



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

MARIA CLARINETE DE OLIVEIRA MOURA

**CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL EM ÁCIDOS GRAXOS DO
ÓLEO DE PALMEIRAS ENCONTRADAS NO ESTADO DE RORAIMA**

Boa Vista, RR

2013

MARIA CLARISNETE DE OLIVEIRA MOURA

**CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL EM ÁCIDOS GRAXOS DO
ÓLEO DE PALMEIRAS ENCONTRADAS NO ESTADO DE RORAIMA**

Defesa da dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química. Área de concentração: Química de Produtos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio
Mendonça Alves da Costa

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Adriana Flach

Boa Vista, RR

2013

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

M929c Moura, Maria Clarisnete de Oliveira.

Caracterização do perfil em ácidos graxos do óleo de palmeiras encontradas no Estado de Roraima / Maria Clarisnete de Oliveira Moura. – Boa Vista, 2013.
132f. : il

Orientador: Prof. Dr.: Luiz Antonio Mendonça Alves da Costa.
Co-orientadora: Prof. Dra.: Adriana Flach.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Química.

1 – Palmeiras. 2 – Óleo vegetal. 3 – Ácidos graxos. 4 – I – Título. II – Costa, Antonio Mendonça Alves da (orientador). III – Flach, Adriana (co-orientadora).

CDU – 54:633.853

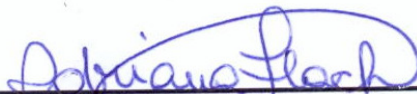
MARIA CLARISNETE DE OLIVEIRA MOURA

**CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL EM ÁCIDOS GRAXOS DO ÓLEO
DE ESPÉCIES DE PALMEIRAS ENCONTRADAS NO ESTADO DE
RORAIMA**

Defesa da Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Roraima, como pré-requisito para a conclusão do Curso de Mestrado em Química, com área de concentração: Química de Produtos Naturais, defendida em 17 de outubro de 2013 e avaliada pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Luiz Antonio Mendonça Alves da Costa
Orientador/Departamento de Química – UFRR



Prof.ª Dr.ª. Adriana Flach
Co-orientadora/ Departamento de Química – UFRR



Prof.ª. Dr.ª. Neusa Fernandes de Moura
Escola de Química e Alimentos – FURG

*Dedico este trabalho a meu avô, Raimundo
Pantoja (in memoriam) e a minha avó Benta
Maria com quem vivi os melhores
momentos de minha infância.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, digno de toda a honra e louvor, por ser minha fortaleza e meu escudo nos momentos difíceis, a Ele, minha eterna gratidão.

Ao meu orientador Professor Dr. Luiz Antonio M. A. da Costa, que desde a monitoria da disciplina Química orgânica, sob sua orientação, na monografia e mestrado prestou todo o seu incentivo e paciência em todos esses anos, disponibilizando valiosos momentos de discussão, que contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal.

Especialmente aos amigos de laboratório: Adriana, Edineide, Luciana, Márcia, Mauro, Neiliane, Sueli e a Prof^a. Adriana Flach minha co-orientadora com quem compartilhei grandes momentos de descontração e aprendizagem. A cada um agradeço pela grande ajuda durante a realização desse trabalho.

Ao Pesquisador do INPA, Dr. José Eduardo L. da S. Ribeiro, pelo auxílio na coleta dos frutos da paxiubinha.

Ao Núcleo de Pesquisas Energéticas pelo espaço disponibilizado para a realização desta pesquisa.

A meu pai João Batista Soares Moura, pela educação que foi me dada e por seu imenso amor.

A minha mãe Cleide Marinho de Oliveira, que mesmo não me dando a vida, abdicou de sua mocidade para dedicar todo o seu amor.

Aos amigos Kelly, Lenir, Regildo e Waliciane em vocês encontrei incentivo, apoio e carinho. Minha gratidão.

As minhas irmãs pelo companheirismo e pelas horas de distração.

Ao meu namorado Antonio Jose pelo companheirismo, paciência e compreensão.

Ao todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que este momento chegasse.

Aos professores do Departamento de Química.

RESUMO

As palmeiras pertencem à família Arecaceae e são distribuídas principalmente nas regiões de clima tropical. A Floresta Amazônica é composta por uma grande variedade de espécies. Para as comunidades que habitam essa região as palmeiras oferecem vários produtos, pois quase todas as partes da planta são utilizadas para os mais diversos fins: alimentação, construção, paisagismo, artesanatos, etc. No presente trabalho analisou-se os óleos dos frutos de sete espécies de palmeiras encontradas no estado de Roraima (*Astrocaryum gynacanthum*, *Geonoma deversa*, *Oenocarpus bataua*, *Astrocaryum aculeatum*, *Oenocarpus bacaba*, *Euterpe oleraceae*, *Orbignya phalerata*) e uma espécie coletada na Reserva Florestal Adolpho Ducke (*Iriartella setigera*). Os frutos foram coletados em diferentes regiões do estado de Roraima e no laboratório foram separados em epicarpo, polpa e amêndoa e suas partes extraídas por solvente. Os óleos obtidos foram analisados por CCD, CG-EM e CG-DIC. O teor médio de óleo na polpa e epicarpo variou de 4,33% a 52,61%, sendo que o maior percentual foi registrado na polpa do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), enquanto nas amêndoas a variação foi de 0,98% a 63,79%, o maior percentual de óleo foi detectado na amêndoa do babaçu (*Orbignya phalerata*). Os óleos das polpas são constituídos principalmente por ácidos graxos insaturados, destacando-se o ácido oléico como o componente majoritário, enquanto que os óleos das amêndoas são constituídos principalmente por ácidos graxos saturados, sendo o ácido láurico o componente predominante. Apenas nos frutos do patauá (*Oenocarpus bataua*) e da bacaba (*Oenocarpus bacaba*) os óleos da polpa e amêndoa apresentaram a mesma composição. Existem poucos estudos de palmeiras no estado de Roraima, como também, poucos dados químicos sobre os frutos das palmeiras ubim, mumbaca e paxiubinha indicando a necessidade de maiores estudos sobre essa família.

Palavras-Chaves: Palmeiras, Óleo Vegetal, Ácidos graxos.

ABSTRACT

Palm trees belong to the *Arecaceae* family and are mainly distributed in tropical regions. The Amazon rainforest is composed by a variety of species. For the communities that live in this region the palm trees offer several products because almost all parts of the plant are used for different purposes: food, construction, landscaping, handicrafts, etc. In this paper the oils from the fruits of seven different species of palm trees found in the state of Roraima were analysed: (*Astrocaryum gynacanthum*, *Geonoma deversa*, *Oenocarpus bataua*, *Astrocaryum aculeatum*, *Oenocarpus bacaba*, *Euterpe oleracea*, *Orbignya phalerata*) and one specie collected in the National Reserve Adolpho Ducke (*Iriartella setigera*). The fruits were collected in different regions of the state of Roraima and split into epicarp, pulp and almond in the laboratory and their parts were extracted through solvent. The oils obtained were analyzed by TLC, GC-MS and GC-FID. The average content of oil in the epicarp pulp and varied from 4.33% to 52.61%, and the highest percentage was noticed in the pulp of *tucumã* while the variation in the almonds was 0.98% and 63.79%, the highest percentage of oil was detected in almond *babaçu*. The oils of the pulps are mainly unsaturated fatty acids, especially oleic acid as the major component, whereas oils of almonds are mainly saturated fatty acids, lauric acid being the predominant component. Only in *patauá* and *bacaba* the oils from the pulp and almond had the same composition. There are few studies of palm trees in the state of Roraima, as well, a few chemical data related to palms fruits *ubim*, *mumbaca*, *paxiubinha* and indicating the need for further studies about this family.

Keywords: Palm, Vegetable Oil, fatty Acids.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Raízes aéreas da <i>Socratea exorrhiza</i> e sua expansão ao lado.....	18
Figura 2 - a) Estipe liso da <i>Dypsis decary</i> , b) Estipe com espinhos da <i>Acrocomia Aculeata</i>	19
Figura 3 - Folhas: a) pinada (<i>Syagrus werdermannii</i>) e b) palmada (<i>Trithrinax brasiliensis</i>).....	20
Figura 4 - a) Mapa de distribuição do babaçu no Brasil, b) Mapa de distribuição do babaçu no estado de Roraima.....	35
Figura 5 - Pico base dos ésteres metílicos de ácidos graxos saturados produzido pelo rearranjo de McLafferty.....	39
Figura 6 - Espectro de massas do hexadecanoato de metila, com indicação de alguns fragmentos que contém oxigênio.....	39
Figura 7 - Representação da formação do estado intermediário segundo Spiteller, et al. (1966 apud GIESE, 2005).....	40
Figura 8 - Representação da fragmentação do pico $m/z=87$	40
Figura 9 - Picos característicos de ésteres metílicos de ácidos graxos saturados contendo oxigênio.....	41
Figura 10 - Picos característicos da cadeia alquila dos EMAGS.....	42
Figura 11 - Esquema representativo da formação do pico $[M-32]^+$, onde R representa o grupo alquila.....	42
Figura 12 - Esquema representativo da formação do pico $m/z = 69$, onde R representa o grupo alquila.....	43
Figura 13 - Esquema do detector por ionização em chama (DIC).....	44
Figura 14 - Cromatograma obtido da análise dos padrões disponibilizados pela Supelco com a identificação de seus respectivos picos em uma coluna Omegawax 250.....	47
Figura 15 - Localização da vicinal 12 no município de Iracema.....	49
Figura 16 - Mapa de Roraima com indicação dos locais onde foram coletadas algumas espécies de palmeiras.....	50
Figura 17 - Coleta dos frutos de <i>Oenocarpus bacaba</i>	51
Figura 18 - a) Prensa manual, b) picareta usada na retirada da amêndoa do babaçu.....	52
Figura 19 - a) Polpa de tucumã na estufa para desidratação b) Amêndoa da paxiubinha pulverizada.....	53

Figura 20 - Extração do óleo de tucumã realizada em triplicata.....	54
Figura 21 - Equipamento de cromatografia gasosa acoplado ao espectrômetro de massas (CG-EM).....	58
Figura 22 - Equipamento de cromatografia gasosa equipada com detector por ionização em chama (CG-DIC).....	59
Figura 23 - Quantidade de espécies de palmeiras distribuídas em Roraima e seus respectivos gêneros segundo Lorenzi, et al. (2004).....	60
Figura 24 - Espécies de palmeiras encontradas em Roraima pelo pesquisador Dr. Luiz Antonio Mendonça Alves da Costa: a) jauari, b) Buritirana e c) paxiúba.....	61
Figura 25 - Espécies de palmeiras encontradas em Roraima durante esta pesquisa: a) açai, b) babaçu, c) bacaba, d) mumbaca, e) patauá, f) paxiubinha, g) tucumã e h) ubim.....	62
Figura 26 - Esquema da composição física do fruto de inajá.....	63
Figura 27 - Cacho de paxiubinha coletado na Reserva Florestal Adolpho Ducke.....	67
Figura 28 - Óleo extraído com sistema soxhlet e solvente hexano: a) epicarpo+polpa e b) Amêndoa de patauá, c) epicarpo+polpa da bacaba.....	68
Figura 29 - Óleo extraído com sistema soxhlet e solvente hexano: a) amêndoa do babaçu, b) polpa de tucumã, e c) amêndoa de tucumã.....	71
Figura 30 - Óleo extraído com sistema soxhlet e solvente hexano: a) polpa de açai, b) epicarpo+polpa de paxiubinha, e c) amêndoa de paxiubinha.....	72
Figura 31 - a) Triglicerídeo: o grupo "R" corresponde à cadeia alquila, b) Estrutura genérica dos ésteres metílicos de ácido graxo, c) Estrutura do ácido oleico.....	74
Figura 32 - CCD em sílica do óleo <i>in natura</i> : a) EP/ patauá, b) EP/bacaba, c) EP/ubim, d) *ep/mumbaca, e) EP/açai. Eluente usado: mistura de éter de petróleo: éter etílico: ácido acético (90:10:1), revelador: solução sulfocrômica.....	75
Figura 33 - CCD em sílica do óleo <i>in natura</i> : f) AM e polpa de mumbaca, g) polpa e AM de tucumã, h) EP e AM de paxiubinha, i) AM de patauá, j) AM de bacaba e l) AM de babaçu. Eluente usado: mistura de éter de petróleo: éter etílico: ácido acético (90:10:1), revelador: solução sulfocrômica.....	76
Figura 34 - CCD do óleo da polpa de açai: a) óleo <i>in natura</i> , b) produto da reação de esterificação.....	79
Figura 35 - CCD do óleo da polpa de tucumã: a) produto da reação de transesterificação, b) spot 4 se refere ao óleo <i>in natura</i>	80

Figura 36 - Análise por CCD: a) produto da esterificação do óleo da polpa do tucumã, b) produto da transesterificação do óleo esterificado do açaí, c) produto da transesterificação do óleo amêndoa do tucumã e d) produto da transesterificação da amêndoa do babaçu.....	81
Figura 37 - Análise por CCD do produto da transesterificação com método Ce 2-66 da AOCS (SILVA, 2005): a) EP de patauá, b) amêndoa de patauá, c) EP de bacaba e d) amêndoa de bacaba.....	82
Figura 38 - Análise por CCD do produto da transesterificação com método Ce 2-66 da AOCS (SILVA, 2005): e) epicarpo de mumbaca, f) polpa de mumbaca, g) amêndoa de mumbaca e h) polpa de ubim.....	82
Figura 39 - CCD do produto da transesterificação com método Ce 2-66 da AOCS (SILVA, 2005): a) epicarpo+polpa da paxiubinha, b) amêndoa da paxiubinha, c) produto da esterificação da amêndoa da paxiubinha e d) produto da esterificação do epicarpo+polpa da paxiubinha.....	83
Figura 40 - Espectro de massas do hexadecanoato de metila representando o perfil de fragmentação dos ésteres metílicos de ácidos graxos saturados identificados nos óleos das palmeiras.....	85
Figura 41 - Espectro de massas representativo do perfil de fragmentação dos EMAG insaturados identificados nos óleos das palmeiras: A): 9Z-octadecenoato de metila e B) 9Z,12Z-octadecadienoato de metila.....	86
Figura 42 - Espectro de massas representativo do perfil de fragmentação dos ácidos sililados.....	87
Figura 43 - Cromatograma da mistura de padrões da SUPELCO composta por 37 EMAG com seus tempos de retenção. Coluna utilizada: Omegawax 250.....	93
Figura 44 - Percentual de ácido láurico no óleo das amêndoas das palmeiras identificados no CG-FID.....	100
Figura 45 - Percentuais dos ácidos: mirístico, palmítico e esteárico encontrados nos óleos das palmeiras em estudo nesta pesquisa.	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies de palmeiras existentes no estado de Roraima.....	23
Tabela 2 - Levantamento de dados químicos das espécies de palmeiras encontradas em Roraima citadas por Lorenzi et al., 2004.....	27
Tabela 3 - Rendimento do percentual em massa dos frutos.....	64
Tabela 4 - Resultado do rendimento das extrações e cálculo do desvio padrão das médias das massas.....	69
Tabela 5 - Percentual (%) em área dos ésteres metílicos de ácidos graxos encontrados nos óleos identificados por CG-EM.....	88
Tabela 6 - Percentual (%) em área dos ésteres metílicos de ácidos graxos encontrados nos óleos das amêndoas identificados por CG-EM.....	89
Tabela 7 - Percentual em área dos ésteres metílicos de ácidos graxos encontrados nos óleos dos frutos das palmeiras do Estado de Roraima identificados por CG-DIC.....	94
Tabela 8 - Perfil em ácidos graxos do óleo da polpa e do suco de açaí.....	104

