**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES**

Barbara Leonardi

**Extratos vegetais amazônicos no processo
têxtil: caracterização físico-química e
aplicações**

**São Paulo
2016**

BARBARA LEONARDI

**Extratos vegetais amazônicos no processo têxtil:
caracterização físico-química e aplicações**

Versão corrigida contendo as alterações solicitadas pela comissão julgadora em 15 de fevereiro de 2016. A versão original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca da EACH/USP e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD), de acordo com a Resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de 2011.

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para a obtenção de título de Mestre em Ciências, do Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda.

Área de concentração: Materiais e Processos Têxteis.

Orientadora: Prof.^a Dr^a Júlia Baruque Ramos

**São Paulo
2016**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)

Leonardi, Barbara

Extratos vegetais amazônicos no processo têxtil : caracterização físico-química e aplicações / Barbara Leonardi ; orientadora, Júlia Baruque-Ramos. – São Paulo, 2016

114 f. : il

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo
Versão corrigida

1. Tecidos (Indústria têxtil). 2. Óleos e gorduras vegetais comestíveis. 3. Tensoativo. 4. Análise espectroscópica. 5. Cromatografia a gás. I. Baruque-Ramos, Júlia, orient. II. Título.

CDD 22.ed. – 677.02

*À minha mãe, Giuliana Durante, pelo
amor incondicional, incentivo e apoio em
todas as minhas decisões.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por seu infinito amor e por ter me concedido força e sabedoria para chegar até aqui.

À minha orientadora, Prof. Dra. Julia Baruque Ramos, pelo exemplo, incentivo e por ter acreditado na minha capacidade. Seu apoio e seus ensinamentos foram fundamentais para a conclusão deste trabalho. Obrigada pela disponibilidade, pela orientação e por estar presente em todos os momentos que precisei.

À minha família, em especial a minha mãe, Giuliana Durante, e ao meu namorado e companheiro de todas as horas, Bruno Blanco Pytel, pelo carinho, paciência, apoio e por estarem ao meu lado nos momentos bons e nos ruins. Também a querida Inês Hurtado Niero por seus conselhos, apoio e incentivo durante todo este processo.

À Golden Technology em especial aos Srs. Lourival Santos Flor e Alessandro De Marchi pelo incentivo, apoio e também por fornecerem todos os subsídios para que este trabalho fosse concluído, sem os quais a realização deste sonho não seria possível. Ao Prof. Msc. Mery dos Santos Filho por compartilhar seus conhecimentos, sobretudo na técnica de FTIR e ao Paulo Sérgio Santos Flor pelas ideias e ensinamentos.

À toda equipe Chemyunion, em especial ao Sr. Marcelo Godino e ao Sr. Edson Katekawa pelos experimentos de CG-FID.

Aos professores, funcionários e colegas da EACH-USP e UPC Terrassa em especial à amiga Ivete Maria Cattani pelo apoio e amizade.

*“Uma mente que se abre a uma nova
ideia jamais voltará ao seu tamanho
original.”*

Albert Einstein

RESUMO

LEONARDI, B. **Extratos vegetais amazônicos no processo têxtil: caracterização físico-química e aplicações.** 2016. 114f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

Os extratos vegetais amazônicos para uso em beneficiamento têxtil podem ser uma alternativa sustentável e ecológica em relação às atuais matérias-primas utilizadas pelo mercado. Este estudo teve como objetivo efetuar a caracterização físico-química de extratos vegetais amazônicos (óleo-resina de copaíba, óleo de castanha do Brasil, óleo de buriti, manteiga de cacau, manteiga de tucumã e manteiga de cupuaçu), preparar emulsões e realizar aplicações preliminares destas em têxteis. A caracterização físico-química foi realizada através das técnicas instrumentais analíticas de espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e cromatografia a gás com detecção por ionização de chama (CG-FID). Além disso, foi realizada a determinação do Equilíbrio Hidrófilo-Lipófilo (EHL) das emulsões preparadas a partir dos extratos estudados; seleção da emulsão mais estável por extrato para aplicação por foulardagem; avaliação da oxidação das emulsões aplicadas sobre o material têxtil em diferentes temperaturas (120 a 200°C); e avaliação sensorial de toque proporcionado pelas emulsões em comparação a um amaciante de uso industrial. Os principais resultados foram que o óleo de castanha do Brasil e as manteigas de cacau, tucumã e cupuaçu apresentaram resultados próximos nas análises por FTIR; a distribuição graxa por cromatografia a gás mostrou-se útil para a caracterização destes extratos vegetais; os valores de referência de EHL para os extratos analisados foram de 7,51 a 10,72 e estão de acordo com a literatura científica (de 6 a 12); os extratos estudados emulsionados nas condições do estudo não possuem tendência à oxidação por temperatura; as médias globais das análises sensoriais de toque indicam um resultado inferior ao padrão comercial, porém, as manteigas de cacau, cupuaçu e o óleo de castanha do Brasil apresentaram os melhores resultados, com notas entre 2,8 e 2,9 (numa escala de 1 a 5). Assim, nota-se que, os resultados obtidos podem ser utilizados como base para pesquisas futuras no sentido de melhorar as formulações das emulsões para a produção de amaciantes ou outros produtos.

Palavras-chave: Extratos vegetais amazônicos; FTIR; CG-FID; EHL; beneficiamento têxtil.

ABSTRACT

LEONARDI, B. **Amazonian plant extracts in the textile process: physicochemical characterization and applications**. 2016. 114f. Dissertation (MSc) - School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, 2016.

The Amazonian plant extracts for use in textile processing can be a sustainable and environmentally friendly alternative to the current raw materials used by the market. This study aimed to make the physicochemical characterization of Amazonian plant extracts (copaiba oleoresin, Brazil nut oil, buriti oil, cocoa butter, tucumã butter and cupuaçu butter), prepare emulsions and perform preliminary applications in textile. The physicochemical characterization was performed by analytical instrumental techniques, such as FTIR spectroscopy and gas chromatography with FID detection (GC-FID). Furthermore, the determination of the Hydrophile-Lipophile Balance (HLB) was performed of the emulsions prepared from the extracts studied; the emulsion more stable for selection extract for application by padding; evaluation of the oxidation of emulsions applied to the textile material at different temperatures (120 to 200°C); and sensory evaluation provided by the touch emulsions compared to an industrial softener. The main results were that the Brazil nut oil and cocoa, tucumã and cupuaçu butters showed similar results in the analysis by FTIR; grease distribution by gas chromatography proved to be useful for the characterization of plant extracts; the HLB values for the reference analyzed the extracts were 7.51 to 10.72 are consistent with the literature (6 to 12); the extracts studied emulsified in the study conditions have no tendency to oxidation temperature; the global average of sensory analysis touch indicate somewhat lower than the commercial standard, however, cocoa and cupuaçu butter and Brazil nut oil showed the best results, with grades between 2.8 and 2.9 (on a scale of 1 to 5). Thus, it is noted that the results obtained can be used as the basis for further research in order to improve the formulations of emulsions for the production of fabric softeners or other products.

Keywords: Amazon Plant extracts; FTIR; GC-FID; HLB; textile processing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Extração do óleo-resina de copaíba.....	22
Figura 2.2. Vista longitudinal do fruto de tucumã.....	33
Figura 2.3. Estruturas químicas dos ácidos graxos predominantes nos óleos e gorduras vegetais. (I) - Ácido láurico; (II) - Ácido oleico; (III) - Ácido linoleico; (IV) - Ácido linolênico.....	38
Figura 2.4. Estrutura dos ácidos graxos que predominantemente compõem os óleos vegetais.....	40
Figura 2.5. Fotomicrografia de emulsão A/O (A) e O/A (B).....	42
Figura 2.6. Mecanismos de instabilidade que podem ocorrer nas emulsões.....	43
Figura 2.7. Esquema de um emulsificante representado pelas partes hidrofílica (cabeça) e hidrofóbica (cauda).....	44
Figura 2.8. Representação gráfica de a) Estiramentos de CH ₂ ; b) Deformações angulares de CH ₂	49
Figura 2.9. Esquema de funcionamento do acessório ATR.....	52
Figura 2.10. Principais processos de amaciamento por impregnação.....	56
Figura 5.1. Equipamentos de laboratório utilizados na aplicação das emulsões. a) Foulard pneumático vertical. b) Rama e vaporizadora.....	64
Figura 6.1. Espectros de absorção no infravermelho da manteiga de tucumã, óleo de castanha do Brasil, manteiga de cupuaçu e manteiga de cacau.....	66
Figura 6.2. Espectro de absorção no infravermelho do óleo de buriti.....	69
Figura 6.3. Espectro de absorção no infravermelho do óleo-resina de copaíba.....	70
Figura 6.4. Distribuição graxa dos resultados CG-FID. Valores dados em porcentagem (%) relativa à soma das áreas dos picos cromatográficos para cada amostra analisada.....	72
Figura 6.5. Fórmula geral dos tensoativos da linha ALKEST [®] SP.....	84
Figura 6.6. Fórmula geral dos tensoativos da linha ALKEST [®] TW.....	85

Figura 6.7. Gráfico comparativo entre as médias e desvios-padrão referentes às avaliações sensoriais. Notas de maciez: (verde) resultados globais, (violeta) mulheres e (azul) homens. As aplicações de extrato correspondem a: (1) óleo-resina de copaíba; (2) óleo de castanha do Brasil; (3) óleo de buriti; (4) manteiga de cacau; (5) manteiga de tucumã e (6) manteiga de cupuaçu.....	92
Figura A.1. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com óleo-resina de copaíba. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na Tabela 6.16 . Observa-se que as emulsões 4 a 9 resultam estáveis e as demais instáveis.....	101
Figura A.2. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com óleo de castanha do Brasil. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na Tabela 6.16 . Observa-se que somente a emulsão 4 resultou estável.....	102
Figura A.3. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com óleo de buriti. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na Tabela 6.16 . Observa-se que as emulsões 4 e 5 resultam estáveis e as demais instáveis.....	103
Figura A.4. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com manteiga de cacau. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na Tabela 6.16 . Observa-se que as emulsões 4 a 6 resultam estáveis e as demais instáveis.....	104
Figura A.5. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com manteiga de tucumã. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na Tabela 6.16 . Observa-se que somente a emulsão 7 resultou estável.....	105
Figura A.6. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com manteiga de cupuaçu. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na Tabela 6.16 . Observa-se que as emulsões 4 e 5 resultam estáveis e as demais instáveis.....	106
Figura A.7. Cromatograma da injeção 1 do óleo-resina de copaíba.....	109
Figura A.8. Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) do óleo-resina de copaíba.....	109
Figura A.9. Cromatograma da injeção 1 do óleo de castanha do Brasil.....	110
Figura A.10. Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) do óleo de castanha do Brasil.....	110
Figura A.11. Cromatograma da injeção 1 do óleo de buriti.....	111
Figura A.12. Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) do óleo de buriti..	111

Figura A.13. Cromatograma da injeção 1 da manteiga de cacau.....	112
Figura A.14. Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) da manteiga de cacau.....	112
Figura A.15. Cromatograma da injeção 1 da manteiga de tucumã.....	113
Figura A.16. Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) da manteiga de tucumã.....	113
Figura A.17. Cromatograma da injeção 1 da manteiga de cupuaçu.....	114
Figura A.18. Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) da manteiga de cupuaçu.....	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Características físico-químicas do óleo de Castanha do Brasil.....	27
Tabela 2.2. Características físico-químicas do óleo de Buriti.....	29
Tabela 2.3. Características físico-químicas da manteiga de Cacau.....	31
Tabela 2.4. Características físico-químicas da manteiga de Cupuaçu.....	36
Tabela 2.5. Valores de EHL relacionados à sua aplicação industrial.....	45
Tabela 2.6. Faixas de divisão da região do infravermelho.....	49
Tabela 2.7. Principais picos característicos de absorção do infravermelho.....	51
Tabela 5.1. Proporção dos tensoativos usados no preparo das misturas para cada extrato estudado.....	62
Tabela 6.1. Determinação das bandas dos extratos estudados e suas respectivas atribuições.....	67
Tabela 6.2. Resultados dos ensaios CG-FID. Valores dados em porcentagem (%) relativa à soma das áreas dos picos cromatográficos para cada amostra analisada.....	71
Tabela 6.3. Percentual do teor de sesquiterpenos nos óleos de copaíba.....	73
Tabela 6.4. Composição de ácidos graxos do óleo de castanha do Brasil estudados por diferentes autores, por métodos de cromatografia em fase gasosa.....	75
Tabela 6.5. Tempo de retenção e composição dos ácidos graxos do óleo de Castanha do Brasil identificados como ésteres metílicos dos ácidos graxos obtidos.....	76
Tabela 6.6. Resultados comparativos da concentração de ácidos graxos presentes no Óleo de Castanha do Brasil.....	77
Tabela 6.7. Resultados comparativos entre os autores pesquisados e os obtidos no presente estudo.....	78
Tabela 6.8. Comparativo das porcentagens de ácidos graxos entre a amostra analisada e a literatura anterior.....	79
Tabela 6.9. Composição de ácidos graxos (em %) de Manteiga de Cacau em diferentes países de origem.....	79
Tabela 6.10. Composição percentual de ácidos graxos da manteiga de cacau.....	80

Tabela 6.11. Composição dos ácidos graxos da manteiga de tucumã em porcentagem.....	81
Tabela 6.12. Comparativo entre as porcentagens de ácidos graxos da manteiga de tucumã dos resultados obtidos pelos autores pesquisados e os do presente estudo.....	82
Tabela 6.13. Composição percentual de ácidos graxos da manteiga de cupuaçu....	83
Tabela 6.14. Resultados comparativos entre as quantidades obtidas em porcentagens dos ácidos palmítico, esteárico, oleico e araquídico dos autores estudados e o presente estudo.....	83
Tabela 6.15. Valor do EHL calculado para as emulsões preparadas.....	86
Tabela 6.16. Resultados das estabilidades das emulsões ensaiadas.....	87
Tabela 6.17. Resultados das análises de titulação por Karl Fischer dos extratos óleo-resina de copaíba, óleo de buriti, manteiga de cacau e manteiga de cupuaçu. Em negrito, as emulsões selecionadas para os testes subsequentes.....	88
Tabela 6.18. Valores de referência de EHL dos extratos vegetais estudados determinados através de ensaios de estabilidade e titulação por Karl Fischer.....	89
Tabela 6.19. Resultados das leituras em graus Berger das amostras com aplicação de 2% de emulsão dos extratos e do padrão comercial.....	90
Tabela 6.20. Resultados das avaliações sensoriais realizadas através do tato expressos em termos de média e desvio-padrão da amostra.....	91
Tabela A.1. Resultados das análises de titulação por Karl Fischer dos extratos óleo-resina de copaíba, óleo de buriti, manteiga de cacau e manteiga de cupuaçu.....	107
Tabela A.2. Perfil dos avaliadores e resultados das avaliações sensoriais de acordo com a escala Likert.....	108
Tabela A.3. Resultados das análises dos cromatogramas do óleo-resina de copaíba. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata).....	109
Tabela A.4. Resultados das análises dos cromatogramas do óleo de castanha do Brasil. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata).....	110
Tabela A.5. Resultados das análises dos cromatogramas do óleo de buriti. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata).....	111
Tabela A.6. Resultados das análises dos cromatogramas da manteiga de cacau. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata).....	112

Tabela A.7. Resultados das análises dos cromatogramas da manteiga de tucumã. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata)..... 113

Tabela A.8. Resultados das análises dos cromatogramas da manteiga de cupuaçu. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata)..... 114

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Fórmula para conversão de % sobre a fibra para g/L no banho em aplicações por processo contínuo.....	62
--	----

LISTA DE SIGLAS

A/O	Emulsão água-em-óleo
AM	Amazonas
ATR	Reflexão Total Atenuada
CG	Cromatografia Gasosa
EHL	Equilíbrio hidrófilo-lipófilo
f.e.m	Força Eletromotriz
FIR	Infravermelho distante
FT-IR	Espectroscopia por infravermelho com transformada de Fourier
HLB	<i>Hydrophilic Lipophilic Balance</i>
HRCG-MS	<i>High-Resolution Gas Chromatography, Mass Spectrometry</i>
IV	Infravermelho
MIR	Infravermelho médio
MUFA	<i>Monoinsaturated Fatty Acid</i>
NIR	Infravermelho próximo
O/A	Emulsão óleo-em-água
POP	1,3-Dipalmito-2-óleo triacilglicerol
POS	1-Palmito-2-óleo-3-estearo triacilglicerol
PUFA	<i>Polyunsaturated Fatty Acid</i>
SAFA	<i>Saturated Fatty Acid</i>
SOS	1,3-Diestearo-2-óleo triacilglicerol
UV	Ultravioleta

LISTA DE SÍMBOLOS

Ca	Cálcio
cm	Centímetros
Fe	Ferro
g	Grama
Ge	Germânio
I	Iodo
K	Potássio
kg	Quilograma
KOH	Hidróxido de Potássio
m	Metro
M	Molar
meq	Miliequivalente
mg	Miligrama
min	Minuto
mL	Mililitro
Na	Sódio
NaCl	Cloreto de sódio
°C	Graus <i>Celsius</i>
ppm	Partes por milhão
Se	Selênio
Zn	Zinco
α	Alfa
β	Beta
μL	Microlitro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1. Extratos vegetais amazônicos.....	20
2.1.1. Óleo-resina de copaíba.....	20
2.1.2. Óleo de castanha do Brasil.....	25
2.1.3. Óleo de Buriti.....	27
2.1.4. Manteiga de cacau.....	29
2.1.5. Manteiga de tucumã.....	32
2.1.6. Manteiga de cupuaçu.....	34
2.2. Óleos e gorduras vegetais.....	36
2.3. Ácidos graxos.....	37
2.4. Emulsões.....	42
2.5. Emulsificantes, surfactantes ou agentes tensoativos.....	43
2.6. Equilíbrio hidrófilo-lipófilo (EHL).....	45
2.6.1. Teor de água por amperometria com o reagente de Karl Fischer.....	47
2.7. Análises instrumentais em óleos e gorduras.....	48
2.7.1. Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho (FTIR).....	48
2.7.2. Cromatografia Gasosa (CG).....	52
2.8. Aplicações em Têxteis.....	54
3. OBJETIVOS.....	57
4. JUSTIFICATIVA.....	58
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	59
5.1. Extratos vegetais amazônicos.....	59
5.2. Análises Instrumentais.....	59
5.2.1. Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho (FTIR).....	59
5.2.2. Cromatografia a Gás com Detector por Ionização em Chama (CG-FID).....	60
5.2. Preparo das emulsões	61
5.3. Aplicação em algodão por foulardagem	63
5.4. Análise sensorial de produtos têxteis.....	65

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
6.1. Análise dos resultados de espectrofotometria FTIR.....	66
6.2. Análise dos resultados de cromatografia gasosa (CG-FID).....	70
6.2.1. Análise dos resultados para o óleo-resina de copaíba.....	72
6.2.2. Análise dos resultados para o óleo de castanha do Brasil.....	74
6.2.3. Análise dos resultados para o óleo de buriti.....	77
6.2.4. Análise dos resultados para a manteiga de cacau.....	79
6.2.5. Análise dos resultados para a manteiga de tucumã.....	81
6.2.6. Análise dos resultados para a manteiga de cupuaçu.....	82
6.3. Determinação do EHL dos extratos.....	84
6.4. Avaliação da aplicação das emulsões sobre artigo têxtil.....	90
6.4.1. Grau de alvura	90
6.4.2. Avaliação sensorial através do tato.....	91
 7. CONCLUSÕES.....	 94
 REFERÊNCIAS.....	 96
 APÊNDICES.....	 101

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem se observado uma tendência cada vez maior de uso de matérias-primas de origem natural em produtos industriais, tais como farmacêuticos e cosméticos. Isto tem causado uma corrida aos óleos extraídos de plantas nativas da Amazônia, causando uma expansão rápida e significativa do mercado nacional e internacional destes produtos (LIMA, 2009).

O uso de óleos vegetais encontrados na flora brasileira, quando viáveis, possibilita o emprego de material de origem nacional, potencializando a preservação das espécies e geração de renda para populações nativas (GOTO, 2011).

Por outro lado, o setor têxtil vive em constante evolução e os artigos oferecidos ao consumidor final estão sujeitos às tendências da moda. Este ciclo exige novidades que podem estar em cortes, cores, estampas ou materiais, e estabelece um alto nível de exigência e inovação (OXITENO, 2011).

O progresso da inovação no que diz respeito à funcionalização é um imperativo quando se pretendem a concepção e desenvolvimento de materiais têxteis inovadores. As novas funcionalidades devem ser promovidas sem comprometer o aspecto, o toque e o conforto dos artigos têxteis (SILVA, 2013).

Para tanto, a indústria têxtil se torna um grande mercado consumidor de recursos naturais e de produtos auxiliares que são “indispensáveis para tornar eficientes as etapas de fabricação de fibras, fios e tecidos, bem como no acabamento destes materiais” (ALCÂNTARA; DALTIM, 1996).

No Brasil são encontradas diversas fontes renováveis que são potenciais alternativas como substitutas às fontes não-renováveis. Deste modo, o uso de extratos vegetais amazônicos para beneficiamento e acabamento têxtil pode ser uma alternativa sustentável e ecológica em relação às atuais matérias-primas utilizadas pelo mercado, uma vez que, não provocam o mesmo impacto negativo das fontes convencionais sobre o meio ambiente (SCHUCHARDT; RIBEIRO; GONÇALVES, 2001; SILVA et al., 2005).

O presente estudo tem como objetivo efetuar a caracterização físico-química de extratos vegetais amazônicos (a saber: óleo-resina de copaíba, óleo de castanha do Brasil, óleo de buriti, manteiga de cacau, manteiga de tucumã e manteiga de cupuaçu) com potencial de matérias-primas para aplicação em processos de beneficiamento da indústria têxtil e realizar aplicações preliminares em materiais têxteis.

Assim a presente dissertação tem como principais tópicos:

- **Revisão bibliográfica:** abordando a literatura sobre extratos vegetais amazônicos, óleos e gorduras vegetais, ácidos graxos, emulsões, tensoativos, equilíbrio hidrófilo-lipófilo, Karl Fischer, espectroscopia FTIR, cromatografia gasosa (CG-FID) e aplicações em têxteis;
- **Metodologia:** materiais, métodos e equipamentos empregados, especificamente em espectroscopia FTIR, cromatografia gasosa (CG-FID), preparo das emulsões, aplicações em materiais têxteis por foulardagem, avaliação do grau de alvura (Berger) e análise sensorial das amostras têxteis (escala Likert);
- **Resultados e discussão:** comparação analítica dos dados obtidos e com valores descritos em literatura;
- **Conclusões:** relação entre os dados do presente estudo e sua possível utilização em pesquisas futuras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Extratos vegetais amazônicos

Várias abordagens para a seleção de espécies vegetais têm sido apresentadas na literatura, dentre elas, três tipos são alvo de maiores investigações: a) abordagem randômica - escolha da planta sem qualquer critério, tendo como fator determinante a disponibilidade da planta; b) abordagem quimiotaxonômica ou filogenética – seleção da espécie correlacionada com a ocorrência de uma dada classe química de substâncias em um gênero ou família; c) abordagem etnofarmacológica - seleção da espécie de acordo com o uso terapêutico evidenciado por um determinado grupo étnico. De acordo com a abordagem randômica, 10.000 diferentes tipos de plantas simbolizam 50.000 - 100.000 possibilidades estruturais de produtos naturais (MACIEL et al., 2002).

Alguns extratos puros, oriundos da região amazônica, já são comercializados regularmente. Dentre esses, serão objeto de estudo do presente trabalho, a caracterização físico-química e a aplicabilidade têxtil dos seguintes extratos vegetais amazônicos:

- 1) Óleo-resina de Copaíba (*Copaifera langsdorffii*);
- 2) Óleo de Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*);
- 3) Óleo de Buriti (*Mauritia flexuosa*);
- 4) Manteiga de Cacau (*Theobroma cacao*);
- 5) Manteiga de Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*);
- 6) Manteiga de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).

