuais dos cremes vegetais, em razão da proporção da mistura óleo de palma e óleo de buriti ser 78:2 (m/m), na produção dos cremes vegetais. Observa-se que os cremes vegetais (CVP e CVA) apresentaram maior percentual de ácidos graxos saturados, mas menores percentuais de ácidos graxos mono e poli-insaturados. É notório que há uma equivalência entre os saturados e insaturados, com relação 60:40. Dessa forma, há estabilidade da emulsão, devido ao maior percentual de saturados e ao mesmo tempo estabilidade oxidativa, mas, sem perder os benefícios dos insaturados. Essa relação de saturados e insaturados ocorreu pela predominância do óleo de palma e, por isso, é comumente utilizado na produção de margarinas e cremes vegetais (OMAR et al., 2015).

A composição em triacilgliceróis dos cremes vegetais (CVP e CVA) e dos óleos de palma (OP), buriti extraído por prensagem a frio (OBP) e artesanal (OBA) está representada na Tabela 18. Foram elaborados com base na composição em ácidos graxos (Tabela 17) desprezando os percentuais menores que 1%.

Tabela 17 – Perfil de ácidos graxos dos cremes vegetais e óleos.

AG (%)	CVP	CVA	OP	OBP	OBA
C16:0	54,98 ± 0,02 ^b	55,83 ± 0,04 ^c	54,80 ± 0,06 ^b	25,40 ± 0,16 ^a	25,51 ± 0,04 ^a
C18:0	4,25 ± 0,01 ^c	5,81 ± 0,04 ^d	5,77 ± 0,02 ^d	1,30 ± 0,01 ^b	1,24 ± 0,01 ^a
C18:1n9	35,98 ± 0,04 ^c	33,96 ± 0,10 ^a	34,91 ± 0,08 ^b	72,34 ± 0,13 ^e	72,11 ± 0,06 ^d
C18:2n6	4,69 ± 0,01 ^c	4,41 ± 0,11 ^b	4,45 ± 0,01 ^b	0,52 ± 0,01 ^a	0,61 ± 0,01 ^a
C18:3n3	0,12 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^a	0,08 ± 0,01 ^b	0,45 ± 0,01 ^d	0,54 ± 0,01 ^e
Saturados	59,22 ± 0,03 ^d	61,64 ± 0,01 ^c	60,57 ± 0,08 ^b	26,70 ± 0,15 ^a	26,75 ± 0,05 ^a
Monoinsaturados	35,98 ± 0,03 ^c	33,96 ± 0,10 ^a	34,91 ± 0,08 ^b	72,34 ± 0,13 ^e	72,11 ± 0,06 ^d
Poli-insaturados	4,81 ± 0,01 ^e	4,41 ± 0,11 ^c	4,53 ± 0,00 ^d	0,97 ± 0,02 ^a	1,14 ± 0,02 ^b

Médias ± desvios padrões seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey (p > 0,05).

Tabela 18 – Composição de triacilgliceróis dos cremes vegetais e óleos.

Triacilgliceróis (%)	NCE	CVP	CVA	OP	OBP	OBA
PPP	48:0	16,55	17,37	16,46	1,64	1,66
SPP	50:0	3,89	5,42	5,14	nd	nd
POP	50:1	32,55	31,76	31,44	13,99	14,08
PLP	50:2	4,25	4,11	4,05	nd	nd
SOP	52:1	5,10	6,60	6,54	1,43	1,33
POO	52:2	21,35	19,35	20,02	39,83	39,88
PLO	52:3	5,57	5,01	5,16	nd	nd
SOO	54:2	1,67	2,01	2,08	2,04	1,88
OOO	54:3	4,63	3,93	4,21	37,79	37,64
OLO	54:4	1,83	1,53	1,64	nd	nd

P: Palmítico; O: Oleico; L: Linoleico; S: Estearico; nd: não detectado. NCE: Número de Carbono Equivalente.

Observam-se 10 diferentes tipos de triacilgliceróis (48 a 54 NCE) para os cremes vegetais e óleo de palma. O triacilglicerol PPP aparece com percentuais próximos no óleo de palma e cremes vegetais e menores valores nos óleos de buriti, provavelmente, devido ao elevado percentual do ácido palmítico no óleo de palma e nos cremes vegetais, praticamente dez vezes mais em relação ao percentual nos óleos de buriti. Os maiores percentuais de triacilgliceróis nos cremes vegetais são do triacilglicerol POP, com 32,55% para o CVP e 31,76% para o CVA e do POO com 21,35 e 19,35% nos CVP e CVA, respectivamente, cujas presenças são justificadas pelos percentuais de POP (31,44%) e POO (20,02%) no óleo de palma, devido ao maior percentual de óleo de palma utilizado na produção do creme em comparação aos óleos de buriti.

As análises de variância para os teores de fitosteróis e tocoferóis dos cremes vegetais e dos óleos de palma, buriti extraído por prensagem a frio e buriti artesanal estão apresentadas nos Apêndices 9 e 10, respectivamente. Observa-se que o teste F foi significativo ($p < 0,01$) e os resultados encontram-se na Tabela 19.

Verificou-se somente a presença de campesterol e estigmasterol nos dois cremes vegetais e nos óleos de buriti. No entanto, apenas o estigmasterol foi encontrado no óleo de palma. Assim, deduz-se que a presença do campesterol nos cremes é proveniente dos óleos de buriti.

Quanto aos tocoferóis, apenas os isômeros α -tocoferol e γ -tocoferol estavam presentes no CVP e OP, enquanto que o β -tocoferol só foi encontrado nos óleos de buriti e o δ -tocoferol, além dos óleos de buriti, também foi encontrado no creme vegetal com óleo de buriti artesanal.

De acordo com o regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos óleos e gorduras - subcategoria creme vegetal e margarinas (BRASIL, 2005b), o limite máximo de adição de tocoferóis sobre o teor de gordura é de 500 mg/kg. Como nos CVP e CVA as

Tabela 19 – Análises de fitosteróis, tocoferóis e vitamina E dos cremes vegetais e óleos.