LISTA DE ABREVIATURAS

AG - Ácidos Graxos
AGI - Ácidos Graxos Insaturados
AGL - Ácidos Graxos Livres
AGS - Ácidos Graxos Saturados
AM - Amêndoa
AOCS - American Oil Chemists' Society
BSTFA - *N-bis*-(trimetilsilil)-trifluoracetamida
C e T- Cis e Trans
CCD - Cromatografia em Camada Delgada
CG - Cromatografia Gasosa
CG-EM - Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas
CG-DIC - Cromatografia Gasosa equipada com Detector por Ionização em Chama
EMAG - Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos
EMAGS - Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos Saturados
EMAGI - Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos Insaturados
EP - Epicarpo+polpa
ep - Epicarpo
eV – Eletrovolts
FID - Flame Ionization Detector
GBQF - Grupo de Biotecnologia e Química Fina
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO - International Organization for Standardization
LDL - Low Density Lipoproteins
M/Z – Massa/carga
NUPENERG - Núcleo de Pesquisas Energéticas
R_f – Fator de retenção
SEPLAN - Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento
ssp. – Espécies
TG - triglicerídeos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Importância das palmeiras.....	16
1.1.1	Principais características das palmeiras.....	18
1.1.2	Estudos de palmeiras no Brasil.....	21
1.1.3	Levantamento de dados químicos de algumas espécies de palmeiras existentes no estado de Roraima.....	25
1.1.4	Espécies de palmeiras encontradas no estado de Roraima durante levantamento de campo.....	26
1.1.4.1	Gênero <i>Euterpe</i>	26
1.1.4.2	Gênero <i>Oenocarpus</i>	31
1.1.4.3	Gênero <i>Astrocaryum</i>	32
1.1.4.4	Gênero <i>Orbignya</i>	34
1.1.4.5	Gênero <i>Geonoma</i>	36
1.1.4.6	Gênero <i>Iriartella</i>	36
1.2	Cromatografia a gás na análise de ácidos graxos.....	37
1.2.1	Espectrometria de massas: fragmentação de ésteres metílicos de ácidos graxos de cadeia linear.....	38
1.3	Cromatografia Gasosa com Detector por Ionização em Chama (CG-DIC)....	43
2	OBJETIVOS	48
2.1	GERAL.....	48
2.2	ESPECÍFICOS.....	48
3	METODOLOGIA	49
3.1	Coleta e local de obtenção dos frutos.....	49
3.2	Preparação das amostras.....	52
3.3	Extração do óleo dos frutos das palmeiras.....	53
3.4	Análise por Cromatografia em Camada Delgada (CCD).....	54
3.4.1	Preparação da fase estacionária.....	55
3.4.2	Preparação das placas cromatográficas.....	55
3.4.3	Solventes de eluição e reagente de revelação.....	55
3.5	Esterificação.....	56
3.6	Transesterificação através do Método 5509 da ISO (1978) Modificado.....	56
3.7	Transesterificação através do Método Ce 2-66 da AOCS (SILVA, 2005)....	57
3.8	Sililação dos óleos.....	57
3.9	Análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM).....	58
3.10	Análise por cromatografia gasosa equipada com detector por ionização em chama (CG-DIC).....	59
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1	Levantamento de espécies de palmeiras em Roraima.....	60
4.2	Composição física e rendimento do percentual em massa dos frutos.....	63
4.3	Extração e rendimento do óleo.....	67
4.4	Análise dos óleos <i>in natura</i> por Cromatografia em Camada Delgada (CCD)	73
4.5	Derivatização dos óleos em ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG) para análise em cromatografia gasosa (CG).....	77
4.5.1	Esterificação do óleo.....	78
4.5.2	Transesterificação com o Método 5509 da ISO (1978) Modificado.....	79
4.5.3	Transesterificação com o método Ce 2-66 da AOCS.....	81

4.6	Caracterização dos ésteres metílicos de ácidos graxos por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM).....	84
4.7	Constituição em ácidos graxos dos óleos do epicarpo, polpa, amêndoa e epicarpo+polpa dos frutos analisados por CG-EM.....	87
4.8	Análises dos ésteres metílicos de ácidos graxos por Cromatografia Gasosa equipada com Detector por Ionização em Chama (CG-DIC).....	92
4.9	Importância e fonte dos principais ácidos graxos identificados nos óleos dos frutos das palmeiras.....	99
4.10	Perfil em ácidos graxos do óleo extraído da polpa e suco do açaí.....	103
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
	REFERÊNCIAS	106

1 INTRODUÇÃO

As palmeiras vêm sendo bastante valorizadas em pesquisas acadêmicas, pois são muitos os trabalhos divulgados nas mais diversas áreas de estudo como: etnobotânica, ecologia, fitogeografia, fitossociologia, entre outras. Porém, ainda há necessidade de muitas pesquisas a fim de explorar esse grupo de plantas, visto que existem muitas espécies que precisam ser estudadas e até descobertas, já que muitas vivem em áreas de difícil acesso ou regiões inexploradas.

As palmeiras são típicas de regiões de clima tropical, característica que beneficia o Brasil, um país rico de uma enorme variedade de espécies. Isso é comprovado através do estudo de Lorenzi et al. (2004) que fizeram um levantamento de campo onde foi constatado 208 espécies de palmeiras nativas no país.

Em Roraima ainda estamos no limiar do estudo sobre as palmeiras. Contudo, mesmo com as dificuldades encontradas quanto aos locais de acesso para obtenção dessas espécies, os pesquisadores do Grupo de Biotecnologia e Química Fina (GBQF) do Departamento de Química da Universidade Federal de Roraima vêm estudando o potencial de algumas palmeiras para obtenção de biodiesel no estado, dentre as quais já foram estudadas algumas variedades como *Maximiliana maripa* conhecida vulgarmente como inajá (CORRÊA, 2006, 2011; FLACH et al., 2005), *Mauritia flexuosa* conhecida vulgarmente como buriti (BECKER et al., 2006) e *Bactris gasipaes* (COSTA et al., 2007) conhecida vulgarmente como pupunha.

O presente trabalho explora sete espécies de palmeiras encontradas no estado de Roraima e vem contribuir com o grupo de pesquisa na avaliação da flora local, fazendo um levantamento das espécies de palmeiras distribuídas no estado. De acordo com a obra de Lorenzi et al. (2004) são citadas 24 espécies na região. Além de fortalecer a pesquisa na região e colaborar com os pesquisadores do grupo, este estudo vem confirmar a presença de algumas espécies de palmeiras citadas por Lorenzi et al. (2004) e revelar a existência de outras que não aparecem catalogadas na sua obra como ocorrente em Roraima.

A constatação da existência de algumas espécies não catalogadas em Roraima evidencia a necessidade de pesquisas na região contribuindo para a ampliação de dados, já que a literatura dispõe de poucas informações acerca desse recurso no estado.

A contribuição desta pesquisa para a sociedade e em especial para a Roraimense é de grande relevância, pois com o levantamento das espécies de palmeiras distribuídas pode-se realizar o mapeamento dos locais de incidências, condição necessária para desenvolver mecanismos de preservação, garantindo, dessa forma, a reserva de espécies de palmeiras.

Nesta pesquisa foi realizado um estudo da composição química do óleo dos frutos de sete espécies de palmeiras encontradas em Roraima. Para caracterização dos ácidos graxos presentes nos óleos foi utilizada a técnica de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM) e cromatografia gasosa equipada com detector por ionização em chama (CG-DIC).

O estudo da composição química do óleo de cada parte dos frutos é muito importante já que este é destinado para os mais variados fins: alimentação, medicina, cosmética, biocombustível, entre outras. Por exemplo, o babaçu (*Orbignya phalerata*) é apontado com das umas espécies oleaginosas com maior potencial para produção de biodiesel (LIMA et al., 2007). O murumuru (*Astrocaryum murumuru*) abundante no estado do Pará é composto principalmente por ácido láurico e mirístico, é usado na indústria de cosméticos (CLEMENT; LLERAS; VAN, 2005; SARAIVA, 2008). O óleo de buriti (*M. flexuosa*) é rico em ácido oléico e apresenta algumas propriedades medicinais como: vermífugas e cicatrizante, e ainda é usado contra queimaduras na medicina caseira (CARVALHO, 2011).

1.1 Importância das palmeiras

As palmeiras são plantas monocotiledôneas, lenhosas, formando um grupo natural de plantas pertencente à família Arecaceae, conhecida anteriormente como Palmae. Os povos itálicos aplicavam-na a tamareira (*Phoenix dactilifera*) da África Mediterrânea e do Oriente Médio. Os gregos chamavam-na *fóinix* palavra de origem fenícia, sendo esta por influência árabe e aramaica aplicada à antiga cidade turca Palmira, com o significado de “cidade onde havia palmas” (LORENZI et al., 2004).

Quanto às espécies de palmeiras existentes no mundo, não há uma concordância entre os autores especializados no assunto. Granville (1988) menciona a existência de 2779 espécies de palmeiras e 212 gêneros distribuídos principalmente nas florestas tropicais dos diferentes continentes. Uhl e Dransfield

(1987, apud KOOLEN et al., 2012) afirmam que atualmente a família Arecaceae compreende 1500 espécies distribuídas em aproximadamente 200 gêneros. Outras pesquisas citam em torno de 2000 a 2500 espécies (ADAM et al., 2007; MIGUEL; SILVA; DUQUE, 2007; FAVRETO, 2010).

As palmeiras são conhecidas por vários nomes vulgares, que muitas vezes dão origem a confusões por serem aplicados a plantas totalmente diferentes. Por esse motivo, as palmeiras devem ser sempre mencionadas por seu nome botânico, que de acordo com a classificação de Carlos Lineu, é composto por duas palavras, a primeira que designa o gênero, e juntamente com a segunda forma a espécie.

As palmeiras ocupam um lugar de destaque entre as plantas, devido à capacidade de transmitir ao meio em que são cultivadas um aspecto luxuriante e a beleza das regiões tropicais (LORENZI et al., 2004). Com morfologia muito característica, permite, mesmo aos mais leigos, a sua identificação sem maiores dificuldades.

Em muitos lugares as palmeiras são consideradas “árvores da vida” devido à sua abundância. Representam símbolos importantes no judaísmo, cristianismo, hinduísmo, budismo e islamismo, além de outras religiões. São consideradas “príncipes do reino vegetal” (PLOTKIN; BALICK, 1984).

Antes mesmo de Cristo já eram utilizadas na forma ornamental e na alimentação (MIGUEL; SILVA; DUQUE, 2007).

As grandes civilizações orientais como as do mediterrâneo já utilizavam as palmeiras como elementos característicos de sua paisagem e habitat. Os povos da antiguidade encontravam também nestas plantas suas qualidades nutritivas, servindo de base de alimentação para os habitantes do norte da África e sudoeste da Ásia, enquanto que, ainda eram utilizadas como matéria prima para construções (SODRÉ, 2005).

As palmeiras apresentam grande importância econômica pelos mais variados produtos que delas podem ser obtidos, os destinados à alimentação humana ficam em primeiro lugar (LORENZI et al., 2004). Entre os produtos utilizados pelo homem têm-se o óleo vegetal, tâmaras, extração de farinha, ceras, fabricação de vassouras e material de tecelagem, as polpas são utilizadas para doces e sorvetes (MIGUEL; SILVA; DUQUE, 2007).

O Brasil tem uma grande variedade de espécies de palmeiras, justificando a denominação dada pelos povos indígenas de “Pindorama”, país ocupado por palmeiras (LORENZI et al., 2004).

1.1.1 Principais características das palmeiras

A família Arecaceae como a maioria das plantas apresenta raízes, caules, folhas, flores, frutos e sementes com características próprias e bem definidas, o que possibilita sua fácil identificação (LORENZI et al., 2004).

As raízes dessas plantas são do tipo fasciculado e são encontradas frequentemente distribuídas subterraneamente, sem uma raiz principal. Têm a função de fixar a planta no solo, absorver água e alimentos. Em algumas palmeiras as raízes aparecem no caule acima do solo e são chamadas de raízes aéreas (Figura 1), esse tipo ocorre principalmente em matas úmidas (SODRÉ, 2005).

Figura 1 – Raízes aéreas da *Socratea exorrhiza* e sua expansão ao lado.



Fonte: LORENZI et al. (2004).

Os caules das palmeiras recebem o nome especial de estipe, os quais podem ser cilíndricos, alongados ou colunares, quase sempre sem ramificações (LORENZI et al., 2004). Os estipes dessas plantas apresentam formas, tamanhos, volumes e texturas variados. O tronco das palmeiras, quando comparados com os das árvores

não engrossa de acordo com seu crescimento, devido à maioria das espécies alcançarem o diâmetro máximo antes que o estipe comece a crescer em altura. Com isso, essas plantas não possuem o anel interno de crescimento, dificultando a base de cálculo da idade como feito em outras plantas. Algumas espécies possuem cicatrizes em seus estipes, o que pode indicar a idade aproximada de algumas espécies (SODRÉ, 2005).

Os estipes das palmeiras podem ser simples, solitários ou aglomerados formando uma moita. Podem ser subterrâneo, tornando-se acaule, o que é muito raro (LORENZI; NEGRELLE, 2006). Porém a maioria das espécies possui caules simples ou solitários, com alturas e espessuras variáveis (LORENZI et al., 2004). Quanto à textura, os caules das palmeiras podem ser lisos (Figura 2a), ou seja, desprovidos de qualquer revestimento, ou recobertos por restos de bainhas, fibras ou espinhos como mostra a Figura 2b (SODRÉ, 2005).

Este grupo de plantas possui tamanho variado e ocorre em locais isolados, o que dificulta seu estudo (BALICK, 1979).

Figura 2 – a) Estipe liso da *Dypsis decary*, b) Estipe com espinhos da *Acrocomia aculeata*.

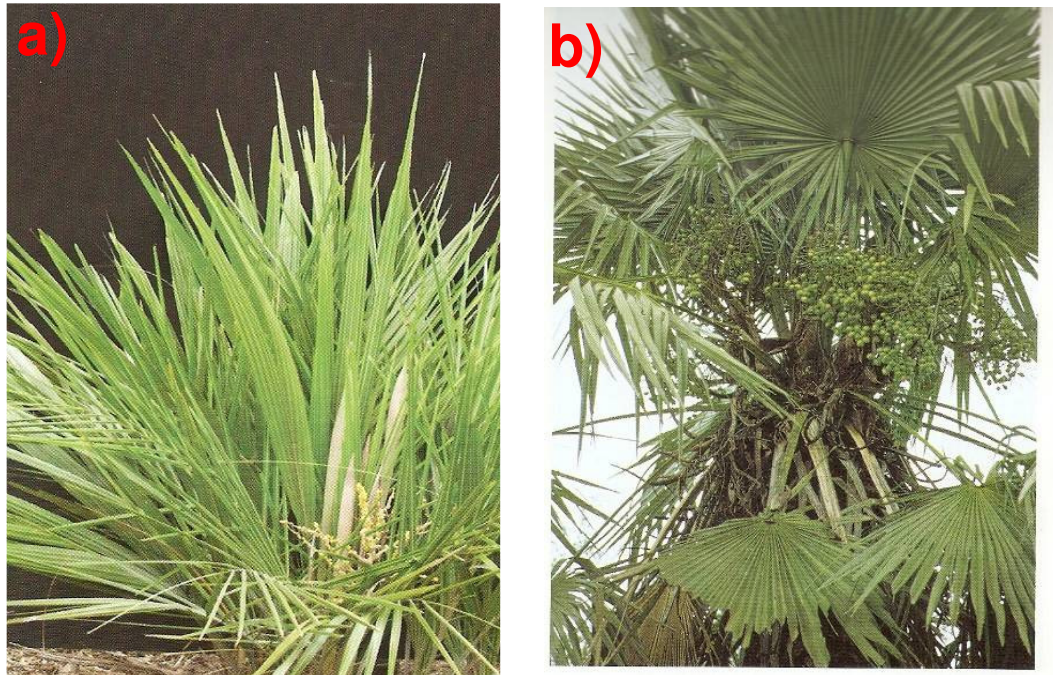


Fonte: SODRÉ (2005).