2.1.1. Óleo-resina de copaíba

A classificação científica da copaíba (*Copaifera langsdorffii*) é como segue (NEW YORK BOTANICAL GARDEN, 2013a):

Reino: *Plantae*

Divisão: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Ordem: *Fabales*

Família: *Fabaceae*

Subfamília: *Caesalpinioideae*

Gênero: *Copaífera*

Espécie: *C. langsdorfii*

Nome binomial: *Copaífera langsdorfii* Desf.

Segundo a última edição do Index Kewensis¹ (apud VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002), o gênero *Copaífera* possui 72 espécies, sendo que dezesseis destas só são encontradas no Brasil. Popularmente conhecidas como copaibeiras ou pau d'óleo, as copaíbas são encontradas facilmente nas Regiões Amazônica e Centro-oeste do Brasil. Entre as espécies mais abundantes, destacam-se: *C. officinalis* L. (norte do Amazonas, Roraima, Colômbia, Venezuela e San Salvador), *C. guianensis* Desf. (Guianas), *C. reticulata* Ducke, *C. multijuga* Hayne (Amazônia), *C. confertiflora* Bth (Piauí), *C. langsdorfii* Desf. (Brasil, Argentina e Paraguai), *C. coriacea* Mart. (Bahia), *C. cearensis* Huber ex Ducke (Ceará) (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002).

De acordo com Corrêa² (1984 apud OLIVEIRA et al 2006), em todas as espécies, os canais secretores acham-se na região cortical dos caules, porém dispostos de modo que se prolonguem até o lenho, onde existem em notável abundância, formando bolsas.

Ainda conforme este autor, os canais de uma zona não têm comunicação com outras e, por isso, os extrativistas retiram o óleo de diversos pontos, até o centro do caule, destruindo a árvore ou tornando-a incapaz de produzir o óleo durante muitos anos.

A importância das árvores de copaíba (*Copaífera spp.*) deve-se à sua madeira de boa qualidade e à produção de óleo-resina, este utilizado pelas populações tradicionais e indústrias farmacêuticas devido às suas propriedades terapêuticas. O óleo-resina da copaíba pode ser usado puro (*in natura* ou destilado), ou como componente na preparação de uma variedade de produtos terapêuticos e cosméticos, como xaropes, pomadas, cápsulas, óvulos vaginais, cremes, sabonetes,

¹ Index Kewensis, suppl. XX; Clarendon Press: Oxford, 1996

² CORRÊA, P.M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1984. v.6, p.612-5.

xampus, detergentes e loções; possui ainda potencial para uso industrial em tintas, vernizes e como fixador de fragrância de perfumes (SAMPAIO³, 2000 apud RIGAMONTE-AZEVEDO; WADT; WADT, 2006).

O óleo de copaíba é um líquido transparente de viscosidade variável cuja coloração também pode variar, do amarelo ao marrom. Popularmente é utilizado como antiinflamatório, anti-séptico em feridas, eczemas, na psoríase e urticária, antiinflamatório das vias urinárias, em afecções pulmonares (tosses e bronquites, gripes e resfriados), cicatrizante de pequenas irritações do couro cabeludo, antiasmático, expectorante, na pneumonia, sinusite, disenteria, incontinência urinária, cistite e, como analgésico, antiúlcera, e como antitumoral. O óleo de copaíba é utilizado também pelas indústrias de cosméticos e de vernizes como agente fixador (BIAVATTI et al., 2006). A extração do óleo-resina está representada na **Figura 2.1**.

Figura 2.1. Extração do óleo-resina de copaíba.

Fonte: Moraes e Gutjahr (2009).

As estimativas de produção podem variar ainda em relação ao tipo de manejo para a retirada do óleo e do período entre extrações consecutivas. A reextração em uma mesma árvore também deve ser considerada quando se planeja produzir óleo-

³ SAMPAIO, P.T.B. Copaíba. In: CLAY, W; SAMPAIO, P.T.; CLEMENT, C.R. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização**, por Manaus : [INPA], 2000. p. 207-215, 2000.

resina de copaíba. Extrações realizadas em intervalos semestrais apresentaram resultados variáveis, em que na maioria das vezes as quantidades de óleo-resina extraído foram maiores na segunda extração, ocorrendo declínio da produção na terceira coleta. Em alguns casos, só foi possível extrair óleo-resina na primeira coleta (ALENCAR⁴, 1982 apud RIGAMONTE-AZEVEDO; WADT; WADT, 2006).

A designação correta para o óleo da copaíba é a de óleo-resina, por ser um exudato constituído por ácidos resinosos e compostos voláteis. Também é chamado, erroneamente, de bálsamo de copaíba, apesar de não ser um bálsamo verdadeiro, por não conter derivados do ácido benzóico ou cinâmico. O óleo de copaíba é encontrado em canais secretores localizados em todas as partes da árvore. Estes canais são formados pela dilatação de espaços intercelulares (meatos) que se intercomunicam no meristema, chamados de canais esquizógenos. O caráter mais saliente deste aparelho secretor está no tronco, onde os canais longitudinais, distribuídos em faixas concêntricas, nas camadas de crescimento demarcadas pelo parênquima terminal, reúnem-se com um traçado irregular, em camadas lenhosas, muitas vezes sem se comunicarem. Segundo alguns autores, o óleo é produto da desintoxicação do organismo vegetal e funciona como defesa da planta contra animais, fungos e bactérias. O óleo de copaíba é um líquido transparente cuja coloração varia do amarelo ao marrom. Para a utilização farmacológica os óleos mais escuros e viscosos são os preferidos. A quantidade de resina pode ser influenciada (aumentada) por fatores como o aumento de luminosidade e a diminuição de nitrogênio no solo (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002).

A origem do nome copaíba parece vir do tupi “cupa-yba”, a árvore de depósito, ou que tem jazida, em alusão clara ao óleo que guarda em seu interior. As propriedades do óleo tão apreciado pelos índios, que o usavam principalmente como cicatrizante e antiinflamatório. (...) o óleo de copaíba e suas propriedades medicinais eram bastante difundidos entre os índios latinoamericanos à época que aqui chegaram os primeiros exploradores europeus no século XVI. Este conhecimento, tudo indica, veio da observação do comportamento de certos animais que, quando

⁴ ALENCAR, J. C. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* HAYNE - LEGUMINOSASEAE, na Amazônia Central. 2 - Produção de óleo-resina. **Acta Amazônica**. v. 12, n. 1, p. 79-82, 1982.

feridos, esfregavam-se nos troncos das copaibeiras para cicatrizar suas feridas (CARDIM⁵; 1998, SALVADOR⁶, 1975 apud VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002).

Ainda, no que se refere à composição química dos óleos-resinas das espécies de *Copaifera*, observa-se a predominância de sesquiterpenos, como o α -humuleno, α e β -selineno, β -bisaboleno e β -cariofileno (LANGENHEIM; FEIBERT⁷, 1988 apud VEIGA JR.; PINTO, 2002; PINTO et al.⁸, 2000 apud OLIVEIRA; LAMEIRA; ZOGHBI, 2006). O β -bisaboleno possui propriedades antiinflamatória e analgésica e o β -cariofileno é descrito na literatura como anti-dêmico, antiinflamatório, bactericida e insetífugo (VEIGA JR.; PINTO, 2002). [...] A presença de substâncias químicas em uma determinada espécie pode estar atrelada a sua sazonalidade, variando conforme o ambiente, principalmente, aqueles ligados a fatores climáticos (MORAES; BASTOS⁹, apud OLIVEIRA; LAMEIRA; ZOGHBI, 2006). Nas espécies de *Copaifera* essa relação deve existir, podendo a concentração das substâncias variar ou não em função da temperatura, radiação solar e precipitação pluviométrica, dentre outros (OLIVEIRA; LAMEIRA; ZOGHBI, 2006).

O óleo natural de copaíba apresenta certa variedade nos seus componentes, parecendo essa ser mais sensível a fatores abióticos (como insetos e fungos) do que à luminosidade e nutrientes. Como produto florestal primário, a exploração do óleo de copaíba apresenta algumas características originárias de seu manejo que vão definir, em última instância, as possibilidades de suas aplicações industriais e, portanto, estabelecer o seu padrão de qualidade para o mercado. A principal delas refere-se à eventual mistura dos óleos de espécies botânicas variadas, ou ainda de espécimes de idades e locais distintos. Este fato é sobremaneira agravado, pela dificuldade de se proceder à diferenciação morfológica entre as espécies, e mesmo

⁵ CARDIM, F.; Do clima e Terra do Brasil, 1584, p. 21, apud CUNHA, A. G.; **Dicionário Histórico das Palavras Portuguesas de Origem Tupi**. 4ed, Companhia Melhoramentos: Brasília, 1998, p. 112.

⁶ SALVADOR, V.; **História do Brasil: 1500-1627**, 6ed.; Melhoramentos: São Paulo, 1975, p. 65.

⁷ LANGENHEIM, J.H.; FEIBERT, E.B. Leaf resin variation in *Copaifera langsdorffii*: relation to irradiance and herbivory. **Phytochemistry**, v.27, n.8, p.2527-32, 1988.

⁸ PINTO, A.C. et al. Separation of acid diterpenes of *Copaifera cearensis* Huber ex Ducke by flash chromatography using potassium hydroxide impregnated silica gel. **Journal Brazilian Chemical Society**, v.11, n.4, p.355-60, 2000

⁹ MORAES, V.H.F.; BASTOS, T.X. Viabilidade e limitações climáticas para as culturas perenes, semi perenes e anuais, com possibilidade de expansão na Amazônia. In: Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte (Belém, PA). **Zoneamento agrícola da Amazônia: 1ª aproximação**. Belém, 1972. p. 123-53. (IPEAN. Boletim Técnico, 54).

pela dificuldade prática em se obter órgãos florais das espécies, dados o curto período em que ocorrem e a elevada altura das árvores (OLIVEIRA; LAMEIRA; ZOGHBI, 2006).

Não foram encontrados em literatura dados referentes à caracterização físico-químicas do óleo de copaíba.

2.1.2. Óleo de castanha do Brasil

A classificação científica da castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) é como segue (NEW YORK BOTANICAL GARDEN, 2013b):

Reino: *Plantae*

Divisão: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Ordem: *Ericales*

Família: *Lecythidaceae*

Gênero: *Bertholletia*

Espécie: *B. excelsa*

Nome binomial: *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.

A Castanheira-do-Brasil pertence à família *Lecitidáceas* e foi descrita em 1808 por Humbolt e Bonpland. É uma espécie arbórea de grande porte, podendo medir de 50 a 60 m de altura e é considerada uma espécie nativa da Amazônia (FERREIRA et al., 2006).

A Castanha-do-Brasil pode ser considerada como espécie-chave para aliar a conservação ao desenvolvimento, ou seja, promover a manutenção da floresta natural em pé, por ser abundante na região amazônica, colhida quase que exclusivamente em florestas naturais, ser explorada por diversas comunidades em curto prazo e a baixo custo, e pelo fato de apresentar sólida demanda de mercado,

além de sua coleta ser de baixo impacto ambiental (ZUIDEMA; BOOT¹⁰, 2002; TONINI et al.¹¹, 2008c apud CONDÉ et al., 2012).

Segundo Freitas et al. (2007), o fruto da castanheira, comumente chamado ouriço, possui uma casca lenhosa e bastante dura, pode conter de 15 a 24 sementes, cujo tamanho varia entre 4 e 7 centímetros de comprimento. Essas sementes também têm uma casca bastante dura e rugosa e contêm uma amêndoa muito apreciada. A maior parte da castanha do Brasil destina-se ao consumo *in natura*. Entretanto, a castanha do Brasil possui uma ampla cadeia de produtos e subprodutos, sendo recomendada como matéria-prima para extração de óleo, devido ao elevado conteúdo de lipídios. A amêndoa da castanha do Brasil é constituída de 60 a 70% de lipídios e de 15 a 20% de proteína, além de vitaminas e minerais. O óleo típico apresenta 13,8% de ácido palmítico, 8,7% de ácido esteárico, 31,4% de ácido oléico e 45,2% de ácido linoléico, além de pequenas quantidades dos ácidos mirístico e palmitoléico. O óleo da castanha-do-Brasil tem sido utilizado como óleo fino de mesa e na formulação de cosméticos.

O óleo de castanha do Brasil é um óleo natural, emoliente, nutritivo e formador de filme. É rico em ácidos graxos insaturados (oléico e linoléico), fitoesteróis (sistosterol), além de esqualeno (nutrientes essenciais nos processos bioquímicos de formação do tecido epitelial). Rico em vitaminas lipossolúveis (A e E) e oligoelementos (Ca, Fe, Zn, Na, K e Se) (LIMA, 2009).

A indústria cosmética emprega o óleo de castanha por suas propriedades antirradicais livres, antioxidantes e hidratantes nas formulações *anti-aging*, que previne o envelhecimento cutâneo e é considerado um dos melhores condicionadores para cabelos danificados e desidratados (MORAIS; GUTJAHR, 2009).

O óleo de castanha do Brasil possui em sua composição vitaminas lipossolúveis como a vitamina A e a vitamina E (α -tocoferol) (CAMPOS¹², 2007

¹⁰ ZUIDEMA, P.A.; BOOT, R.G.A. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p.1-31, 2002.

¹¹ TONINI, H. et al. Relação da produção de sementes de castanha-do-brasil com características morfológicas da copa e índice de competição. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1509-1516, 2008c.

apud LIMA, 2009). As características físico-químicas do óleo de castanha do Brasil estão descritas na **Tabela 2.1** (LIMA, 2009).

Tabela 2.1. Características físico-químicas do óleo de castanha do Brasil.

Índices	Unidades	Valores de Referência
Peso Específico (25°C)	g/cm ³	0,910-0,912
Índice de Refração (25°C)	-	1,464-1,468
Índice de Iodo	gI ₂ /100g	97-106
Índice de Saponificação	mgKOH/g	192-202
Matéria Insaponificável	%	<1

Fonte: Lima (2009).

2.1.3. Óleo de Buriti

A classificação científica do buriti (*Mauritia flexuosa*) é como segue (NEW YORK BOTANICAL GARDEN, 2013c):

Reino: *Plantae*

Divisão: *Magnoliophyta*

Classe: *Liliopsida*

Ordem: *Arecales*

Família: *Arecaceae*

Gênero: *Mauritia*

Espécie: *M. flexuosa*

Nome binomial: *Mauritia flexuosa* Mart.

Segundo Ribeiro (2008), o buriti é uma planta da família *Arecaceae*, antigamente conhecida como *Palmae*, sendo nativa da América Latina, principalmente Brasil, Peru, Bolívia, Equador, Colômbia, Venezuela e Guiana. Há duas espécies de buriti, sendo a *Mauritia flexuosa* nativa do Peru, e conhecida como “aguaje”, e a *Mauritia vinifera* nativa do Brasil, conhecida também como miriti. Podem chegar entre 35 a 40 m de altura, com ramos de 10 a 20 folhas, cada uma

¹² CAMPOS, V.M.C. **Extração do óleo da castanha-do-pará**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, 2007.

com 5 a 6 m de comprimento, gerando 3 a 4 cachos com 800 a 1000 frutos cada, sendo estes variando entre 5 a 7 cm de diâmetro, e 40 a 85 g cada. [...] O óleo de buriti apresenta um alto teor de ácidos graxos insaturados, muito semelhante ao azeite de oliva (*Olea europaea*) e óleo de abacate (*Persea americana*).

Além disso, contém uma alta concentração de carotenóides, principalmente β -caroteno, conferindo uma alta estabilidade oxidativa ao óleo também devido aos teores de tocoferóis (700 ppm) e fitoesteróis (800 – 1000 ppm) presentes (GODOY & RODRIGUEZ-AMAYA¹³, 1995; RODRIGUEZ-AMAYA¹⁴, 2001; SILVEIRA¹⁵, 2004; DE ROSSO & MERCADANTE¹⁶, 2007 apud RIBEIRO, 2008). Outro uso ao óleo de buriti foi dado por Durães et al.¹⁷ (2006 apud RIBEIRO, 2008) na síntese de compósitos de poliestireno e de polimetacrilato para produção de plásticos mais biodegradáveis.

Rico em carotenóides, ácidos graxos e tocoferol, o que sugere boa perspectiva na utilização desse produto como alternativa terapêutica e cosmética (ROSSO & MERCADANTE¹⁶, 2007 apud BATISTA, 2012), o óleo de buriti tem a função de lubrificar e regenerar a barreira hidrolipídica da pele frequentemente submetida a lesões (ZANATA¹⁸ et al., 2008 apud BATISTA, 2012). Também quando usado em produtos pós-sol, o óleo de buriti evita danos provocados por radiação ultravioleta (UV), justamente por apresentar propriedades fotoprotetoras (ZANATTA¹⁹ et al., 2010 apud BATISTA, 2012).

Diversos fármacos obtidos a partir de plantas medicinais são usados como antiinflamatórios e cicatrizantes. Paradoxalmente, apesar do uso cada vez mais

¹³ GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; Buriti (*Mauritia vinifera* Mart.), uma fonte riquíssima de pró-vitamina A. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 38 (1), 109-120, 1995.

¹⁴ RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; **A Guide to Carotenoid Analysis in Food**. ILSI Press, Washington, 2001.

¹⁵ SILVEIRA, C. S.; **Estudo químico e farmacológico dos frutos de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. (Guariroba) e *Mauritia vinifera* Mart. (Buriti)**. Dissertação (Mestrado), Pós-Graduação em Química de Produtos Naturais, NPPN, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

¹⁶ DE ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z.; **Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian fruits**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 5062-5072, 2007.

¹⁷ DURÃES, J. A.; DRUMMOND, A. L.; PIMENTEL, T. A. P. F.; MURTA, M. M.; BICALHO, F. S.; MOREIRA, S. G. C.; SALES, M. J. A.; Absorption and photoluminescence of Buriti oil/polystyrene and Buriti oil/poly(methyl methacrylate) blends. **European Polymer Journal**, 42, 3324-3332, 2006.

¹⁸ ZANATTA, C.F. et al. Low cytotoxicity of creams and lotions formulated with buriti oil (*Mauritia flexuosa*) assessed by the neutral red release test. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, p.2776-2781, 2008.

¹⁹ ZANATTA, C.F. et al. Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. **Food and Chemical Toxicology**, v.48, p.70-75, 2010.

frequente, elas têm o uso baseado apenas em conhecimentos populares, faltando o suporte de evidências experimentais que comprovem o potencial terapêutico, mecanismo de ação, toxicidade e os possíveis efeitos colaterais (BATISTA, 2012).

Além disso, o óleo de buriti é considerado a fonte natural mais rica em betacaroteno (30 mg / 100 g de polpa), superando a cenoura em 20 vezes. O betacaroteno é um dos mais poderosos antioxidantes conhecido por sua grande capacidade de renovação celular e também funciona como um excelente esfoliante natural (MORAIS; GUTJAHR, 2009).

As características físico-químicas do óleo de Buriti estão descritas na **Tabela 2.2** (MORAIS; GUTJAHR, 2009).

Tabela 2.2. Características físico-químicas do óleo de Buriti.

Índices	Unidades	Valores de Referência
Índice de Refração (40°C)	-	1,46
Índice de Iodo	gI ₂ /100g	68-72
Índice de Saponificação	mgKOH/g	200-246
Matéria Insaponificável	%	3,39
Acidez	%	3,5
Índice de Peróxido	meqO ₂ /kg	1,6
Ponto de Fusão	°C	25

Fonte: Moraes e Gutjahr (2009).

2.1.4. Manteiga de cacau

A classificação científica do cacaueiro (*Theobroma cacao*) é como segue (NEW YORK BOTANICAL GARDEN, 2013d):

Reino: *Plantae*

Divisão: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Ordem: *Malvales*

Família: *Malvaceae*

Subfamília: *Sterculioideae*

Gênero: *Theobroma*

Espécie: *T. cacao*

Nome binomial: *Theobroma cacao* L.

O cacauzeiro é uma árvore nativa da floresta amazônica, medindo cerca de 6 metros de altura. Seu fruto possui casca rígida e espessa e pesa em média 500 gramas (Inovam Brasil, 2011). A manteiga de cacau se apresenta como uma gordura de coloração amarelada, com sabor e odor característicos. É dura e quebradiça a temperaturas inferiores a 30°C e derrete completamente a 35°C. [...] É composta basicamente por triglicerídeos (aproximadamente 98%) sendo o restante constituído por diglicerídeos, monoglicerídeos e ácidos graxos livres, além de componentes menores solubilizados, tais como esteróis e tocoferóis (LUCCAS, 2001).

De acordo com Mirante (2007), a manteiga de cacau possui também propriedades medicinais (como anti-séptico, emulsionante ou tônico). A manteiga de cacau tem um ponto de fusão de 34 a 38°C e é uma das gorduras vegetais mais estáveis, dado que é uma fonte natural de antioxidantes (vitaminas A, B1, B2, B3, C, E), o que lhe confere um tempo de armazenamento de dois a cinco anos. Ela contém também uma pequena quantidade de esteróis, principalmente β -sitosterol, estigmasterol, campesterol, e uma pequena quantidade de colesterol (LEUNG²⁰, 1980 apud MIRANTE, 2007).

A manteiga de cacau, extraída mecanicamente a partir das amêndoas de cacau (*Theobroma cacao*) fermentadas, secas e torradas, é um dos ingredientes de maior utilização nas indústrias de chocolates e produtos de confeitaria. Ela se apresenta como uma gordura de coloração amarelada, com sabor e odor característicos. É dura e quebradiça a temperaturas inferiores a 30°C e derrete completamente a 35°C [...] É composta basicamente por triglicerídeos (aproximadamente 98%), sendo o restante constituído por diglicerídeos, monoglicerídeos e ácidos graxos livres, além de componentes menores solubilizados, tais como esteróis e tocoferóis. Três principais ácidos graxos são

²⁰ LEUNG, A.Y., **Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs, and cosmetics**, ed. J.W. Sons. 1980, New York.

encontrados na composição da manteiga de cacau: ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0) e ácido oléico (C18:1). Praticamente todo o ácido oléico encontra-se esterificado na posição central da molécula de glicerol, enquanto os ácidos saturados são mais encontrados nas posições 1 e 3. Esta particularidade faz com que a manteiga de cacau apresente três principais triglicerídeos simétricos, POP (1,3-Dipalmito-2-óleo triacilglicerol), POS (1-Palmito-2-óleo-3-estearo triacilglicerol) e SOS (1,3-Diestearo-2-óleo triacilglicerol), os quais, somados, podem representar mais de 75% da composição em triglicerídeos da gordura, ou cerca de 90% do total dos triglicerídeos monoinsaturados. Em razão dessa simetria, a manteiga de cacau cristaliza-se em uma alta ordem estrutural, responsável pelas suas propriedades únicas de fusão e cristalização bem definidas, similares aos de uma substância pura (NESARETNAN²¹, 1992; ROSSEL²², 1992; GUNNERDAL²³, 1994; LIPP e ANKLAM²⁴, 1998 apud LUCCAS, 2001).

Outras propriedades químicas e físicas são apresentadas na **Tabela 2.3** (MIRANTE, 2007).

Tabela 2.3. Características físico-químicas da manteiga de Cacau.

Índices	Unidades	Valores de Referência
Ponto de Fusão	°C	29,0-31,1
Índice de Refração (50°C)	-	1,46
Índice de Iodo	gl ₂ /100g	33-42
Índice de Saponificação	mgKOH/g	188-200
Matéria Insaponificável	%	0,2-0,4
Índice de Peróxido	meqO ₂ /kg	<5,0

Fonte: Mirante (2007).

²¹ NESARETNAN, K. Engkabang (Illipe)- an excellent component for cocoa butter equivalent fat. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.60, p.15-20, 1992.

²² ROSSELL, B. Vegetable fats for chocolate, couvertures and coatings. **Lipid Technology**, Oxford, v.9/10, p.106-112, 1992.

²³ GUNNERDAL, J. Cocoa butter alternatives in confectionary production. **AgroFood-Industry**, Milano, v.3/4, p.28-32, 1994.

²⁴ LIPP, M.; ANKLAM, E. Review of cocoa butter and alternatives fats for use in chocolate - part A. compositional data. **Food Chemistry**, Oxford, v.62, n.1, p.73-97, 1998.