Determinações	CVP	CVA	OP	OBP	OBA
Fitosteróis (mg/kg)					
Campesterol	3,00 ± 0,14 ^a	8,53 ± 0,06 ^d	nd	6,81 ± 0,09 ^c	3,44 ± 0,04 ^b
Estigmasterol	7,85 ± 0,25 ^a	8,74 ± 0,12 ^b	7,48 ± 0,34 ^a	29,94 ± 0,10 ^c	52,09 ± 0,02 ^d
Totais	10,85 ± 0,16 ^b	17,26 ± 0,07 ^c	7,48 ± 0,48 ^a	36,75 ± 0,26 ^d	55,52 ± 0,03 ^e
Tocoferóis (mg/kg)					
α-tocoferol	18,75 ± 0,35 ^b	14,15 ± 0,05 ^a	22,10 ± 0,10 ^c	263,80 ± 0,20 ^d	393,10 ± 0,50 ^e
β-tocoferol	nd	nd	nd	14,10 ± 0,20 ^a	24,90 ± 0,20 ^b
γ-tocoferol	11,30 ± 0,30 ^b	7,65 ± 0,05 ^a	26,00 ± 0,10 ^c	355,30 ± 0,20 ^e	228,15 ± 0,35 ^d
δ-tocoferol	nd	8,75 ± 0,05 ^a	nd	41,95 ± 0,45 ^c	20,60 ± 0,60 ^b
Totais	30,05 ± 0,07 ^a	30,55 ± 0,07 ^a	48,10 ± 0,00 ^b	675,15 ± 0,21 ^c	666,75 ± 0,78 ^d
Vitamina E (UI/kg)	22,32 ± 0,48 ^b	16,71 ± 0,07 ^a	28,21 ± 0,13 ^c	348,16 ± 0,43 ^d	474,36 ± 0,63 ^e

Médias ± desvios padrões seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

nd: não-detectado (campesterol < 4,25 mg/kg; β-tocoferol < 3,50 mg/kg; δ-tocoferol < 2,30 mg/kg).

concentrações foram de 30,05 e 30,55 mg/kg, respectivamente, seria então, necessária a adição de antioxidantes.

Observa-se que os óleos de buriti apresentaram maiores quantidades de fitosteróis, tocoferóis e vitamina E. Isto em função das características dos óleos e, também, porque o óleo de palma foi refinado. Assim, compreende-se que embora os óleos de buriti apresentem percentuais elevados desses compostos, a sua contribuição nos cremes vegetais foi muito pequena, devido ao baixo percentual utilizado na produção dos cremes. No entanto, esse pequeno percentual adicionado foi suficiente para contribuir na cor, no aroma e sabor dos cremes vegetais e, por isso, não houve necessidade do uso de aditivos como corantes e aromatizantes.

Os resultados das análises microbiológicas e o limite máximo estabelecido pela legislação para os cremes vegetais, CVP e CVA, estão apresentados na Tabela 20. Dessa forma, os cremes vegetais, encontraram-se dentro dos padrões aceitáveis, os quais são exigidos pelas legislações vigentes (BRASIL, 1997; APHA, 2001; BRASIL, 2003) e o indicativo de que os resultados apresentados foram consequentes da aplicação das boas práticas higiênico-sanitárias durante todo o processo de produção dos cremes vegetais.

No perfil dos avaliadores, 45% responderam que gostam pouco de creme vegetal, 33% que gostam muito, 19% que não gostam e nem desgostam, 2% que desgostam pouco e 1% que desgostam muito. Obteve-se a média de 4,05 (Tabela 21), de acordo com a escala hedônica de 5 pontos, correspondendo a opção “gosto pouco”.

Com relação à frequência de consumo de creme vegetal, 36% marcaram a opção 2 a 3 vezes por semana, 23% 4 ou mais vezes por semana, 16% uma vez por quinzena, 14% uma vez por semana e 12%

Tabela 20 – Análises microbiológicas dos cremes vegetais.

Análises	Padrão	CVP	CVA
Coliformes a 35°C	10 NMP/g	< 3 NMP/g	< 3 NMP/ g
Coliformes a 45°C	10 NMP/g	< 3 NMP/g	< 3 NMP/ g
Coagulase positiva	10 ² UFC/g	< 10 ² UFC/g	< 10 ² UFC/ g
Contagem de total de placas	Não há	5.10 UFC/g	4.10 UFC/g
Salmonella	Ausência em 25 g	Ausência	Ausência
Bolores e leveduras	5. 10 ² UFC/g	Ausência	Ausência

não consomem. A média da frequência foi de 3,42 (Tabela 21) de acordo com a escala hedônica de 5 pontos, que corresponde a “1 vez por semana”.

Quanto ao fruto do buriti, a média dos avaliadores, também, marcou a opção “gosto pouco” tendo como maior percentual a opção gosto muito com 56% e a média da frequência de consumo foi de “1 vez por quinzena”, sendo esta a opção de maior percentual, 48%, e pode ser justificada pelo fato do buriti ser um fruto sazonal.

Tabela 21 – Perfil dos avaliadores sobre creme vegetal e fruto do buriti.

Produtos	Gostam/ Desgostam	Frequência de consumo
Creme vegetal	4,05 ± 0,86	3,42 ± 1,32
Fruto do buriti	4,16 ± 1,16	2,15 ± 1,01

A partir do perfil dos avaliadores foram selecionados 79 para realizar o teste afetivo, correspondendo 45% que gostam pouco e 33% que gostam muito de creme vegetal. Na Tabela 22 são apresentadas as médias de aceitação por atributos sensoriais e de intenção de compra dos cremes vegetais, CVP e CVA. A partir dos resultados adquiridos para o teste de aceitação observa-se que as médias da aparência para os dois cremes foram “gostei muitíssimo” de acordo com a escala hedônica de 9 pontos (Anexo 4) e os demais atributos apresentaram médias “gostei moderadamente”, enquanto que, na intenção de compra as médias foram “provavelmente compraria”. Assim, tanto para a aceitação como para a intenção de compra, os cremes vegetais não apresentaram diferença significativa de acordo com o teste t de *Student* ($p < 0,05$).

Tabela 22 – Aceitação por atributos e intenção de compra dos cremes vegetais.

Produto	Aparência	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Aceitação global	Intenção de compra
CVP	7,80 ± 0,99 ^a	7,59 ± 0,97 ^a	7,09 ± 1,28 ^a	7,41 ± 1,24 ^a	7,36 ± 1,56 ^a	7,61 ± 1,42 ^a	4,31 ± 0,75 ^a
CVA	7,84 ± 1,16 ^a	7,75 ± 1,20 ^a	7,13 ± 1,44 ^a	7,09 ± 1,27 ^a	7,17 ± 1,51 ^a	7,41 ± 1,27 ^a	4,08 ± 0,88 ^a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t de *Student* ($p < 0,05$).

6 CONCLUSÕES

A polpa do fruto de buriti analisada apresentou como constituintes principais os carboidratos e lipídios, valores de macronutrientes significativos quando comparados a outros frutos amazônicos.

Os óleos de buriti, obtidos por prensagem a frio e artesanalmente, apresentaram propriedades físico-químicas similares e comparáveis as de óleos convencionais e de boa qualidade. Porém, neste estudo, o óleo de buriti artesanal apresentou período de indução e teor de carotenoides significativamente superior, ou seja, mais de duas vezes o valor encontrado para o óleo de buriti prensado.