As folhas das palmeiras apresentam-se de forma bastante variadas quanto ao tamanho, forma e divisão. São consideradas as maiores do reino vegetal entre algumas espécies, apresentando três partes distintas: bainha, pecíolo e lâmina (LORENZI et al., 2004). Tanto as folhas curtas como as longas apresentam-se de

forma palmada, pinadas e inteiras com bainhas abertas ou fechadas e pecíolos curtos ou longos (LORENZI; NEGRELLE, 2006; SILVA, 2008), conforme mostra Figura 3.

Figura 3 – Folhas: a) pinada (*Syagrus werdermannii*) e b) palmada (*Trithrinax brasiliensis*).



FONTE: LORENZI et al. (2004).

As flores das palmeiras são pouco atrativas, devido ao seu pequeno porte e pelo fato de serem desprovidas de cores (LORENZI et al., 2004). São consideradas hermafroditas (monóica) quando possuem órgãos masculinos e femininos na mesma flor ou unissexuadas (dióica) quando têm um único órgão, masculino ou feminino (SODRÉ, 2005). Como são comuns nas monocotiledôneas, as palmeiras geralmente produzem flores trímeras e quanto ao perianto frequentemente apresentam sépalas e pétalas diferentes (ADAM et al., 2007).

As palmeiras apresentam frutos de cor, forma e tamanhos variados. São chamadas popularmente de “coquinhos”. Os frutos apresentam três partes: a casca sendo a parte externa (epicarpo), a polpa ocupando a parte do meio (mesocarpo) e a parte interna que protege a semente (endocarpo) (LORENZI et al., 2004). Os frutos podem se apresentar em tamanhos pequenos ou grandes com o pericarpo liso ou com presença de espinhos. As sementes geralmente são duras e densas,

apresentam formas variadas e consistem do endosperma conhecido como albúmen duro (SILVA, 2008).

1.1.2 Estudos de palmeiras no Brasil

O Brasil é um país tropical, e possui uma diversidade enorme de palmeiras onde a maioria são fontes excelentes de óleo (BORA, et al, 2003).

Lorenzi et al. (2004) fizeram um levantamento de campo no Brasil e catalogaram 383 espécies de palmeiras, onde 208 são espécies nativas e 175 são exóticas. A literatura relata a existência de cerca de 200 espécies de palmeiras no Brasil distribuídas em 40 gêneros (SOUZA; LORENZI, 2005 apud FAVRETO, 2010).

Há alguns anos o Brasil vem mostrando um grande interesse pela utilização das palmeiras como forma de energia renovável, pois no início dos anos 80 já eram produzidos algumas toneladas de óleos nos estados do Piauí e Maranhão de diversas espécies oleaginosas como *Acrocomia aculeata*, conhecida vulgarmente como macaíba, *Astrocaryum vulgare* conhecida vulgarmente como tucumã, entre outras (BALICK, 1985). Além disso, apresenta condições climáticas favoráveis à produção dessas oleaginosas.

Muitas espécies de palmeiras podem ocorrer em áreas inundadas ou solos arenosos no Brasil (KAHN, 1988). *O Astrocaryum jauari* é uma espécie de palmeira nativa do Brasil, Guiana, Venezuela e Peru (BALICK, 1982) que cresce em bancos de areia de rios e ilhas, tolerando durações de inundações quase o ano inteiro, entre 30 e 340 dias (PIEIDADE; PAROLIN; JUNK, 2006).

No Brasil a família Arecaceae é comumente encontrada nos ecossistemas Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Cerrado, entre outros (MIGUEL; SILVA; DUQUE, 2007). Muitas espécies de palmeiras representam recursos de grande valor econômico e cultural para as várias comunidades tradicionais que habitam estes ecossistemas, como a etnia Krahò, que ocupam a região nordeste do Estado do Tocantins, área do cerrado (NASCIMENTO et al., 2009).

A Floresta Amazônica é muito rica em espécies de palmeiras (KAHN, 1988) utilizadas durante muitos séculos pelos povos indígenas (BALICK, 1982). Este grupo de plantas apresenta produtos que são muito utilizados na vida diária da maioria dos habitantes dessa região (KAHN, 1991) como alimentos e produtos medicinais. A

exemplo tem a *Euterpe precatória* encontrada na Amazônia central e ocidental. Os povos da Amazônia brasileira e peruana usam o chá das raízes da *Euterpe precatória* contra picadas de cobra, dores musculares e no peito, prevenção de anemia e doenças do fígado (GALOTA; BOAVENTURA; LIMA, 2008). A flora amazônica é composta por um grande número de palmeiras, sendo que ainda há espécies para serem descobertas na medida em que novas regiões sejam exploradas. Estudos na região apontam que as Arecáceas ocupam entre 6 e 7% da biomassa aérea total da floresta, entretanto seus frutos ricos em lipídios e carboidratos contribuem com cerca de 60% do conteúdo energético de todos os frutos produzidos (HENDERSON, et al., 2000 apud SILVA, 2008).

Um estudo realizado na região nordeste apontou 17 espécies de palmeiras utilizadas por tribos indígenas, entre as quais *O. phalerata* (babaçu) destaca-se por sua importância econômica (BALICK, 1988). Há uma predominância de grandes florestas de babaçu nos Estados do Maranhão e Tocantins e parte dos Estados do Piauí, Goiás, Mato Grosso e Pará, algo em torno de 17 milhões de hectares (LIMA, 2004).

Henderson e Scariot (1993) realizaram uma pesquisa na Amazônia central na Reserva Ducke e catalogaram 35 espécies de palmeiras distribuídas em 14 gêneros.

No levantamento baseado no livro “Palmeiras Brasileiras e exóticas cultivadas” de Lorenzi et al. (2004) a região Norte mostra-se extremamente rica em espécies da família arecaceae, constatando-se 118 espécies na região

Neste levantamento foram encontradas 24 espécies de palmeiras existentes no estado de Roraima, as quais são destacadas na Tabela 1 com seus nomes botânicos, seguido de nomes comuns e possíveis sinônimos.

Tabela 1- Espécies de palmeiras existentes no Estado de Roraima (LORENZI et al., 2004).

Nº	NOME BOTÂNICO	NOME VULGAR	SINÔNIMO
01	<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	mumbaca, marajá-açu	<i>Astrocaryum gymopus</i> Burret, <i>Astrocaryum minus</i> Trail
02	<i>Astrocaryum jauari</i> Mart.	Jauari	<i>Astrocaryum guara</i> Burret
03	<i>Attalea ferruginea</i> Burret	Curuá	Sem sinônimo
04	<i>Bactris brongniartii</i> Mart.	marajá, marajá-branco	<i>Bactris cuyabaensis</i> Barb. Rodr., <i>Bactris pallidispina</i> Mart.
05	<i>Bactris campestris</i> Poepp. ex Mart.	marajá, mumbaca-branca	<i>Bactris lanceolata</i> Burret, <i>Bactris leptocarpa</i> Trail.
06	<i>Bactris hirta</i> Mart.	marajá, aricanga-falsa	<i>Bactris atrox</i> Burret, <i>Bactris formosa</i> Barb. Rodr.
07	<i>Bactris maraja</i> Mart. var. <i>maraja</i> Henderson	marajá, marajá-açu	<i>Bactris divisicupula</i> L. H. Bailey, <i>Bactris fuscopina</i> L. H. Bailey
08	<i>Bactris simplicifrons</i> Mart.	marajá, ubimzinho	<i>Bactris acanthocnemis</i> Mart., <i>Bactris arenaria</i> Barb. Rodr.
09	<i>Barcella odora</i> (Trail) Drude	piassabarana, piassaba	<i>Elaeis odora</i> Trail
10	<i>Desmoncus mitis</i> Mart.	Jacitara	<i>Atitara mitis</i> (Mart.) Kuntz, <i>Atitara pumila</i> <i>Atitara pumila</i> (Trail) Kuntz
11	<i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart.	atitara, jacitara, titara	<i>Atitara orthacantha</i> Mart., <i>Desmoncus rudentum</i> Mart.
12	<i>Desmoncus polyacanthos</i> Mart.	atitara, jacitara, titara	<i>Atitara paraensis</i> Barb. Rodr., <i>Desmoncus macroacanthos</i> Mart.
13	<i>Desmoncus sp. nov.</i>	jacitara-miúda	Sem sinônimo

Fonte: AUTOR (2010).

Tabela 1- (Conclusão) Espécies de palmeiras existentes no Estado de Roraima (LORENZI et al., 2004).

Nº	NOME BOTÂNICO	NOME VULGAR	SINÔNIMO
14	<i>Geonoma baculifera</i> (Poit.) Kunth	Ubim	<i>Geonoma acutiflora</i> Mart., <i>Geonoma baculifera</i> var. <i>macrospatha</i> (Spruce) Drude
15	<i>Geonoma deversa</i> (Poit.) Kunth	Ubim	<i>Geonoma bartlettii</i> Dammer ex Burret, <i>Geonoma desmarestii</i> Mart.
16	<i>Geonoma leptospadix</i> Trail	ubim, ubim-brava	<i>Geonoma saramaccana</i> L. H. Baley
17	<i>Iriartella setigera</i> (Mart.) H. Wendl	paxiubinha, paxiubirana	<i>Cuatrecasea Spruceana</i> (Barb. Rodr.) Dugand, <i>Cuatrecasea vaupesana</i> Dugand
18	<i>Leopoldinia major</i> A. Wallace	jará-açú	Sem sinônimo
19	<i>Mauritia carana</i> A. Wallace	caraná, caraná-do-mato	<i>Orophoma carana</i> (A. Wallace) Spruce
20	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	buriti, miriti, muriti	<i>Mauritia vinifera</i> Mart., <i>Mauritia sphaerocarpa</i> Burret
21	<i>Mauritiella armata</i> (Mart.) Burret	caraná, caraná, buritirana	<i>Mauritia aculeata</i> Mart., <i>Mauritia huebneri</i> Burret
22	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	patauá	<i>Jessenia bataua</i> (Mart.) Burret, <i>Jessenia polycarpa</i> H. Karst.,
23	<i>Orbignya sagotii</i> Trail ex Im Thurn	curuaí, pindova	<i>Attalea microcarpa</i> Mart., <i>Attalea agrestis</i> Barb. Rodr.,
24	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	paxiúba, paxiubinha	<i>Iriartea exorrhiza</i> Mart., <i>Iriartea durissima</i> Oerst.

Fonte: AUTOR (2010).

1.1.3 Levantamento de dados químicos de algumas espécies de palmeiras existentes no Estado de Roraima

O estado de Roraima está situado na Região Norte do país ocupando uma área aproximada de 224,3 mil km². A vegetação do estado é composta pela *Floresta tropical Amazônica*, *Matas de terra firme* e *Campos gerais do Rio Branco*, conhecido como lavrado ou savanas, sendo esta última parte formada por gramíneas onde são encontrados igarapés que ao longo de seus percursos encontram-se distribuídas palmeiras de grande porte como o buriti (*M. flexuosa*) e o inajá (*M. maripa*), espécies predominante em Roraima (FREITAS, 1998).

O estudo sobre a florística ainda é muito incipiente. Entretanto, o estado mostra-se promissor quanto à diversidade da flora da região.

As palmeiras apresentam sua importância na região norte do país. Os povos indígenas da etnia Macuxi situado no estado de Roraima utilizavam o buriti (*M. flexuosa*) na alimentação e na cobertura de seus abrigos (BARBOSA et al., 2000). Luz (2001) relata que a população local explorava as cascas do coco (*cocos nucifera*) e as raízes de açaí (*Euterpe oleraceae*) para uso medicinal.

Lorenzi et al. (2004) citaram em sua obra 24 espécies de palmeiras existentes no estado de Roraima (Tabela 1). Porém, outros estudos mostram que esse número é bem maior, pois o Grupo de Biotecnologia e Química Fina (GBQF), como já foi mencionado anteriormente, vem estudando outras espécies de palmeiras encontradas na região (*M. maripa*, *M. flexuosa* e *B. gasipaes*) que não são citadas na obra de Lorenzi et al. (2004).

A literatura apresenta uma riqueza de informações sobre a família Arecaceae nas áreas de botânica, ecologia, fitogeografia, biologia, entre outras, entretanto, quanto ao levantamento de pesquisas informando sobre dados químicos de algumas espécies, como *B. brongniartii*, *A. ferruginea*, *B. campestris*, *B. marajá*, *B. simplicifrons*, *B. odora*, *D. mitis*, *G. baculífera*, *G. deversa* e *G. leptospadix*, ainda há poucos estudos.

Siebert (2000), reconhece que apesar da distribuição difundida e da importância econômica de *Desmoncus ssp.*, que a espécie é desconhecida ecologicamente. Quiroz et al. (2008) relatam que na literatura há vários estudos sobre o comportamento geral e como o ambiente influencia no crescimento e forma

de *D. orthacanthos*, ao mesmo tempo enfatiza que há poucas pesquisas sobre as características anatômicas dessa espécie.

Apesar de a literatura mostrar-se carente sobre o estudo de algumas espécies, fazem-se considerações nesta pesquisa a respeito do estudo químico de algumas espécies de palmeiras encontradas na região, conforme tabela 2 que é composta pelo nome científico da espécie, parte da planta estudada, utilidade da planta estudada, dados químicos e referências bibliográficas.

1.1.4 Espécies de palmeiras encontradas no Estado de Roraima durante levantamento de campo

1.1.4.1 Gênero *Euterpe*

A literatura relata a existência de 30 espécies de palmeiras do gênero *Euterpe* na América Central e América do Sul (UHL & DRANSFIELD, 1987 apud SCHIRMANN, 2009). Lorenzi et al. (2004) citam a existência de sete espécies desse gênero no Brasil.

O açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) é uma palmeira nativa da Amazônia, que se encontra amplamente distribuída nos estados do Amapá, Maranhão, Pará e Tocantins. É uma espécie característica das várzeas e margens dos rios amazônicos, conhecida vulgarmente por várias alcunhas como: açaí-do-pará, açaí, açaizeiro, uaçai. Na região norte é conhecido como açaí de touceira, açaí do Pará, açaí do estuário e açaí do Baixo Amazonas (FAVACHO, 2009; LORENZI et al., 2004; TEXEIRA, 2003).

Os frutos do açaí fornecem uma bebida concentrada, de alto valor nutritivo e calórico, conhecida como “vinho de açaí” muito consumida na região norte, principalmente no estado do Pará, entretanto, atualmente, vem conquistando novos mercados em outras regiões brasileiras e até mesmo em outros países. O palmito é o segundo produto obtido do açaizeiro, sendo que a maior parte da produção sempre foi destinada à demanda nacional e internacional (ALEXANDRE; CUNHA; HUBINGER, 2004; FAVACHO, 2009; TEXEIRA, 2003). Outros subprodutos da

Tabela 2 – (Continua) Levantamento de dados químicos das espécies de palmeiras encontradas em Roraima citadas por Lorenzi et al., 2004.