2.1.5. Manteiga de tucumã

A classificação científica do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) é como segue (NEW YORK BOTANICAL GARDEN, 2013e):

Reino: *Plantae*

Divisão: *Magnoliophyta*

Classe: *Liliopsida*

Ordem: *Arecales*

Família: *Arecaceae*

Gênero: *Astrocaryum*

Espécie: *Astrocaryum aculeatum*

O tucumã, também conhecido como tucumã-do-amazonas ou tucumã-açu, é uma palmeira de crescimento monopodial, arborescente e monóica. Parece ser nativo do Estado do Amazonas, onde é muito frequente, sendo ainda encontrado nos estados brasileiros do Acre, Rondônia, Roraima, Pará e Mato Grosso, além das Guianas, Venezuela, Colômbia, Peru e Bolívia. Ocorre em floresta de terra firme, vegetação secundária (capoeiras), savanas, pastagens e roçados, sendo excepcionalmente tolerante a solos pobres e degradados. Em Manaus (AM), a exploração da polpa de tucumã e de seus derivados representa uma atividade econômica significativa e crescente no âmbito regional (FERREIRA; GENTIL, 2006).

Na Amazônia se destacam duas variedades de tucumã, o tucumã-do-pará (*Astocaryum vulgare*) e o tucumã-do-amazonas (*Astocaryum tucumã*). A árvore do tucumã-do-pará é menor com 10 a 15 m de altura, regenera facilmente por perfilhar possuindo vários estipes, enquanto o tucumã-do-amazonas pode alcançar 25 m de altura e forma um tronco único. Seus frutos são maiores e a sua polpa é mais carnuda, menos fibrosa e menos adocicado do que o tucumã-do-pará. A palmeira tucumã é considerada uma planta pioneira de crescimento agressivo, resistente ao fogo com capacidade de rebrotar após as queimadas e, principalmente, que habita as capoeiras e pastagens. As sementes demoram até 2 anos para germinar, crescem lentamente no campo e começam a produzir a partir do oitavo ano. É conhecida a existência de plantadores isolados de dendê (*Elais guinensis*) que já começam substituir o dendê por tucumã, mesmo sem um programa de melhoramento genético. A resistência do tucumã às doenças e a alta produtividade,

fazem desta espécie uma solução para a produção de biodiesel, uma vez que os custos operacionais de um plantio ordenado é muito menor do que o do dendê (MORAIS; GUTJAHR, 2009).

O fruto (**Figura 2.2**) é uma drupa globosa ou ovóide, cujo mesocarpo é fibroso e de coloração amarelo-alaranjada, contendo alto teor de pró-vitamina A, lipídios e energia. A polpa é apreciada e consumida pela população na forma *in natura* ou como recheio de sanduíches, tapioquinha, cremes e sorvetes. O subaproveitamento do fruto e sua importância econômica estão atrelados à exploração tecnológica da polpa, possibilitando assim, aumento da vida-de-prateleira e sua disponibilidade no período da entressafra (YUYAMA et al., 2008).

Figura 2.2. Vista longitudinal do fruto de tucumã.

Fonte: Moraes e Gutjahr (2009).

Trabalhos anteriores já demonstraram que na composição química do fruto do tucumã encontra-se, em média, 46% de umidade, 5% de proteínas, 30% de lipídios, 9% de fibras e 3% em minerais (FERREIRA et al., 2008).

A manteiga do tucumã extraído da polpa externa contém 25,6% de ácidos graxos saturados e 74,4% de insaturados, compostos pelos ácidos graxos palmítico, esteárico, oléico e linoléico. Como ela é rica em ômega 3, 6 e 9, comporta-se como um excelente hidratante empregado em produtos cosméticos para a hidratação da pele, loções corporais e produtos capilares para cabelos danificados, sendo um excelente emoliente que apresenta alto poder de espalhabilidade. O valor do β -caroteno na manteiga é mais concentrado do que na polpa, com o valor de 180 a 330 mg / 100 g de manteiga (MORAIS; GUTJAHR, 2009).

Não foram encontrados em literatura dados referentes à caracterização físico-químicas da manteiga de tucumã.

2.1.6. Manteiga de cupuaçu

A classificação científica do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é como segue (NEW YORK BOTANICAL GARDEN, 2013f):

Reino: *Plantae*

Divisão: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Ordem: *Malvales*

Família: *Malvaceae*

Subfamília: *Sterculioideae*

Gênero: *Theobroma* L.

Espécie: *T. grandiflorum*

Nome binomial: *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.

No Brasil, algumas indústrias vêm pesquisando o uso da manteiga de cupuaçu em cosméticos. No entanto, devido ao alto teor lipídico presente nas sementes, cerca de 60%, uma grande parte ainda encontra-se sem aplicação em grande escala, gerando excedentes de produção. Diversas pesquisas divulgadas na literatura apresentam as características físicas e químicas da manteiga de cupuaçu, algumas as comparando da manteiga de cacau (LUCCAS; KIECKBUSCH, 2006). O cupuaçu, um dos mais importantes frutos típicos da Amazônia, é cultivado em todo o Estado do Pará, norte do Maranhão e Tocantins, havendo também cultivo de espécimes isoladas nos Estados de São Paulo, Bahia e Rio de Janeiro. É uma cultura emergente, com potencial para conquistar novos mercados (QUEIROZ; GARCIA, 2000).

O cupuaçu, nativo da região Amazônica, é uma pequena árvore que mede de quatro a oito metros quando cultivado ou até com 18 m de altura nos indivíduos silvestres, na mata alta. Pertence à mesma família e gênero do cacau. A fruta é muito grande, em forma de cilindro com extremidades arredondadas, podendo atingir até 30 cm de comprimento, pesando, em média, 1,2 kg. Na maturação os

frutos caem sem o pedúnculo, quando começam a liberar o cheiro característico, o que indica a perfeita maturação dos mesmos. O fruto contém uma polpa suculenta e cremosa, com sabor característico, aderido de 20 a 30 sementes grandes e de forma oval. A manteiga do cupuaçu é semelhante à manteiga do cacau, porém com qualidade superior porque é extraída de sementes que contêm, aproximadamente, 45% de óleo (MORAIS; GUTJAHR, 2009).

A produção em plantios comerciais é iniciada a partir do terceiro ano e alcança, em média, 12 frutos por árvore. Recomenda-se o plantio de 180 plantas por hectare, que pode chegar a uma produtividade média de 2.148 frutos, que corresponde 990 kg de polpa e 443 kg de sementes (em média o fruto tem 38,4% de polpa, 17,2% de sementes e 44,4% de casca). Em geral, com uma tonelada de sementes frescas, se produz 135 kg de manteiga de cupuaçu (MORAIS; GUTJAHR, 2009).

Popularmente, do cupuaçu utiliza-se apenas a sua polpa para consumo: sucos, sorvetes, cremes e doces. A remoção da polpa é uma operação trabalhosa e efetuada através de tesoura. Em algumas regiões, as sementes são fermentadas, secas ao sol, torradas, trituradas no pilão e utilizadas como chocolate comum, também chamado de cupulate. De modo geral, as sementes – que são consideradas como um subproduto do processamento da polpa – são subutilizadas e dispensadas. Com o interesse crescente da indústria farmacêutica para obter a manteiga do cupuaçu, as indústrias e cooperativas de polpa de frutas começam a separar e beneficiar as sementes em maior quantidade. Na época em que o preço do cacau sobe muito as sementes são cortadas ao meio e misturadas no cacau, além da indústria aplicar hoje como lanolina vegetal em função da sua emoliência semelhante a da lanolina (animal) (MORAIS; GUTJAHR, 2009).

O(a) óleo/manteiga extraído das sementes do cupuaçu oferece propriedades interessantes para a indústria cosmética. A manteiga de cupuaçu é um triglicerídeo que apresenta uma composição equilibrada de ácidos graxos saturados e insaturados, o que confere ao produto um baixo ponto de fusão (aproximadamente 30°C) e aspecto de um sólido macio que funde rapidamente ao entrar em contato com a pele. A manteiga de cupuaçu possui alto poder de absorção de água, aproximadamente 240% superior ao da lanolina, atuando como um substituto vegetal da mesma. Ela contém fitoesteróis (especialmente beta-sitosterol) que

atuam na célula, regulando o equilíbrio hídrico e a atividade dos lipídeos da camada superficial da pele. O alto poder de absorção da água desta manteiga pode ser atribuído às pontes de hidrogênio formadas entre as moléculas de água e os fitoesteróis. Os fitoesteróis estão sendo utilizados nos tratamentos de dermatites e afecções por estimular o processo de cicatrização (MORAIS; GUTJAHR, 2009). Outras propriedades químicas e físicas são apresentadas na **Tabela 2.4**.

Tabela 2.4. Características físico-químicas da manteiga de cupuaçu.

Índices	Unidades	Valores de Referência
Ácidos Graxos Livres	%	4
Índice de Refração (40°C)	-	1,45-1,47
Índice de Iodo	gI ₂ /100g	30-50
Índice de Saponificação	mgKOH/g	180-200
Matéria Insaponificável	%	2-3
Acidez	%	Máx. 10
Índice de Peróxido	meqO ₂ /kg	3-5
Ponto de Fusão	°C	25-35

Fonte: Moraes e Gutjahr (2009).

2.2. Óleos e gorduras vegetais

Os óleos vegetais são produtos naturais constituídos por uma mistura de ésteres derivados do glicerol (triacilgliceróis ou triglicerídeos), cujos ácidos graxos contêm cadeias de 8 a 24 átomos de carbono com diferentes graus de insaturação. De uma espécie vegetal a outra ocorrem variações na composição química dos seus extratos, as quais são expressas por variações na relação molar entre os diferentes ácidos graxos presentes em suas estruturas. Portanto, a análise da composição de ácidos graxos constitui o primeiro procedimento para a avaliação preliminar da qualidade do óleo bruto e/ou de seus produtos de transformação e isto pode ser obtido através de vários métodos analíticos tais como a cromatografia em fase

líquida, cromatografia em fase gasosa e a espectroscopia de ressonância magnética nuclear de hidrogênio (MORETTO & FETT²⁵, 1998 apud LIMA 2009).

De acordo com Castro et al.²⁶ (2004 apud LIMA, 2009), os componentes mais expressivos dos óleos e gorduras são os triacilglicerídeos e suas propriedades físicas dependem da estrutura e distribuição dos ácidos graxos presentes. Fisicamente, as gorduras e os óleos são diferentes na medida em que as primeiras são sólidas à temperatura ambiente e os óleos são líquidos. A diferença de propriedades é, geralmente, determinada pela composição em ácidos graxos e pelo grau de insaturação destes. Estes aspectos são relacionados pelo comprimento da cadeia carbonada e pelo número, posição e configuração das duplas ligações nas referidas cadeias.

Geralmente, as gorduras sólidas caracterizam-se por uma predominância de ácidos graxos saturados, enquanto que nos óleos líquidos é comum um teor elevado de ácidos graxos insaturados [...] As propriedades físicas das gorduras e dos óleos naturais variam muito, como resultado da sua composição química. Entre os fatores que afetam a composição química destacam-se a origem vegetal, mas também as condições climáticas, o tipo de solo, estação de crescimento, a maturidade e a saúde da planta, e ainda a variação genética da planta (MIRANTE, 2007).

2.3. Ácidos graxos

Ácidos graxos são ácidos carboxílicos, geralmente monocarboxílicos, que podem ser representados pela forma RCO_2H . Na maioria das vezes, o grupamento R é uma cadeia carbônica longa, não ramificada, com número par de átomos de carbono, podendo ser saturada ou conter uma ou mais insaturações. O grupo carboxila constitui a região polar e a cadeia R, a região apolar da molécula (CURI et al., 2002).

²⁵ MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1998.

²⁶ CASTRO, H.F.; MENDES, A.A.; SANTOS, J.C.; AGUIAR, C.L. Modificações em óleos e gorduras por biotransformação. **Química Nova**, v.27, n.1, p.146-156, 2004.

Quimicamente, as gorduras e os óleos são ésteres de glicerol com ácidos graxos. O comprimento das cadeias de carbono nas gorduras e óleos alimentares variam entre 4 e 24 átomos de carbonos podem conter até três ligações duplas, representadas genericamente por $C_n:p$, sendo n o número de átomos de carbono da cadeia e p o número de ligações duplas (CURI et al., 2002).

Os ácidos graxos saturados predominantes são os ácidos láurico ($C_{12}:0$), mirístico ($C_{14}:0$), o palmítico ($C_{16}:0$), o esteárico ($C_{18}:0$), araquídico ($C_{20}:0$), o behénico ($C_{22}:0$) e o linhocérico ($C_{24}:0$). Os ácidos graxos monoinsaturados mais importantes são o ácido oleico ($C_{18}:1$) e o erúcico ($C_{22}:1$). Os ácidos graxos poliinsaturados mais importantes são o ácido linoleico ($C_{18}:2$) e o linolênico ($C_{18}:3$) (**Figura 2.3**) (MIRANTE, 2007).

Os ácidos graxos podem ser saturados (não há ligações duplas), monoinsaturados (uma ligação dupla) ou ácidos graxos poliinsaturados (com mais de uma ligação dupla) (ROCHE, 1999).

Figura 2.3. Estruturas químicas dos ácidos graxos predominantes nos óleos e gorduras vegetais. (I) - Ácido láurico; (II) - Ácido oleico; (III) - Ácido linoleico; (IV) - Ácido linolênico.

Fonte: Mirante (2007).

A cadeia hidrocarbonada de um ácido graxo saturado existe, geralmente, sob uma forma estendida, uma vez que esta conformação linear, flexível, é o estado de menor energia. Em contraste, os ácidos graxos insaturados contêm dobramentos rígidos em suas cadeias carbônicas, pois as duplas ligações não giram e uma angulação de 30 graus é produzida para cada uma das duplas ligações presentes (configuração *cis*). A conformação linear dos ácidos graxos saturados permite um melhor empacotamento dos mesmos, fazendo com que as moléculas fiquem mais próximas umas das outras e, com isso, aumentando a interação entre elas. No caso de ácidos graxos insaturados, a dupla ligação não permite um empacotamento tão eficiente das moléculas, fazendo com que as interações entre elas sejam menores. Como consequência, os ácidos graxos saturados possuem um ponto de fusão maior que os ácidos graxos insaturados (CURI et al., 2002).

As propriedades físicas dos ácidos graxos e dos compostos que os contêm são largamente determinados pelo comprimento e pelo grau de insaturação da cadeia carbônica dos mesmos. A cadeia carbônica não polar é responsável pela insolubilidade dos ácidos graxos em água, embora o número de insaturações na cadeia possa favorecer o coeficiente de partição hidrofílico (LIMA, 2009).

Os ácidos graxos de ocorrência natural em óleos vegetais podem ser totalmente saturados (SAFA, do inglês, *saturated fatty acid*), monoinsaturados (MUFA, do inglês, *monoinsaturated fatty acid*), ou poliinsaturados conhecidos também por PUFA (do inglês, *polyunsaturated fatty acid*), e que possuem no mínimo duas duplas ligações (LIMA, 2009).

Em temperatura ambiente (25°C), os ácidos graxos saturados que contêm de 12 a 24 átomos de carbonos têm consistência cerosa, enquanto os ácidos graxos insaturados do mesmo comprimento de cadeia carbônica são líquidos oleosos, como os óleos vegetais, que são compostos em grande parte por ácidos graxos insaturados de cadeia longa (LIMA, 2009).

Os ácidos graxos podem ser encontrados na forma isolada, ou frequentemente incorporados quimicamente a uma molécula de glicerol, funcionalizado como um éster constituindo, portanto, mono, di ou triglicerídeos também conhecidos por triacilgliceróis. Dentre os ácidos graxos que

predominantemente compõem os óleos vegetais sejam na forma livre ou constituindo o grupo R do triglicerídeo estão os seguintes: ácido palmitoléico (2); ácido oleico (3); ácido linoleico (4); ácido linolênico (5); ácido esteárico (6); ácido palmítico (7) (**Figura 2.4**). A posição da insaturação na nomenclatura química é determinada em relação ao grupamento carboxila, e a configuração assumida é a cis (LIMA, 2009).

Figura 2.4. Estrutura dos ácidos graxos que predominantemente compõem os óleos vegetais.

Fonte: Lima (2009).

Ácido palmítico (C16:0): o mais abundante dos ácidos graxos saturados na natureza, é encontrado em quantidades apreciáveis no lipídios de animais, plantas e

organismos inferiores. É composto por 20 a 30% dos lipídeos na maioria dos tecidos animais, e está presente em quantidades que variam de 10 a 40% nos óleos de sementes. Dentre as fontes comerciais, é mais abundante no óleo de palma (40% ou mais) (The Lipid Library²⁷, 2009 apud LIMA, 2009).

Ácido esteárico (C18:0): é o segundo mais abundante dos ácidos graxos saturados na natureza, e é encontrado nos lipídeos da maioria dos organismos vivos. Ocorre em alguns dos lipídios de importância comercial, em concentrações mais elevadas em gorduras de animais ruminantes (sebo e gordura do leite) ou em óleos vegetais, como a manteiga de cacau, e na gordura hidrogenada industrialmente (The Lipid Library²⁷, 2009 apud LIMA, 2009).

Ácido oléico (C18:1): é, de longe, o mais abundante dos ácidos graxos presentes no tecido vegetal e animal, tanto em lipídios estruturais ou em depósito de gorduras. Por exemplo, pode incluir 30 a 40% do total de ácidos graxos no tecido adiposo de animais, e de 20 a 80% dos óleos de sementes do comércio. O azeite de oliva contém até 78% de ácido oléico, e acredita-se ter especialmente valiosas propriedades nutricionais como parte da dieta mediterrânea. É o precursor biossintético de uma família de ácidos graxos com o terminal (n-9) e cadeia de 20 a 24 carbonos ou mais (The Lipid Library²⁸, 2009 apud LIMA, 2009). O ácido oléico (Ômega-9) apresenta relevante potencial terapêutico na cura de ferimentos e na regeneração de peles lesadas (CARDOSO et al.²⁸, 2004 apud LIMA, 2009).

Ácido linoléico (C18:2): é um elemento onipresente de lipídeos das plantas e de todos os óleos de sementes de importância comercial. Por exemplo, óleos de milho, girassol e soja, normalmente contém mais de 50% de linoleato, e óleo de cártamo contém até 75%. Embora todo o linoleato de tecidos animais podem ser adquiridos a partir da dieta, é geralmente o mais abundante dos ácidos graxos nos mamíferos tipicamente em níveis de 15 a 25%, embora possa se elevar a 75% do total de ácidos graxos do coração (cardiolipina). É também um componente significativo em óleo de peixe, embora os ácidos graxos da família do (n-3) tendem a predominar neste caso (The Lipid Library²⁷, 2009 apud LIMA, 2009).

²⁷ The Lipid Library. Lipid Chemistry, Biology and Analysis. Fatty Acids and Eicosanoids. Disponível em: http://www.lipidlibrary.co.uk/Lipids/fa_eic.html. Acesso em: 14/04/2009.

²⁸ CARDOSO, C.R.B.; SOUZA, M.A.; FERRO, E.A.V.; FAVORETO, S.; PENA, J.D.O. Influence of topical administration of n-3 and n-6 essential and n-9 nonessential fatty acids on the healing of cutaneous wounds. **Wound Repair and Regeneration**, v.12, n.2, p.235-243, 2004.

2.4. Emulsões

Uma emulsão consiste em dois ou mais líquidos parcialmente ou completamente imiscíveis, como a água e o óleo, onde um líquido (a fase dispersa) existe na forma de gotículas suspensas no outro (fase contínua). Como a superfície de cada gotícula é uma interface entre moléculas hidrofóbicas e hidrofílicas, isto a torna termodinamicamente instável (WEISS²⁹, 2002; BELITZ; GROSCH & SCHIEBERLE³⁰, 2009 apud TEIXEIRA, 2014). Se o óleo está disperso na água, a emulsão é referida como uma emulsão óleo-em-água (O/A); caso contrário é uma emulsão água-em-óleo (A/O), conforme **Figura 2.5** (MOLLET & GRUBENMANN³¹, 2001; BELITZ; GROSCH & SCHIEBERLE³⁰, 2009 apud TEIXEIRA, 2014).

Figura 2.5. Fotomicrografia de emulsão A/O (A) e O/A (B).

Fonte: Züge et al.³² (2013) apud Teixeira (2014).

Uma emulsão estável é aquela que conserva as devidas proporções entre seus constituintes e mantém o filme interfásico, mesmo após exposição a tensões decorrentes de fatores como temperatura, agitação e aceleração da gravidade. A estabilidade das emulsões deve-se principalmente ao uso de tensoativos na sua preparação, compostos anfifílicos em cuja molécula existem grupamentos hidrófilos e lipófilos, que se posicionam entre as duas fases da emulsão (aquosa e oleosa), originando a película interfacial que diminui a tensão entre elas estabilizando o sistema (ZANIN et al., 2002).

²⁹ WEISS, J. Emulsion Stability Determination. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. John Wiley& Sons, Inc. D3.4.1-D3.4.17, 2002

³⁰ BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 4th ed. Springer, 2009.

³¹ MOLLET, H.; GRUBENMANN, A. Emulsions – Properties and Production, in **Formulation Technology: Emulsions, suspensions, solid forms**. Wiley-VCH Verlag GmbH. Weinheim, 2001.

³² ZÜGE, B. L. HAMINIUK, C. W. I.; MACIEL, G. M.; SILVEIRA, J. L. M.; SCHEER, A. P. Catastrophic inversion and rheological behavior in soy lecithin and Tween 80 based food emulsions. **Journal of Food Engineering**. v. 116, p. 72 - 77, 2013.

Conforme representado na **Figura 2.6**, são vários os processos desestabilizadores de emulsões, também nomeados como “processos de degradação” (TEIXEIRA, 2014):

Figura 2.6. Mecanismos de instabilidade que podem ocorrer nas emulsões.

Fonte: Adaptado de Badolato et al.³³ (2008) apud Teixeira (2014).

(i) Agregação/Floculação - causada por atração de Van der Waals, quando a repulsão entre as gotículas não é suficiente;

(ii) Maturação de Ostwald - causada pela diferença na solubilidade entre as gotículas pequenas e grandes;

(iii) Coalescência - induzida pelo afinamento e ruptura da película líquida entre as gotículas;

(iv) Creaming ou sedimentação - causada por ação da gravidade;

(v) Inversão de fases – onde ocorre intercâmbio entre a fase dispersa e o meio (TADROS³⁴, 2004 apud TEIXEIRA, 2014).

2.5. Emulsificantes, surfactantes ou agentes tensoativos

Agentes tensoativos são muitas vezes aplicados para estabilizar dispersões (emulsões, suspensões) e para modificar suas propriedades interfaciais. A seleção

³³ BADOLATO, G. G.; AGUILAR, F.; SCHUCHMANN, H. P. SOBISCH, T.; LERCHE, D. Evaluation of long term stability of model emulsions by multisample analytical centrifugation. **Progress in Colloid and Polymer Science**. v. 134, p. 66-73, 2008.

³⁴ TADROS, T. Application of rheology for assessment and prediction of the long-term. physical stability of emulsions. **Advances in Colloid and Interface Science**. v. 108 – 109, p 227–258, 2004.

da concentração e composição do aditivo ideal é um passo crucial na formulação e no design de aplicações técnicas e para este fim (SOBISCH & LERCHE³⁵, 2005a apud TEIXEIRA, 2014).

Os emulsificantes são moléculas constituídas por partes hidrofílicas/lipofóbicas e lipofílicas/hidrofóbicas (WHITEHURST³⁶, 2004 apud TEIXEIRA, 2014). São substâncias cujas moléculas contêm grupos tanto polares quanto não polares. Este caráter duplo, chamado anfipatia ou anfifilicidade, resulta em uma afinidade dupla que pode satisfazer ambas as interfaces polar/apolar (BECHER³⁷, 1988 apud TEIXEIRA, 2014).

Por possuir essa dupla afinidade, os emulsificantes apresentam-se com uma “cabeça” com características de hidrofiliicidade exibindo afinidade com as moléculas de água e uma “cauda” hidrofóbica que exibe afinidade com as moléculas de óleo (Figura 2.7) (TEIXEIRA, 2014).