Quanto à composição em ácidos graxos, os óleos de buriti apresentaram acima de 70% de monoinsaturados e baixos valores de poli-insaturados, considerados alto oleicos, conferindo maior estabilidade oxidativa.

Com relação aos compostos bioativos, os óleos de buriti mostraram-se mais ricos em carotenoides e tocoferóis, se destacando os isômeros α - e γ -tocoferol, representando assim, promissoras fontes de vitaminas A e E e antioxidantes naturais.

Durante o processo de termoxidação não houve oscilação importante no perfil de ácidos graxos do óleo de buriti prensado a frio. Ao longo do aquecimento, o óleo de buriti apresentou maior retenção de fitosteróis em relação aos compostos bioativos, carotenoides e tocoferóis.

Na produção dos cremes vegetais adotou-se a formulação de 78% de óleo de palma com adição de 2% dos óleos de buriti, extraído por prensagem e artesanal. Tendo em vista este reduzido percentual e o óleo de palma ser refinado, os cremes apresentaram baixos teores de compostos bioativos. Apesar disso, o óleo de buriti foi suficiente para contribuir na cor, no aroma e sabor dos cremes vegetais e, por isso, não houve necessidade do uso de aditivos como corantes e aromatizantes.

Na análise sensorial, as médias de aceitação global para ambos os cremes vegetais em relação a aparência foram “gostei muitíssimo” e para os demais atributos foram “gostei moderadamente”; enquanto que para a intenção de compra, as médias foram “provavelmente compraria”.

A aplicação dos óleos de buriti nos cremes vegetais não apresentou significativa contribuição nutricional quanto ao acréscimo de fitosteróis, tocoferóis e vitamina E, em decorrência do baixo percentual adotado na formulação dos cremes vegetais. No entanto, a sua adição favoreceu a coloração dos cremes, dispensando o uso de corantes, além de ter apresentado moderada aceitação e provável intenção de compra por parte dos provadores.

Os óleos de buriti demonstram grande potencial para novas fontes de óleo “alto-oleico”, vitaminas A e E e antioxidantes naturais, despontando como uma via para o uso do buriti na região do município de Caxias-MA.

REFERÊNCIAS

ADHIKARI, P.; HWANG, K. T.; SHIN, M. K., LEE, B. K; KIM S. K.; KIM S. Y. Tocols in caneberry seed oils. **Food Chemistry**, v. 111, n. 1, p. 687-90, 2008.

AHA. AMERICAN HEART ASSOCIATION. Scientific Statement: Summary of the scientific conference on dietary fatty acids and cardiovascular health. Conference summary from the nutrition committee of The American Heart Association. **Circulation**, v. 103, n. 7, p. 1034-1039, 2001.

AKINOSO, R.; ABOABA, S.; OLAYANJU, T. Effects of moisture content and heat treatment on peroxide value and oxidative stability of un-refined sesame oil. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, v. 10, n. 10, p. 4268-4285, 2010.

ALBUQUERQUE, M. L. S.; GUEDES, I.; ALCANTARA JR., P.; MOREIRA, S. G. C.; BARBOSA NETO, N. M.; CORREA, D. S.; ZILIO, S. C. Characterization of buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil by absorption and emission spectroscopies. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 16, n. 6A, p. 1113-1117, 2005.

ALMEIDA, N. M.; MOURA, J. M. L. N.; MOREIRA, R. C. N.; FRANCO, M. R. B. Tocoferóis do músculo dorsal e cavidade ocular do matrinxã (*Brycon cephalus*) proveniente da Bacia Amazônica em diferentes épocas sazonais. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 636-640, 2006.

ALMEIDA, S. P. D.; SILVA, J. A. D. **Piqui e buriti**. Planaltina: Embrapa-CPAC: 38 p. 1994.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenoides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Avaliação do óleo de girassol adicionado de antioxidantes sob estocagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 498-502, 2008.

ANTONIASSI, R. Métodos de avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. **Boletim do Centro Pesquisas em Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 353-380, 2001.

ANTONIOSI FILHO, N. R.; MENDES, O. L.; LANÇAS, F. M. Computer prediction of triacylglycerol composition of vegetable oils by HRGC. **Chromatographia**, Chicago, v. 40, n. 9, p. 557-562, 1995.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analysis Chemists**. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 2005.

AOCS. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. Chicago: AOCS, 2009.

APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods of the American Public Health Association**. Washington: APHA, 2001.

AQUINO, J. S.; PESSOA, D. C. N.; ARAÚJO, K. L. G. V.; EPAMINONDAS, P. S.; SHULER, A. R. P.; SOUZA, A. G.; STAMFORD, T. L. M. Refining of buriti oil (*Mauritia flexuosa*) originated from the Brazilian Cerrado: physicochemical, thermal-oxidative and nutritional implications. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 212-219, 2012a.

AQUINO, J. S.; PESSOA, D. C. N. D. P.; OLIVEIRA, C. E. V. D.; CAVALHEIRO, J. M. O.; STAMFORD, T. L. M. 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**, Campinas, v. 25, n. 6, p. 765-774, 2012b.

AQUINO, J. S.; TAVARES, R. L.; MEDEIROS, L. B.; MARTINS, C. C. L.; PESSOA, D. C. N. P.; STAMFORD, T. L. M. Effect on the consumption on buriti oil on the metabolism of rats induced by iron overload. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, São Paulo, v. 59, n. 5, p. 422-427, 2015.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2015.

AROMATERAPIA, H. **Óleo vegetal de buriti**. 2014. disponível em: <<http://harmoniearomaterapia.com.br/oleo-vegetal-de-buriti/>>. Acesso em: 19 de novembro de 2015.

ARRANZ, S.; CERT, R.; PÉREZ-JIMÉNEZ J.; CERT, A.; SAURA-CALIXTO, F. Comparison between free radical scavenging capacity and oxidative stability of nut oils. **Food Chemistry**, London, v. 110, n. 4, p. 985-990, 2008.

ARVAYO-ENRÍQUEZ, H.; MONDACA-FERNÁNDEZ, I.; GORTAREZ-MOROYOQUI, P.; LÓPEZ-CERVANTES, J.; RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, R. Carotenoids extraction and quantification: a review. **Analytical Methods**, v. 5, n. 12, p. 2916-2924, 2013.

AZZI, A.; STOCKER, A. Vitamin E: non-antioxidant roles. **Progress in Lipid Research**. v. 39, n. 3, p. 231-255, 2000.

BARBOSA, R. I.; LIMA, A. D.; MOURÃO JUNIOR, M. Biometria de frutos do buriti (*Mauritia flexuosa* L.F. - Arecaceae): produção de polpa e óleo em uma área de savana em Roraima. **Ciência & Desenvolvimento**, v. 5, n. 10, p. 71-85, 2010.

BATISTA, J. S. Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 1, p. 136-141, 2012.