NOME CIENTÍFICO	PARTE DA PLANTA ESTUDADA	UTILIDADE DA PLANTA	DADOS QUÍMICOS DA LITERATURA	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
<i>Astrocaryum gynacanthum</i>	Não encontrado	Mesocarpo comestível e confecção de utensílios.	Não encontrado	Kahn (2008); Lorenzi et al. (2004)
<i>Astrocaryum jauari</i>	Polpa e amêndoa	Mesocarpo comestível, alimentação de peixes, confecção de redes, artesanatos.	Carboidratos, óleo (polpa 3,2% e amêndoa 14,7%), proteínas e vitamina A.	Kahn (2008); Lorenzi et al. (2004); Piedade; Parolin; Junk (2006)
<i>Attalea ferruginea</i>	Não encontrado	Cobertura de casas e semente comestível.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Bactris brongniartii</i>	Não encontrado	Frutos comestíveis.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Bactris campestris</i>	Não encontrado	Palmito usado no tratamento de picadas de cobra.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Bactris hirta</i>	Não encontrado	Paisagismo de jardins.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Bactris maraja</i>	Não encontrado	Frutos comestíveis, vendidos em Belém e Manaus.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Bactris simplicifrons</i>	Não encontrado	Ornamentações em vasos, devido ao pequeno porte.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Barcella odora</i>	Não encontrado	Cobertura de casas, atividade ornamental.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Desmoncus mitis</i>	Não encontrado	Frutos consumidos pela fauna e caule usados na confecção de artesanatos.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)

Fonte: AUTOR (2010).

Tabela 2 - (Continuação) Levantamento de dados químicos das espécies de palmeiras encontradas em Roraima citadas por Lorenzi et al., 2004.

NOME CIENTÍFICO	PARTE DA PLANTA ESTUDADA	UTILIDADE DA PLANTA	DADOS QUÍMICOS DA LITERATURA	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
<i>Desmoncus orthacanthos</i>	Não encontrado	Frutos consumidos pela fauna, caule usados na confecção de cestos; atividade ornamental.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004); Oliveira; Potiguara; Lobato (2006); Quiroz et al. (2008); Siebert, (2000)
<i>Desmoncus polyacanthos.</i>	Não encontrado	Caules usados na confecção de cestos.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Desmoncu sp. nov.</i>	Não encontrado	Frutos comestíveis e fibras usadas na confecção de cestos.	Não encontrado	Siebert (2000)
<i>Geonoma baculífera</i>	Não encontrado	Folhas usadas em construções rústicas; ornamentações de jardins.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004); Oliveira; Potiguara; Lobato (2006)
<i>Geonoma deversa</i>	Não encontrado	Folhas usadas na cobertura de habitações indígenas; potencial ornamental.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Geonoma leptospadix</i>	Não encontrado	Não foi encontrada utilidade a esta espécie na literatura.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Leopoldinia major</i>	Não encontrado	Os indígenas usam os frutos incinerados em substituição do sal; potencial ornamental.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)

Fonte: AUTOR (2010).

Tabela 2 - (Continuação) Levantamento de dados químicos das espécies de palmeiras encontradas em Roraima citadas por Lorenzi et al., 2004.

NOME CIENTÍFICO	PARTE DA PLANTA ESTUDADA	UTILIDADE DA PLANTA	DADOS QUÍMICOS DA LITERATURA	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
<i>Mauritia carana</i>	Não encontrado	Cobertura de habitações; frutos comestíveis quando transformados em doces ou sucos; caule usado na confecção de artesanatos; potencial paisagístico.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004); Diaz, (2006)
<i>Mauritia flexuosa</i>	Polpa	Cobertura de casas; frutos usados na alimentação em forma de sucos e doces; pecíolo utilizado na confecção de brinquedos.	Carotenoides, tocoferol, rica em ácido oleico e palmítico, fitosteróis, aminoácidos, carboidratos.	Albuquerque et al. (2005); Costa et al. (2010); França et al. (1999); Lorenzi et al. (2004); Manhães (2007); Oliveira; Potiguara; Lobato (2006); Rosso; Mercadante (2007)
<i>Mauritia carana</i>	Não encontrado	Cobertura de habitações; frutos comestíveis quando transformados em doces ou sucos; caule usado na confecção de artesanatos; potencial paisagístico.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004); Diaz (2006)

Fonte: AUTOR (2010).

Tabela 2 - (Conclusão) Levantamento de dados químicos das espécies de palmeiras encontradas em Roraima citadas por Lorenzi et al., 2004.

NOME CIENTÍFICO	PARTE DA PLANTA ESTUDADA	UTILIDADE DA PLANTA	DADOS QUÍMICOS DA LITERATURA	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
<i>Mauritiella armata</i>	Não encontrado	Polpa fornece um suco semelhante ao do buriti; potencial paisagístico.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Oenocarpus bataua</i>	Polpa e amêndoa	Da polpa extrai-se o “vinho de patauá”, possui óleo comestível. Na medicina é usado como laxante, para tuberculose e asma. Como cosmético é usado como tônico capilar para queda de cabelo. As folhas são usadas na cobertura de habitações e artesanatos.	23% de óleo na polpa e 0,06% na amêndoa, carotenoides, esteroides, ácidos graxos (rico em ácido oleico), rico em aminoácidos,	Lorenzi et al. (2004); Mambrim; Arellano, (1997); Silva; Wadt; Ehringhaus (2004)
<i>Orbignya sagotii</i>	Não encontrado	As folhas são usadas na cobertura de construções rústicas; os frutos são consumidos pela fauna; potencial paisagístico.	Não encontrado	Lorenzi et al. (2004)
<i>Socratea exorrhiza</i>	Estipe	Estipe utilizado em construções de casas, confecção de móveis e biojóias; potencial paisagístico.	Grão de amido, cristais de oxalato de cálcio e corpos silicosos.	Kikuchi; Potiguara; Santos (2007); Lorenzi et al. (2004); Oliveira; Potiguara; Lobato (2006)

Fonte: AUTOR (2010).

palmeira do açaí são aproveitados, como as folhas para a cobertura de casas e o caroço utilizado na fabricação de artesanatos (CRUZ, 2008).

O açaí é apresentado como um alimento altamente energético, devido ao elevado teor de lipídios, suprimindo cerca de 65% das necessidades recomendadas para uma pessoa adulta. Quanto ao perfil em ácidos graxos na polpa é rico em ácido oléico. Outros compostos são encontrados na polpa como as antocianinas e compostos fenólicos, além de α -tocoferol (vitamina E), fibras, manganês, cobre, boro, cromo, cálcio, magnésio, potássio, níquel, fósforo, sódio, zinco e ferro (FAVACHO, 2009; PEREIRA; QUEIROZ; FIGUEIRÊDO, 2002).

1.1.4.2 Gênero *Oenocarpus*

O gênero *Oenocarpus*, segundo a literatura significa “fruto do vinho” de *oeno* que significa vinho e *carpus* que significa fruto. Lorenzi et al. (2004) citam nove espécies desse gênero na região Amazônica, sendo que seis ocorrem na Amazônia brasileira distribuídas principalmente nos Estados do Acre, Amazonas, Pará e Rondônia (SCHIRMANN, 2009). As espécies ocorrentes na Amazônia brasileira são: *O. bacaba*, *O. balickii*, *O. bataua*, *O. distichus*, *O. mapora* e *O. minor* (LORENZI et al., 2004). Entre estas espécies duas são encontradas no estado de Roraima: *Oenocarpus bataua* Mart. e a *Oenocarpus bacaba* Mart., ambas discutidas neste capítulo.

A espécie *O. bataua* é popularmente conhecida na Amazônia brasileira por patauá, patoá ou patuá, sendo que pode variar de uma região para outra, pois no Suriname é conhecida como jagua e majo, no Peru chamada de sacumana e ungurahui, na Venezuela é conhecida como palma real, curuba e aricagua (SILVA; WADT, EHRINGHAUS, 2004).

O patauá é uma palmeira que tem preferência por lugares úmidos e necessita de muita sombra durante seu crescimento, entretanto, quando adultas precisam de bastante luz. Possuem um caule solitário e podem atingir uma altura aproximada de 25m. Dos frutos se extrai uma bebida conhecida como “vinho de patauá” muito apreciada na região norte, principalmente pelas comunidades ribeirinhas (FIGUEIRA, 2012; LORENZI et al., 2004; SCHIRMANN, 2009).

A partir do mesocarpo do patauá se extrai um óleo comestível de cor amarelo esverdeado considerado de boa qualidade para o consumo, pois apresenta composição química semelhante ao azeite de oliva, é rico em ácidos graxos insaturados, com predominância do ácido oleico, sendo facilmente absorvido pelo organismo, além disso, quando usado na pele possui propriedades hidratantes, podendo ser usado também no cabelo (FIGUEIRA, 2012; SCHIRMANN, 2009; SILVA; WADT; EHRINGHAUS, 2004). A polpa do patauá contém alta concentração de vitamina E (DARNET et al., 2011). As folhas da palmeira são usadas na construção de casas e o estipe é empregado na construção de pontes e hortas (SILVA; WADT, EHRINGHAUS, 2004).

A espécie *O. bacaba* é encontrada na Amazônia brasileira nos estados do Amazonas e Pará, principalmente ao norte do Rio Amazonas. Essa espécie habita regiões de terra firme e capoeiras, podendo crescer em áreas com sombras, no entanto, preferem as regiões abertas. Possuem caule solitário, que pode atingir de 7 a 22 metros (FINCO et al., 2012; LORENZI et al., 2004; MENDONÇA; ARAÚJO, 1999).

Os frutos da bacaba também são consumidos em forma de “vinho”, assim com o açaí e o patauá. O preparo dessas bebidas é feito por meio artesanal ou mecânico, onde ocorre a imersão dos frutos em água quente, para o amolecimento da polpa, que é macerada de forma manual ou com máquinas elétricas despoldadeiras. O “vinho” da bacaba é muito nutritivo e consumido na região amazônica, principalmente na cidade de Belém, estado do Pará (SCHIRMANN, 2009).

Os frutos da bacaba fornece um óleo de cor esverdeada, que pode ser utilizado na alimentação, já que apresenta composição química parecida, embora nem tanto, com o azeite de oliva; ainda pode ser usado na fabricação de sorvetes e sabão (CLEMENT; LLERAS; VAN, 2005; SCHIRMANN, 2009).

A bacaba é conhecida por vários nomes populares: bacaba-açú, bacabão, bacaba verdadeira, bacaba de azeite e bacaba vermelha (LORENZI et al., 2004).

1.1.4.3 Gênero *Astrocaryum*

O gênero *Astrocaryum* está amplamente distribuído na América do Sul (Brasil, Venezuela, Bolívia, Colômbia, Guiana, Peru, Equador), se estendendo até o norte da

América Central na Guatemala. Quanto ao número de espécies existentes a literatura cita entre 40 a 50 espécies do gênero *Astrocaryum*, sendo que 26 ocorrem no Brasil, principalmente na região Amazônica (BALICK, 1982; CARRERA, 2005; LEITÃO, 2008; KAHN, 2008).

Lorenzi et al. (2004) relatam a presença de 14 espécies de palmeiras nativas no Brasil do gênero *Astrocaryum*, sendo que as espécies *A. gynacanthum* e *A. jauari* são mencionadas como ocorrentes em Roraima. Kanh (2008) cita ainda algumas espécies desse gênero distribuídas no estado de Roraima, são elas: *A. acaule*, *A. aculeatum*, *A. farinosum* e *A. murumuru*.

As palmeiras do gênero *Astrocaryum* apresentam caules solitários ou cespitosos carregados de espinhos, que de acordo com tamanho podem variar de pequeno a grande porte (LEITÃO, 2008, LORENZI et al., 2004). Entre as espécies encontradas no estado de Roraima, esta pesquisa aborda duas: *Astrocaryum aculeatum* G. Mey e *Astrocaryum gynacanthum* Mart.

A espécie *A. aculeatum* é conhecida popularmente por vários nomes: tucumã-arara, tucumã-piranga, tucumã-piririca, tucumã-do-amazonas, tucum-açu, tucum-bravo, tucum-da-serra, tucum-do-mato e tucumã (KAHN, 2008; LORENZI et al., 2004), forma como será tratada nesta pesquisa.

O tucumã aparece vastamente distribuído pela região Amazônica, especialmente nos estados do Acre, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Roraima, sendo encontrado ainda na Colômbia, Venezuela, Guiana, Bolívia e Trinidad (KAHN, 2008; LEITÃO, 2008; LORENZI et al., 2004; ZANINETTI, 2009). É uma palmeira monocaule ereta, que pode atingir de 8 -25 m de altura, carregada de espinhos negros de até 15 cm de comprimento. É mais comumente encontrada em áreas de roçado, pastagens, capoeiras, margens de estrada e próximos a núcleos habitacionais devido à disseminação involuntária do homem. *A. aculeatum* é uma espécie que tolera bem solos pobres e degradados (LEITÃO, 2008, LORENZI et al., 2004; ZANINETTI, 2009).

A polpa do tucumã é muito utilizada na culinária amazonense, seja na sua forma *in natura* ou como recheios de sanduíches e tapiocas, bem como na forma de doces, licor e sorvetes, além de fornecer um óleo comestível que pode ser utilizado como suplemento alimentar. No caso da amêndoa, o óleo é pouco aproveitado, entretanto, estudos indicam um alto potencial para produção de biodiesel (NASCIMENTO; FERREIRA; REGIANI, 2007; LEITÃO, 2008; ZANINETTI, 2009).

O tucumã é considerado como uma fonte rica de elementos nutritivos para a alimentação humana, pois a polpa é rica em lipídios, o que resulta em um alto valor energético, vitamina A e ácidos graxos insaturados (ZANINETTI, 2009; YUYAMA et al., 2008).

Das folhas do tucumã se obtém uma fibra utilizada na confecção de redes de pesca e para dormir, cordas para arcos, sacolas e paneiros, o tronco é utilizado para confecção de instrumentos musicais e as sementes são muito apreciadas para o artesanato local (LEITÃO, 2008; LORENZI et al., 2004)

A mumbaca (*A. gynacanthum*) se encontra distribuída na região Amazônica nos estados do Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Maranhão, Acre e Roraima e em alguns países como Colômbia, Guiana Francesa, Guiana, Peru, Suriname, Venezuela e com menor frequência na Bolívia. Esta espécie é comumente encontrada em floresta de terra firme, podendo ser monocaule ou multicaule densamente coberta por espinhos negros achatados de até 12 cm de comprimento. A palmeira da mumbaca pode atingir de 2-6 metros de altura (KAHN, 2008; LORENZI et al., 2004).

Há poucos relatos na literatura sobre a utilização dos frutos dessa espécie. Lorenzi et al. (2004) e Kanh (2008) mencionam que o mesocarpo é mais ou menos doce e que pode ser usado na alimentação.

A espécie *A. gynacanthum* é conhecida vulgarmente por vários nomes no Brasil: mumbaca, marajá-açu, marajá-da-terra-firme, já na Colômbia é chamada de coco-de-porco, na Venezuela de cubarro (KAHN, 2008; LORENZI et al., 2004).