Figura 2.7. Esquema de um emulsificante representado pelas partes hidrofílica (cabeça) e hidrofóbica (cauda).

Fonte: Teixeira (2014).

Os emulsificantes têm a capacidade de interagir na interface entre duas fases. Frequentemente estes são líquidos imiscíveis, mas também podem ser misturas de gás/líquido. É a sua atividade superficial que dá aos emulsificantes capacidade para estabilizar misturas de óleo e água, que de outra forma separariam (WHITEHURST³⁶, 2004 apud TEIXEIRA, 2014).

³⁵ SOBISCH, T.; LERCHE, D. Rapid selection of dispersants and evaluation of emulsion stability by analytical centrifugation. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. Vol. LXXXII, p. 308-316, 2005a.

³⁶ WHITEHURST, R. J. *Emulsifiers in Food Technology*. Blackwell Publishing. 2004.

³⁷ BECHER, P. *Encyclopedia of emulsion technology*: Basic theory, measurement, applications. v. 3. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, 134 p. 1988.

2.6. Equilíbrio hidrófilo-lipófilo (EHL)

O balanço entre as duas porções moleculares com características opostas dessas substâncias, é denominado equilíbrio hidrófilo-lipófilo (EHL, ou inglês, HLB – *hydrophilic lipophilic balance*). Este representa um sistema de classificação dos tensoativos, tendo como base os parâmetros de solubilidade desses compostos em solventes polares e/ou apolares (GRIFFIN³⁸, 1949; LACHMAN et al.³⁹, 1986 apud ZANIN, 2002).

Neste sistema, introduzido por Griffin³⁸ em 1949 (apud ZANIN, 2002), uma escala numérica adimensional de valores entre 1 e 20 é usada para descrever a natureza do agente tensoativo, sendo que os valores de EHL aumentam de acordo com a hidrofília da molécula. O equilíbrio hidrófilo/lipófilo de um tensoativo é uma propriedade importante no processo de emulsificação, posto que determina o tipo de emulsão que tende a produzir. Agentes emulsivos de EHL baixo tendem a formar emulsões água/óleo, ao passo que aqueles com EHL alto formam emulsões óleo/água (LACHMAN et al.³⁹, 1986 apud ZANIN, 2002).

Portanto, o conhecimento dos valores de EHL permite prever o tipo de comportamento esperado do composto, fornecendo desta forma orientação para suas aplicações práticas (ZANIN, 2002), conforme demonstrado na **Tabela 2.5**.

Tabela 2.5. Valores de EHL relacionados à sua aplicação industrial.

Faixa de EHL	Aplicação
3-6	Emulsão A/O
7-9	Umectantes
8-18	Emulsão O/A
15-18	Solubilizantes

Fonte: Belitz e Grosch & Schieberle³⁰ (2009) apud Teixeira (2014).

Muitas vezes, misturas de agentes emulsionantes são mais eficazes do que os componentes individuais, mesmo se o EHL final é o mesmo. Pensa-se que

³⁸ GRIFFIN, W. C. Classification of Surface-Active Agents by "HLB". **Journal of The Society of Cosmetic Chemists**, 1,311-326. 1949.

³⁹ LACHMAN, L; LIEBERMAN, H. A; KANIG, J. L. **The Theory and Practice of Industrial Pharmacy**. 3th. Philadelphia: Lea & Febiger; p. 514-517. 1986.

alguns agentes emulsionantes misturados formam um complexo na interface, obtendo-se assim a baixa tensão interfacial e uma película interfacial forte (SCHRAMM, et al.⁴⁰, 2003 apud TEIXEIRA, 2014).

Os métodos de determinação do EHL são classificados em três categorias, sendo elas (1) o método teórico, relacionando o EHL de um tensoativo com sua estrutura molecular; (2) o método direto, comparando visualmente o comportamento de tensoativos com padrões de EHL conhecidos e (3) métodos indiretos, relacionando componentes físico-químicos mensuráveis com o EHL dos compostos (ZANIN, 2002).

Representando a metodologia teórica, calcula-se o EHL dos compostos pelo método de Davies, que se baseia na atribuição de valores para grupamentos presentes na molécula de tensoativo, na soma desses valores e na aplicação dos mesmos em equação que fornece o EHL e no método de Griffin, que propõe o cálculo do EHL para produtos nos quais o grupo hidrofílico é composto apenas por derivados do óxido de etileno (GRIFFIN³⁸, 1949; LACHMAN et al.³⁹, 1986; LE HIR⁴¹, 1997 apud ZANIN, 2002).

Os números correspondentes ao EHL de alguns produtos são frequentemente indicados em literatura como “valores compreendidos em uma faixa entre dois pontos”, muitas vezes não próximos, como para a família dos óleos de origem vegetal em que a referência de EHL fica compreendida entre 6 e 12 (LE HIR⁴¹, 1997 apud ZANIN, 2002).

De acordo com Prista et al.⁴² (1992 apud ZANIN, 2002) para determinar o EHL do extrato em ensaio, toma-se como ponto de referência a emulsão que apresenta maior estabilidade, ou seja, não apresenta aspecto grumoso nem registra separação de fases. Admite-se, portanto, que o valor de EHL da emulsão mais estável corresponde ao do extrato em ensaio. O EHL da emulsão é a soma dos

⁴⁰ SCHRAMM, L. L.; STASIUK, E. N.; MARANGONI, D. G. Surfactants and their applications. **Annual Reports on the Progress of Chemistry Section C**, p. 3-48, 2003.

⁴¹ LE HIR, A. **Noções de Farmácia Galênica**. 6ª ed. São Paulo: Organização Andrei Editora Ltda; 1997. p. 96-99.

⁴² PRISTA, L. N.; ALVES, A. C; MORGADO, R. **Técnica Farmacêutica e Farmácia Galênica**. 4ª ed. V 1. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian; 1992. p. 169-170, 972-983.

valores correspondentes aos do EHL dos seus constituintes, de acordo com as respectivas concentrações.

2.6.1. Teor de água por amperometria com o reagente de Karl Fischer

De acordo com Harusawa et al. (1982), a fim de confirmar a formação de micelas na fase oleosa, a quantidade de água solubilizada na fase oleosa pode ser medida por titulação Karl Fischer. Karl Fischer propôs, em 1935, um reagente para a determinação de água, preparado pela ação de dióxido de enxofre sobre uma solução de iodo na mistura anidra piridina/metanol.

A água reage em um processo de dois estágios em que uma molécula de iodo desaparece para cada molécula de água presente. É conveniente determinar o ponto final da titulação eletronicamente, usando o procedimento da parada brusca (*dead-stop*). Se uma pequena força eletromotriz (f.e.m.) é aplicada em dois eletrodos de platina imersos na mistura de reação, a corrente passa enquanto houver iodo livre presente e remove hidrogênio, despolarizando o cátodo. Quando o último traço de iodo tiver reagido, a corrente cai a zero ou a um valor muito próximo de zero (MENDHAM et al., 2002).

Inversamente, a técnica pode ser combinada com uma titulação direta da amostra com o reagente de Karl Fischer. Neste caso, a corrente cresce subitamente quando o iodo que não reagiu começa a aparecer em solução. (...) O método limita-se aos casos em que a substância a ser analisada não reage com um dos componentes do reagente ou com o iodeto de hidrogênio formado durante a reação com a água. A geração de iodo permite a medida rápida e precisa da umidade em uma grande faixa de concentrações (de 1 ppm – partes por milhão – a 100% de H₂O) (MENDHAM et al., 2002).

2.7. Análises instrumentais em óleos e gorduras

2.7.1. Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho (FTIR)

A Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho (IV) estuda a interação entre a radiação eletromagnética com a matéria. Dependendo da energia de radiação incidente podem ocorrer: absorção, reflexão, fluorescência/fosforescência, espalhamento ou reação fotoquímica. O movimento dos átomos que constituem as moléculas resulta em rotações e vibrações moleculares. Portanto, além das transições entre níveis eletrônicos, deve-se também levar em consideração as transições devidas às rotações e vibrações (OLIVEIRA, 2008).

Para absorver radiação infravermelha a molécula precisa sofrer uma variação no momento de dipolo como consequência do movimento vibracional ou rotacional. Apenas nessas circunstâncias o campo elétrico alternado da radiação pode interagir com a molécula e causar variações na amplitude de um de seus movimentos. O momento dipolar é determinado pela magnitude da diferença de carga e a distância entre os dois centros de carga. [...] As vibrações são divididas em duas categorias: estiramentos e deformações angulares (VALDERRAMA, 2005).

Uma vibração de estiramento envolve uma variação contínua na distância interatômica ao longo do eixo da ligação entre dois átomos podendo acontecer de forma simétrica ou assimétrica, enquanto que as deformações angulares são caracterizadas pela variação do ângulo entre duas ligações e podem acontecer no plano ou fora do plano da molécula. Além desses tipos de vibração, interações ou acoplamentos de vibrações podem ocorrer se as vibrações envolverem ligações de um mesmo átomo central e o resultado disso é uma variação nas características das vibrações envolvidas (VALDERRAMA, 2005).

Os movimentos de estiramentos e deformações angulares estão representados através da **Figura 2.8**.

Figura 2.8. Representação gráfica de a) Estiramentos de CH₂; b) Deformações angulares de CH₂.

Fonte: Santos Filho (2005).

Cada ligação possui uma frequência natural e para que ocorra uma absorção na região do infravermelho a radiação incidente deve estar nesta mesma frequência. Assim o campo elétrico alternante da radiação incidente interage com a molécula, originando os espectros (VALDERRAMA, 2005).

A região do infravermelho pode ser dividida em três partes, conforme apresentado na **Tabela 2.6**.

Tabela 2.6. Faixas de divisão da região do infravermelho.

Região do infravermelho	Largura da onda
Infravermelho próximo (NIR)	13.300 a 3.000 cm^{-1} (750 a 3.300 nm)
Infravermelho médio (MIR)	4.000 a 400 cm^{-1} (2,5 a 25 μm)
Infravermelho distante (FIR)	abaixo de 400 cm^{-1}

Fonte: Santos Filho (2005).

O espectro vibracional característico de moléculas, na maior parte das substâncias orgânicas, situa-se na região do MIR. O espectro infravermelho de um composto químico é considerado uma de suas propriedades físico-químicas mais características, podendo ser considerado sua “impressão digital”, o que leva a espectroscopia na região do infravermelho ter extensa aplicação na identificação dos compostos e na análise quantitativa de misturas de compostos (OLIVEIRA, 2008).

A radiação no infravermelho atravessa a amostra a ser analisada, a radiação transmitida é comparada com aquela transmitida na ausência de amostra. O espectrômetro registra o resultado na forma de uma banda de absorção. Um espectrômetro de grande sensibilidade é o espectrômetro com transformada de Fourier (FTIR), que empregam um interferômetro de Michelson, que tem a finalidade de dividir o feixe da radiação da fonte de infravermelho de tal forma que ele reflita simultaneamente a partir de um espelho em movimento e de um espelho fixo. Os feixes refletidos voltam a se combinar e passam através da amostra para o detector e são reproduzidos na forma de um gráfico de tempo contra a intensidade do sinal denominado de interferograma (ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO, 2013).

Nos equipamentos de espectroscopia de infravermelho, a aquisição dos espectros pode ocorrer por transmissão, reflexão, reflexão total atenuada e reflexão difusa, além das técnicas associadas à microscopia. Dentre essas, a técnica por Reflexão Total Atenuada (ATR) é bastante utilizada por requerer pouco ou nenhum preparo de amostras (GRIFFITHS; HASETH⁴³, 2007 apud BENETTI, 2014).

De acordo com a **Tabela 2.7**, pode-se observar a região de ocorrência de alguns dos picos característicos de absorção de infravermelho.

⁴³ GRIFFITHS, P. R. & HASETH, J. A. *Fourier Transform Infrared Spectrometry*. 529. Wiley, 2007.

Tabela 2.7. Principais picos característicos de absorção do infravermelho

	Grupo funcional	Número de onda (cm ⁻¹)
O-H	Alifático e aromático	3600-3000
NH ₂	Também secundário e terciário	3600-3100
C-H	Aromático	3150-3000
C-H	Alifático	3000-2850
C≡N	Nitrilo	2400-2200
C≡C-	Alcino	2260-2100
COOR	Éster	1750-1700
COOH	Ácido carboxílico	1740-1670
C=O	Aldeídos e cetonas	1740-1660
CONH ₂	Amidas	1720-1640
C=C-	Alceno	1670-1610
φ-O-R	Aromático	1300-1080
R-O-R	Alifático	1160-1060

Fonte: Skoog et al. (2005).

A técnica de ATR consiste na reflexão de um feixe que incide em um ângulo crítico que passa de um meio mais denso (um cristal) para um meio menos denso (amostra). Nesta condição, uma pequena parcela da radiação incidente (chamada onda evanescente) penetra poucos micrometros no meio (amostra), podendo ser absorvida. Quando ocorre absorção, o feixe sofre uma atenuação, sendo possível identificar as bandas de absorção da amostra e, conseqüentemente, os seus compostos. O esquema de funcionamento do acessório ATR é representado na **Figura 2.9**. O meio onde o feixe se propaga inicialmente é composto por um material de alto índice de refração, normalmente um cristal de diamante, seleneto de zinco (ZnSe) ou germânio (Ge) (SKOOG et al., 2005; SILVERSTEIN et al.⁴⁴, 2005 apud BENETTI, 2014). A proporção de feixe refletido varia com o ângulo de incidência, havendo um ângulo crítico onde a reflexão é total, dependendo do cristal utilizado como elemento de reflexão (GRIFFITHS; HASETH⁴³, 2007 apud BENETTI, 2014).

⁴⁴ SILVERSTEIN, R. M., WEBSTER, F. X. & KIEMLE, D. *Spectrometric Identification of Organic Compounds. Infrared Spectrometry*. Wiley, 2005.

Figura 2.9. Esquema de funcionamento do acessório ATR.

Fonte: Benetti (2014).

Uma vez que os materiais são normalmente analisados por ATR com mínima ou nenhuma preparação de amostra, a ATR é uma técnica rápida para obtenção do espectro no infravermelho de um material. Quaisquer materiais que sejam demasiadamente espessos ou também fortemente absorventes para serem analisados por espectroscopia de transmissão podem ser rotineiramente analisados usando ATR (SANTOS FILHO, 2005).

2.7.2. Cromatografia Gasosa (CG)

Na cromatografia gasosa (GC), a amostra é vaporizada e injetada no topo de uma coluna cromatográfica. A eluição é feita por fluxo de um gás inerte que atua como fase móvel. Ao contrário da maioria dos outros tipos de cromatografia, a fase móvel não interage com as moléculas do analito. Sua única função é transportar o analito através da coluna (SKOOG, 2005). Esta técnica tem sido amplamente utilizada na análise dos ácidos graxos em óleos e gorduras (CURI, 2002; LIMA, 2009).

Os compostos a serem separados são volatilizados e, através do gás inerte (fase móvel), passam pela coluna onde um líquido de alto ponto de ebulição (fase estacionária) é depositado em um suporte sólido. O uso de temperaturas convenientes no local de injeção possibilita a vaporização da amostra. As substâncias são separadas de acordo com os seus coeficientes de partição, que são

dependentes das suas volatilidades e solubilidades relativas na fase líquida. Os ácidos graxos emergem da coluna em tempos diferentes que são detectados por meios que convertem a concentração do componente na fase gasosa em um sinal elétrico, que por sua vez é amplificado e registrado (LIMA, 2009).

O detector por ionização em chama (*Flame Ionization Detection-FID*) é muito utilizado na detecção de compostos orgânicos (COCITO & DELFINI⁴⁵, 1994; WOLFF & FABIEN⁴⁶, 1989 apud LIMA, 2009). Este se baseia na queima do ar do eluente da coluna, misturado com hidrogênio, com produção de uma chama de energia suficiente para ionizar as moléculas de soluto cujos potenciais de ionização são baixos (MENDHAM et al., 2002).

As substâncias sofrem pirólise na chama hidrogênio-oxigênio e produzem íons no processo. Os gases transportadores são nitrogênio, hélio ou hidrogênio. O hidrogênio é o mais utilizado devido sua rapidez nas análises e uma melhor separação das substâncias. Exemplos de detecção com detector de ionização de chama em análises de CG são inúmeras. Este detector é o mais útil na análise dos derivados de ácidos graxos (COCITO & DELFINI⁴⁵, 1994; WOLFF & FABIEN⁴⁶, 1989 apud LIMA, 2009).

Para a realização da análise por cromatografia são realizadas reações de derivatização para formação de derivados a fim de melhorar a resposta do detector às substâncias de interesse analítico (MENDHAM et al., 2002).

A derivatização é o processo de modificação química de um composto para produzir uma nova substância que possui propriedades adequadas para análise utilizando técnicas de cromatografia. Este processo torna viável a análise de compostos que não são diretamente acessíveis às técnicas cromatográficas em função de propriedades como estabilidade e volatilidade melhorando o comportamento cromatográfico de detecção. Muitos compostos não produzem um cromatograma utilizável (isto é, picos múltiplos, ou uma grande bolha) ou a amostra de interesse não é detectada. Como resultado, pode ser necessário derivatizar o

⁴⁵ COCITO, C.; DELFINI, C. Simultaneous determination by GC of free and combined fattyacids and sterols in grape musts and yeasts as silanized compounds. **Food Chemistry**, v.50, n.3, p.297-305, 1994.

⁴⁶ WOLFF, R.L.; FABIEN, R.J. The use of isopropanol for fat extraction from dairyproducts and for the subsequent esterification of fatty-acids. **Lait**, v.69, n.1, p.33-46, 1989.

composto antes da análise por CG. A derivatização é uma ferramenta útil que permite a utilização de GC em amostras que de outra forma não seria possível em várias áreas da química, Atuando de forma a acentuar as diferenças entre os compostos da amostra para facilitar a separação cromatográfica (REGIS TECHNOLOGIES, 2000).

2.8. Aplicações em Têxteis

Um dos mais significativos mercados de consumo de produtos químicos é o setor têxtil, tanto na fabricação de fibras sintéticas e artificiais quanto na utilização de produtos químicos auxiliares. Os produtos auxiliares são indispensáveis para tornar eficientes as etapas de fabricação de fibras, fios e tecidos, bem como no acabamento destes materiais. As transformações têxteis ocorrem de acordo com as seguintes etapas: fiação, tecelagem e beneficiamento. No beneficiamento são realizadas as etapas beneficiamento primário, tingimento, estamparia e acabamento final. O beneficiamento engloba todas as etapas de transformação do tecido quanto à aparência, capacidade de absorção de água, aumento da resistência, etc (ALCÂNTARA; DALTIM, 1996).

Ainda de acordo com estes autores, a finalidade do acabamento final dos materiais têxteis é conferir-lhes um aspecto que atenda aos desejos do consumidor, além de garantir melhor resistência ao uso, podendo conferir ao artigo têxtil características, tais como: aumentar o brilho, aumentar a resistência ao desgaste e ao esgarçamento, evitar ataque microbiológico, conferir estabilidade dimensional, impermeabilização, diminuir o amassamento, alterar o toque, antiestéticos e encorpantes, retardante à chamas, repelente a óleos, água e sujeita seca, fins cosméticos, estéticos e terapêuticos, etc (ALCÂNTARA; DALTIM, 1996).

O acabamento têxtil que é efetuado para proporcionar um “bom toque” é um dos mais antigos e dos mais estudados. A noção de toque é muitas vezes associada ao caráter de suavidade que deu origem ao processo denominado por amaciamento. O amaciamento pode ser de três tipos: mecânico, biológico ou químico. A combinação de processos químicos com mecânicos e/ou biológicos é atualmente a forma mais aconselhada para se conseguirem efeitos especiais sem desvirtuar as

propriedades próprias das fibras em processamento (MARIA et al.⁴⁷, 2008 apud COSTA, 2014).

O amaciamento químico traduz-se pela “suavização do toque” por aplicação de produtos químicos, denominados amaciantes. A grande maioria dos produtos de amaciamento apresenta características análogas a um tensoativo: uma longa cadeia alifática, parte hidrófoba, e uma parte hidrófila. A sua classificação é normalmente baseada nas características da parte hidrófila. Existem assim amaciantes: não iônicos, aniônicos, catiônicos, anfotéricos e reativos (TROFICOLOR⁴⁸, 2008 apud COSTA, 2014).

O processo de aplicação utilizado no presente estudo é chamado de processo contínuo ou de impregnação, que, segundo Costa (2014), é efetuado de uma forma contínua, com impregnação prévia em foulard, pré-secagem, secagem por vaporização ou calor seco e lavagens subsequentes na mesma máquina, em unidades distintas.

Este processo tem a vantagem de ser utilizado quando há necessidade de amaciar grandes quantidades de material têxtil, uma vez que evita o inconveniente de separar o trabalho por partidas/banhos e repetir o processo várias vezes. Neste método, o processamento é planeado com uma sequência contínua de acontecimentos desde o início até ao fim. A peça em processamento move-se a uma velocidade constante ao longo do equipamento e no final do processo é retirada mecanicamente através da extremidade do equipamento (SÁNCHEZ et al.⁴⁹ 1981 apud COSTA, 2014).

A maioria dos processos de amaciamento em contínuo pode ser dividida em quatro etapas, representados na **Figura 2.10** (CITEVE⁵⁰, 2012 apud COSTA, 2014):

- 1- Aplicação do amaciador por impregnação (*padding*);
- 2- Fixação do amaciador, usualmente por ar quente ou vapor;

⁴⁷ MARIA, R.; MORGADO, J.; SILVA, A. **Manual Técnico do Formador-Tecnologia de Enobrecimento**. CITEVE, 2008.

⁴⁸ TROFICOLOR, Têxteis S.A. "**Processos Têxteis**", Trofa, Portugal. 2008.

⁴⁹ SÁNCHEZ, J. C.; VALLDEPERAS, J.; PUENTE, P. **Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materias Textiles**. 756p. Terrassa: Universidad Politécnica de Barcelona, 1981.

⁵⁰ CITEVE. "Guia de Boas Práticas Para a Eficiência Energética no Setor Têxtil e do Vestuário", Famalicão, Portugal. 2012.

3- Secagem, feita em cilindros aquecidos por vapor;

4- Termofixação a elevadas temperaturas (igual ou superior a 150°C, cujos objetivos são proporcionar estabilidade dimensional ao artigo ou polimerizar sobre a fibra os auxiliares aplicados).

Figura 2.10. Principais processos de amaciamento por impregnação.

Fonte: Adaptado de Citeve⁵⁰ (2012) apud Costa (2014).

3. OBJETIVOS

O objetivo geral é efetuar a caracterização físico-química de extratos vegetais amazônicos com potencial de matérias-primas para aplicação em processos de beneficiamento da indústria têxtil e realizar aplicações preliminares em têxteis, a saber: óleo-resina de copaíba, óleo de castanha do Brasil, óleo de buriti, manteiga de cacau, manteiga de tucumã e manteiga de cupuaçu.

Constituem objetivos específicos:

- i) a caracterização físico-química através da utilização de técnicas instrumentais analíticas: espectroscopia de absorção na região do infravermelho (FTIR) e cromatografia a gás (CG-FID);
- ii) preparo e avaliação da estabilidade de emulsões a partir dos extratos estudados e determinação dos seus EHL (Equilíbrio Hidrófilo-Lipófilo);
- iii) seleção da emulsão mais estável por extrato estudado para aplicação preliminar em acabamento por foulardagem e comparação contra amaciante de uso industrial;
- iv) avaliação da oxidação das emulsões dos extratos aplicados sobre o material têxtil quando submetidos a diferentes temperaturas (120 a 200°C);
- v) avaliação sensorial de toque proporcionados pelas emulsões em comparação a um amaciante de uso industrial.

4. JUSTIFICATIVA

O setor têxtil vive em constante evolução e os artigos oferecidos ao consumidor final estão sujeitos às tendências da moda. Este ciclo exige novidades que podem estar em cortes, cores, estampas ou materiais, e estabelece um alto nível de exigência e inovação (OXITENO, 2011). Para tanto, a indústria têxtil se torna um grande mercado consumidor de recursos naturais e de produtos auxiliares que são “indispensáveis para tornar eficientes as etapas de fabricação de fibras, fios e tecidos, bem como no acabamento destes materiais” (ALCÂNTARA; DALTIM, 1996).