BEARDSELL, D.; FRANCIS, J.; RIDLEY, D.; ROBARDS, K. Health promoting constituents in plant derived edible oils. **Journal of Food Lipids**, Newfoundland, v. 9, n. 1, p. 1-34, 2002.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas potenciais do Nordeste para a produção de biodiesel**. Documentos, 2007.

BRASIL. MAPA. Portaria nº 372, de 04 de setembro de 1997. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de Margarina. **Diário**

Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 1997.

_____. MAPA. 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**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 ago. 2003.

_____. ANVISA. Consulta Pública nº 85, de 13 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 dez. 2004a.

_____. ANVISA. Informe Técnico nº 11, de 05 de outubro de 2004. Estabelece normas para óleos e gorduras utilizados em frituras. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 out. 2004b.

_____. ANVISA. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005a.

_____. ANVISA. Resolução RDC nº 23, de 15 de fevereiro de 2005. Aprova o regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para categoria de alimentos óleos e gorduras – subcategoria creme vegetal e margarinas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 fev. 2005b.

_____. ANVISA. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 Set 2005c.

_____. M.S. **Alimentos regionais brasileiros**. Biblioteca Virtual em Saúde, Brasília: Ministério da Saúde. 2015a.

_____. ANVISA. **Guia de procedimentos para pedidos de inclusão e extensão de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia de fabricação na legislação brasileira**. 2015. Disponível em:< www.anvisa.gov.br/alimentos/guia_pedidos.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2015b.

CAHOON, E. B.; SCHMID, K. M. Metabolic engineering of the content and fatty acid composition of vegetable oils. In: BOHNERT, H.; NGUYEN, H.; LEWIS, N. (Ed.). **Bioengineering and molecular biology of plant pathways**. Burlington: Elsevier, 2008. p. 159-198. (Advances in Plant Biochemistry and Molecular Biology, 1)

CARNEIRO, T. B.; MELLO, J. G. D. Frutos e polpa desidratada de buriti (*Mauritia flexuosa* L.): aspectos físicos, químicos e tecnológicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 6, n. 2, p. 105-11, 2011.

CARTER, J. F. Potential of flaxseed and flaxseed oil in baked goods and other products in human nutrition. **Cereal Foods World**, v. 38, n. 10, p. 753-59, 1993.

CEOTTO, B. O que é que a linhaça tem. Dentro das sementes da planta que dá origem ao linho há componentes que equilibram os hormônios femininos e reforçam as defesas do corpo. **Revista Saúde**, v. 23, n. 3, p. 37-40, 2000.

CIRLINI, M.; CALIGIANI, A.; PALLA, G.; De ASCENTIIS, A.; TORTINI, P. Stability studies of ozonized sunflower oil and enriched cosmetics with a dedicated peroxide value determination. **Ozone: Science & Engineering**, v. 34, n. 4, p. 293-299, 2012.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex standard for named vegetable oils**. Codex Stan 210-1999. Rome, 2009.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex standard for olive oils and olive pomace oils**. Codex Stan 33-1981. Rome, 2015.

COELHO, M. S.; SALAS-MELADO, M. M. Chemical characterization of Chia (*Salvia hispanica* L.) for use in food products. **Journal of Food and Nutrition Research**, Bratislava, v. 2, n.5, p. 263-269, 2014.

COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Characterization of the pulp and kernel oils from *Syagrus oleracea*, *Syagrus romanzoffiana* and *Acromia aculeata*. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 76, n. 8, p. C1156-C1161, 2011.

CONDE, S. R.; BOSCO, S. M. Óleos e gorduras. In: BOSCO, S. M. D. e CONDE, S. R. (Org.). **Nutrição & Saúde**. Lajeado: UNIVATES, 2013.

COSTA, M. M. **Caracterização físico-química de azeites de dendê bruto (*Elaeis guineenses*) submetidos à termoxidação**. 59 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos, Nutrição e Saúde), - Programa de Pós-Graduação em Alimentos, nutrição e saúde, Universidade Federal Rural da Bahia, Salvador, 2015.

COSTA, P. A.; BALLUS, C. A.; TEIXEIRA-FILHO, J.; GODOY, H. T. Phytosterols and tocopherols content of pulps and nuts of Brazilian fruits. **Food Research International**, Barking, v. 43, n. 6, p. 1603-1606, 2010.

COSTA-SINGH, T. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos e estabilidade de compostos bioativos em óleos de polpa e amêndoa de frutos amazônicos**. 158 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, 2015.

COSTA-SINGH, T., JORGE, N. Characterization of *Carya illinoensis* and *Juglans regia* oils obtained by different extration systems. **Acta Scientiarum**, v. 37, n. 2, p. 279-285, 2015.

CUNHA, M. A. E. Supercritical adsorption of buriti oil (*Mauritia flexuosa* Mart.) in γ -alumina: A methodology for the enriching of anti-oxidants. **The Journal of Supercritical Fluids**, Amsterdam, v. 66, p. 181-191, 2012.

DARNET, S. H.; SILVA, L. H. M. D.; RODRIGUES, A. M. D. C.; LINS, R. T. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the amazon region. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 31, p. 488-491, 2011.

DAS, U. N. Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. **Biotechnology Journal**, v. 1, n. 4, p. 420-439, 2006.

DUCHATEAU, G. S. M. J. E. et al. Fast and accurate method for total 4-desmethyl sterol(s) content in spreads, fat-blends, and raw materials. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 79, n. 3, p. 273-278, 2002.

ESMAELIFARD, N., BAHMAEI, M., ESHRATABADI, P. Comparison of physicochemical characteristics of same margarines and butters in Iranian market during storage. **Journal of Pharmaceutical and Health Sciences**, v. 4, n. 3, p. 181-192, 2016.

ETTINGER, S. Macronutrientes: carboidratos, proteínas e lipídeos. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. (Ed.). **Alimentos, nutrição & dietoterapia**. 13. ed. São Paulo: Roca; 2013.

FADAVI, A.; BARZEGAR, M.; AZIZI, M. H. Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 19, n. 6, p. 676-680, 2006.

FAO. **Oilseeds**: world markets and trade. 2016. disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2016.

FREIRE, P. C. M.; MANCINI-FILHO, J.; FERREIRA, T. A. P. C. Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 26, p. 353-358, 2013.

FREITAS, E. **Os mapas e gráficos**. 2013. disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/os-mapas-os-graficos.htm>>. Acesso em: 01 de agosto de 2013.

FUJITA, E. **Qualidade e conservação frigorificada do fruto de buriti** (*Mauritia flexuosa* L. f.). 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), -

Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2007.

GAUTO, M.; ROSA, G. **Química industrial**: Série Tekne. Tekne Editora, 2013.