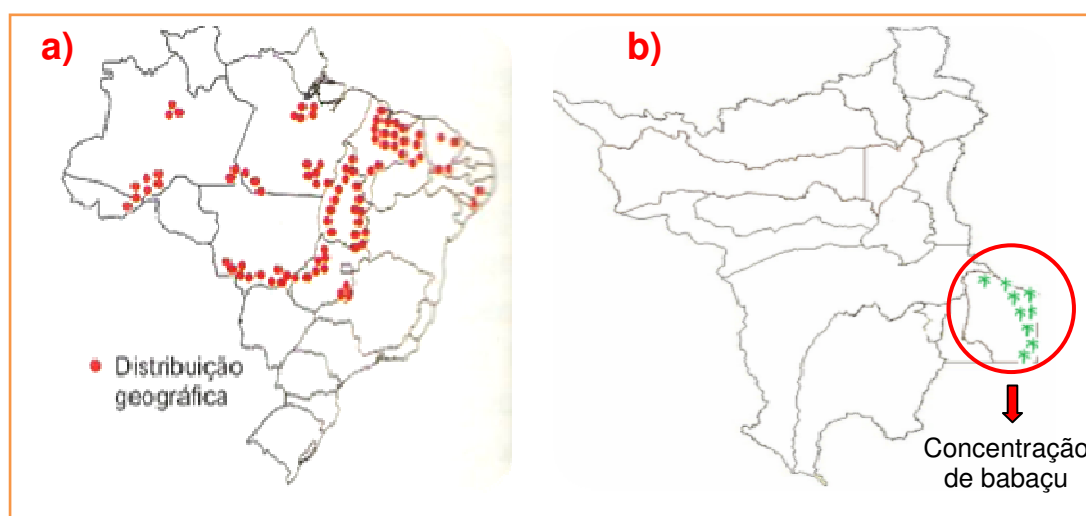
1.1.4.4 Gênero *Orbignya*

O gênero *Orbignya* é reportado na literatura com 11 espécies distribuídas na América Central e América do Sul (SILVA, 2011), sendo que cinco espécies são citadas por Lorenzi et al. (2004) como ocorrentes no Brasil: *O. brejinhoensis*, *O. eichleri*, *O. oleifera*, *O. phalerata* e *a phalerata sagotii*.

A *Orbignya phalerata* Mart. é a espécie de maior distribuição e valor econômico desse gênero, sendo vastamente encontrada na Bolívia, Suriname, Guianas, em toda a região norte do Brasil, em maior concentração nos estados do Maranhão e Piauí e menor escala no Mato Grosso e algumas regiões isoladas do

nordeste como Ceará, Pernambuco e Alagoas, Figura 4a (LORENZI et al., 2004; PEREZ et al., 2012; SILVA, 2011). Embora esta espécie não seja citada como ocorrente por Lorenzi et al. (2004) no estado de Roraima, é encontrada no município de Caroebe (DUARTE; PASSOS; GAMA NETO, 2010) localizado na região Sul do Estado (Figura 4b).

Figura 4 – a) Mapa de distribuição do babaçu no Brasil, b) Mapa de distribuição do babaçu no estado de Roraima.



Fonte: a) LORENZI et al. (2004).

Fonte: b) DUARTE; PASSOS; GAMA NETO, (2010).

Esta espécie é conhecida popularmente por várias alcunhas: babassu, uauassu, baguaçu, coco-de-macaco, coco-de-palmeira, coco-pindoba, pindoba e babaçu, sendo que este último é o mais comum de origem indígena da língua Tupi-Guarani onde ba = fruto e açu = grande (LORENZI et al., 2004; SILVA, 2011).

A palmeira do babaçu possui caule solitário podendo atingir de 10-30 m de altura, possui todas as partes utilizadas, principalmente nas comunidades onde são ocorrentes. Os principais produtos obtidos do babaçu são o óleo extraído da castanha e a torta ou farelo resultante desse processo. O óleo é bastante visado para a produção de biodiesel, devido, pode ser usado também em larga escala na fabricação de sabão, sabonetes, e cosméticos em geral, porém na culinária tem uso limitado, pois não possui a mesma qualidade nutricional de outros óleos, como o de soja, girassol e amendoim (MACHADO; CHAVES; ANTONIASSI, 2006; PEREZ et al., 2012; SILVA, 2011).

As folhas do babaçu são utilizadas na construção de casas, na confecção de abanos, chapéus, esteiras, etc., o caule usado na sustentação do teto das casas dos moradores que vivem no campo (SILVA, 2011).

1.1.4.5 Gênero *Geonoma*

As espécies do gênero *Geonoma* são características de florestas ombrófilas, sendo encontradas eventualmente em vegetação aberta. O gênero *Geonoma* está distribuído pela América Central e América Sul. No Brasil são encontradas no sub-bosque da Floresta Amazônica e Mata Atlântica (LORENZI et al., 2004).

Há muitas discussões quanto ao número de espécies identificadas, a literatura cita a existência de 75 espécies (WESSELS BOER, 1968 apud HENDERSON; MARTINS, 2002). A literatura refere-se ainda a existência de 59 espécies desse gênero (GOVAERTS; DRANSFIELD, 2005 apud RONCAL; ORTEGA; LEWIS, 2007). Lorenzi et al. (2004) citam a presença de 26 espécies do gênero *Geonoma* presente no Brasil, sendo que três espécies são ocorrentes no estado de Roraima: *G. baculífera*, *G. leptospadix* e *G. deversa*, esta última discutida logo abaixo.

A espécie *Geonoma deversa* Poit. Kunt está distribuída por quase todos os estados da região norte: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima sendo encontrada nos sub-bosques de florestas úmidas de terra firme e em alguns países como Guatemala, Bolívia e sudeste do Peru. O caule dessas palmeiras pode ser simples ou em forma de touceiras, podendo atingir de 0,8-3 m de altura. As folhas são amplamente utilizadas na cobertura de habitações indígenas (FLORES; ASTON, 2000; LORENZI et al., 2004).

Esta espécie é conhecida vulgarmente apenas pela alcunha ubim (LORENZI et al., 2004).

1.1.4.6 Gênero *Iriartella*

O gênero *Iriartella* possui apenas duas espécies distribuídas no sub-bosque da floresta tropical da região Amazônica, uma delas é a *I. stenocarpa* conhecida

popularmente como paxiubinha-de-macaco, encontrada no Acre, Colômbia e Peru. A outra é a *Iriartella setigera* Martius H. Wendel, espécie abordada nesta pesquisa, é encontrada no estado do Amazonas, Roraima, oeste do Pará e em alguns países da América do Sul, como Colômbia, Venezuela e Guianas (LORENZI et al., 2004).

A espécie é conhecida vulgarmente por alguns nomes populares: paxiubinha, paxiubarana e ubim-do-igapó. Os índios usam o caule para confeccionar zarabatanas, além disto, esta espécie pode ser usada para fins paisagísticos. O caule de *I. setigera* pode ser simples ou cespitoso, podendo alcançar de 3-8 m de altura, na base possuem um conjunto de raízes expostas (aéreas) em forma de cone (LORENZI et al., 2004).

1.2 Cromatografia a gás na análise de ácidos graxos

A cromatografia trata-se de um método físico-químico que consiste na separação dos constituintes de uma mistura. É realizada através da distribuição dos componentes entre duas fases, que estão em contato. Neste processo, uma das fases permanece imóvel, enquanto a outra move-se através desta. Na cromatografia a gás, a fase móvel é um gás inerte e a separação ocorre devido as diferentes interações entre as moléculas da amostra com a fase estacionária contida em uma coluna (COLLINS; BRAGA; BONATO, 1997).

As substâncias analisadas por cromatografia a gás devem ser gases, substâncias voláteis ou semi-voláteis. Entretanto, quando essas características não são atendidas, no caso de compostos que possuam elevada massa molecular ou que tenham grupos fortemente polares, é necessário empregar métodos de derivatização, que consiste em transformar a substância de interesse em um derivado com características adequadas para serem analisadas por CG (COLLINS; BRAGA; BONATO, 1997). Esse procedimento é aplicado aos óleos vegetais, que são constituídos predominantemente por triglicerídeos (TG), substâncias que possuem elevado ponto de ebulição.

Os triglicerídeos são formados pela condensação de glicerol com ácidos graxos (AG). Os ácidos graxos também são encontrados de forma livre no óleo, porém em menor quantidade.

Para avaliar a composição em ácidos graxos presentes nos óleos vegetais por cromatografia gasosa os triglicerídeos e os ácidos graxos livres (AGL) são convertidos em ésteres de ácidos graxos, substâncias que possuem maior volatilidade que seus compostos de origem, para isso, são utilizados métodos de derivatização como a transesterificação de triglicerídeos e a esterificação de ácidos graxos livres (MILINSK, 2007; MIRANTE, 2007).

A cromatografia a gás é muito utilizada na análise de óleos vegetais, devido à facilidade em efetuar a separação dos ácidos graxos e por permitir a identificação e quantificação dependendo do detector utilizado (ABDALA; LIMA, 2002; GEOCKE, 2011; ZARA, 2008).

1.2.1 Espectrometria de massas: fragmentação de ésteres metílicos de ácidos graxos de cadeia linear

A espectrometria de massas é uma técnica que se fundamenta na formação de íons carregados positivamente ou negativamente, que podem ser separados eletricamente ou por campo magnético baseado na razão massa-carga [m/z] (EL-ANEED; COHEN; BANOUB, 2009). Entre os métodos de ionização empregados em espectrometria de massas, a técnica por impacto de elétrons (IE) é a mais utilizada para geração de íons. Esse método bombardeia as moléculas da amostra, na fase gasosa, com elétrons de alta energia (geralmente 70 eV), que removem um elétron produzindo um cátion-radical, conhecido como íon molecular [M^+]. A maioria das análises por CG-EM usa analisador quadrupolo (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2007).

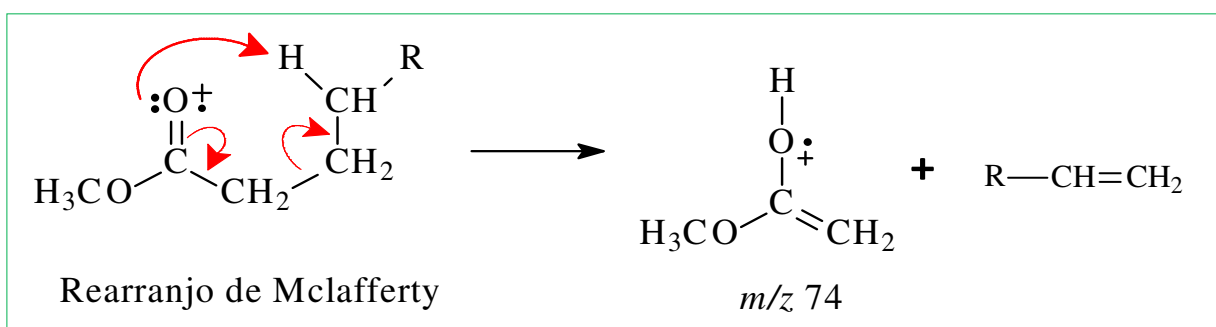
A cromatografia gasosa quando acoplada a espectrometria de massas (CG-EM) permite a identificação qualitativa dos ácidos graxos pela análise dos espectros.

O espectro de massas dos ésteres metílicos de ácidos graxos apresentam fragmentos peculiares o que possibilita sua identificação. O pico do íon molecular [M^+] desses compostos pode ser observado com frequência quando está acima da m/z 200, pois a intensidade do pico do íon molecular tende a aumentar com o crescimento da cadeia (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2007).

Os ésteres metílicos de ácidos graxos saturados (EMAGS) não substituídos no carbono (α) apresentam um pico intenso em m/z 74. Esse fragmento é

característico dos EMAGS e corresponde ao pico base que é resultante do rearranjo de McLafferty, onde ocorre a quebra da ligação β com formação de alceno e migração do hidrogênio para o oxigênio da carbonila (Figura 5). O rearranjo de McLafferty ocorre apenas em substâncias que possuam heteroátomos em suas estruturas (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2007; MJOS, 2004; ROCHA et al., 2008).

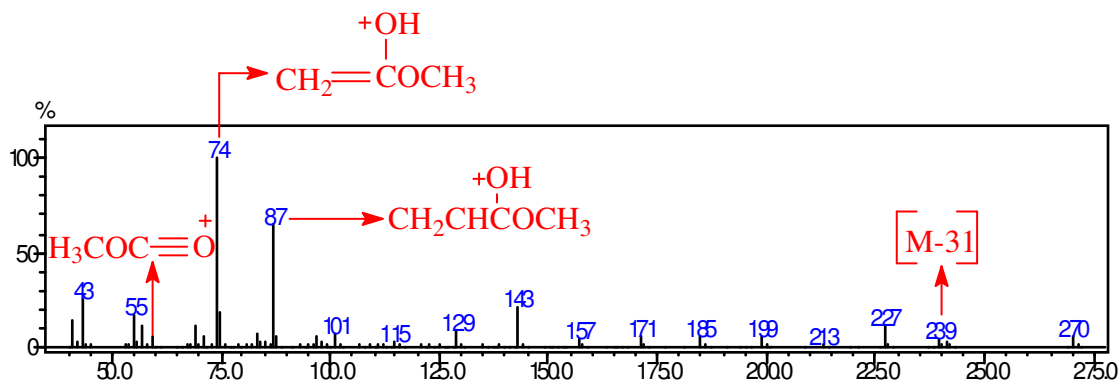
Figura 5 – Pico base dos ésteres metílicos de ácidos graxos saturados produzido pelo rearranjo de McLafferty.



Fonte: AUTOR (2013).

A quebra consecutiva das ligações C-C nos ésteres metílicos de ácidos graxos saturados produz fragmentos alquila, que serão discutidos posteriormente, e fragmentos contendo oxigênio que correspondem aos picos de m/z 59, 73, 87, 101, 115, 129, 143, 157, 171, 185, 199, etc. (alguns desses fragmentos estão representados no espectro de massas da Figura 6).

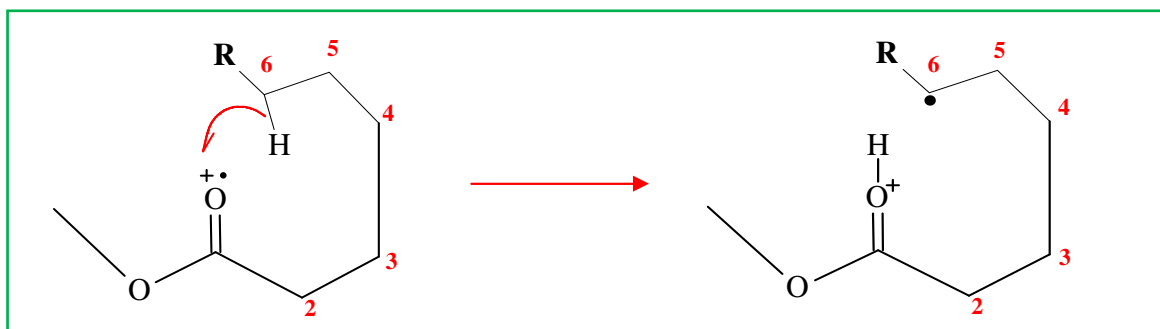
Figura 6 – Espectro de massas do hexadecanoato de metila, com indicação de alguns fragmentos que contêm oxigênio.



Fonte: AUTOR (2012).