Entretanto, é comum a utilização de matérias-primas oriundas de fontes não renováveis para a produção destes produtos auxiliares. O emprego destas fontes pode afetar o mercado devido ao balanço entre a oferta e a demanda e provocar danos ao meio ambiente, por exemplo, como ocorre com derivados do petróleo. No Brasil são encontradas diversas fontes renováveis que são potenciais alternativas como substitutas às fontes não renováveis e que podem contribuir com a diminuição da poluição gerada por seus resíduos (SCHUCHARDT; RIBEIRO; GONÇALVES, 2001; SILVA et al., 2005).

Deste modo, o uso de extratos vegetais amazônicos para beneficiamento e acabamento têxtil pode ser uma alternativa sustentável e ecológica em relação às atuais matérias-primas utilizadas pelo mercado, uma vez que, não provocam o mesmo impacto negativo das fontes convencionais sobre o meio ambiente (SCHUCHARDT; RIBEIRO; GONÇALVES, 2001; SILVA et al., 2005).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Extratos vegetais amazônicos

Foram utilizados neste estudo os seguintes extratos vegetais fornecidos pela empresa Inovam Brasil (Rondônia, Brasil):

- (1) Óleo-resina de Copaíba (Inovam Brasil, Rondônia, código IN51, lote IN51080910, 2011);
- (2) Óleo de Castanha do Brasil (Inovam Brasil, Rondônia, código IN11, lote IN11150410, 2011);
- (3) Óleo de Buriti (Inovam Brasil, Rondônia, código IN31, lote IN31190710, 2011);
- (4) Manteiga de Cacau (Inovam Brasil, Rondônia, código IN61, lote IN61070508, 2011);
- (5) Manteiga de Tucumã (Inovam Brasil, Rondônia, código IN41, lote IN41200910, 2011);
- (6) Manteiga de Cupuaçu (Inovam Brasil, Rondônia, código IN21, lote IN21150710, 2011).

Todos os demais reagentes utilizados neste estudo são de grau analítico, exceto quando houver menção em contrário.

5.2. Análises Instrumentais

5.2.1. Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho (FTIR)

Os extratos foram analisados através da técnica de espectroscopia na região do infravermelho médio, em equipamento marca Thermo, modelo Avatar 370 FTIR, utilizando célula de ATR / Germânio (Ge) (Nicotet, USA). Utilizou-se cela de NaCl, no intervalo de 4000 a 700 cm^{-1} , realizando 32 scans e resolução de 2 cm^{-1} . Antes da obtenção de cada espectro foi realizado ensaio de branco (cela limpa, sem

amostra) visando à diminuição da interferência da atmosfera sobre o espectro das amostras. As amostras foram analisadas de forma tal qual e aplicadas diretamente sobre a cela de NaCl (OLIVEIRA, 2008).

O software utilizado para aquisição dos dados é Omnic, versão 4.1, disponibilizado em 2011 (CALTECH, 2013).

5.2.2. Cromatografia a Gás com Detector por Ionização em Chama (CG-FID)

Para a derivatização foram utilizadas as seguintes soluções:

Solução A: hidróxido de sódio metanólico 0,5 M.

Solução B: pesaram-se 2,0 g de cloreto de amônio em um balão, adicionaram-se 3,0 mL de ácido sulfúrico concentrado; diluíram-se em 60 mL de metanol e foi mantido refluxo por 15 minutos.

Solução C: Pesaram-se em um tubo de ensaio com tampa, de 50 a 100 mg de amostra de extrato. Adicionaram-se 4 mL da Solução A diretamente no tubo, que foi tampado e aquecido em banho-maria de água fervente por 5 minutos. Resfriou-se o tubo em água corrente, adicionaram-se 5 mL da Solução B, tampou-se e aqueceu-se por mais 5 minutos. Resfriou-se o tubo em água corrente e adicionaram-se 5 mL de hexano. Agitou-se vigorosamente por 1 minuto. Transferiu-se a fase orgânica para um vial.

As amostras dos extratos foram analisadas utilizando o equipamento Cromatógrafo Gasoso modelo 6890N (Agilent Technologies, EUA) com injetor capilar *split/splitless* e detector por ionização de chama (FID), utilizando coluna Agilent Technologies DB-23 60 metros x 0,25 mm di x 0,25 um filme (*Part Number* 122-2362) tendo hidrogênio como gás arraste, fluxo de 1,0 mL / min.

As temperaturas do injetor e detector foram de 250°C e 280°C, respectivamente. Foram injetados 1,0 µL de solução C no modo *split* (50:1) com as seguintes condições cromatográficas:

- **Fluxo de ar sintético:** 350 mL/min

- **Fluxo de N₂ + coluna:** 15 mL/min

- **Programação do forno:** 20 min até atingir 195°C; rampa 5°C/min até 215°C; 6 min até atingir 215°C.

A concentração dos constituintes foi calculada através da área da integral de seus respectivos picos, relacionadas com a área total de todos os constituintes da amostra através do software incluso no equipamento (CALTECH, 2016).

5.2. Preparo das emulsões

A metodologia consistiu na preparação de emulsões seriadas do extrato em questão (para cada extrato foi montado um experimento completo) obtidas à custa de um par de emulgentes de EHL conhecido, misturados em proporções variáveis, de modo a originarem valores definidos e escalonados de EHL (PRISTA et al.⁴², 1992; WILKINSON, MOORE⁵¹, 1990 apud ZANIN, 2002).

Os agentes tensoativos utilizados foram: ALKEST SP 80 (Monooleato de Sorbitan, lote 150422S4519, Oxiteno S.A., Brasil) e ALKEST TW 80 (Monooleato de Sorbitan Etoxilado 20 EO, lote 150113M66204, Oxiteno S.A., Brasil). Os tensoativos foram escolhidos por apresentarem íons em comum, sendo ambos Monooleato de Sorbitan; o primeiro sem etoxilação e o segundo, com 20 mols de Óxido de Etileno.

A água utilizada no preparo das emulsões e na aplicação têxtil é de grau III (deionizada) obtida através do equipamento modelo SP1650-43 (Spencer, Brasil).

Para a pesagem dos extratos, tensoativos e água utilizou-se a balança semi-analítica modelo TE-412 (Sartorius Mechatronics, Espanha). Para o preparo das emulsões utilizou-se banho termostático modelo MA-184BX (Marconi, Brasil) e agitador magnético modelo AGE (VELP Scientifica, Itália).

Inicialmente foram preparadas 50 g de cada uma das 11 misturas com diferentes proporções dos tensoativos utilizados, conforme descrito na **Tabela 5.1**.

⁵¹ WILKINSON, J. B; MOORE, R. J. **Cosmetología de Harry**. Madrid: Ediciones Días de Santos S. A.; 1990. p. 806-818.

Tabela 5.1. Proporção dos tensoativos usados no preparo das misturas para cada extrato estudado.

Emulsão	Partes ALKEST SP 80	Partes ALKEST TW 80
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	40	60
8	30	70
9	20	80
10	10	90
11	0	100

A partir destes preparos determinou-se o valor do EHL dedutivamente. O EHL da emulsão é a soma dos valores correspondentes aos do EHL dos seus constituintes, de acordo com as respectivas concentrações (PRISTA et al.⁴², 1992 apud ZANIN, 2002).

A emulsão mais estável para cada extrato estudado foi determinada através de avaliação visual por 48 horas em condições normais de temperatura e pressão. Tomou-se como ponto de referência a emulsão que apresentou maior estabilidade, ou seja, não apresentou aspecto grumoso, nem registrou separação de fases (PRISTA et al.⁴², 1992 apud ZANIN, 2002).

Para cada conjunto de 11 preparos por extrato, nos casos em que mais de uma emulsão apresentou estabilidade (visualmente não houve separação de fases), realizou-se determinação do teor de água por Karl Fischer.

Para determinação do teor de água por Karl Fischer utilizaram-se como equipamentos a balança analítica modelo AY220 (Shimadzu, Japão) e o titulador potenciométrico com kit Karl Fischer modelo 785 DMP (Metrohm, Suíça). Os reagentes utilizados são metanol anidro PA (lote 16791, Vetec, Sigma-Aldrich, EUA) e reagente Karl Fischer PA isento de piridina (lote SZBF2240V, Fluka, Sigma-

Aldrich, EUA). Pesou-se analiticamente por diferença com o auxílio de uma seringa aproximadamente 0,1 g da emulsão analisada e iniciou-se a titulação até a detecção do ponto final pelo equipamento. Ao término da análise o equipamento fornece o teor de água em porcentagem. Foram realizadas duas determinações para cada emulsão.

5.3. Aplicação em algodão por foulardagem

O artigo têxtil empregado nas aplicações foi meia malha 100% algodão, não mercerizada, alvejada e branqueada, fio 24/1 *open end* e 154 g/m² de gramatura (Willrich, Brasil).

Os equipamentos utilizados foram: balança semi-analítica modelo AS2000C (Marte Científica, Brasil), foulard pneumático vertical modelo VFM-B-350 (Mathis, Suíça), vaporizador e rama secadora modelo DH-E (Mathis, Suíça).

Aplicaram-se 0,5; 1,0 e 2,0% de cada uma das emulsões consideradas as mais estáveis dos 11 preparos realizados para cada um dos extratos sobre a fibra (conforme cálculo da **Equação 1**). Ressalta-se que em processos contínuos, como é o caso do processo de foulardagem, a conversão é necessária para que o valor da concentração de emulsão aplicada seja convertido a g/L, uma vez que neste processo não se utiliza a massa do artigo têxtil para o cálculo da porcentagem.

Também sobre outro conjunto de amostras têxteis foi aplicado um amaciante industrial padrão de mercado (Goldsoft COB, Golden Technology, Brasil), para comparação com as formulações desenvolvidas, nas mesmas concentrações das emulsões, a saber: 0,5; 1,0 e 2,0 %.

Para o preparo dos banhos nas concentrações acima relacionadas, utilizaram-se as concentrações em g/L, de acordo com a **Equação 1**.

Equação 1. Fórmula para conversão de % sobre a fibra para g/L no banho em aplicações por processo contínuo.

$$\frac{g}{L} = \frac{\% \text{ produto}}{\text{pick-up}} \times 1000$$

O *pick-up* é expresso em porcentagem e corresponde à quantidade de banho absorvida pelo substrato (VIDAL SALEM, 2011).

Cortaram-se amostras do artigo têxtil em tamanho A4 (210 x 297 mm). Empregando o equipamento foulard (**Figura 5.1a**), aplicaram-se por impregnação os banhos preparados com as emulsões dos extratos. A pressão empregada neste equipamento foi igual a 6 bar e a velocidade, 5 m/min e *pick-up* de 75%. Todas as amostras foram secas na rama secadora (**Figura 5.1b**) a 120 °C por 2 minutos cada.

Figura 5.1. Equipamentos de laboratório utilizados na aplicação das emulsões. a) Foulard pneumático vertical. b) Rama e vaporizadora.

A

B

Fonte: Mathis (2016).

Adicionalmente, realizaram-se mais 4 aplicações com 2% de emulsão, as quais também foram secas em rama secadora a 120°C por 2 min cada. A seguir, cada uma destas provas de acabamento foi novamente seca em rama secadora, respectivamente nas temperaturas 140, 160, 180 e 200°C por 2 minutos.

Em seguida, todas as provas de acabamento foram climatizadas em ambiente controlado a 21 ± 2 °C por 24 horas. Realizaram-se leituras espectrofotométricas em equipamento de remissão modelo 650 (Datacolor, EUA), utilizando para tratamento dos dados o software Datacolor TOOLS versão 1.0.2. Em cada amostra foram efetuadas quatro medições em pontos diferentes da amostra, com as quais determinou-se um valor médio. O grau de branco foi determinado pelo *software* usando a equação de Berger (COSTA, 2014). As avaliações da interferência dos

extratos ao calor foram realizadas através das leituras espectrofotométricas em escala Berger de brancura.

5.4. Análise sensorial de produtos têxteis

Todas as provas de acabamento, exceto aquelas secas a temperaturas mais elevadas (descritas no item anterior), foram avaliadas sensorialmente através do tato utilizando-se a escala Likert (JAMIESON, 2004) com notas de 1 a 5. Correspondendo a nota 1 o artigo sem tratamento e nota 5, o correspondente ao amaciante de mercado, o qual foi considerado toque ótimo.

Utilizou-se como base de estudo para o desenvolvimento da metodologia empregada neste estudo a tese de Nogueira (2011), a qual descreve diversos métodos que podem ser empregados para a análise sensorial de produtos têxteis.

No presente estudo, o painel de avaliadores foi composto por 10 indivíduos, 5 homens e 5 mulheres, cujas idades variaram entre 19 e 59 anos.

Foram explicados a cada avaliador, individualmente, os objetivos da pesquisa e a metodologia a ser empregada na análise. Duas amostras-padrão foram consideradas como base de referência na escala Likert, sendo uma sem tratamento (nota 1) e outra tratada com amaciante comercial (nota 5).

A avaliação sensorial foi realizada através do tato das duas mãos do avaliador. A amostra de artigo têxtil foi friccionada contra os dedos a fim de perceber alterações no grau subjetivo de maciez.

Assim, primeiramente foram avaliados tatilmente os padrões (nota 1 e nota 5) e, em seguida, foi entregue uma amostra com a emulsão aplicada. Após o avaliador tocar a amostra e atribuir a nota, foram entregues novamente os padrões para precisar a percepção de tato do avaliador e outra amostra com aplicação de emulsão foi apresentada para atribuição de nota. Este procedimento foi realizado sucessivamente até que todas as amostras preparadas a partir das seis emulsões (cada uma correspondendo a um extrato vegetal) recebessem uma nota.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Análise dos resultados de espectrofotometria FTIR

Os espectros FT-IR para os extratos manteiga de tucumã, óleo de castanha do Brasil, manteiga de cupuaçu e manteiga de cacau são apresentados na **Figura 6.1**.

Figura 6.1. Espectros de absorção no infravermelho da manteiga de tucumã, óleo de castanha do Brasil, manteiga de cupuaçu e manteiga de cacau.

Conforme se observa na **Figura 6.1**, os extratos de manteiga de tucumã, óleo de castanha do Brasil, manteiga de cupuaçu e manteiga de cacau apresentam espectros com perfis semelhantes.

Os demais extratos estudados, óleo de buriti (**Figura 6.2**) e óleo-resina de copaíba (**Figura 6.3**), apresentaram bandas diferentes em relação aos anteriores e serão mostrados e discutidos a seguir.

A **Tabela 6.1** relaciona a região de incidência das bandas e a análise das ligações representadas pelas mesmas de acordo com as informações relatadas por Stuart (2005).

Tabela 6.1. Determinação das bandas dos extratos estudados e suas respectivas atribuições.

Números de onda (cm ⁻¹)						Atribuição*
Óleo-resina de Copaíba	Óleo de Castanha do Brasil	Óleo de Buriti	Manteiga de Cacau	Manteiga de Tucumã	Manteiga de Cupuaçu	
3067	-	-	-	-	-	=C–H estiramento
-	3008	3004	3006	-	3004	=C–H estiramento
2925	2924	2923	2922	2922	2922	Estiramento assimétrico do metileno C–H
2857	2853	2853	2851	2852	2852	Estiramento simétrico do metileno C–H
-	1746	1745	1744	1744	1746	Estiramento C=O alifático
-	-	1711	-	-	-	Estiramento C=O aromático
1695	-	-	-	-	-	Estiramento C=O aldeído aromático
1636	-	-	-	-	-	Estiramento C=C
1447	1465	1464	1465	1465	1465	Metileno tesoura (<i>scissoring</i>)
-	-	-	1418	1416	1415	C–O–H flexão dentro do plano
1368	1378	1378	1377	1378	1377	Flexão simétrica do metil C-H
1256	-	-	1326	1234	-	Estiramento C–O
-	1164	1165	1163	1163	1164	Estiramento C–O alifático
-	-	1118	1117	1107	1116	Estiramento C–O alifático
886	-	-	-	-	-	=C–H flexão fora do plano
-	-	723	721	721	722	Metileno “balanço” (<i>rocking</i>)

Fonte: *Interpretação dos resultados deste estudo com base nas atribuições a partir de dados de Stuart (2005).

A fim de facilitar uma primeira análise geral, os espectros dos primeiros quatro extratos analisados (manteiga de tucumã, óleo de castanha do Brasil, manteiga de cupuaçu e manteiga de cacau) foram divididos em quatro regiões, sendo **R1** (4000-2000 cm⁻¹), **R2** (2000-1600 cm⁻¹), **R3** (1600-900 cm⁻¹) e **R4** (< 900 cm⁻¹). A análise

destas regiões foi realizada de acordo com as informações relatadas por Stuart (2005) (**Tabela 6.1**).

Em **R1**, notam-se três bandas claramente identificáveis. Os picos em 3008-3004 cm^{-1} corresponde ao estiramento da ligação $=\text{C}-\text{H}$. Somente na manteiga de tucumã não há a incidência deste pico. Já os picos localizados na região de 2924-2922 cm^{-1} indicam estiramentos assimétricos do metileno $\text{C}-\text{H}$. Este pico aparece no espectro dos quatro extratos comparados. Por último, em **R1**, há a ocorrência de um pico em 2853-2851 cm^{-1} que corresponde ao estiramento simétrico do metileno $\text{C}-\text{H}$ e também ocorre em todos os extratos comparados.

Na região **R2** (2000-1600 cm^{-1}), há uma banda intensa em 1746-1744 cm^{-1} atribuída estiramento $\text{C}=\text{O}$ de éster alifático. De acordo com Stuart (2005), as duas ligações polares na maioria dos ésteres (contendo a ligação $-\text{CO}-\text{O}-\text{C}-$) são o $\text{C}=\text{O}$ e ligações $\text{C}-\text{O}$ e estas ligações produzem as bandas mais fortes do espectro de qualquer éster. Ésteres aromáticos e alifáticos podem ser diferenciados, como ambos os estiramentos $\text{C}=\text{O}$ e $\text{C}-\text{O}$ podem produzir bandas em diferentes intervalos: ésteres alifáticos produzem bandas $\text{C}=\text{O}$ e $\text{C}-\text{O}$ em 1750-1730 e 1300-1100 cm^{-1} , respectivamente, enquanto os ésteres aromáticos produzem bandas $\text{C}=\text{O}$ e $\text{C}-\text{O}$ em 1730-1705 e 1310-1250 cm^{-1} , respectivamente.

A terceira região, **R3**, apresenta um pico de média intensidade em 1465 cm^{-1} que corresponde à banda CH_2 cuja deformação é denominada “tesoura”, ou do termo em inglês, *scissoring*. O pico em 1418-1413 cm^{-1} corresponde à deformação dentro do plano da ligação $\text{C}-\text{O}-\text{H}$. A banda em 1378-1377 cm^{-1} indica deformação simétrica de CH_3 . Por fim, o pico em 1165-1163 cm^{-1} , corresponde à ligação $\text{C}-\text{O}$ de éster alifático. As demais bandas correspondem à impressão digital, sendo que o espectro de uma molécula pode ter mais de uma centena de bandas de absorção presentes, mas sem qualquer significação específica. O espectro pode ser considerado a impressão digital da molécula e assim, esta região próxima a 1000 cm^{-1} é dita região de impressão digital Stuart (2005). No entanto, muitas vibrações não produzem sempre o mesmo comportamento e podem variar por centenas de números de onda, mesmo para moléculas semelhantes. Isto se aplica à maioria das ligações que possuem vibrações que são absorvidas na região 1500-650 cm^{-1} , para o qual pequenos efeitos estéricos ou eletrônicos nas moléculas

podem levar a grandes mudanças. Um espectro de uma molécula pode ter uma centena ou mais bandas de absorção presentes, mas não há necessidade de correlacionar a grande maioria delas. O espectro nesta região pode ser considerado como uma "impressão digital" do composto e por isso esta região é referida como a região de impressão digital.

Em **R4** ($< 900\text{ cm}^{-1}$), há uma banda próxima a 720 cm^{-1} que indica a deformação *rocking* de CH_2 , indicando a presença de quatro ou mais grupos CH_2 formando uma cadeia.

Na **Figura 6.2** é apresentado o espectro de absorção no infravermelho do óleo de buriti.

Figura 6.2. Espectro de absorção no infravermelho do óleo de buriti.

Comparando as **Figuras 6.1** e **6.2** e dados da **Tabela 6.1**, observa-se que além da presença de bandas semelhantes, na **Figura 6.2** referente ao espectro do óleo de buriti observa-se um pico na região de 1711 cm^{-1} que indica, de acordo com Stuart (2005), o estiramento da ligação $\text{C}=\text{O}$ de éster aromático. Este pico não foi observado em nenhum dos demais extratos estudados.

O espectro do último extrato estudado, óleo-resina de copaíba, está apresentado na **Figura 6.3**.

Figura 6.3. Espectro de absorção no infravermelho do óleo-resina de copaíba.

Este extrato apresentou bandas distintas em relação aos demais extratos estudados (**Figura 6.1**, **Figura 6.2** e **Tabela 6.1**). De acordo com Stuart (2005), foram observados picos característicos de aldeído aromático, em função da banda em 1695 cm^{-1} e ao estiramento da banda C-H em 2925 cm^{-1} . Ainda segundo Stuart (2005), a posição do estiramento C=O é dependente da ligação de hidrogênio e de conjugação na molécula. A conjugação com uma banda C=C resulta no deslocamento do grupo C=O, portanto, fazendo com que a absorção mude para um número de onda inferior. O estiramento C=C corresponde à banda localizada em 1636 cm^{-1} .

6.2. Análise dos resultados de cromatografia gasosa (CG-FID)

Os resultados do ensaio de cromatografia gasosa (CG-FID) para os seis extratos vegetais analisados neste estudo encontram-se na **Tabela 6.2** e no **Anexo 9**.

Tabela 6.2. Resultados dos ensaios CG-FID. Valores dados em porcentagem (%) relativa à soma das áreas dos picos cromatográficos para cada amostra analisada.

Padrão	Ácido	Óleo-Resina de Copaíba	Óleo de Castanha do Brasil	Óleo de Buriti	Manteiga de Cacau	Manteiga de Tucumã	Manteiga de Cupuaçu
C8:0	Caprílico	40,12	0,00	0,00	0,00	1,67	0,00
C10:0	Cáprico	15,92	0,00	0,00	0,00	1,76	0,00
C12:0	Laurílico	32,57	0,00	0,00	0,00	46,81	0,00
C14:0	Mistírico	3,69	0,00	0,00	0,00	22,50	0,00
C16:0	Palmítico	2,52	14,53	18,24	24,91	6,70	7,03
C16:1	Palmitoleico	0,00	0,28	0,26	0,00	0,00	0,00
C17:0	Margárico	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00
C18:0	Esteárico	0,00	11,43	3,77	39,93	4,96	34,38
C18:1	Oleico	0,00	30,22	69,48	31,45	11,92	41,47
C18:2	Linoleico	0,00	43,08	7,41	2,16	2,92	3,17
C18:3	Linolênico	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00
C20:0	Araquídico	0,00	0,46	0,00	1,31	0,76	11,92
C22:0	Beénico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,04
C22:1	Ecúrico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C24:0	Lignocérico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Pelos resultados mostrados na **Tabela 6.2**, nota-se que os tempos de retenção (de acordo com os padrões analisados) dos extratos de óleo de castanha do Brasil, manteiga de cacau, manteiga de cupuaçu e óleo de buriti possuem semelhanças entre si, ainda que apresentando porcentagens diferentes dos ácidos palmíticos (C16:0), palmitoleico (C16:1), margárico (C17:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2), linolênico (C18:3) e beénico (C22:0).

Como exceções, têm-se a manteiga de tucumã e o óleo-resina de copaíba, os quais apresentam majoritariamente ácido caprílico (C8:0), cáprico (C10:0), laurílico (C12:0), mistírico (C14:0), palmítico (C16:0). Nota-se inclusive que, de acordo com os resultados das análises, o óleo-resina de copaíba não possui ácidos graxos com cadeias acima de 16 carbonos. Neste sentido, observa-se que quanto maior é a cadeia do padrão, maior é o tempo de retenção na coluna cromatográfica.