GERALDO, R. R. C.; PAIVA, S. A. R. D.; PITAS, A. M. C. D. S.; GODOY, I. D.; CAMPANA, Á. O. Distribuição da hipovitaminose A no Brasil nas últimas quatro décadas: ingestão alimentar, sinais clínicos e dados bioquímicos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 4, p. 443-460, 2003.

GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Buriti (*Mauritia vinifera* Mart), uma fonte riquíssima de pró-vitamina A. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 38, p. 109-120, 1995.

GOTOH, N.; MIYAKE, S.; TAKEI, H.; SASAKI, K.; OKUDA, S.; ISHINAGA, M.; WADA, S. Simple method for measuring the peroxide value in a colored lipid. **Food Analytical Methods**, v. 4, n. 4, p. 525-530, 2011.

GRANADO, F.; OLMEIDA, B.; GIL, B.; MARTÍNEZ E.; BLANCO, I. A. Fast reliable and low-cost saponification protocol for analysis of carotenoids in vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, n. 5, p. 479-489, 2001.

GUINAZI, M.; MILAGRES, R. C. R. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; CHAVES, J. B. P. Tocoferóis e tocotrienóis em óleos vegetais e ovos. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2098-2103, 2009.

HAMMOND, E. G.; JOHNSON, L. A.; SU, C.; WANG, T.; WHITE, P. J. Soybean Oil. In: SHAHIDI, F. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Edible Oils**. 6. ed. v. 2. Cap. 13. EUA: Wiley-interscience, 2005.

HARRIS, D. C. **Análise química quantitativa**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

IQBAL, S.; BHANGER, M. I. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. **Food Chemistry**, London, v. 100, n. 1, p. 246-254, 2007.

JACKSON, H.; BRAUN, L.; CRISTI, L.; HANSGEORG H. E. The chemistry of novel xanthophyll carotenoids. **American Journal of Cardiology**, v. 110, n. 10, p. S50-S57, 2008.

JORGE, N. **Química e tecnologia de óleos vegetais**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

JORGE, N.; GONÇALVES, L. A. G. Comportamento do óleo de girassol com alto teor de ácido oleico em termoxidação e fritura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 1-15, 1998.

JORGE, N.; LOPES, M. R. V. Avaliação de óleos e gorduras de frituras coletados no comércio de São José do Rio Preto. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 149-156, 2003.

JORGE, N.; VERONEZI, C. M.; DEL RÉ, P. V. Antioxidant effect of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts in soybean oil under thermoxidation. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 39, n. 6, p. 1399-1406, 2015.

KAMAL, A.; RAGHUNATHAN, V. A. Modulated phases of phospholipid bilayers induced by tocopherols. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1818, n. 11, p. 2486-2493, 2012.

KOPSELL, D. A.; KOPSELL, D. E. Accumulation and bioavailability of dietary carotenoids in vegetable crops. **Trends in Plant Science**, v. 11, n. 10, p. 499-507, 2006.

KORCHAZHKINA, O. E.; JONES, M. CZAUDERNA.; S. A. SPENCER; J. KOWALCZYK. HPLC with UV detection for measurement of vitamin E in human milk. **Acta Chromatographica**, n. 16, p. 48-57, 2006.

LAGARDA, M. J.; GARCÍA-LLATAS, G.; FARRÉ, R. Analysis of phytosterols in foods. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical**

Analysis, v. 41, n. 5, p. 1486-1496, 2006.

LAVIE, C. J. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular diseases. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v. 54, n. 7, p. 585-594, 2009.

LEVERMANN, R. A.; SOUZA, J. P. M. Óleo de palma. O crescimento da indústria global. **Agroanalysis**, São Paulo, v. 34, n. 02, p. 13-15, 2014.

LIMA, A. L. S.; LIMA, K. S. C.; COELHO, M. J.; MICHELE, J.; SILVA, R. L. O. G.; PACHECO, S. Avaliação dos efeitos da radiação gama nos teores de carotenoides, ácido ascórbico e açúcares do fruto buriti do brejo (*Mauritia flexuosa* L.). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n. 3, p. 649-654, 2009.

LIN, S.; SUE, T.; AI, T. **Methods of test for palm oil and palm oil products**. PORIM Test Methods, 1995.

LIN, B. F.; WU, Y. J.; CHIANG, B. L.; LIU, J. F.; HUANG, C. J. Effects of dietary oxidized frying oil on immune responses of spleen cells in rats. **Nutrition Research**, Cambridge, v. 17, n. 4, p. 729-740, 1997.

LIRA, G. M.; MANCINI-FILHO, J.; SANTANA, L. S.; TORRES, R. P.; OLIVEIRA, A. C.; OMENA, C. M. B.; SILVA NETA, M. L. Fatty acids composition, chemical centesimal composition and caloric value in raw and boiled mollusks with milk coconut in the city of Maceió, Alagoas, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 40, n. 4, p. 529-537, 2004.

LUMLEY, I. D. **Polar compounds in heated oils**. In: VARELA, G.; BENDER, A. E. et al., (Org.). *Frying of food, principles, changes, new approaches*. London: VCH, 1988.

MACHADO, E. R.; GARCÍA, M. C. D.; ABRANTES, S. M. P. Alterações dos óleos de palma e de soja em fritura descontínua de batatas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 786-792, 2008.

MANHÃES, L. R. T. **Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.): um potente alimento funcional.** 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

_____. **Avaliação do potencial nutricional, funcional e sensorial de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.).** 105 f. Tese (Doutorado em Ciências), - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 31, p. 856-863, 2011.

MARANGONI, F.; POLI, A. Phytosterols and cardiovascular health. **Pharmacological Research**, v. 61, n. 3, p. 193-199, 2010.

MARIATH, J. G.; LIMA, M. C.; SANTOS, L. M. Vitamin A activity of buriti (*Mauritia vinifera* Mart) and its effectiveness in the treatment and prevention of xerophthalmia. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 49, n. 5, p. 849-853, 1989.

MARTINS, M. L. **Fenologia, produção e pós-colheita de frutos de buriti (*Mauritia flexuosa* L.f) em três veredas do cerrado no estado de Goiás.** 144 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

MASSON, L.; CAMILO, C.; TORIJA, M. E. Caracterización del aceite de coquito de palma chilena (*Jubaea chilensis*). **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 59, n. 1, p. 33-38, 2008.

MATOS, F. D. S.; NUNES, Y. R. F.; SILVA, M. A. P.; OLIVEIRA, I. D. S. Variação biométrica de diásporos de buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.-Arecaceae) em veredas em diferentes estágios de conservação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 833, 2014.

MBA, O. I.; DUMONT, M.-J.; NGADI, M. Palm oil: processing, characterization and utilization in the food industry – a review. **Food Bioscience**, v. 10, p. 26-41, 2015.

MEDIC, J.; ATKINSON, C.; HURBURGH J. R. Current knowledge in soybean composition. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, n. 3, p. 363-384, 2014.