Segundo Spiteller et al. (1966 apud GIESE, 2005) esses fragmentos são originados através de um rearranjo intermediário, resultante da transferência do hidrogênio do carbono 5 para o oxigênio da carbonila, sendo que o mesmo pode acontecer com o carbono 6 (Figura 7).

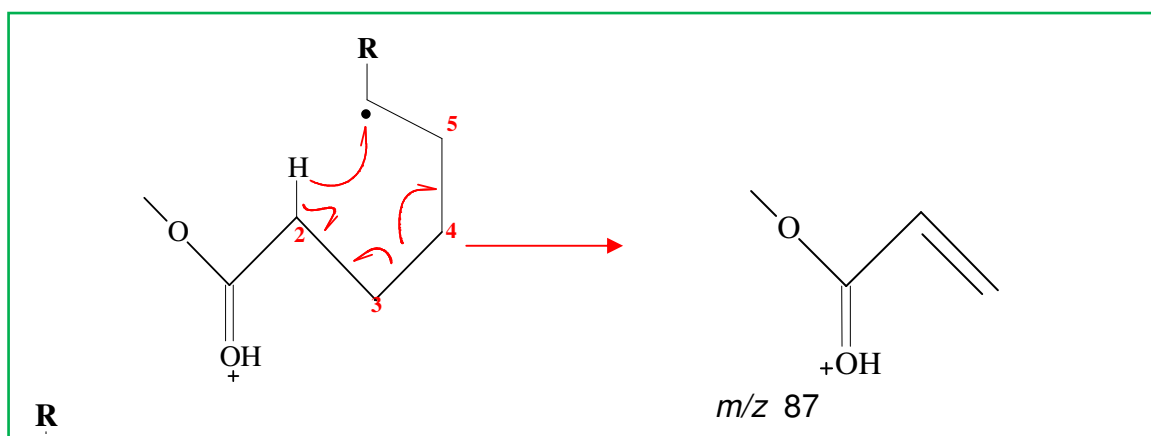
Figura 7 – Representação da formação do estado intermediário segundo Spiteller et al. (1966 apud GIESE, 2005).



Fonte: AUTOR (2013).

O pico m/z 87 presente no espectro de massas dos ésteres metílicos saturados de cadeia linear é mais intenso que seus homólogos e é resultante da transferência do hidrogênio do carbono 2 para a carbono 6, seguido da clivagem da ligação em C3-C4, Figura 8 (GIESE, 2005; SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2007; MJOS, 2004).

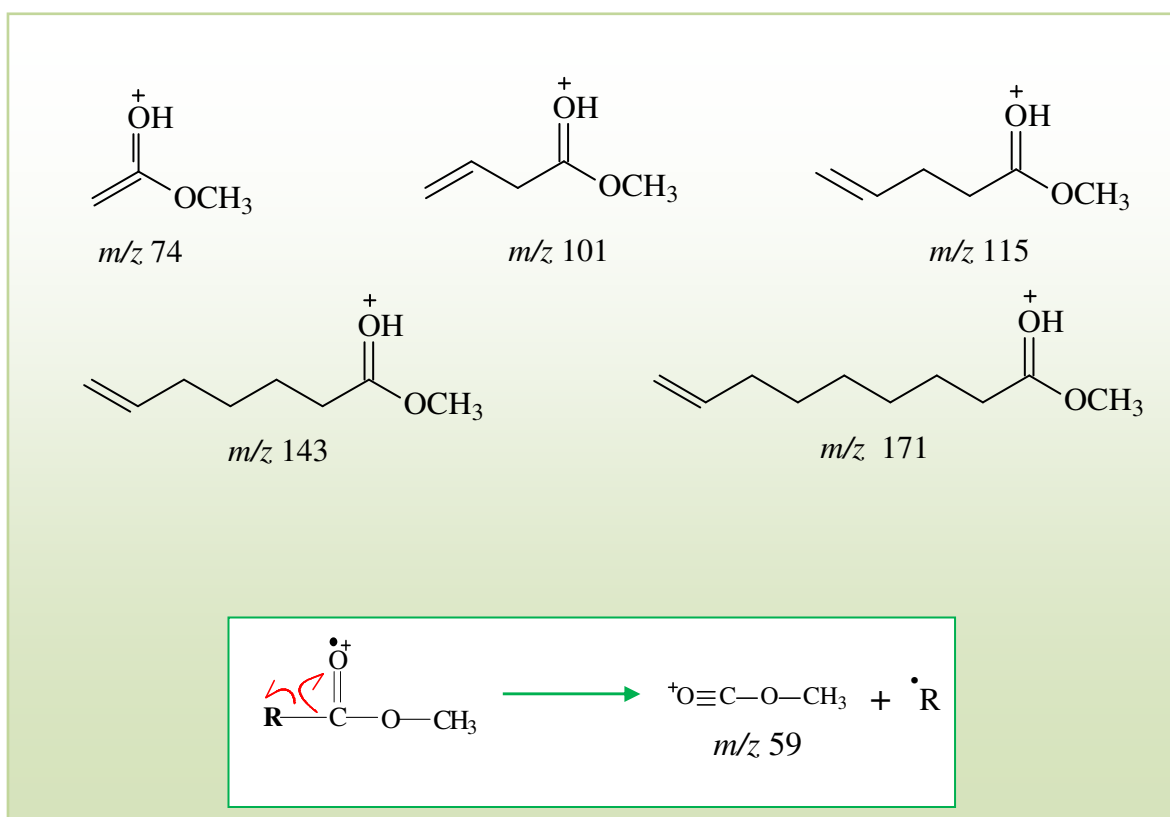
Figura 8 - Representação da fragmentação do pico m/z 87.



Fonte: AUTOR (2013).

Os fragmentos correspondentes a alguns picos contendo oxigênio estão representados na Figura 9 e podem ser observados no espectro de massas do hexadecanoato de metila (Figura 6).

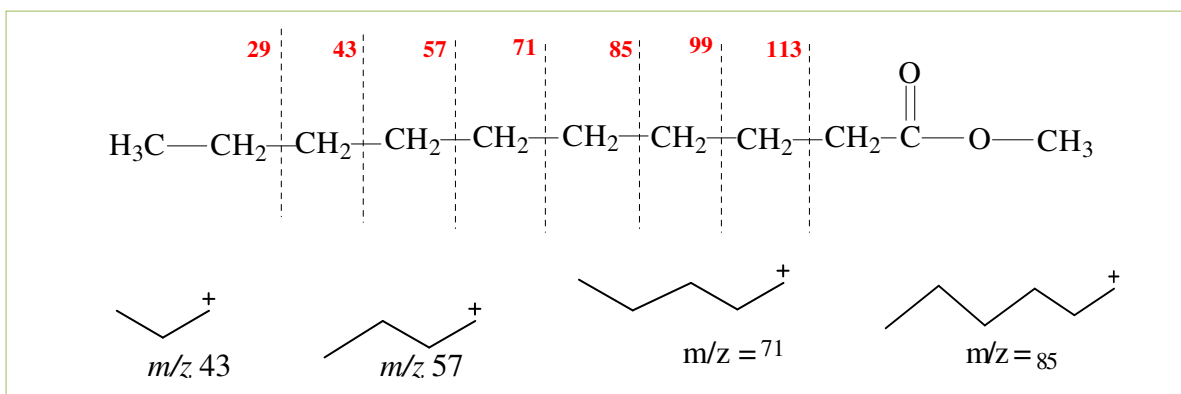
Figura 9 – Picos característicos de ésteres metílicos de ácidos graxos saturados contendo oxigênio.



Fonte: AUTOR (2013).

Os picos (m/z 29, 43, 57, 71, 85, 99, 113, etc.) são resultantes da quebra consecutiva das ligações C-C na porção alquílica dos ésteres metílicos de ácidos graxos saturados. A sequência de fragmentação é caracterizada por aglomerados de picos afastados em intervalos de 14 unidades (figura 10), semelhantes ao que ocorre em alcanos de cadeia linear saturada. (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2007).

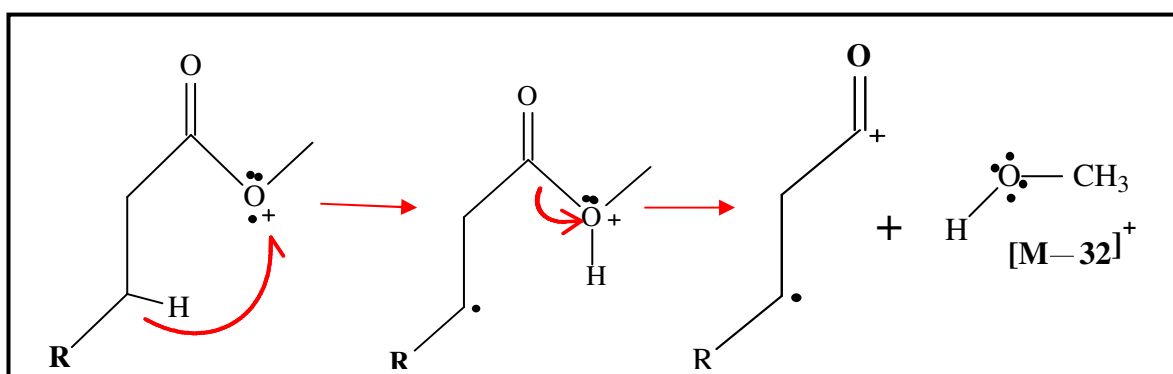
Figura 10 – Picos característicos da cadeia alquila dos EMAGS.



Fonte: AUTOR (2013).

Os ésteres metílicos de ácidos graxos insaturados (EMAGI) apresentam mecanismos de fragmentações diferenciados, pois apresentam m/z do pico base variável. A formação dos picos $[M-32]^+$ e $[M-74]^+$ é claramente perceptível nos EMAG monoinsaturados, e ocorrem devido ao rearranjo de McLafferty, sendo que o íon $[M-32]^+$ é resultante da perda do grupo álcool como mostra a Figura 11 (GEOCZE, 2011; OLIVEIRA, 2009).

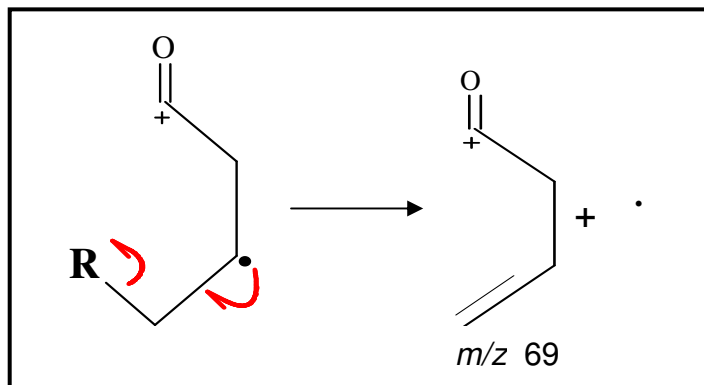
Figura 11 – Esquema representativo da formação do pico $[M-32]^+$, onde R representa o grupo alquila.



Fonte: AUTOR (2013).

A formação do pico m/z 69 nos EMAG monoinsaturados ocorre devido a clivagem de ligação C-C, posterior a formação do pico $[M-32]^+$ (OLIVEIRA, 2009), Figura 12.

Figura 12 – Esquema representativo da formação do pico m/z 69, onde R representa o grupo alquila.



Fonte: AUTOR (2013).

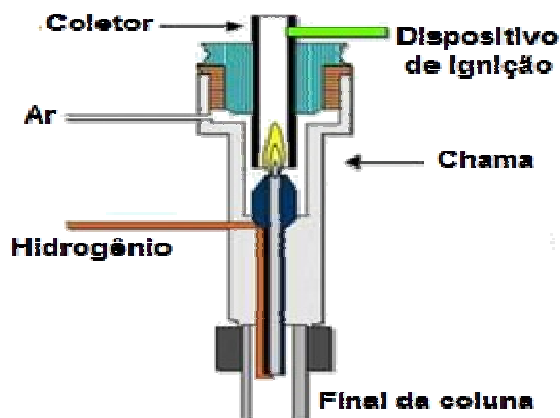
O pico base m/z 55 [C_4H_7]⁺ dos EMAG monoinsaturados é formado pela clivagem da ligação C-C com formação de cátion alílico estabilizado por ressonância (MJOS, 2004).

Já o pico base dos EMAG poliinsaturados pode variar conforme o número de ligações presentes na cadeia, visto que o fragmento m/z 67 [C_5H_7]⁺ é o pico base do 9Z,12Z-octadecadienoato de metila, enquanto o 9Z,12Z,15Z-octadecatrienoato de metila (C18:3) possui pico base em m/z 79. O fragmento formado a partir do íon $[M-31]^+$ ocorre devido a perda do grupo metóxi (OCH_3) (MJOS, 2004).

1.3 Cromatografia gasosa com Detector por Ionização em Chama (CG-DIC)

Com a finalidade de melhorar a sensibilidade do método cromatográfico, Mcwillians e Dewar, Pretorius e colaboradores desenvolveram, de forma independente, em 1957 o detector por ionização em chama (DIC, em inglês FID - Flame Ionization Detector) que devido a sua alta sensibilidade, tornou-se o detector mais amplamente utilizado em cromatografia a gás (ETTRE, 2002; HOLM, 1999). Neste processo as substâncias presentes na amostra passam pela coluna, onde são separadas e através do gás de arraste chegam até o detector, onde são queimadas na chama produzida pela combustão de ar sintético e hidrogênio, ocorrendo a formação de íons que são coletados por um eletrodo (Figura 13).

Figura 13 - Esquema do detector por ionização em chama (DIC).



Fonte: <http://www.catalao.ufg.br> (2012).

É gerado um campo elétrico que acelera os íons formados na chama em direção ao conjunto de eletrodos (GROB; BARRY, 2004; SILVA et al., 2004). A quantidade de íons que se formam quando as substâncias da amostra estão presentes no gás de arraste é muito maior, que quando apenas o gás está sendo queimado. A corrente elétrica gerada pelos íons formados na queima das substâncias é convertida em voltagem, amplificada por um eletrômetro e captada pelo registrador (COLLINS; BRAGA; BONATO, 1997).

Os detectores por ionização em chama são usados tanto para análises qualitativas como quantitativas de compostos orgânicos em amostras gasosas, respondem satisfatoriamente a todas as substâncias que possuem ligações de C-H em sua estrutura e considerando que todas as substâncias analisadas por CG são orgânicas, o DIC apresenta resposta quase universal (VISENTAINER, 2012), com exceção de alguns compostos, como: He, Ar, Kr, Xe, O₂, N₂, H₂S, NO, SO₂, N₂O, NO₂, CO, CO₂, COS, SiCl₄, SiHCl₃, SiF₄, e é pouco sensível a CS₂ e H₂O, que podem ser usados como solventes para as amostras injetadas (COLLINS; BRAGA; BONATO, 1997; GROB; BARRY, 2004). Dessa forma, compostos inorgânicos não são detectados por DIC (SILVA et al., 2004).

Apenas a temperatura da chama (ar/hidrogênio) é insuficiente para uma ionização direta de átomos ou moléculas. É necessária a oxidação do carbono para que seja liberada energia de ionização durante a reação de combustão (HOLM, 1999; SILVA et al., 2004). Portanto, a intensidade do sinal gerado pela corrente de ionização resultante é proporcional ao número de átomos de carbono e hidrogênio

presentes nas moléculas da amostra (COLLINS; BRAGA; BONATO, 1997; HOLM, 1999; VISENTAINER, 2012).