Apesar do óleo-resina de copaíba ter apresentado a ligação C=C (insaturada) na análise de espectroscopia por FTIR (**Tabela 6.1** e **Figura 6.3**), os resultados de cromatografia expressos na **Tabela 6.2** não indicam a presença de ligações insaturadas neste extrato. Há a possibilidade de que o processo de derivatização tenha alterado a estrutura química desse analito e por este motivo a ligação insaturada não foi detectada. No entanto, não foram encontrados dados em literatura referentes a tal possibilidade.

Na **Figura 6.4**, apresentam-se as distribuições moleculares para todos os óleos e manteigas analisados neste estudo.

Figura 6.4. Distribuição graxa dos resultados CG-FID. Valores dados em porcentagem (%) relativa à soma das áreas dos picos cromatográficos para cada amostra analisada.

6.2.1. Análise dos resultados para o óleo-resina de copaíba

Veiga Junior et al. (2007), realizaram estudo da composição química do óleo de copaíba de 3 diferentes óleos através da técnica HRCG-MS (*High-Resolution Gas Chromatography, Mass Spectrometry*) obtendo os resultados expressos na

Tabela 6.3. De acordo com estes autores, os estudos cromatográficos mostraram que o principal composto entre os sesquiterpenos foi o β -caryophyllene, seguido por α -humuleno, α -copaeno, α -bergamoteno e δ -cadineno. Entre os diterpenos, o ácido copálico foi o principal componente encontrado na amostra de óleo da *Copaifera multijuga* Hayne (6,2%) e foi encontrado também em todos os óleos-resina estudados. Na *Copaifera cearensis* Huber ex Ducke, clorechinic (11,3%) e ácido hardwickiic (6,2%) foram os maiores diterpenos, enquanto kaurenoic (3,9%) e ácido kolavenic (3,4%) predominaram em *Copaifera reticulata* Ducke.

Tabela 6.3. Percentual do teor de sesquiterpenos nos óleos de copaíba.

Sesquiterpeno	<i>Copaifera multijuga</i>	<i>Copaifera cearensis</i>	<i>Copaifera reticulata</i>
α -elemene	0,3	—	0,4
α -cubebene	0,3	1,8	0,4
α -copaene	2,5	8,2	3,0
β -cubebene	—	3,3	—
α -cedrene	1,1	—	1,5
calarene	0,3	—	0,2
longifolene	0,1	0,5	0,2
β -caryophyllene	57,5	19,7	40,9
α -bergamotene	2,6	2,1	4,1
β -sesquiphellandrene	0,1	0,8	0,3
aromadendrene	0,2	1,7	—
α -humulene	8,3	3,7	6,0
α -curcumene	—	0,1	0,9
γ -amorphene	1,9	0,9	2,2
germacrene D	2,4	0,4	5,0
germacrene B	1,0	3,6	1,9
β -bisabolene	0,3	2,8	0,8
γ -cadinene	0,6	—	2,1
δ -cadinene	1,7	7,2	2,6
α -cadinene	0,2	0,1	0,1
α -selinene	—	0,1	0,2
β -vetivene	0,1	0,5	0,2
α -caryophyllenol	0,7	0,1	—
ledol	0,2	0,5	—
multigenol	—	—	0,3
caryophyllene oxide	0,5	1,5	2,4
guaiol	0,2	0,3	—
cedrol	0,4	1,4	0,6
NI	0,2	0,2	—
cadalene	0,4	0,4	0,6
NI	0,7	—	0,7
α -cadinol	—	0,7	0,6
α -bisabolene oxide	0,4	—	—
β -bisabolol	0,1	8,2	0,4
acetoxy-caryophyllene	0,2	—	—
3-methyl-5(2,2,6-trimethyl-6-hydroxy-1-cyclohexyl)-pentanoate	—	2,1	—
Teor de Sesquiterpenos (%)	85,5	76,5	78,2

Fonte: Veiga Jr. et al., 2007.

Apesar dos resultados contidos na **Tabela 6.3** serem relevantes do ponto de vista químico, eles não são comparáveis com os dados obtidos neste estudo (**Tabela 6.2** e **Figura 6.4**), uma vez que os autores Veiga Jr. et al. (2007) utilizaram a técnica HRCG-MS enquanto no presente estudo utilizou-se CG-FID. Além disso, aqueles autores empregaram somente padrões de sesquiterpenos (hidrocarbonetos de fórmula química $C_{15}H_{24}$) enquanto deste estudo foram utilizados ácidos graxos de diversos pesos moleculares.

Cabe ressaltar que não se encontrou até o momento qualquer literatura que descreva a composição do óleo-resina de copaíba em porcentagem de ácidos graxos.

6.2.2. Análise dos resultados para o óleo de castanha do Brasil

Elias & Bressani⁵² (1961) e Gutierrez et al.⁵³ (1997), todos apud Lima (2009), estudaram a composição de ácidos graxos presentes no óleo da castanha do Brasil obtido por prensagem (**Tabela 6.4**), não se observando grandes diferenças nestes teores. De acordo com estes autores, na composição do óleo de castanha do Brasil destacam-se os altos teores dos ácidos palmítico (12-15%), esteárico (8,7-10,4%), oléico (27,2-41,2%) e linoléico (34,0-49,9%).

⁵² ELIAS, L.G.; BRESSANI, R. The nutritive value of Brazil nut oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.38,450p. 1961.

⁵³ GUTIERREZ, E.M.R.; REGITANO-D'ARCE, M.A.S.; RAUEN-MIGUEL, A.M.O. Estabilidade oxidativa do óleo bruto a castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.1, p.22-27, 1997.

Tabela 6.4. Composição de ácidos graxos do óleo de castanha do Brasil estudados por diferentes autores, por métodos de cromatografia em fase gasosa.

Ácido Graxo (%)	Elias & Bressani ⁵² (1961)	Melo & Mancini ⁵⁴ (1991)	Gutierrez et al. ⁵³ (1997)	Silva ⁵⁸ (1997)	Solis et al. ⁵⁵ (2001)	Venkachalam e Sathe ⁵⁶ (2006)	Ryan et al. ⁵⁷ (2006)
16:0	13,9	14,5	13,9	15,2	15,2	15,1	13,5
18:0	10,3	8,3	8,1	8,8	11,6	9,5	11,8
18:1	30,5	27,2	29,0	40,9	34,5	28,8	29,1
18:2	44,9	49,9	48,8	34,0	37,8	45,4	42,8

Fonte: Elias & Bressani⁵², 1961; Melo & Mancini⁵⁴, 1991; Gutierrez et al.⁵³, 1997; Silva⁵⁸, 1997; Solis et al.⁵⁵, 2001; Venkachalam e Sathe⁵⁶, 2006; Ryan et al.⁵⁷, 2006 apud Lima, 2009.

Venkatachalam e Sathe⁵⁶ (2006 apud LIMA, 2009) determinaram os ácidos graxos presentes no óleo de Castanha do Brasil (**Tabela 6.4**). Ryan et al.⁵⁷ (2006 apud LIMA, 2009) também estudaram o teor de ácidos graxos e tocoferóis presentes no óleo extraído da castanha do Brasil, noz, pinho, pistache e caju. Estes últimos autores encontraram valores semelhantes àqueles encontrados por Venkatachalam e Sathe⁵⁶ (2006 apud LIMA, 2009). A técnica de análise empregada para quantificar o teor de ácidos graxos em ambos os estudos foi a cromatografia gasosa. Observa-se que em todos os casos o teor de ácido linoléico é maior (seguindo o ácido oleico, exceto para o estudo de Silva⁵⁸ (1997 apud LIMA, 2009) (**Tabela 6.4**).

De acordo com as análises realizadas por Lima (2009), o éster metílico do ácido palmítico (C16:0) foi o primeiro a ser identificado. Em seguida, o cromatograma revelou os ésteres metílicos dos ácidos esteárico (C18:0), oléico (C18:1), linoléico (C18:2), linolênico (C18:3) e por último o araquídico (C20:0).

⁵⁴ MELO, M.D.O.M.; MANCINI FILHO, J. Antioxidantes naturais da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*, h b r). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.11, n.2, p.252–263, 1991.

⁵⁵ SOLIS, V.S.; GIOIELLI, L.A.; POLAKIEWICZ, B. Hydrogenation and interesterification of Brazil nut oil (*Bertholletia excelsa*). **Grasas y Aceites**, v.52, n.3/4, p.192–197, 2001.

⁵⁶ VENKATACHALAM, M.; SATHE, S.K. Chemical Composition of Selected Edible Nut Seeds, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.470, 2006.

⁵⁷ RYAN, E.; GALVIN, K.; O'CONNOR, T.P.; MAGUIRE, A.R.; O'BRIEN, N.M. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil, pecan, pine, pistachio and cashew nuts. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, 57, n.3/4, p.219–228, 2006.

⁵⁸ SILVA, M.V. Determinação do EHL crítico do óleo de babaçu, avaliação da função hidratante e aplicação em emulsões tópicas como novo adjuvante lipofílico. 1997. 88f. Dissertação (Mestrado). Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (Recife-PE).

Outros foram identificados e quantificados em menores concentrações, como os ácidos palmitoléico (C16:1) e mirístico (C14:0). Este resultado demonstra que o tamanho da cadeia dos ácidos graxos exerce maior influência na ordem de eluição do que o número de insaturações do composto, ou seja, quanto menor a cadeia menor o tempo de retenção no cromatógrafo.

A **Tabela 6.5** fornece os tempos de retenção de cada um dos ésteres metílicos dos ácidos graxos que foram identificados, bem como seus percentuais (%) contidos na amostra analisada medidos pela área do pico no cromatograma (LIMA, 2009).

Tabela 6.5. Tempo de retenção e composição dos ácidos graxos do óleo de Castanha do Brasil identificados como ésteres metílicos dos ácidos graxos obtidos.

Éster metílico do ácido	Tempo de retenção (min)	Concentração (%)
Palmítico (C16:0)	8,72	14,51
Esteárico (C18:0)	14,62	11,45
Oléico (C18:1)	15,38	29,40
Linoléico (C18:2)	17,22	42,82
Linolênico (C18:3)	19,86	0,07
Araquídico (C20:0)	23,21	0,26

Fonte: Lima, 2009.

Lima (2009) concluiu que a composição de ácidos graxos do óleo de castanha do Brasil obtida por CG demonstrou uma insaturação elevada (72,2%) no nível deste óleo, devido essencialmente aos ácidos oléico C18:1 (29,4%) e linoléico C18:2 (42,82%).

As análises comparativas entre os autores pesquisados e o presente estudo estão descritos na **Tabela 6.6**.

Tabela 6.6. Resultados comparativos da concentração de ácidos graxos presentes no óleo de castanha do Brasil.

Ácido Graxo (%)	Elias & Bressani ⁵² (1961)	Melo & Mancini ⁵⁷ (1991)	Gutierrez et al. ⁵³ (1997)	Silva ⁵⁸ (1997)	Solis et al. ⁵⁵ (2001)	Venkachalam e Sathe ⁵⁶ (2006)	Ryan et al. ⁵⁷ (2006)	Lima (2009)	Resultados do presente estudo
16:0	13,9	14,5	13,9	15,2	15,2	15,1	13,5	14,5	14,5
18:0	10,3	8,3	8,1	8,8	11,6	9,5	11,8	11,5	11,4
18:1	30,5	27,2	29,0	40,9	34,5	28,8	29,1	29,4	30,2
18:2	44,9	49,9	48,8	34,0	37,8	45,4	42,8	42,8	43,1

Fonte: Elias & Bressani⁵², 1961; Melo & Mancini⁵⁴, 1991; Gutierrez et al.⁵³, 1997; Silva⁵⁸, 1997; Solis et al.⁵⁵, 2001; Venkachalam e Sathe⁵⁶, 2006; Ryan et al.⁵⁷, 2006 apud Lima, 2009.

Através desta análise, pode-se concluir que os valores obtidos na análise por CG-FID neste estudo são muito próximos aos encontradas nas literaturas citadas (ELIAS & BRESSANI⁵², 1961; MELO & MANCINI⁵⁴, 1991; GUTIERREZ ET AL.⁵³, 1997; SILVA⁵⁸, 1997; SOLIS ET AL.⁵⁵, 2001; VENKACHALAM E SATHE⁵⁶, 2006; RYAN ET AL.⁵⁷, 2006 apud LIMA, 2009; LIMA, 2009).

6.2.3. Análise dos resultados para o óleo de buriti

De acordo com Bastos e Assunção⁵⁹ (1998), Albuquerque⁶⁰ et al (2003) e Villachica⁶¹ (2003) todos apud Araujo (2007), o óleo de buriti é composto pelos seguintes ácidos graxos: ácido oleico (entre 73,3 e 78,73%), ácido palmítico (entre 17,34 e 19,2%), ácido linoléico (entre 2,4 e 3,93%), ácido linolênico (2,2%), ácido

⁵⁹ BASTOS, A.C.L.M.; ASSUNÇÃO, F.P. **Oxidação dos óleos de tucumã (*Astrocaryum vulgare Mart.*) e buriti (*Mauritia flexuosa Mart.*)**. In: FARIA, L.J.G. de; COSTA, C.M.L., (Coord.). Tópicos especiais em tecnologia de produtos naturais. Belém; UFPA/NUMA/POEMA, 1998. 302p. (UFPA. Poema, 7).

⁶⁰ ALBUQUERQUE, M.L.S.; GUEDES, I.; ALCANTARA JUNIOR, P.; MOREIRA, S.G.C. Infrared absorption spectra of Buriti (*Mauritia flexuosa L.*) oil. **Vibrational spectroscopy**, v. 33, issue 1-2, p.127-131, 19 dec. 2003.

⁶¹ VILLACHICA, H. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. LIMA: TCA/FAO/DGIS/PAUD/ICRAF/ FIDA/PNUMAIIICA/GTZ/UNAMAZ, 1996. 367p. Disponível em: http://www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/frutas_am/textos/AGUAJE.htm. Acesso em: 17 fev. 2003.

esteárico (2,0%) e ácido mirístico (0,1%). Segundo os autores pesquisados algumas análises do óleo de buriti ainda mostraram traços de ácido palmitoléico.

Morais e Gutjahr (2009) apresentaram em seu estudo a seguinte composição de ácidos graxos: valérico (0,95%), mirístico (0,1%), palmítico (17,44%), esteárico (2,18%), oleico (70,55%), linoleico (7,03%), linolênico (1,08%), araquídico (0,27%) e gadoléico (0,3%).

Na **Tabela 6.7** estão descritos os resultados comparativos entre os autores pesquisados e os obtidos no presente estudo.

Conforme mostrado na **Tabela 6.7**, observa-se que os teores dos ácidos palmítico, esteárico e linolênico compõem a maior parte deste composto (acima de 90%) e apresentaram resultados similares. Entretanto, os valores nas menores frações dos ácidos graxos presentes no óleo de buriti variam de autor para autor.

Tabela 6.7. Resultados comparativos entre os autores pesquisados e os obtidos no presente estudo.

Padrão	Ácido	Bastos e Assunção ⁵⁹ (1998), Albuquerque et al ⁶⁰ (2003) e Villachica ⁶¹ (2003) apud Araujo (2007)	Morais e Gutjahr (2009)	Resultados obtidos neste estudo
C5:0	Valérico	ND	0,95	ND
C14:0	Mistírico	0,1	0,1	0,00
C16:0	Palmítico	17,34-19,2	17,44	18,24
C16:1	Palmitoleico	ND	ND	0,26
C18:0	Esteárico	2,0	2,18	3,77
C18:1	Oleico	73,3-78,73	70,55	69,48
C18:2	Linoleico	2,4-3,93	7,03	7,41
C18:3	Linolênico	2,2	1,08	0,83
C20:0	Araquídico	ND	0,27	0,00
C20:1	Gadoleico	ND	0,3	ND

ND, não determinado

Fonte: Bastos e Assunção⁵⁹ (1998), Albuquerque et al⁶⁰ (2003) e Villachica⁶¹ (2003) apud Araujo (2007) e Moraes e Gutjahr (2009).

6.2.4. Análise dos resultados para a manteiga de cacau

Na **Tabela 6.8**, Mirante (2007) compara as porcentagens de ácidos graxos da Manteiga de Cacau identificados como ésteres metílicos dos triglicerídeos dos óleos vegetais obtidos por transesterificação.

Tabela 6.8. Comparativo das porcentagens de ácidos graxos entre a amostra analisada e a literatura anterior.

Ácido Graxo	Manteiga de Cacau (%)	Literatura (%)
C16:0	19,6	20,0 - 30,0
C18:2	1,0	1,0 - 4,0
C18:1	26,2	37,0 - 41,0
C18:0	38,4	34,0 - 35,5

Fonte: Mirante, 2007.

Lipp e Anklam (1998) realizaram um estudo comparativo entre a concentração de ácidos graxos utilizando amostras de manteiga de cacau de diferentes países. Os resultados estão descritos na **Tabela 6.9**.

Tabela 6.9. Composição de ácidos graxos (em %) de manteiga de cacau em diferentes países de origem.

País de Origem	Equador	Brasil	Gana	Costa do Marfim	Malásia	Java
Ácido Palmítico (C16:0)	25,6	25,1	25,3	25,8	24,9	24,1
Ácido Esteárico (C18:0)	36,0	33,3	37,6	36,9	37,4	37,3
Ácido Oléico (C18:1)	34,6	36,5	32,7	32,9	33,5	34,3
Ácido Linoléico (C18:2)	2,6	3,5	2,8	2,8	2,6	2,7
Ácido Linolênico (C18:3)	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Ácido Araquídico (C20:0)	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Ácido Beénico (C22:0)	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Fonte: Lipp e Anklam, 1998.

De acordo com De Oliveira Cohen e Jackix (2009), os três principais ácidos graxos encontrados na composição da manteiga de cacau foram: ácido palmítico

(38,32%); esteárico (33,54%); e oleico (24,67%), ou seja, 96,53% do total de ácidos graxos.

De Oliveira Cohen e Jackix (2009) apresentaram os seguintes resultados para a Manteiga de Cacau: 23,3% de ácido palmítico; 34,0% de ácido esteárico; 36,8% de ácido oleico; e 10,6% de ácido araquídico, conforme apresentado na **Tabela 6.10**.

Tabela 6.10. Composição percentual de ácidos graxos da manteiga de cacau.

Ácido Graxo	Composição (%)
Ácido mirístico (C14:0)	0,13
Ácido palmítico (C16:0)	38,32
Ácido palmitoleico (C16:1)	0,72
Ácido esteárico (C18:0)	33,54
Ácido oleico (C18:1)	24,67
Ácido linoleico (C18:2)	1,84
Ácido araquídico (C20:0)	0,62
Ácido linolênico (C18:3)	0,10
Ácido beénico (C22:0)	0,05

Fonte: De Oliveira Cohen; Jackix, 2009.

Em todas as análises os ácidos graxos predominantes nos extratos de manteiga de cacau são o palmítico, esteárico e oleico. Estes três ácidos juntos compõem mais de 90% deste composto. No geral, todos os estudos comparados apresentam valores próximos em cada uma destas frações e podemos concluir através do estudo realizado por Lipp e Anklam (1998) que a composição da manteiga de cacau varia pouco em função da região.

Para os demais ácidos graxos detectados, há uma diferença entre frações e tipos entre este estudo e dos autores pesquisados, entretanto, os valores expressados não são significativos (**Tabelas 6.8, 6.9 e 6.10**).

6.2.5. Análise dos resultados para a manteiga de tucumã

De acordo com Moraes e Gutjahr (2009), a manteiga de tucumã é composta predominantemente pelos ácidos láurico (47,3%), mirístico (26%) e oleico (12,56%). Na tabela **Tabela 6.11** estão descritos os resultados de todas as frações analisadas.

Tabela 6.11. Composição dos ácidos graxos da manteiga de tucumã em porcentagem.

Ácido Graxo	Composição (%)
Caprílico	0,76
Cáprico	1,3
Láurico	47,3
Mirístico	26
Palmítico	6,28
Esteárico	2,65
Oleico	12,56
Linoleico	2,87

Fonte: Moraes; Gutjahr, 2009.

A composição de ácidos graxos do óleo da semente é a seguinte: caprílico (1,3%), cáprico (4,4%), laurílico (48,9%), mirístico (21,6%), palmítico (6,4%), esteárico (1,7%), oleico (13,2%) e linoléico (2,5%) (FIEAM/DAMPI⁶², 2005 apud ARAUJO, 2007).

Na **Tabela 6.12** temos a comparação dos resultados obtidos entre os autores pesquisados e o presente estudo.

⁶² FIEAM/DAMPI. Plantas medicinais e suas aplicações na indústria. Manaus: FIEAM/DAMPI (Federação das indústrias do estado do Amazonas/Departamento de assistência a média e pequena indústria). 1995.

Tabela 6.12. Comparativo entre as porcentagens de ácidos graxos da manteiga de tucumã dos resultados obtidos pelos autores pesquisados e os do presente estudo.

Padrão	Ácido	MORAIS; GUTJAHR, 2009	FIEAM/DAMPI ⁶² , 1995 apud ARAUJO, 2007	Resultados obtidos neste estudo
C8:0	Caprílico	0,76	1,3	1,67
C10:0	Cáprico	1,3	4,4	1,76
C12:0	Laurílico	47,3	48,9	46,81
C14:0	Mistílico	26	21,6	22,50
C16:0	Palmítico	6,28	6,4	6,70
C18:0	Esteárico	2,65	1,7	4,96
C18:1	Oleico	12,56	13,2	11,92
C18:2	Linoleico	2,87	2,5	2,92

Fonte: Moraes; Gutjahr, 2009 e FIEAM/DAMPI⁶², 1995 apud Araujo, 2007.

Conforme os resultados apresentados na **Tabela 6.12**, existe uma pequena diferença nas porcentagens dos ácidos cáprico e esteárico obtidos por FIEAM/DAMPI⁶² (1995 apud ARAUJO, 2007) em relação aos outros resultados, entretanto, podemos considerar que este comparativo demonstra resultados similares e compatíveis entre si.

6.2.6. Análise dos resultados para a manteiga de cupuaçu

Segundo De Oliveira Cohen e Jackix (2009), entre os principais ácidos graxos presentes na gordura de cupuaçu, tem-se: ácido palmítico (11,25%); esteárico (38,09%); oleico (38,79%) e araquídico (7,97%); totalizando 96,10%. Os resultados completos da análise realizada estão descritos na **Tabela 6.13**. A identificação dos componentes foi feita por comparação com o tempo de retenção dos padrões de ésteres metílicos. A quantificação foi realizada pela conversão das porcentagens das áreas dos picos, em porcentagem de massa.

Tabela 6.13. Composição percentual de ácidos graxos da manteiga de cupuaçu.

Ácido Graxo	Composição (%)
Ácido mirístico (C14:0)	0,08
Ácido palmítico (C16:0)	11,25
Ácido palmitoleico (C16:1)	0,40
Ácido esteárico (C18:0)	38,09
Ácido oleico (C18:1)	38,79
Ácido linoleico (C18:2)	2,39
Ácido araquídico (C20:0)	7,97
Ácido linolênico (C18:3)	0,22
Ácido behênico (C22:0)	0,74

Fonte: De Oliveira Cohen; Jackix, 2009.

Luccas (2001 apud De Oliveira Cohen e Jackix, 2009), ao determinar a composição em ácidos graxos da gordura de cupuaçu, obteve: 7% de ácido palmítico; 34,2% de ácido esteárico; 41,9% de ácido oleico; e 11,2% de ácido araquídico.

Considerando estes quatro principais ácidos graxos principais, temos o seguinte comparativo (**Tabela 6.14**).

Tabela 6.14. Resultados comparativos entre as quantidades obtidas em porcentagens dos ácidos palmítico, esteárico, oleico e araquídico dos autores estudados e o presente estudo.

Ácido	De Oliveira Cohen e Jackix (2009)	Luccas (2001)	Resultados obtidos no presente estudo
Palmítico	11,25	7,00	7,03
Esteárico	38,09	34,20	34,38
Oleico	38,79	41,90	41,47
Araquídico	7,97	11,20	11,92

Fonte: De Oliveira Cohen e Jackix (2009) e Luccas (2001).