MELO, W. D. S.; PENA, R. D. S.; RODRIGUES, A. M. D. C.; SILVA, L. H. M. D. Hygroscopic behavior of buriti (*Mauritia flexuosa*) fruit. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 4, p. 935-940, 2011.

MERRIL, A. L.; WATT, B. K. **Energy value of foods: basis and derivation**. Washigton: United States Department of Agriculture, 1973.

MOTTA, V. T. **Introdução à bioquímica**. Campina Grande: CLÍNICAS, A. A, 2006.

NAGHSHINEH, M.; MIRHOSSEINI, H. Effects of frying condition on physicochemical properties of palm olein-olive oil blends. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, Helsinki, v. 8, p. 175-178, 2010.

NAWAR, W. W. LIPIDOS. In: FENNEMA, Owen R. **Química de los Alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2000. Cap. 4, p. 157-274.

NIKI, E.; TRABER, M. G. Vitamin E history. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 61, n. 3, p. 207-212, 2012.

NUNES, S. P. Produção e consumo de óleos vegetais no Brasil. **Boletim Eletrônico do Departamento de Estudos Sócio-Econômicos Rurais**, Curitiba, v. 159, p. 1-10, 2007.

NWOSU, C.; BOYD, L. **Oxidative stability of various oils as determined by the Rancimat Method**. In: Proceedings of Annual Conference Tropical and Subtropical Fisheries Technological Conference of the Americas, 1994.

OMAR, Z., HISHAMUDDIN, E., SAHRI, M. M., FAUZI, S. H. M., DIAN, N. L. H. M., RAMLI, M. R., RASHID, N. A. Palm oil crystallization: a review. **Journal of Oil Palm Research**, v. 27, n. 2, p. 97-106, 2015.

ONU. **Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos**. FAO: Roma, 1987.

OSAWA, C. C.; GONÇALVES, L. A. G. Deep-fat of meat products in palm olein. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 4, p. 804-811, 2012.

PARRA, R. G. C.; DUAILIBI, S. R. Uso de alimentos funcionais: os principais e as quantidades necessárias para se obter o apelo de saudabilidade. In: TORRES, E. A. F. S. (Ed.) **Alimentos do milênio: importância dos transgênicos, funcionais e fitoterápicos para a saúde**. São Paulo: Signus Editora, 2002, p. 1-14.

PAUL, S.; MITTAL, G. S. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil food frying. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 37, n. 7, p. 635-662, 1997.

PAWŁOWICZ, R.; GROMADZKA, J.; TYNEK, M.; TYLINGO, R.; WARDENCKI, W.; KARLOVITS, G. The influence of the UV irradiation on degradation of virgin rapeseed oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 115, n. 6, p. 648-658, 2013.

PIZARRO, C.; ESTEBAN-DÍEZ, I.; RODRÍGUEZ-TECEDOR, S.; GONZÁLEZ-SÁIZ, J. M. Determination of the peroxide value in extra virgin olive oils through the application of the stepwise orthogonalisation of predictors to mid-infrared spectra. **Food Control**, v. 34, n. 1, p. 158-167, 2013.

PRZYBYLSKI, R.; MAG, T.; ESKIN, N. A. M.; MCDONALD, B. E. Canola oil. In: SHAHIDI, Fereidoon et al. **Bailey's industrial oil and fat products**. 6. ed. Wiley: Hoboken, 2005. v. 2. Cap. 2, p. 61-122.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. A química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. **Revista Virtual de Química**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 2-15, 2012.

REBOUL, E.; RICHELLE, M.; PERROT, E.; DESMOULINS-MALEZET, C.; PIRISI, V.; BOREL, P. Bioaccessibility of carotenoids and vitamin E from their main dietary sources. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 23, p. 8749-8755, 2006.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, 2014.

RODRIGUES, J. N.; FILHO, J. M.; TORRES, R. P.; GIOIELLI, L. A. Caracterização físico-química de creme vegetal enriquecido com ésteres de fitosteróis. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, p. 505-520, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Quantitative analysis *in vitro* assessment of bioavailability and antioxidant activity of food carotenoids - a review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n.7, p. 726-740, 2010.

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

ROSA, R. K.; BARBOSA, R. I.; KOPTUR, S. How do habitat and climate variation affect phenology of the Amazonian palm, *Mauritia flexuosa*? **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 29, n. 03, p. 255-259, 2013.

RUDZINSKA, M.; PRZYBYLSKI, R.; WASOWICZ, E. Degradation of phytosterols during storage of enriched margarines. **Food Chemistry**, v. 142, p. 294-298, 2014.

SALAS, J. N. J.; SÁNCHEZ, J.; RAMLI, U. S.; MANAF, A. M.; WILLIAMS, M.; HARWOOD, J. L. Biochemistry of lipid metabolism in olive and other oil fruits. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 151-180, 2000.

SAMPAIO, M. B.; CARRAZZA, L. R. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do buriti (*Mauritia flexuosa*)**. 1. Brasília - DF: 2012.

SAMPAIO, M. B. **Ecologia, manejo e conservação do buriti (*Mauritia flexuosa* Arecaceae) nos brejos do Brasil Central**. 161 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), - Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

SANTOS, M. F. G.; ALVES, R. E.; ROCA, M. Carotenoid composition in oils obtained from palm fruits from the Brazilian Amazon. **Grasas y Aceites**, Seville, v. 66, n. 3, p. 1-8, 2015.

SANTOS, M. F. G.; ALVES, R. E.; RUÍZ-MÉNDEZ, M. V. Minor components in oils obtained from Amazonian palm fruits. **Grasas y Aceites**, Seville, v. 64, n. 5, p. 531-536, 2013.

SANTOS, M. F. G.; MARMESAT, S.; BRITO, E.; ALVES, R.; DOBARGANES, M. C. Major components in oils obtained from Amazonian palm fruits. **Grasas y Aceites**, Seville, v. 64, n. 3, p. 328-334, 2013.

SANTOS, J. L., SANTOS, J. K., SANTOS, E. F., SANCHES, F. F. Z., MANHANI, M. R., NOVELLO, D. Sensorial and physicochemical qualities of pasta prepared with amaranth. **Acta Scientiarum**, v. 37, n. 1, p. 69-75, 2015.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Lipid Oxidation: Measurement Methods. In: SHAHIDI, Fereidoon. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**. 6. ed., v.1, Newfoundland: John Wiley & Sons, 2005. Cap. 8, p. 357-386.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. CIFOR, 2005.

SILVA, J. R. **Avaliação da estabilidade de margarina de mesa armazenada à temperatura de 30°C**. 94 f. Dissertação (Mestrado), -

Escola de Engenharia do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2009.

SILVA, A. C.; JORGE, N. Bioactive compounds of oils extracted from fruits seeds obtained from agroindustrial waste. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 118, n. 1, p. 1-5, 2016.