Quando há presença de compostos orgânicos na chama, hidrocarbonetos radicalares são formados através da pirólise térmica, reagindo com os radicais oxigênio, gerando um grande número de íons detectáveis. Os materiais orgânicos que eluem da coluna são submetidos às reações de degradação (GROB; BARRY, 2004; HOLM, 1999; SILVA et al., 2004; VISENTAINER, 2012):



O íon CHO^+ é instável e reage rapidamente com H_2O para formar o íon hidroxônio, como mostra a reação abaixo:



Esse processo ocorre uma vez para cada 10^6 átomos de carbono introduzidos na chama (GROB; BARRY, 2004; HOLM, 1999; SILVA et al., 2004; VISENTAINER, 2012).

O DIC é o detector mais usado em cromatografia gasosa e são muitas as razões para o seu sucesso, apresenta um nível de ruído muito baixo, tem uma ampla faixa de linearidade, sensibilidade elevada e resposta que varia muito pouco com fatores tais como: temperatura do detector, fluxo do gás hidrogênio no detector e gás de arraste (HOLM, 1999). Apresenta uma quantidade mínima detectável de aproximadamente 10^{-12} g para alcanos (VISENTAINER, 2012). Em geral, O DIC é robusto, fácil de operar.

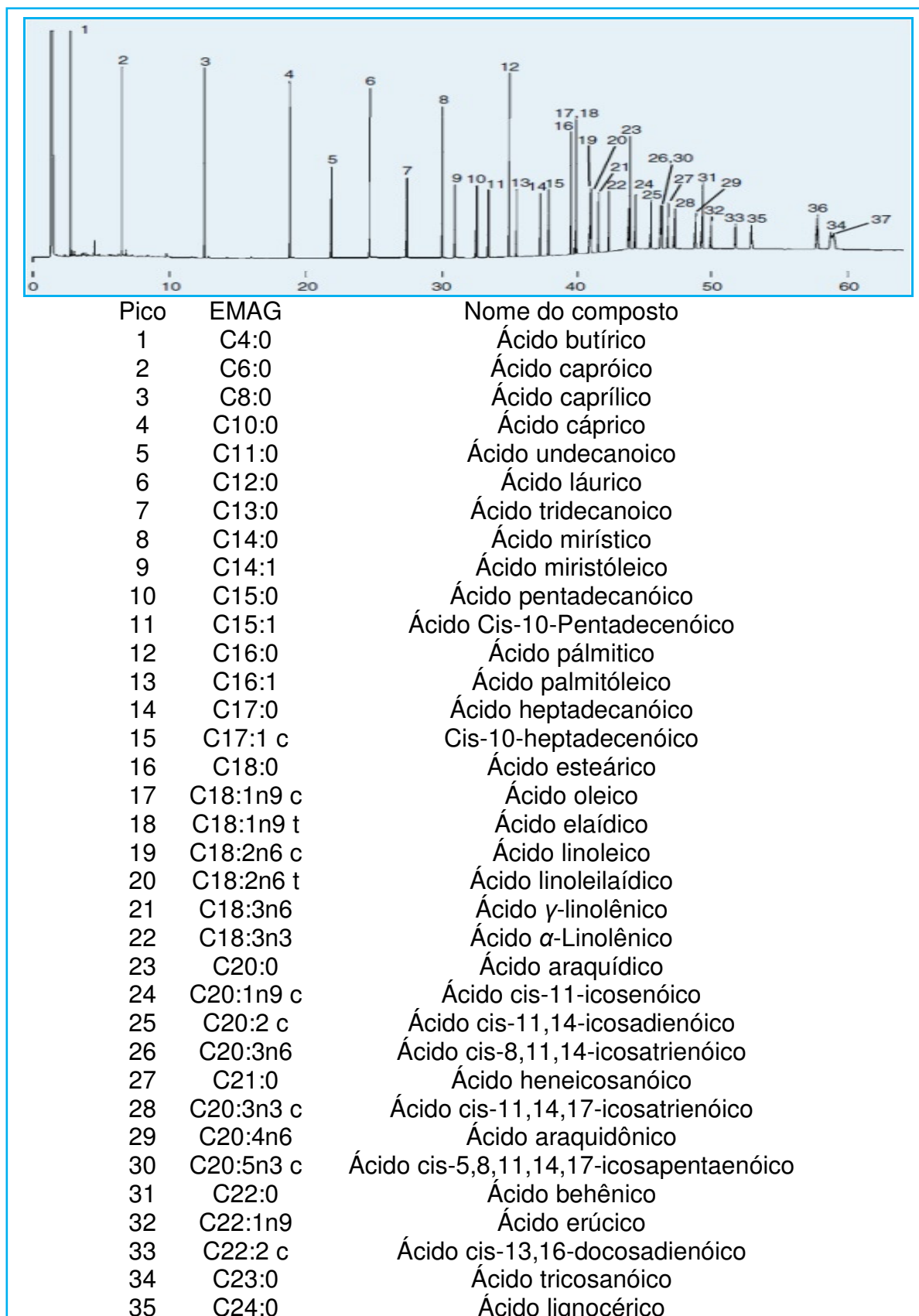
A presença de heteroátomos como o oxigênio e enxofre nas moléculas diminui a resposta, porém, ainda assim, pode ser usado na análise de ácidos orgânicos e ésteres de ácidos graxos (COLLINS; BRAGA; BONATO, 1997). A presença do átomo de oxigênio no grupo carboxilato (COO) diminui a resposta do detector por ionização em chama, pois não é considerado carbono ativo e por isso não é ionizado durante a combustão. Porém, os ésteres metílicos de ácidos graxos possuem cadeias carbônicas longas com até 30 carbonos, o que justifica a boa seletividade e resposta do DIC para análise dessas substâncias, apesar das

insaturações refletirem diretamente no número de carbonos ativos (VISENTAINER, 2012).

A identificação dos constituintes da amostra pelo DIC só é possível através da comparação dos tempos de retenção dos constituintes com os tempos de retenção de padrões (ZARA, 2008).

Na análise de EMAG é muito comum a utilização de padrões da marca Supelco (mistura composta por 37 ésteres metílicos de ácidos graxos) com o uso de colunas capilares de sílica fundida adequadas. A Figura 14 mostra um cromatograma obtido da análise dos padrões disponibilizado pela marca Supelco com a identificação de seus respectivos pico

Figura 14 - Cromatograma obtido da análise dos padrões disponibilizado pela marca Supelco com a identificação de seus respectivos picos realizada em uma coluna Omegawax 250.



2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Caracterizar o perfil em ácidos graxos dos óleos de algumas espécies de palmeiras encontradas no estado de Roraima.

2.2 Específicos

- Fazer um levantamento das espécies de palmeiras encontradas no estado de Roraima;
- Avaliar o rendimento em massa do epicarpo, polpa e amêndoa dos frutos de cada espécie;
- Extrair o óleo do epicarpo, polpa e amêndoa dos frutos;
- Avaliar o rendimento em massa do óleo do epicarpo, polpa e amêndoa dos frutos de cada espécie;
- Caracterizar o óleo do epicarpo, polpa e amêndoa por cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) e por cromatografia a gás equipada com o detector por ionização em chama (CG-DIC).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa foi realizado o levantamento bibliográfico de algumas espécies de palmeiras distribuídas no estado de Roraima, onde a obra de referência foi o livro de Lorenzi et al. (2004), que catalogaram 24 espécies de palmeiras na região dentre as quais mumbaca, ubim e patauá foram confirmadas. Porém, durante a pesquisa de campo foi constatado a presença de quatro espécies de palmeiras (babaçu, tucumã, bacaba e açai) no estado que não constam na lista citada por Lorenzi et al. (2004). De acordo com esses dados verifica-se que o estudo de palmeiras no estado de Roraima pode ser considerado bastante promissor, porém, vale ressaltar a necessidade de mais pesquisas na região para esse grupo de plantas, já que a literatura dispõe de poucas informações acerca do potencial da flora local e exploração desse recurso no estado.

Os óleos dos frutos das palmeiras foram derivatizados e analisados por CG-EM e por CG-DIC. Ambas as técnicas são eficientes na análise do perfil em ésteres metílicos de ácidos graxos, pois os principais constituintes identificados nos óleos apresentaram perfil semelhante seja analisado por espectrometria de massas, seja analisado por detector por ionização em chama, sendo que este último apresentou melhores resultados por detectar um número maior de ácidos graxos.

Quanto ao perfil de ácido graxos identificados nos óleos dos frutos das palmeiras foi verificado que o maior teor de ácidos graxos insaturados se encontra nos óleos da polpa sendo o ácido oleico o constituinte majoritário, seguido do ácido linoleico. Apenas nos óleos das amêndoas de patauá e bacaba os resultados foram semelhantes aos da polpa. O maior teor de ácidos graxos saturados foi registrado nos óleos das amêndoas de babaçu, paxiubinha, tucumã e mumbaca, sendo o ácido láurico o constituinte predominante.

As palmeiras açai, patauá, bacaba, ubim e paxiubinha tiveram o óleo extraído do epicarpo e polpa que apresentou alto teor de ácidos graxos insaturados pertencentes às famílias ω -3, ω -6 e ω -9, o que torna esses óleos importantes alimentos funcionais, já que esses ácidos graxos exercem importantes funções no organismo, como prevenir doenças cardiovasculares.

As amêndoas de bacaba e patauá apresentaram altos teores em ácidos graxos insaturados, entretanto, fornecem baixos rendimentos de óleo.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, D. S. P.; LIMA, E. S. High-performance liquid chromatography of fatty acids in biological samples. **Analytica Chimica Acta**, v. 465, n. 1-2, p.81–91, ago. 2002.
- ADAM, H. et al. Determination of Flower Structure in *Elaeis guineensis*: Do Palms use the Same Homeotic Genes as Other Species. **Annals of Botany**, v. 100, n. 1, p.1-12, jan./mar. 2007.
- ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry**. 5^a ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2001. 804p.
- ALARCÓN, J. G. S. **Levantamento florístico e etnobotânico em um hectare de floresta de terra firme na região do Médio Rio Negro, Roraima, Brasil**. 2005. 111f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- ALBUQUERQUE, M. L. S; et al. Characterization of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) Oil by Absorption and Emission Spectroscopies. **Journal of Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 16, n. 6a, p.1113-1117, nov./dec. 2005.
- ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p.114-119, jan./mar. 2004.
- AZARAK, P. A.; BARBOSA, R. I. **Diversidade de anfíbios de duas localidades do lavrado (savana) de Roraima**. Boa Vista: INPA (Núcleo de Pesquisas em Roraima), 2010. 13p.
- BALICK, M. J. Amazonian oil palms of promise: A survey. **Economic Botany**, Cambridge, v. 33, n. 1, p.11-28, may./dec. 1979.
- BALICK, M. J. Palmas Neotropicais: nuevas Fuentes de aceites comestibles. **Interciência**, v. 7, nº 1, p.25-29, ene./feb. 1982.
- BALICK, M. J. Current status of Amazonian oil palms. **Institute of economic botany**, p.172-191, 1985.
- BALICK, M. J. Taxonomy of the *Oenocarpus-jessenia* (palmae) complex in Brazil. **Acta Amazônica**, New York, v. 15, n. 1-2, p.87-113, 1985.
- BALICK, M. J. The use of palms by the Apinayé and Guajajara Indians of Northeastern Brasil. **Economic botany**, v. 6, p. 65-90, 1988.
- BALSLEV, H. et al. Species Diversity and Growth Forms in Tropical American Palm Communities. **Botanical Review**, v.77, n. 4, p.381-425, jun, 2011.

BARBOSA R. I. et al. **Notas de uma expedição as nascentes do rio Mau (Ireng) Roraima, Brasil.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Amazonas, 2000.

BARBOSA, B. S. et al. Aproveitamento do Óleo das Amêndoas de Tucumã do Amazonas na Produção de Biodiesel. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p.371-376, 2009.

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

BARROS, I. C. **Avaliação Biofarmacotécnica de potencial excipiente farmacêutico: pó de mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.).** 2011, 93p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

BECKER M. M. et al. **Avaliação do potencial do buritizeiro para a produção de biodiesel no estado de Roraima.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 29^a, 2006, Águas de Lindóia. Sociedade Brasileira de Química.

BORA, P. S. et al. Characterization of the oil and protein fractions of tucuma (*Astrocaryum Vulgare* Mart.) fruit pulp and seed kernels. **Ciencia y Tecnología Alimentaria**, Reynosa, v. 3, n. 2, p.111-116, jul. 2001.

BORA, P. S. et al. Characterization of principal nutritional components of Brazilian oil palm (*Elaeis guineensis*) fruits. **Bioresource Technology**, v. 87, n. 1, p.1-5, oct./sep. 2003.

CANUTO. G. A. B. et al. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 32, n. 4, p.1196-1205, dez. 2010.

CARRERA, C. E. V. **Anatomía del fruto del género *Astrocaryum* (Aracaceae) en el Perú.** 2005. 65p. Dissertação (Mestrado em Biología) – Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 2005.

CARVALHO, C. O. **Comparação entre métodos de extração do óleo de *Mauritia flexuosa* L. F (Arecaceae - buriti) para o uso sustentável na reserva de desenvolvimento Tupé: rendimento e atividade antimicrobiana.** 2011. 110p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais) – Escola Superior de Ciências da Saúde, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2011.

CLEMENT, C. R.; LLERAS P. E.; VAN L. J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Revista Brasileira de Agrociências**, Montevideu, v.9, n.1-2, p. 67-71, 2005.

COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S. **Introdução a métodos cromatográficos.** 7. ed. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1997. 279p.

CORREA, A. B. **Estudo do potencial oleaginoso de *Maximiliana maripa* (Correa) como fonte de biodiesel**. 2006. 49p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2006.

CORREA, A. B. **Estudo químico dos frutos de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá) e obtenção de biodiesel do óleo da amêndoa**. 2011. 90p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011.

COSTA, L. A. M. A. et al. **Avaliação do potencial da pupunheira para a produção de biodiesel no Estado de Roraima**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 30^a, 2007, Águas de Lindóia. Sociedade Brasileira de Química.

COSTA, P. A. et al. Phytosterols and tocopherols content of pulps and nuts of Brazilian fruits. **Food Research International**, v. 43, p.603–1606, 2010.

CRUZ, A. P. G. **Avaliação do efeito da extração e da microfiltração do açaí sobre sua composição e atividade antioxidante**. 2008. 88p. Dissertação (Mestrado em ciências) - Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

DARNET, S. H. et al. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 2, p.488-491, abr./jun. 2011.

DIAZ, R. P. **Conservación de la Biodiversidad en Ecosistemas Inundables**. Atlantic International University, Hawai , ene. 2006.

DUARTE, O. R.; PASSOS, M. A. B.; GAMA NETO, J. L. **Ocorrência e distribuição geográfica de babaçu (*Orbignya phalerata* Martius) em Roraima**, In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 4, 2010, Belo Horizonte.

EI-ANEED, A.; COHEN, A.; BANOUB, J. Mass Spectrometry, Review of the Basics: Electrospray, MALDI, and Commonly Used Mass Analyzers. **Applied Spectroscopy Reviews**, v. 44, n. 3, p. 210-230, mar. 2009.

ESCRICHE, I. et al. Composition and nutritive value of Amazonian palm fruits. **Food and Nutrition Bulletin**, v. 20, n. 3, p.361-364, 1999.

ETTRE, L. S. The Invention, Development and Triumph of the Flame Ionization Detector. **LC-GC Europe**, v. 15, n. 6, p.364-370, jun. 2002.