Realizando uma análise comparativa, nota-se que os resultados estudados, em comparação à literatura são muito próximos, principalmente em relação aos resultados obtidos por Luccas (2001).

6.3. Determinação do EHL dos extratos

Neste sistema, introduzido por Griffin em 1949³⁸ (apud ZANIN, 2002), uma escala numérica adimensional de valores entre 1 e 20 é usada para descrever a natureza do agente tensoativo, sendo que os valores de EHL aumentam de acordo com a hidrofília da molécula.

Os agentes tensoativos utilizados neste estudo foram: **ALKEST SP 80** (Monooleato de Sorbitan, lote 150422S4519, Oxiteno S.A., Brasil) e **ALKEST TW 80** (Monooleato de Sorbitan Etoxilado 20 EO, lote 150113M66204, Oxiteno S.A, Brasil).

Conforme o Boletim Técnico do fabricante Oxiteno S.A (2013), a linha ALKEST[®]SP é composta por ésteres de sorbitan derivados da reação de sorbitol com ácidos graxos. A linha ALKEST[®] SP pode ser representada pela fórmula geral apresentada na **Figura 6.5**.

Figura 6.5. Fórmula geral dos tensoativos da linha ALKEST[®] SP.

onde: R = grupo alquila

Fonte: Oxiteno S.A. (2013).

A linha ALKEST[®] TW é composta por ésteres de sorbitan etoxilados. A linha ALKEST[®] TW pode ser representada pela fórmula geral apresentada na **Figura 6.6**.

Figura 6.6. Fórmula geral dos tensoativos da linha ALKEST® TW.

onde: R = grupo alquila
 $w + x + y + z$ = número médio de moles de óxido de etileno

Fonte: Oxiteno S.A. (2013).

De acordo com o ácido graxo de origem e o grau de etoxilação, são obtidos produtos em uma ampla faixa de EHL, constituindo um conjunto versátil de emulsionantes. Os produtos da linha ALKEST® SP são lipofílicos, ou seja, têm baixos valores de EHL. A natureza lipofílica torna estes produtos solúveis ou dispersíveis em óleo, favorecendo a sua aplicação em emulsões água em óleo (A/O) e como emulsionantes de baixo EHL utilizados em combinação com emulsionantes de alto EHL em emulsões óleo em água (O/A). Os produtos da linha ALKEST® TW são hidrofílicos, ou seja, tem altos valores de EHL. A presença da cadeia de polioxietileno torna os produtos da linha ALKEST® TW solúveis ou dispersíveis em água, o que favorece a sua aplicação em emulsões óleo em água (O/A) (OXITENO, 2013).

Conforme informado pelo fabricante, o valor do EHL calculado para o agente tensoativo ALKEST SP 80 (Monooleato de Sorbitan) é de **4,3** e para o ALKEST TW 80 (Monooleato de Sorbitan Etoxilado 20 EO) é de **15,0** (OXITENO, 2013).

De acordo com Prista et al.⁴² (1992 apud ZANIN, 2002), o EHL da emulsão é a soma dos valores correspondentes aos do EHL dos seus constituintes, de acordo com as respectivas concentrações. Portanto, os valores do EHL das emulsões avaliadas neste estudo estão apresentados na **Tabela 6.15**.

Tabela 6.15. Valor do EHL calculado para as emulsões preparadas.

Emulsão	ALKEST SP 80 (%)	ALKEST TW 80 (%)	Extrato* (g)	Água (mL)	EHL
1	100 (10 g)	0	10	80	4,30
2	90 (9 g)	10 (1 g)	10	80	5,37
3	80 (8 g)	20 (2 g)	10	80	6,44
4	70 (7 g)	30 (3 g)	10	80	7,51
5	60 (6 g)	40 (4 g)	10	80	8,58
6	50 (5 g)	50 (5 g)	10	80	9,65
7	40 (4 g)	60 (6 g)	10	80	10,72
8	30 (3 g)	70 (7 g)	10	80	11,79
9	20 (2 g)	80 (8 g)	10	80	12,86
10	10 (1 g)	90 (9 g)	10	80	13,93
11	0	100 (10g)	10	80	15,00

*Óleos e manteigas.

A emulsão mais estável para cada extrato estudado foi determinada através de avaliação visual por 48h (**Anexos 1 a 6**) em condições normais de temperatura e pressão. Tomou-se como ponto de referência a emulsão que apresenta maior estabilidade, ou seja, não apresentou aspecto grumoso nem registrou separação de fases (PRISTA et al.⁴², 1992 apud ZANIN, 2002).

Os resultados da avaliação do aspecto de cada uma das emulsões ensaiadas estão descritos na **Tabela 6.16**. As emulsões indicadas como “estável” correspondem às amostras com o melhor aspecto. Em contrapartida, as emulsões indicadas como “instável” correspondem as amostras que apresentaram grumos ou qualquer tipo de separação.

De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 6.16**, somente o óleo de castanha do Brasil e a manteiga de tucumã tiveram somente uma das emulsões estáveis, ou seja, estes extratos possuem EHL 7,51 e 10,72, respectivamente.

Tabela 6.16. Resultados das estabilidades das emulsões ensaiadas.

Emulsão	EHL	Óleo-Resina de Copaíba	Óleo de Castanha do Brasil	Óleo de Buriti	Manteiga de Cacau	Manteiga de Tucumã	Manteiga de Cupuaçu
1	4,30	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável
2	5,37	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável
3	6,44	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável
4	7,51	Estável	Estável	Estável	Estável	Instável	Estável
5	8,58	Estável	Instável	Estável	Estável	Instável	Estável
6	9,65	Estável	Instável	Instável	Estável	Instável	Instável
7	10,72	Estável	Instável	Instável	Instável	Estável	Instável
8	11,79	Estável	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável
9	12,86	Estável	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável
10	13,93	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável
11	15,00	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável	Instável

O óleo-resina de copaíba apresentou seis das onze emulsões com aspecto estável e possui EHL compreendido entre 7,51 e 12,86. O óleo de buriti e a manteiga de cupuaçu apresentaram duas emulsões estáveis e EHL entre 7,51 e 8,58. Por fim, a manteiga de cacau, com três emulsões estáveis, possui EHL entre 7,51 e 9,65 (**Tabela 6.16**).

Esta técnica mostrou-se útil e reprodutível, de maneira muito simples e dentro das condições laboratoriais comuns. Os resultados obtidos são simples de verificar visualmente, não necessitando de nenhum aparato sofisticado, a não ser que se disponha ou deseje. O conhecimento da técnica facilita o desenvolvimento de muitos produtos emulsionados diferentes com o uso de apenas dois emulgentes, barateando custos e otimizando a qualidade do produto acabado. Também, o conhecimento do EHL crítico de um óleo é útil para determinar o EHL de um surfactante novo, bastando efetuar uma série de emulsões com água, óleo de EHL crítico conhecido e uma mistura de surfactante com EHL conhecido e do novo surfactante em proporções variadas. Uma das emulsões obtidas será mais fluida e mais estável que as demais, cujo EHL da mistura de surfactantes é igual ao EHL crítico do óleo. Conhecidas as proporções dos dois surfactantes nesta emulsão,

deduz-se o EHL do novo surfactante. Este fato comprova a praticidade, simplicidade e utilidade da técnica (ZANIN, 2002).

De acordo com Harusawa et al. (1982), a fim de confirmar a formação de micelas na fase oleosa, a quantidade de água solubilizada na fase oleosa pode ser medida por titulação Karl Fischer. Portanto este método foi aplicado nas amostras que apresentaram mais de uma emulsão considerada estável. Como os extratos óleo de castanha do Brasil e manteiga de tucumã apresentaram uma única emulsão estável (EHL 7,51 e 10,72, respectivamente) não foi realizada a análise de titulação por Karl Fischer.

Na **Tabela 6.17** estão descritos os resultados das análises em porcentagem de matéria ativa. As emulsões que apresentaram valores mais altos de matéria ativa foram consideradas as emulsões mais estáveis e determinado o valor de EHL dos extratos. Os resultados completos desta análise estão descritos no **Anexo 7**.

Tabela 6.17. Resultados das análises de titulação por Karl Fischer dos extratos óleo-resina de copaíba, óleo de buriti, manteiga de cacau e manteiga de cupuaçu. Em negrito, as emulsões selecionadas para os testes subsequentes.

Emulsão	EHL	Matéria Ativa* (%)			
		Óleo-resina de Copaíba	Óleo de Buriti	Manteiga de Cacau	Manteiga de Cupuaçu
4	7,51	10,6	18,7	17,7	14,2
5	8,58	11,9	15,8	23,1	9,2
6	9,65	16,6	-	22,9	-
7	10,72	8,6	-	-	-
8	11,79	23,2	-	-	-
9	12,86	8,4	-	-	-

*Diferença entre produto (100%) e o teor de água determinado por meio da análise por Karl Fischer.

Baseando-se nos resultados apresentados, pode-se concluir que o valor de EHL dos extratos óleo de buriti e manteiga de cupuaçu é 7,51. O valor de EHL considerado para o óleo-resina de copaíba é 9,65, considerando-se como emulsão mais estável o preparo de número 6. Considerou-se que o resultado obtido para a emulsão 8 não apresenta coerência em relação aos demais, provavelmente em

função de erros analíticos e portanto foi desconsiderado. A manteiga de cacau apresentou teores de matéria ativa muito próximos para as emulsões 5 e 6. Com isto, pode-se considerar que o valor de EHL corresponde à faixa entre 8,58 e 9,65. Para fins de aplicação a emulsão 5 foi utilizada (**Tabela 6.18**).

Tabela 6.18. Valores de referência de EHL dos extratos vegetais estudados determinados através de ensaios de estabilidade e titulação por Karl Fischer.

Extrato vegetal	Valor de referência de EHL
Óleo-resina de copaíba	9,65
Óleo de castanha do Brasil	7,51
Óleo de buriti	7,51
Manteiga de cacau	8,58-9,65
Manteiga de tucumã	10,72
Manteiga de cupuaçu	7,51

De acordo com os resultados apresentados na **Tabela 6.18**, os extratos vegetais óleo de castanha do Brasil, óleo de buriti e manteiga de cupuaçu apresentaram resultados iguais de referência de EHL, ou seja, estes extratos podem ser emulsionados através da mesma mistura de tensoativos. Os demais extratos apresentaram resultados de referência de EHL superiores em relação aos primeiros (óleo de castanha do Brasil, óleo de buriti e manteiga de cupuaçu).

O óleo-resina de copaíba foi o extrato que apresentou comportamento mais distinto em relação aos demais extratos estudados em função dos resultados das análises de espectro, distribuição graxa e por formar o maior número de emulsões estáveis.

Não foram encontrados dados em literatura que correlacionem o valor de referência do EHL com sua composição graxa.

Conforme Le Hir⁴¹ (1997 apud Zanin 2002), para a família dos óleos de origem vegetal em que a referência de EHL fica compreendida entre 6 e 12. Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com estes autores.

6.4. Avaliação da aplicação das emulsões sobre artigo têxtil

6.4.1. Grau de alvura

Avaliou-se a influência da aplicação das emulsões em malha de algodão branca após passagem em rama de 120 a 200°C. Foram testadas somente as amostras com maior concentração de emulsão, ou seja, as amostras de tecido com 2% de emulsão dos extratos (preparadas de acordo com o valor obtido de EHL) contra um padrão comercial (Goldsoft COB - Golden Technology, Brasil). Os resultados das leituras em graus Berger estão apresentados na **Tabela 6.19**.

Foram utilizadas as provas de acabamento com maior concentração de emulsão aplicada para melhor avaliação da influência do extrato aplicado no material têxtil utilizado.

Tabela 6.19. Resultados das leituras em graus Berger das amostras com aplicação de 2% de emulsão dos extratos e do padrão comercial.

	Brancura Berger				
	120°C	140°C	160°C	180°C	200°C
Artigo sem tratamento	152	150	147	140	126
Goldsoft COB	150	145	139	125	101
Óleo-resina de Copaíba	153	147	142	136	122
Óleo de Castanha do Brasil	153	149	147	139	124
Óleo de Buriti	140	143	139	135	125
Manteiga de Cacau	150	144	142	138	123
Manteiga de Tucumã	152	151	144	139	122
Manteiga de Cupuaçu	154	149	147	141	125

Observa-se através dos resultados obtidos (**Tabela 6.19**) que quanto maior a temperatura menor o grau de alvura. Todos os seis extratos estudados apresentaram resultados superiores ao padrão comercial testado, o que indica que estes extratos não possuem tendência a se oxidar com o aumento da temperatura, pois, segundo Costa (2014), quanto maior for o valor da brancura de Berger, maior é

o grau de branco da amostra. Nota-se também que a influência sobre o artigo é mínima, pois os resultados são similares aos obtidos na amostra de algodão sem tratamento.

Entre os extratos, o óleo de buriti apresentou os melhores resultados, seguido pelo óleo de castanha do Brasil e pela manteiga de cupuaçu.

Não foi possível captar imagens dos materiais têxteis em função destes registros fotográficos não conseguirem apresentar fielmente os resultados obtidos dos diferentes graus de alvura.

6.4.2. Avaliação sensorial através do tato

O painel de avaliadores deste trabalho foi composto por 10 indivíduos, 5 homens e 5 mulheres, cujas idades variaram entre 19 e 59 anos. Após a seleção, os avaliadores foram treinados quanto ao procedimento para avaliação.

Todas as provas de acabamento, exceto aquelas secas a temperaturas mais elevadas, foram avaliadas sensorialmente através do tato utilizando-se a escala Likert com notas de 1 a 5. Sendo a nota 1 o artigo sem tratamento e nota 5, o amaciante padrão de mercado, considerado toque ótimo. Os resultados obtidos pelos avaliadores, bem como seus perfis, estão descritos no **Anexo 8**.

Na **Tabela 6.20 e Figura 6.7** temos as médias e os desvios-padrão dos resultados baseados na atribuição das notas 1 a 5.

Tabela 6.20. Resultados das avaliações sensoriais realizadas através do tato expressos em termos de média e desvio-padrão da amostra.

	Óleo-resina de Copaíba	Óleo de Castanha do Brasil	Óleo de Buriti	Manteiga de Cacau	Manteiga de Tucumã	Manteiga de Cupuaçu
Global	2,6±0,97	2,9±0,74	2,6±0,97	2,8±0,92	2,2±0,92	2,9±0,74
Mulheres	3,2±0,45	3,0±0,71	3,2±1,1	3,4±0,55	2,6±0,89	3,4±0,55
Homens	2,0±1,0	2,8±0,84	2,0±0,00	2,2±0,84	1,8±0,84	2,4±0,55

Figura 6.7. Gráfico comparativo entre as médias e desvios-padrão referentes às avaliações sensoriais. Notas de maciez: (verde) resultados globais, (violeta) mulheres e (azul) homens. As aplicações de extrato correspondem a: (1) óleo-resina de copaíba; (2) óleo de castanha do Brasil; (3) óleo de buriti; (4) manteiga de cacau; (5) manteiga de tucumã e (6) manteiga de cupuaçu.

As médias globais do teste indicam um resultado inferior ao padrão comercial, porém todas as emulsões testadas apresentaram resultados entre 2,5 e 3,0. De acordo com estes resultados, as manteigas de cacau, cupuaçu e o óleo de castanha do Brasil apresentaram os melhores resultados, com notas entre 2,8 e 2,9. A manteiga de tucumã foi o extrato que apresentou menor nota para esta avaliação.

Comparando-se as médias dos resultados entre homens e mulheres, através de teste t de Student (com nível de significância de 5%), cujas probabilidades bicaudais foram respectivamente 4,0%, 69,4%, 4,0%, 2,8%, 18,2% e 2,0%, observa-se que na maior parte dos casos avaliados, há uma diferença estatística na qual é indicada que as notas atribuídas pelas mulheres são superiores às notas atribuídas pelos homens.

Segundo Nogueira (2011), estudos de toque sobre medições de pontos limiares de toque indicam a presença de diferentes sensibilidades sensoriais ao longo do corpo e a diferença de sensibilidade entre homens e mulheres. Uma das principais conclusões retiradas é que as mulheres são mais sensíveis ao toque que os homens (em diversas partes do corpo), o que justifica a atribuição de notas mais altas pelos avaliadores do sexo feminino.

Apesar dos valores de maciez obtidos nos extrato analisados serem inferiores ao do amaciante comercial duas observações podem ser indicadas:

- i) a base química do amaciante comercial (Imidazolina substituída) é distinta em relação aos extratos estudados;
- ii) as ordens de grandeza de todos os resultados foram similares indicando que as emulsões dos extratos vegetais podem ter suas formulações aprimoradas em sentido de aumentar o grau de maciez em níveis mais próximos ao do amaciante comercial.

7. CONCLUSÕES

Dos seis extratos vegetais amazônicos estudados, foram realizadas as seguintes análises: espectroscopia FTIR, cromatografia CG-FID, determinação do EHL, teor de água por titulação Karl Fischer, aplicação preliminar em material têxtil por processo de foulardagem, avaliação da oxidação por teste de amarelecimento em rama e análise sensorial através do tato.

As principais conclusões deste estudo se referem à:

- O óleo de castanha do Brasil e as manteigas de cacau, tucumã e cupuaçu apresentaram resultados próximos nas análises por FTIR. Estes quatro extratos apresentaram espectros característicos de ésteres alifáticos. No óleo de buriti, a principal diferença em relação aos demais é a presença da banda característica de carbonila de éster aromático. O óleo-resina de copaíba apresentou espectro com características diferentes em relação aos anteriores, com a presença de picos característicos de aldeído aromático.
- Apesar de alguns dos extratos possuírem similaridades, a distribuição graxa por cromatografia é válida para a caracterização destes extratos vegetais. Os resultados obtidos no presente estudo foram muito próximos aos das literaturas consultadas.
- Os valores de referência de EHL para os extratos analisados no presente estudo foram de 7,51 a 10,72 e estão de acordo com a literatura consultada (de 6 a 12). Os extratos vegetais óleo de castanha do Brasil, óleo de buriti e manteiga de cupuaçu apresentaram resultados iguais de referência de EHL, ou seja, estes extratos podem ser emulsionados através da mesma mistura de tensoativos.
- De acordo com os ensaios de amarelecimento, os extratos estudados, quando emulsionados nas condições deste estudo, não possuem tendência à oxidação por temperatura. Apesar de apresentarem resultados muito

parecidos, o óleo de buriti mostrou os melhores resultados, seguido pelo óleo de castanha do Brasil e pela manteiga de cupuaçu.

- As médias globais das análises sensoriais de toque indicam um resultado inferior ao padrão comercial. Entretanto, as manteigas de cacau, cupuaçu e o óleo de castanha do Brasil apresentaram os melhores resultados, com notas entre 2,8 e 2,9 (numa escala de 1 a 5).
- O óleo-resina de copaíba foi o extrato que apresentou comportamento mais distinto em relação aos demais extratos estudados em função dos resultados das análises de espectro, distribuição graxa e por formar o maior número de emulsões estáveis. Entretanto, apesar de possuir características distintas, não se notou grandes diferenças nos resultados das aplicações quando comparado aos demais extratos.

Nota-se que, os resultados obtidos através do presente estudo podem ser utilizados como base para pesquisas futuras, em sentido de melhorar as formulações das emulsões para a produção de amaciantes ou outros produtos, bem como, de uma forma mais ampla, incentivo ao estudo e caracterização de extratos obtidos na flora brasileira.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, M. R.; DALTIM, D. A química do processamento têxtil. **Química Nova**, v. 19, n. 3, p. 320-330, 1996.
- ARAÚJO, V. F. et al. **Plantas da Amazônia para Produção Cosmética**. Projeto ITTO PD 31/99 Rev.3 (I). Instituto de Química, Universidade de Brasília. Brasília, 2007.
- BATISTA, J. S. et al. Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.1, p.136-141,2012.
- BENETTI, C. **Estudo da reparação óssea por espectroscopia ATR-FTIR após remoção de fragmento da região mandibular com laser de Er, Cr: YSGG ou broca multilaminada**. 2014. 91f. Tese (Doutorado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- BIAVATTI, M. W.; DOSSIN, D.; DESCHAMPS, F. C.; LIMA, M. da P. Análise de óleos-resinas de copaíba: contribuição para o seu controle de qualidade. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 16, n. 2, 2006.
- CALTECH. **Nicolet FT-IR User's Guide**. Disponível em: http://mmrc.caltech.edu/FTIR/Nicolet/Nicolet%20Software/Nicolet%202/4700_6700_User.pdf. Acesso em: 24 jan. 2013.
- CALTECH. **Agilent 6890 Series Gas Chromatograph**. Disponível em: <http://mmrc.caltech.edu/-GCMS/6890-operating-manual.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2016.
- CONDÉ, T. M. et al. Equações morfométricas das espécies Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl) e Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. **Ambiente: gestão e desenvolvimento**. v.4, 2012.
- COSTA, A. L. B. **Avaliação de amaciadores para uso na Indústria Têxtil**. Dissertação (Mestrado). 2014. 80f. Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal. 2014.
- CURI, R.; MIYASAKA, C.K.; PROCÓPIO, J. **Entendendo a gordura: os ácidos graxos**. São Paulo: Manole, 2002.
- DE OLIVEIRA COHEN, K.; JACKIX, M. de N. H. **Características Químicas e Física da Gordura de Cupuaçu e da Manteiga de Cacau**. EMBRAPA, 2009.
- ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO. **Espectrômetro**. Disponível em: http://www2.ufpa.br/quimdist/livro_novo/quimica_organica_teorica/cap%208%20-%209.pdf. Acesso em: 23 jan. 2013.

FERREIRA, E. S.; LUCIEN, V. G.; AMARAL, A. S.; SILVEIRA, C. S. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* MART). **Alim. Nutr. Araraquara**, v.19, n.4, p. 427-433, 2008.

FERREIRA, E. S.; SILVEIRA, C. S.; LUCIEN, V. G.; AMARAL, A. S. Caracterização físico-química da amêndoa, torta e composição dos ácidos graxos majoritários do óleo bruto da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). **Alim. Nutr. Araraquara**, v. 17, n. 2, p. 203-208, 2006.

FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). **Acta Amaz.**, Manaus, v. 36, n. 2, 2006.

FREITAS, S. P. et al. Extração e fracionamento simultâneo do óleo da castanha-do-Brasil com etanol. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 27(supl.): 14-17, ago. 2007.

GOTO, P. L. **Desenvolvimento de nanopartículas poliméricas por polimerização In Situ a partir de nanoemulsões produzidas por inversão de fases**. 2011. 89f. Dissertação (Mestrado) Escola de Farmácia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

HARUSAWA, F.; NAKAJIMA, H.; TANAKA, M. The hydrophile-lipophile balance of mixed nonionic surfactants. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists** (England), 1982, vol. 33, p. 115-129.

INOVAM BRASIL. Disponível em: www.inovam.com.br. 2011.

JAMIESON, S. Likert scales: how to (ab) use them. **Medical education**, v. 38, n. 12, p. 1217-1218, 2004.

LIMA, C. R. R. de C. **Identificação de ácidos graxos presentes no óleo de Castanha do Brasil em emulsões cosméticas**. 2009. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LIPP, M.; ANKLAM, E. Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate—part A. Compositional data. **Food Chemistry**, 1998, vol. 62, no 1, p. 73-97.

LUCCAS, V. **Fracionamento térmico e obtenção de gorduras de cupuaçu alternativas à manteiga de cacau para uso na fabricação de chocolate**. 2001. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Química, Universidade de Campinas, São Paulo.

LUCCAS, V.; KIECKBUSCH, T. G. Estudo Comparativo do Polimorfismo da Gordura de Cupuaçu e da Manteiga de Cacau por Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC). **Braz. J. Food Technol.**, v. 9, n. 1, p. 63-68, 2006.

MACIEL, M. A. M. et al. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002.

MATHIS. **Foulard pneumático vertical e Rama e vaporizadora.** Disponível em: www.mathis.com.br. Acesso em: 08 jan. 2016.

MENDHAM, J.; DENNEY, R.C.; BARNES, J.D.; THOMAS, M.J.K. **Vogel, análise química quantitativa.** 6ed. 462p. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

MIRANTE, F. I. C. **Caracterização por cromatografia gasosa de óleos vegetais e ceras parafínicas.** 2007. 106f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Química, Universidade de Aveiro (Portugal).