SIRÓ, I.; KÁPOLNA, E.; KÁPOLNA, B.; LUGASI, A. Functional food: product development, marketing and consumer acceptance: a review. **Appetite**, v. 51, n. 3, p. 456-467, 2008.

SOUZA, C. H. B. **Desenvolvimento de margarina probiótica e simbiótica: viabilidade do probiótico no produto e resistência *in vitro***. 208 f. Tese (Doutorado), - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímica - Farmacêutica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SPERANZA, P.; FALCÃO, A. D. O.; MACEDO, J. A.; SILVA, L. H. M. D.; RODRIGUES, A. M. D. C.; MACEDO, G. A. Amazonian buriti oil: chemical characterization and antioxidant potential. **Grasas y Aceites**, Seville, v. 67, n. 2, p. e135, 2016.

TAŞAN, M.; BILGIN, B.; GEÇGEL, U.; DEMIRCI, A.S. Phytosterols as functional food ingredients. **Journal of Tekirdag Agricultural Faculty**, Tekirdag, v. 3, n. 2, p. 153-159, 2006.

TIWARI, M.; TIWARI, K.; TOLIWAL, D. Studies on thermal stability of palm-sesame oil blends during deep fat frying. **Journal of Scientific & Industrial Research**, New Delhi, v. 73, p. 153-156, 2014.

URIARTE, P. S.; GUILLÉN, M. D. Formation of toxic alkylbenzenes in edible oils submitted to frying temperature: Influence of oil composition in main components and heating time. **Food Research International**, Barking, v. 43, n. 8, p. 2161-2170, 2010.

VERONEZI, C. M., JORGE N. Chemical characterization of the lipid fractions of pumpkin seeds. **Nutrition & Food Science**, v. 45, n. 1, p. 164-173, 2015.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T.; SILVA, D.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

VIEIRA, D. A.; FACÓ, L. R.; CECY, A. Buriti: um fruto do cerrado considerado uma planta de uso múltiplo. **Cenarium Farmacêutico**, Brasília, v. 4, p. 11-22, 2011.

WHITE, P. J. Flavor quality of fats and oils. In: O'BRIEN, R.D., FARR, W.C., WAN, P.J. **Introduction to fats and oils technology**. 2. ed. Champaign: AOCS Press, 2000.

WHO. World Health Organization. **Interim summary of conclusions & dietary recommendations on total fat & fatty acids**. Geneva, Suíça, 2008. (The joint FAO/WHO expert consultation on fats & fatty acids in human nutrition).

WONG, Y. F.; MAKAHLEH, A.; SAAD, B.; IBRAHIM, M. N. M.; RAHIM, A. A.; BROSSE, N. UPLC method for the determination of vitamin E homologues and derivatives in vegetable oils, margarines and supplement capsules using pentafluorophenyl column. **Talanta**, Amsterdam, v. 130, p. 299-306, 2014.

YANG, C. S.; LI, G.; YANG, Z.; GUAN, F.; CHEN, A.; JU, J. Cancer prevention by tocopherols and tea polyphenols. **Cancer Letters**, v. 334, n. 1, p. 79-85, 2013.

APÊNDICES

Apêndice 1. Análises de variância para compostos polares totais (CPT) e estabilidade oxidativa (EO) do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios	
		CPT	EO
Tratamentos	5	23,083**	491,570**
Resíduo	6	0,020	1,436
Desvio padrão		0,10	0,85
Coef. variação (%)		0,03	5,72

**significativo ($p < 0,01$).

Apêndice 2. Análises de variância para o perfil de ácidos graxos do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h.

Causas de variação	G. L.	Quadrados médios				
		C16:0	C18:0	C18:1n9	C18:2n6	C18:3n3
Tratamentos	3	0,651**	0,001**	0,469**	0,005**	0,016**
Resíduo	4	0,009	0,000	0,006	0,000	0,000
Desvio padrão		0,07	0,01	0,05	0,01	0,004
Coef. variação (%)		0,36	0,56	0,11	1,92	1,73

**significativo (p < 0,01).

Apêndice 3. Análises de variância para composição em ácidos graxos do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Saturados	Monoinsaturados	Poli-insaturados
Tratamentos	3	0,694**	0,469**	0,038**
Resíduo	4	0,008	0,006	0,000
Desvio padrão		0,06	0,05	0,01
Coeficiente de variação (%)		0,33	0,11	1,79

**significativo (p < 0,01).

Apêndice 4. Análises de variância para carotenoides totais e fitosteróis do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios			
		CT	Campesterol	Estigmasterol	Totais
Tratamentos	5	441.295,398**	20,695**	59,641**	135,959**
Resíduo	6	1334,376	0,026	0,149	0,111
Desvio padrão		25,83	0,11	0,27	0,24
Coefficiente de variação (%)		0,15	5,57	1,66	1,27

**significativo (p < 0,01).

Apêndice 5. Análises de variância para tocoferóis do óleo de buriti prensado sob termoxidação a 180°C/5 h.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		α -toco	β -toco	γ -toco	δ -toco	Totais
Tratamentos	5	20644,533**	66,270**	36980,035**	507,355**	132727,198**
Resíduo	6	0,221	0,013	0,195	0,117	0,276
Desvio padrão		0,33	0,08	0,31	0,24	0,37
Coef. variação (%)		0,67	4,91	0,46	1,99	0,28

**significativo ($p < 0,01$).

Apêndice 6. Análises de variância para ácidos graxos livres (AGL), índice de peróxidos (IP) e índice de iodo (II) das misturas e óleos.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios		
		AGL	IP	II
Tratamentos	4	5,757**	6,605**	1022,770**
Resíduo	5	0,000	0,027	0,000
Desvio padrão		0,01	0,09	0,01
Coef. variação (%)		1,22	3,36	0,02

**significativo ($p < 0,01$).

Apêndice 7. Análises de variância para o perfil de ácidos graxos dos cremes vegetais e óleos.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios				
		C16:0	C18:0	C18:1n9	C18:2n6	C18:3n3
Tratamentos	4	796,836**	15,628**	1252,288**	14,079**	0,170**
Resíduo	5	0,006	0,000	0,006	0,001	0,000
Desvio padrão		0,05	0,01	0,04	0,02	0,004
Coef. variação (%)		0,18	0,41	0,15	1,17	3,26

**significativo ($p < 0,01$).

Apêndice 8. Análises de variância para composição em ácidos graxos dos cremes vegetais e óleos.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Saturados	Monoinsaturados	Poli-insaturados
Tratamentos	4	1027,450	1252,288	11,264
Resíduo	5	0,006	0,006	0,001
Desvio padrão		0,05	0,04	0,02
Coef. variação (%)		0,17	0,15	1,11

**significativo ($p < 0,01$).

Apêndice 9. Análises de variância para fitosteróis dos cremes vegetais e dos óleos.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Campesterol	Estigmasterol	Fitosteróis totais
Tratamentos	4	33,780**	1164,080**	1226,233
Resíduo	5	0,006	0,040	0,039
Desvio padrão		0,05	0,12	0,12
Coef. variação (%)		1,85	0,95	0,78

**significativo ($p < 0,01$).

Apêndice 10. Análises de variância para tocoferóis dos cremes vegetais e dos óleos.

Causa de variação.	G.L.	Quadrados médios					
		α -toco	β -toco	γ -toco	δ -toco	Toco totais	Vit. E
Tratamentos	4	92848,442	385,965	75131,560	932,990	362761,771	142099,410
Resíduo	5	0,085	0,016	0,053	0,113	0,130	0,083
Desvio padrão		0,17	0,07	0,13	0,19	0,21	0,17
Coef. variação (%)		0,21	1,62	0,18	2,36	0,12	0,16

**significativo ($p < 0,01$).

ANEXOS

Anexo 1. Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa.

UNESP - INSTITUTO DE
BIOCIÊNCIAS LETRAS E
CIÊNCIAS EXATAS/ CAMPUS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO ÓLEO DE BURITI (MAURITIA FLEXUOSA L.) E DA SUA APLICAÇÃO EM CREME VEGETAL

Pesquisador: PEDRO ALBERTO PAVAO PESSOA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 60983316.7.0000.5466

Instituição Proponente: Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas/ Campus de São José do

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.894.592

Apresentação do Projeto:

O Projeto está sendo reapresentado com o objetivo de atender à pendência apontada na última análise, referente à inclusão explícita dos critérios de exclusão dos participantes na pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos permanecem os mesmos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A avaliação dos riscos e benefícios permanece a mesma, com o acréscimo solicitado da explicitação dos critérios de exclusão dos participantes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

As considerações gerais apontadas no último parecer permanecem.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE foi alterado com o acréscimo dos critérios de exclusão de participantes conforme solicitado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do atendimento da pendência apontada na última análise, indicamos a aprovação do projeto.

Endereço: CRISTOVAO COLOMBO 2265

Bairro: JARDIM NAZARETH

CEP: 15.054-000

UF: SP

Município: SAO JOSE DO RIO PRETO

Telefone: (17)3221-2428

Fax: (17)3221-2500

E-mail: liliane@ibilce.unesp.br

Anexo 2. Termo de Consentimento Livre Esclarecido.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
 “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
 Campus de São José do Rio Preto

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012)

Você está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa “Avaliação das propriedades do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e sua aplicação em creme vegetal”, sob responsabilidade do pesquisador Pedro Alberto Pavão Pessoa. O estudo será realizado através de análises sensoriais de creme vegetal para avaliar a aceitação e a intenção de compra dos produtos. Este estudo é importante para o desenvolvimento de produtos, ou melhoria dos já existentes que busquem as potencialidades dos derivados do buriti, contribuindo para o crescimento econômico de diversas comunidades nordestinas que tem, como principal fonte de sustento, a extração do fruto do buriti e produção de seus derivados. Os riscos físicos à saúde são mínimos, uma vez que o produto seja de consumo comum (semelhante às margarinas comerciais e de acordo com o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal - RDC nº 270/2005) e produzido a partir da mistura de óleos (palma e buriti) comestíveis, como consta no RDC nº 482/1999 (microbiologia para alimentos), e além de ser manipulado utilizando-se as Boas Práticas de Manipulação utilizando metodologia da Indústria Triângulo Alimentos. Após a produção do creme vegetal realizou-se análises microbiológicas (RDC nº12/2001) cujos resultados estão abaixo do limite permitido. Você poderá consultar o pesquisador responsável em qualquer época, pessoalmente ou pelo telefone da instituição, para esclarecimento de qualquer dúvida. Você está livre, para a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em sigilo, e estes últimos apenas serão utilizados para divulgação em reuniões e revistas científicas. Você será informado dos resultados obtidos, independente do fato destes poderem mudar seu consentimento em participar dessa pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. No caso de eventual problema de saúde (efeito adverso) decorrente de sua participação nos testes sensoriais, você será encaminhado ao Setor de Saúde do Núcleo de Assistência ao Educando (NAE), situado no IFMA, Campus Caxias, à Rodovia MA 349, Km 2, Povoado Lamego, s/n, Zona Rural, Caixa Postal nº 77, Caxias/MA, CEP 65600-992.

OBS.: Caso você seja alérgico ou possua alguma intolerância alimentar quanto à ingestão de óleo de palma, óleo de buriti e produtos que apresentem essas matérias-primas não poderá participar desta pesquisa.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, por favor, informe seus dados abaixo, coloque sua assinatura e a seguir rubrique cada página deste termo.

Nome: _____

R.G. _____ Fone: _____ Email: _____

Endereço:

Caxias, _____ de _____ de 20____.

Usuário ou responsável legal

Pesquisador Responsável

OBS.: Termo apresenta duas vias, uma destinada ao usuário ou seu representante e a outra ao pesquisador.

Nome: Pedro Alberto Pavão Pessoa	Cargo/Função: Aluno/Doutorado
Instituição: Departamento de Educação Superior e Tecnológico/DSTEC/IFMA/Campus Caxias	
Endereço: Rodovia MA 349, Km 2, Povoado Lamego, s/n, Zona Rural, Caixa Postal nº 77, Caxias/MA	
Projeto Submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, Campus São José do Rio Preto.	

Anexo 4. Ficha com Teste de Aceitação e Intenção de Compra.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
 Campus de São José do Rio Preto

TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA

DATA: ____/____/____

NOME: _____ IDADE: _____

AMOSTRA Nº _____

Você está recebendo uma amostra de creme vegetal. Por favor, prove-a e avalie cada item segundo a escala abaixo:

- 9 – gostei extremamente
- 8 – gostei muitíssimo
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei levemente
- 5 – nem gostei/nem desgostei
- 4 – desgostei levemente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 – desgostei muitíssimo
- 1 – desgostei extremamente

Item	Amostra nº
Aparência	
Cor	
Aroma	
Textura	
Sabor	
Aceitação Global	

Assinale abaixo o grau de certeza com que você compraria ou não compraria este creme vegetal:

- 5 – certamente compraria
- 4 – provavelmente compraria
- 3 – tenho dúvidas se compraria
- 2 – provavelmente não compraria
- 1 – certamente não compraria

Comentários:

TERMO DE REPRODUÇÃO XEROGRÁFICA

Autorizo a reprodução xerográfica do presente Trabalho de Conclusão, na íntegra ou em partes, para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, 05 / 06 / 2017

Pedro Alberto Favato Penna

Assinatura do autor