MORAIS, L. R. B.; GUTJAHR, E. **Química de Oleaginosas: Valorização da Biodiversidade Amazônica,** Ed. do Autor. Belém, PA. 2009.

NEW YORK BOTANICAL GARDEN. ***Astrocaryum aculeatum*.** Disponível em: http://sweetgum.nybg.org/vh/specimen_list.php?QueryName=BasicQuery&QueryPage=http%3A%2F%2Fsciweb.nybg.org%2Fscience%2Fvii2.asp&Restriction=NybRecordType+%3D+%27Specimen%27&StartAt=1&any=SummaryData%7CAdmWebMetadata&QueryTerms=Astrocaryum+aculeatum&QueryOption=any&Submit=Search. Acesso em: 23 jan. 2013e.

NEW YORK BOTANICAL GARDEN. ***Bertholletia excelsa*.** http://sweetgum.nybg.org/vh/specimen_list.php?QueryName=BasicQuery&QueryPage=http%3A%2F%2Fsciweb.nybg.org%2Fscience%2Fvii2.asp&Restriction=NybRecordType+%3D+%27Specimen%27&StartAt=1&any=SummaryData%7CAdmWebMetadata&QueryTerms=Bertholletia+excelsa&QueryOption=any&Submit=Search. Disponível em: Acesso em: 23 jan. 2013b.

NEW YORK BOTANICAL GARDEN. ***Copaifera langsdorffii*.** Disponível em: http://sweetgum.nybg.org/vh/specimen_list.php?QueryName=BasicQuery&QueryPage=http%3A%2F%2Fsciweb.nybg.org%2Fscience%2Fvii2.asp&Restriction=NybRecordType+%3D+%27Specimen%27&StartAt=1&any=SummaryData%7CAdmWebMetadata&QueryTerms=Copaifera+langsdorffii&QueryOption=any&Submit=Search. Acesso em: 23 jan. 2013a.

NEW YORK BOTANICAL GARDEN. ***Mauritia flexuosa*.** Disponível em: http://sweetgum.nybg.org/vh/specimen_list.php?QueryName=BasicQuery&QueryPage=http%3A%2F%2Fsciweb.nybg.org%2Fscience%2Fvii2.asp&Restriction=NybRecordType+%3D+%27Specimen%27&StartAt=1&any=SummaryData%7CAdmWebMetadata&QueryTerms=Mauritia+flexuosa&QueryOption=any&Submit=Search. Acesso em: 23 jan. 2013c.

NEW YORK BOTANICAL GARDEN. ***Theobroma cacao*.** Disponível em: http://sweetgum.nybg.org/vh/specimen_list.php?QueryName=BasicQuery&QueryPage=http%3A%2F%2Fsciweb.nybg.org%2Fscience%2Fvii2.asp&Restriction=NybRecordType+%3D+%27Specimen%27&StartAt=1&any=SummaryData%7CAdmWebMetadata&QueryTerms=Theobroma+cacao&QueryOption=any&Submit=Search. Acesso em: 23 jan. 2013d.

NEW YORK BOTANICAL GARDEN. ***Theobroma grandiflorum*.** Disponível em: http://sweetgum.nybg.org/vh/specimen_list.php?QueryName=BasicQuery&QueryPage=http%3A%2F%2Fsciweb.nybg.org%2Fscience%2Fvii2.asp&Restriction=NybRecordType+%3D+%27Specimen%27&StartAt=1&any=SummaryData%7CAdmWebMetadata&QueryTerms=Theobroma+grandiflorum&QueryOption=any&Submit=Search

e=<http%3A%2F%2Fsciweb.nybg.org%2Fscience%2Fvii2.asp&Restriction=NybRecordType+%3D+%27Specimen%27&StartAt=1&any=SummaryData%7CAdmWebMetadata&QueryTerms=Theobroma+grandiflorum&QueryOption=any&Submit=Search>. Acesso em: 23 jan. 2013f.

NOGUEIRA, C. G. S. N. **Análise Sensorial de Produtos Têxteis**. 2011. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia, Universidade do Minho. Portugal.

OLIVEIRA, E. C. P.; LAMEIRA, O. A.; ZOGHBI, M. G. B. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera spp.*) no município de Moju, PA. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, 2006, vol. 8, no 3, p. 14-23.

OLIVEIRA, F. F. **Caracterização físico-química de amostras de óleo de pinho e estudo da ação de sistemas tensoativos na atividade antimicrobiana de ativos fenólicos**. 2008. 191 p. Tese (Doutorado em Química Analítica). Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

OXITENO S.A. **ALKEST® SP / ALKEST® TW. Ésteres de Sorbitan y Ésteres de Sorbitan Etoxilados**. 2013. Disponível em: http://www.oxiteno.com.br/cms/media/56114/26.03.13_alkest_sp_tw_pc_pt.pdf. Acesso: 06 jan. 2016.

OXITENO S.A. **Auxiliares Têxteis**. Disponível em: <http://www.oxiteno.com.br/aplicacoes/mercados>. Acesso em: 22 ago. 2011.

QUEIROZ, M. B.; GARCIA, N. H. P. Avaliação do perfil sensorial de amêndoas de cupuaçu e cacau torradas utilizando análise descritiva quantitativa. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 249-266, 2000.

REGIS TECHNOLOGIES INC. **CG Derivatization**. Disponível em: https://www.chromspec.com/pdf/gc_derivativization_methods.pdf. Acesso em: 01 abr. 2016.

RIBEIRO, B. D. **Aplicação de Tecnologia Enzimática na Obtenção de β -Caroteno a partir de Óleo de Buriti (*Mauritia vinifera*)**. 2008. 119f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

RIGAMONTE-AZEVEDO, O. C. ; WADT, P. G. S. ; WADT, L. H. O. Potencial de produção de óleo-resina de Copaíba (*Copaifera spp*) de populações naturais do Sudoeste da Amazônia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n.4, p. 583-591, 2006.

ROCHE, H. M. Unsaturated fatty acids. **Proceedings of the Nutrition Society**, 1999, vol. 58, no 02, p. 397-401.

SALEM, V. **Tingimento textile: fibras, conceitos e tecnologias**. Ed. Blucher, São Paulo, 2011.

SANTOS FILHO, M. **Avaliação quantitativa da razão EO/PO em Copolímeros em Bloco por técnicas instrumentais**. 2005. 111f. Dissertação (Mestrado) Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos.

SCHUCHARDT, U; RIBEIRO, M. L.; GONÇALVES, A. R. A indústria petroquímica no próximo século: como substituir o petróleo como matéria-prima? **Química Nova**, v. 24, n. 2, p. 247-251, 2001.

SILVA, A. S. O. S. **Desenvolvimento de formulações para acabamentos têxteis inovadores**. 2013. 72f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto, Portugal, 2013.

SILVA, F. M. et al. Desenvolvimento sustentável e química verde. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 103-110, 2005.

SKOOG, D. A. et al. **Fundamentos de química analítica**. 8ed. México: Thomson, 2005.

STUART, B. **Infrared spectroscopy: Fundamentals and Applications**. John Wiley & Sons, Inc., 2005.

TEIXEIRA, G. L. **Estudo da estabilidade e comportamento reológico de emulsões de gordura de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) com diferentes tensoativos**. 2014. 89f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

VALDERRAMA, P. **Avaliação de figuras de mérito em calibração multivariada na determinação de parâmetros de controle de qualidade em indústria alcooleira por espectroscopia no infravermelho próximo**. 2005. 128f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

VEIGA JUNIOR, F.; PINTO, A.C. O Gênero *Copaifera* L. **Química Nova**, v. 25, n. 2, p. 273-286, 2002.

VEIGA, V. F., et al. Chemical composition and anti-inflammatory activity of copaiba oils from *Copaifera cearensis* Huber ex Ducke, *Copaifera reticulata* Ducke and *Copaifera multijuga* Hayne—a comparative study. **Journal of ethnopharmacology**, 2007, vol. 112, n. 2, p. 248-254.

YUYAMA, L. K. O.; MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; AGUIAR, J. P. L.; MARINHO, H. A. Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 28(2): 408-412, abr.-jun. 2008.

ZANIN, S. M. W., et al. Determinação do equilíbrio hidrófilo-lipófilo (EHL) de óleos de origem vegetal. **Visão Acadêmica**, 2002, vol. 3, no 1.

APÊNDICE 1

Figura A.1. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com óleo-resina de copaíba. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na **Tabela 6.16**. Observa-se que as emulsões 4 a 9 resultam estáveis e as demais instáveis.

APÊNDICE 2

Figura A.2. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com óleo de castanha do Brasil. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na **Tabela 6.16**. Observa-se que somente a emulsão 4 resultou estável.

APÊNDICE 3

Figura A.3. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com óleo de buriti. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na **Tabela 6.16**. Observa-se que as emulsões 4 e 5 resultam estáveis e as demais instáveis.

APÊNDICE 4

Figura A.4. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com manteiga de cacau. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na **Tabela 6.16**. Observa-se que as emulsões 4 a 6 resultam estáveis e as demais instáveis.

APÊNDICE 5

Figura A.5. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com manteiga de tucumã. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na **Tabela 6.16**. Observa-se que somente a emulsão 7 resultou estável.

APÊNDICE 6

Figura A.6. Resultados dos testes de estabilidade das emulsões preparadas com manteiga de cupuaçu. A numeração dos frascos corresponde ao número da emulsão expresso na **Tabela 6.16**. Observa-se que as emulsões 4 e 5 resultam estáveis e as demais instáveis.

APÊNDICE 7

Tabela A1. Resultados das análises de titulação por Karl Fischer dos extratos óleo-resina de copaíba, óleo de buriti, manteiga de cacau e manteiga de cupuaçu.

Emulsão	Massa (g)	Teor de Água (%)	Matéria Ativa (%)	cv* (%)
Óleo-resina de Copaíba				
4	0,079	89,58	10,6	0,26
	0,084	89,25		
5	0,081	88,38	11,9	0,51
	0,091	87,74		
6	0,104	83,03	16,6	0,59
	0,099	83,72		
7	0,185	91,18	8,6	0,39
	0,101	91,68		
8	0,211	76,53	23,2	0,49
	0,255	77,06		
9	0,078	91,78	8,4	0,57
	0,076	91,04		
Óleo de Buriti				
4	0,071	81,16	18,7	0,17
	0,081	81,35		
5	0,101	84,08	15,8	0,19
	0,103	84,27		
Manteiga de Cacau				
4	0,087	82,00	17,7	0,50
	0,105	82,58		
5	0,098	76,61	23,1	0,60
	0,040	77,26		
6	0,144	77,27	22,9	0,22
	0,263	77,03		
Manteiga de Cupuaçu				
4	0,079	86,01	14,2	0,30
	0,075	85,64		
5	0,050	90,64	9,2	0,29
	0,054	91,01		

*Coeficiente de variação (cv): corresponde à razão em porcentagem do desvio-padrão da amostra pela média.

APÊNDICE 8

Tabela A.2. Perfil dos avaliadores e resultados das avaliações sensoriais de acordo com a escala Likert.

Avaliador	Sexo	Idade	Profissão	Óleo-resina de Copaíba	Óleo de Castanha do Brasil	Óleo de Buriti	Manteiga de Cacau	Manteiga de Tucumã	Manteiga de Cupuaçu
1	F	24	Técnico Químico	3	3	4	3	2	3
2	F	24	Assistente Administrativo	3	4	2	3	3	4
3	F	27	Vendedora	3	3	2	4	2	4
4	F	19	Recepcionista	4	2	4	3	2	3
5	F	59	Nutricionista	3	3	4	4	4	3
6	M	36	Vendedor técnico	1	3	2	1	3	2
7	M	46	Vendedor técnico	2	3	2	2	2	2
8	M	38	Vendedor técnico	1	4	2	3	1	2
9	M	27	Vendedor técnico	3	2	2	3	1	3
10	M	37	Vendedor técnico	3	2	2	2	2	3

APÊNDICE 9

Figura A.7. Cromatograma da injeção 1 do óleo-resina de copaíba.

Figura A.8. Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) do óleo-resina de copaíba.

Tabela A.3. Resultados das análises dos cromatogramas do óleo-resina de copaíba. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata).

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name	Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name
1	3.653	VV	0.0222	243.86755	41.10759	C8:0	1	3.652	VV	0.0230	237.49368	39.13360	C8:0
2	3.806	VV	0.0296	97.22968	16.38954	C10:0	2	3.805	VV	0.0297	93.71497	15.44211	C10:0
3	4.343	VV	0.0219	30.61203	5.16012	C12:0	3	4.342	VV	0.0226	31.59638	5.20637	C12:0
4	5.188	VV	0.0307	182.61424	30.78241	C14:0	4	5.186	VV	0.0346	208.53937	34.36259	C14:0
5	6.701	VV	0.0442	22.46084	3.78612	C16:0	5	6.698	VV	0.0427	21.77785	3.58850	C16:0
6	7.330	VP	0.0443	16.45784	2.77422	C16:1	6	7.328	VV	0.0416	13.75689	2.26683	C16:1
7	8.000		0.0000	0.00000	0.00000	C17:0	7	8.000		0.0000	0.00000	0.00000	C17:0
8	9.668		0.0000	0.00000	0.00000	C18:0	8	9.668		0.0000	0.00000	0.00000	C18:0
9	10.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:1	9	10.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:1
10	11.400		0.0000	0.00000	0.00000	C18:2	10	11.400		0.0000	0.00000	0.00000	C18:2
11	13.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:3	11	13.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:3
12	14.700		0.0000	0.00000	0.00000	C20:0	12	14.700		0.0000	0.00000	0.00000	C20:0
13	22.700		0.0000	0.00000	0.00000	C22:0	13	22.700		0.0000	0.00000	0.00000	C22:0
14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1	14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1
15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0	15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0
Totals :				593.24218			Totals :				606.87914		

Figura A.9. Cromatograma da injeção 1 do óleo de castanha do Brasil. **Figura A.10.** Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) do óleo de castanha do Brasil. **Tabela A.4.** Resultados das análises dos cromatogramas do óleo de castanha do Brasil. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata).

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name	Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name
1	3.530		0.0000	0.00000	0.00000	C8:0	1	3.530		0.0000	0.00000	0.00000	C8:0
2	3.800		0.0000	0.00000	0.00000	C10:0	2	3.800		0.0000	0.00000	0.00000	C10:0
3	4.347		0.0000	0.00000	0.00000	C12:0	3	4.347		0.0000	0.00000	0.00000	C12:0
4	5.200		0.0000	0.00000	0.00000	C14:0	4	5.200		0.0000	0.00000	0.00000	C14:0
5	6.931	BB	0.0370	1053.36084	14.49238	C16:0	5	6.900	BB	0.0374	1074.19299	14.56568	C16:0
6	7.357	BB	0.0342	20.65677	0.28420	C16:1	6	7.323	BB	0.0357	20.96036	0.28422	C16:1
7	8.000		0.0000	0.00000	0.00000	C17:0	7	8.000		0.0000	0.00000	0.00000	C17:0
8	9.909	BB	0.0536	832.02887	11.44724	C18:0	8	9.865	BB	0.0530	841.58264	11.41156	C18:0
9	10.604	BV	0.0695	2197.33984	30.23150	C18:1	9	10.560	BV	0.0681	2227.53271	30.20456	C18:1
10	11.881	BP	0.0864	3131.04883	43.07768	C18:2	10	11.833	BP	0.0833	3176.57739	43.07327	C18:2
11	13.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:3	11	13.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:3
12	15.097	BP	0.0704	33.94377	0.46701	C20:0	12	15.040	BB	0.0750	33.97705	0.46072	C20:0
13	22.700		0.0000	0.00000	0.00000	C22:0	13	22.700		0.0000	0.00000	0.00000	C22:0
14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1	14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1
15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0	15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0
Totals :				7268.37893			Totals :				7374.82315		

Figura A.11. Cromatograma da injeção 1 do óleo de buriti.

Figura A.12. Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) do óleo de buriti.

Tabela A.5. Resultados das análises dos cromatogramas do óleo de buriti. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata).

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name	Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name
1	3.530		0.0000	0.00000	0.00000	C8:0	1	3.530		0.0000	0.00000	0.00000	C8:0
2	3.800		0.0000	0.00000	0.00000	C10:0	2	3.800		0.0000	0.00000	0.00000	C10:0
3	4.347		0.0000	0.00000	0.00000	C12:0	3	4.347		0.0000	0.00000	0.00000	C12:0
4	5.200		0.0000	0.00000	0.00000	C14:0	4	5.200		0.0000	0.00000	0.00000	C14:0
5	6.876	BB	0.0368	988.92761	18.26887	C16:0	5	6.877	BB	0.0352	907.16766	18.21923	C16:0
6	7.299	VP	0.0363	14.35484	0.26518	C16:1	6	7.303	VB	0.0348	13.17391	0.26458	C16:1
7	8.000		0.0000	0.00000	0.00000	C17:0	7	8.000		0.0000	0.00000	0.00000	C17:0
8	9.797	BP	0.0567	203.87459	3.76626	C18:0	8	9.800	BP	0.0527	187.76782	3.77106	C18:0
9	10.568	BV	0.0822	3759.71118	69.45472	C18:1	9	10.567	BV	0.0808	3460.57910	69.50102	C18:1
10	11.667	BB	0.0599	401.38342	7.41492	C18:2	10	11.670	BB	0.0588	369.16559	7.41419	C18:2
11	13.378	BP	0.0664	44.93166	0.83004	C18:3	11	13.386	BB	0.0659	41.32327	0.82992	C18:3
12	14.700		0.0000	0.00000	0.00000	C20:0	12	14.700		0.0000	0.00000	0.00000	C20:0
13	22.700		0.0000	0.00000	0.00000	C22:0	13	22.700		0.0000	0.00000	0.00000	C22:0
14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1	14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1
15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0	15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0
Totals :				5413.18331			Totals :				4979.17735		

Figura A.13. Cromatograma da injeção 1 da manteiga de cacau. **Figura A.14.** Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) da manteiga de cacau. **Tabela A.6.** Resultados das análises dos cromatogramas da manteiga de cacau. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata).

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name	Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name
1	3.530		0.0000	0.00000	0.00000	C8:0	1	3.530		0.0000	0.00000	0.00000	C8:0
2	3.800		0.0000	0.00000	0.00000	C10:0	2	3.800		0.0000	0.00000	0.00000	C10:0
3	4.347		0.0000	0.00000	0.00000	C12:0	3	4.347		0.0000	0.00000	0.00000	C12:0
4	5.200		0.0000	0.00000	0.00000	C14:0	4	5.200		0.0000	0.00000	0.00000	C14:0
5	6.898 BB		0.0364	1364.24927	24.76638	C16:0	5	6.885 BB		0.0398	1432.87695	25.05512	C16:0
6	7.200		0.0000	0.00000	0.00000	C16:1	6	7.200		0.0000	0.00000	0.00000	C16:1
7	8.117 BB		0.0396	13.09445	0.23771	C17:0	7	8.102 BB		0.0413	13.67540	0.23913	C17:0
8	9.905 BP		0.0689	2203.88159	40.00895	C18:0	8	9.894 BB		0.0675	2279.24170	39.85456	C18:0
9	10.530 BV		0.0623	1735.57581	31.50739	C18:1	9	10.516 BV		0.0660	1795.51538	31.39617	C18:1
10	11.657 BB		0.0546	118.89831	2.15846	C18:2	10	11.642 BB		0.0567	123.16589	2.15366	C18:2
11	13.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:3	11	13.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:3
12	15.017 BB		0.0735	72.77245	1.32110	C20:0	12	15.000 BB		0.0703	74.42345	1.30136	C20:0
13	22.700		0.0000	0.00000	0.00000	C22:0	13	22.700		0.0000	0.00000	0.00000	C22:0
14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1	14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1
15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0	15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0
Totals :				5508.47187			Totals :				5718.89876		

Figura A.15. Cromatograma da injeção 1 da manteiga de tucumã. **Figura A.16.** Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) da manteiga de tucumã. **Tabela A.7.** Resultados das análises dos cromatogramas da manteiga de tucumã. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata).

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name	Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name
1	3.567	BB	0.0199	69.26605	1.67907	C8:0	1	3.576	BB	0.0199	69.62036	1.65273	C8:0
2	3.841	BP	0.0203	73.27341	1.77622	C10:0	2	3.850	BB	0.0203	73.82745	1.75260	C10:0
3	4.345	BB	0.0216	1937.93994	46.97747	C12:0	3	4.355	BB	0.0223	1964.38538	46.63279	C12:0
4	5.256	BB	0.0270	927.70764	22.48850	C14:0	4	5.269	BB	0.0271	948.27417	22.51120	C14:0
5	6.893	BB	0.0344	275.22241	6.67165	C16:0	5	6.910	BB	0.0345	283.55246	6.73129	C16:0
6	7.200		0.0000	0.00000	0.00000	C16:1	6	7.200		0.0000	0.00000	0.00000	C16:1
7	8.000		0.0000	0.00000	0.00000	C17:0	7	8.000		0.0000	0.00000	0.00000	C17:0
8	9.840	BB	0.0476	203.14816	4.92450	C18:0	8	9.860	BB	0.0466	210.64529	5.00053	C18:0
9	10.493	BB	0.0535	488.08313	11.83159	C18:1	9	10.513	BB	0.0536	505.96335	12.01113	C18:1
10	11.692	BB	0.0589	119.42375	2.89494	C18:2	10	11.713	BB	0.0574	123.74150	2.93751	C18:2
11	13.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:3	11	13.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:3
12	15.059	BB	0.0748	31.18967	0.75607	C20:0	12	15.076	BP	0.0717	32.44549	0.77023	C20:0
13	22.700		0.0000	0.00000	0.00000	C22:0	13	22.700		0.0000	0.00000	0.00000	C22:0
14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1	14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1
15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0	15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0
Totals :				4125.25418			Totals :				4212.45546		

Figura A.17. Cromatograma da injeção 1 da manteiga de cupuaçu. **Figura A.18.** Cromatograma da injeção 2 (replicata da injeção 1) da manteiga de cupuaçu. **Tabela A.8.** Resultados das análises dos cromatogramas da manteiga de cupuaçu. Esquerda: Injeção 1. Direita: Injeção 2 (replicata).

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name	Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name
1	3.530		0.0000	0.00000	0.00000	C8:0	1	3.530		0.0000	0.00000	0.00000	C8:0
2	3.800		0.0000	0.00000	0.00000	C10:0	2	3.800		0.0000	0.00000	0.00000	C10:0
3	4.347		0.0000	0.00000	0.00000	C12:0	3	4.347		0.0000	0.00000	0.00000	C12:0
4	5.200		0.0000	0.00000	0.00000	C14:0	4	5.200		0.0000	0.00000	0.00000	C14:0
5	6.855	BB	0.0342	430.68854	7.03820	C16:0	5	6.862	BB	0.0335	429.73187	7.01281	C16:0
6	7.200		0.0000	0.00000	0.00000	C16:1	6	7.200		0.0000	0.00000	0.00000	C16:1
7	8.000		0.0000	0.00000	0.00000	C17:0	7	8.000		0.0000	0.00000	0.00000	C17:0
8	9.875	BP	0.0660	2103.19800	34.36993	C18:0	8	9.883	BB	0.0642	2107.69043	34.39546	C18:0
9	10.530	BV	0.0697	2537.33936	41.46456	C18:1	9	10.538	BV	0.0706	2541.05054	41.46748	C18:1
10	11.636	BB	0.0571	194.04530	3.17104	C18:2	10	11.644	BB	0.0564	194.23740	3.16977	C18:2
11	13.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:3	11	13.200		0.0000	0.00000	0.00000	C18:3
12	15.080	BB	0.0841	729.11829	11.91507	C20:0	12	15.093	BB	0.0855	730.63019	11.92318	C20:0
13	23.070	BB	0.0620	124.90665	2.04119	C22:0	13	23.079	BP	0.0690	124.47524	2.03132	C22:0
14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1	14	23.828		0.0000	0.00000	0.00000	C22:1
15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0	15	29.000		0.0000	0.00000	0.00000	C24:0
Totals :				6119.29613			Totals :				6127.81567		