FAVACHO, H. A. S. **Caracterização fitoquímica e avaliação da atividade anti-inflamatória e antinociceptiva do óleo fixo de *Euterpe oleracea* Mart.** 2009. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

FAVRETO, R. **Aspectos etnoecológicos e ecofisiológicos de *Euterpe edulis* MART. (Arecaceae)**. 2010. 143f. Tese (Doutorado em Ciências Botânicas) –

Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FERREIRA, E. Palmeiras do Parque Natural dos Seringueiros, Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 4, p.373-394, jul. 1998.

FERREIRA, E. S. et al. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.4, p.427-433, out./dez. 2008.

FERREIRA, E, J. L.; SANTOS, F. C. B. **Extrativismo das folhas da palmeira ubim (*Geonoma deversa* (Poit.) Kunth) na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre, Brasil**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2009. Disponível em: <<http://www.sct.embrapa.br/cdagro/tema03/03tema26.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2012.

FIGUEIRA, L. C. **Espectroscopia vibracional (no Infravermelho e Raman) e espectrofotometria de Absorção UV-VIS dos óleos de buriti (*Mauritia flexuosa*) e de patauá (*Oenocarpus bataua*)**. 2012. 51p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2012.

FINCO, F. D. B. A. et al. Antioxidant activity and characterization of phenolic compounds from bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) fruit by HPLC-DAD-MSⁿ. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n.31, p.7665-7673, jul. 2012.

FLACH, A. et al. **Estudo do potencial oleaginoso de *Maximiliana maripa* (Correa) Drobe como fonte de biodiesel**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 28^a, 2005, Águas de Lindóia. Sociedade Brasileira de Química.

FLORES, C. F.; ASTON, P. M. S. Harvesting impact and economic value of *Geonoma deversa*, Arecaceae, an understory palm used for roof thatching in the Peruvian Amazon. **Economic Botany**, New York, v. 54, n. 3, p. 267-277, nov. 2000.

FRANÇA, L. F. et al. Supercritical extraction of carotenoids and lipids from buriti (*Mauritia flexuosa*), a fruit from the Amazon region. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 14, p. 247–256, feb./aug. 1999.

FREITAS, L. A. S. **Roraima (geografia e história)**. 1. ed. São Paulo, Gráfica e Editora Ltda, 1998. 83p.

FREITAS, L. S. **Desenvolvimento de procedimentos de extração do óleo de semente de uva e caracterização química dos compostos extraídos**. 2007. 205p. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GALOTA, A. L. Q. A.; BOAVENTURA, M. A. D.; LIMA L. A. R.S. Antioxidant and cytotoxic activities of ‘açai’ (*Euterpe precatoria* Mart). **Química nova**, v. 31, n. 6, p.1427-1430, ago. 2008.

GAMBARRA NETO, F. F. **Classificação de óleos vegetais utilizando voltametria de onda quadrada e métodos quimiométricos**. 2008. 97p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

GEOCKE, K. C. **Análise exploratória de carotenoides, óleos essenciais e triacilglicerídeos do pequi (*Caryocar brasiliensis* Camb.) de municípios brasileiros situados no Bioma Cerrado**. 2011. 201p. Tese (Doutorado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

GERMAN, J. B.; DILLARD, C. Saturated fats: what dietary intake? **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 3, p.550-559, sep. 2004.

GIESE, S. K. **Estudo da composição química dos óleos florais de *Byrsonima brachybotrya* (Malpighiaceae)**. 2005. 71p. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

GIOIELLI, L. A. Óleos e gorduras vegetais: Composição e Tecnologia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 5, n. 2, p.211-232, 1996.

GOVAERTS R.; DRANSFIELD J. **World checklist of palms**. Royal Botanic Gardens. 2005.

GRANVILLE, J. J. Les Palmiers de la Guyane Française. **Revue Bois et Forêt des Tropiques**, n. 220, p.43-54, 1988.

GRIMALDI, R. **Adequação tecnológica para extração e refino do óleo de canola/colza**. 1994. 93p. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

GROB, R. L.; BARRY, E. F. **Modern Practice of Gas Chromatography**. 4. ed. New Jersey: John Wiley & Sons. 2004. 1064p.

GUEDES, A. M. M. **Estudo da extração de óleo da polpa de tucumã por CO₂ supercrítico**. 2006. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

HENDERSON, A.; SCARIOT, A. A flórua da Reserva Ducke: I. Palmae (Arecaceae). **Acta Amazonica**, v. 23, n. 4, p.349-369, 1993.

HENDERSON, A. et al. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon forest. **Brittonia**, v. 52, n. 2, p. 149-159, apr./jun. 2000.

HENDERSON, A.; MARTINS, R. Classification of specimens in the *Geonoma stricta* (Palmae) complex: the problem of leaf size and shape. **Brittonia**, Nova Iorque, v. 54, n. 3, p. 202–212, nov. 2002.

HOLM, T. Aspects of the mechanism of the flame ionization detector. **Journal of Chromatography A**, v. 842, n. 1-2, p.221-227, may. 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeto levantamento e classificação da cobertura e do uso da terra: Uso da Terra no Estado de Roraima**. Rio de Janeiro, 2005. 83p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 5509**: Animal and vegetable fats and oils preparation of methyl esters of fatty acids. Geneva, 1978. 6p.

KAHN, F. Ecology of Economically Important Palms In Peruvian Amazonia. **Economic Botany**, v. 6, p. 42-46, 1988.

KAHN, F. Palms as key swamp forest resources in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 38, p.133-142, oct. 1991.

KAHN, F.; GRANVILLE, J. J. *Astrocaryum minus*, Rediscovered in French Guiana . **Principes**, v. 42, n. 3, p.171-178, 1998.

KAHN, F.; FERREIRA, E. J. L. A new species of *Astrocaryum* (Palmae) from Acre, Brazil. **Candollea**, v. 50, n. 2, p.321-328, 1995.

KAHN, F. The genus *Astrocaryum* (Arecaceae). **Revista Peruana de Biología**, Lima, v. 15, n. 1, p.31-48, Nov. 2008.

KIKUCHI, T. Y. P.; POTIGUARA, R. C. V.; SANTOS, P. P. Caracterização histoquímica e ultra-estrutural do estipe de *Socratea exorrhiza* (Mart.) H. Wendl. (Arecaceae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 2, n. 2, p. 61-68, mai./ago. 2007.

KOOLEN, H. H. F. et al. Triterpenes and flavonoids from roots of *Mauritia flexuosa*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Amazonas, v. 22, n.1, p.189-192, jan./fev. 2012.

LEITÃO, A. M. **Caracterização morfológica e físico-química de frutos e sementes de *Astrocayum aculeatum* Meyer (Arecaceae), de uma floresta secundária**. 2008. 91p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

LIMA, P. C. R. **O biodiesel e a inclusão social**. Consultoria Legislativa. Brasília: Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos, 2004. 35p.

LIMA, C. G. B.; MENDONÇA, M. S.; BARBOSA, T. C. T. S. Morfologia Floral de uma População de Tucumã, *Astrocaryum aculeatum* G. Mey. (Arecaceae) na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 4, p.407-412, dez. 2006.

LIMA, et al. Biodiesel de babaçu (*Orbignya* sp.) obtido por via etanólica. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p.600-603, jan. 2007

LORENZI, H. et al. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. 1. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2004. 432p.

LORENZI, G. M. A. C.; NEGRELLE, R. R. B. **Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd.ex Mart.: Aspectos Ecológicos, Usos e Potencialidades**. Universidade Federal do Paraná, 2006. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/academica/article/viewFile/9021/6314>>. Acesso em: 28 set. 2010.

LOTTENBERG, A. M. P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 53, n. 5, p.595-607, Jul. 2009.

LUZ, F. J. F. Plantas medicinais de uso popular em Boa Vista, Roraima, Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 88-96, mar. 2001.

MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista CERES**, v. 53, n. 308, p.463-470, jul./ago. 2006.

MAMBRIM, M. C.T, ARELLANO D. B. Caracterización de aceites de frutos de palmeiras de la región amazónica del Brasil. **Grasas y Aceites**, v. 48, n. 3, p. 154-158, 1997.

MANHÃES, L. R. T. **Caracterização da polpa de buriti (*mauritia flexuosa*, Mart.): um potente alimento funcional**. 2007. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

MARKLEY, K. S. Fat and Oil Resources and Industry of Brazil. **Economic Botany**, v. 11, n. 2, p.91-125, Apr./Jun. 1957.

MATOS, A. F. J. **Introdução à Fitoquímica Experimental**, 2. ed. Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, 1997,141p.

MENDONÇA, M. S.; ARAÚJO, M. G. P. A semente de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart Arecaceae): aspectos morfológicos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p.122-124, jun.1999.

MENEZES, E. M. S. **Efeito da alta pressão hidrostática em polpa de açaí pré-congelada (*Euterpe oleracea*, Mart.)**. 2005. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

MENEZES, E. M. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) liofilizada. **Acta Amazonica**, v. 8, n. 2, p.311 – 316, mar. 2008

MIGUEL, J. R.; SILVA, M. A. M.; DUQUE, J. C. C. Levantamento de palmeiras (Arecaceae) cultivadas na Universidade do Grande Rio, Campus I - Duque de Caxias, Rio de Janeiro (Brasil). **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v. 2, n. 1, p. 23-36, jan./jun. 2007.

MILINSK, M. C. **Análise comparativa entre oito métodos de esterificação na determinação quantitativa de ácidos graxos em óleo vegetal.** 2007. 118p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

MIRANTE, F. I. C. **Caracterização por cromatografia gasosa de óleos vegetais e ceras parafínicas.** 2007. 106p. Dissertação (Mestrado em Métodos Instrumentais e Controlo de Qualidade Analítica) – Departamento de Química, Universidade de Aveiro, Portugal, 2007.

MJOS, S. A. The prediction of fatty acid structure from selected ions in electron impact mass spectra of fatty acid methyl esters. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.106, n. 8, p. 550–560, aug. 2004.

MOURA, M. C. O. **Estudo de cromatografia em camada delgada para aplicação na pesquisa de biodiesel.** 2007. 51p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2007.

NASCIMENTO, A R. T. et al. Comunidade de palmeiras no território indígena Krahò, Tocantins, Brasil: biodiversidade e aspectos etnobotânicos. **Interciência**, v. 34, nº 3, p.182-188, mar. 2009.

NASCIMENTO, J. F.; FERREIRA, E. J. L.; REGIANI, A. M. Parâmetros biométricos dos cachos, frutos e sementes da palmeira tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer), no Estado do Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p.1314-1318, out. 2007.

NASCIMENTO, R. J. S. et al. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p.498-502, Jun. 2008.

OLIVEIRA, J.; POTIGUARA, R. C. V.; LOBATO, L. C. B. Fibras vegetais utilizadas na pesca artesanal na microrregião do Salgado, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Belém, v. 1, n. 2, p. 113-127, mai./ago. 2006.

OLIVEIRA, M. G. **Obtenção de Biodiesel via Catálise Enzimática e Caracterização Através de Técnicas Cromatográficas e Espectrometria de Infravermelho Associada à Calibração Multivariada.** 2009. 92p. Dissertação (Mestrado em Química analítica) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

PANTOJA, N. V.; REGIANI, A. M. **Estudo do Fruto do Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) para Obtenção de Óleo e Síntese de Biodiesel.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 29^a, 2006, Águas de Lindóia. Sociedade Brasileira de Química.

PEDERSSETT, M. M. **Análise dos efeitos da temperatura e pressão na extração supercrítica do óleo essencial de canola com dióxido de carbono supercrítico e n-propano pressurizado.** 2008. 74p. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Química) - Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2008.

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Massa específica de polpa de açaí em função do teor de sólidos totais e da temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.526-530, fev. 2002.

PEREZ, S. E. G. et al. Conhecimento e usos do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. e *Attalea eichleri* (Drude) A. J. Hend.) entre os Mebêngôkre-Kayapó da Terra Indígena Las Casas, estado do Pará, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p.295-308, nov./fev. 2012.

PIEIDADE, M. T. F.; PAROLIN, P.; JUNK, W. J. Phenology, fruit production and seed dispersal of *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) in Amazonian black water floodplains. **Revista de Biologia Tropical**, v. 54, n. 4, p. 1171-1178, dec. 2006.

PINO, J. A. et al. Volatile Components from Mango (*Mangifera indica* L.) Cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 6, p.2213-2223, feb. 2005.

PLOTKIN, M. J.; BALICK, M. J. Medicinal uses of South American palms. **Journal of Ethnopharmacology**, Irlanda, v. 10, p.157-179, ago. 1984.

QUIROZ J. et al. Stem anatomical characteristics of the climbing palm *Desmoncus orthacanthos* (Arecaceae) under two natural growth conditions in a tropical forest. **Revista de Biologia Tropical**, v. 56, n. 2, p. 937-949, jun. 2008.

REDA, S. Y.; CARNEIRO, P. I. Óleos e gorduras: Aplicações e Implicações. **Revista Analytica**, n. 27, p.60-67, fev./mar. 2007.

REIS, A. C. et al. Eriophyoid mites (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea) on palms (Arecaceae) from the Brazilian Amazon: a new genus and four new species. **Zootaxa**, v. 3446: p.49–59, aug. 2012.

ROCHA, D. Q. et al. Determinação da matéria-prima utilizada na produção do biodiesel adicionado ao diesel mineral através de monitoramento seletivo de íons. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p.1062-1066, abr. 2008.

ROCHA, A. E. S.; SILVA, M. F. F. Aspectos fitossociológicos, florísticos e etnobotânicos das palmeiras (Arecaceae) de floresta secundária no município de Bragança, PA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belém, v. 19, n. 3, p.657-667. mar. 2005.

RODRIGUES, A. M. C. et al. **Estudo da potencialidade de três oleaginosas amazônicas para a produção de biodiesel: biodiesel o novo combustível do Brasil**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2005. p.345-350.

ROGERIO, J. B. et al. **Rendimento em óleo e composição em ácidos graxos de frutos de tucumã coletados no Estado do Mato Grosso**. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 4, 2010, Belo Horizonte.

RONCAL, J.; ORTEGA, J .F.; LEWIS, C. E. An evaluation of the taxonomic distinctness of two *Geonoma macrostachys* (Arecaceae) varieties based on intersimple sequence repeat (ISSR) variation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 153, n. 4, p.381-392. Apr. 2007.

RORAIMA. Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento. Coordenadoria Geral de Estudos Econômicos e Sociais. **Informações Socioeconômicas do Município de Rorainópolis-RR 2010**. Boa vista: SEPLAN, 2010. 70p.

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**, v. 55, n.13, p.5062-5072, may. 2007.

RULL, V. Biogeographical and evolutionary considerations of *Mauritia* (Arecaceae), based on palynological evidence. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 100, n. 2, p.109-122, oct./ nov. 1998.

SANABRIA, N.; SAGRONIS, E. Caracterización del acai o manaca (*Euterpe olerácea* Mart.): un fruto del Amazonas. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 57, n. 1, p. 94-98, fev. 2007.

SANTOS, N. A. **Propriedades Termo-Oxidativas e de Fluxo do Biodiesel de Babaçu (*Orbignya phalerata*)**. 2008. 129p. Dissertação (Mestrado em Química) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

SARAIVA, S. A. **“Caracterização de Matérias-Primas e Produtos Derivados de Origem Graxa por Espectrometria de Massas”**. 2008. 76p. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SCHIRMANN, G. S. **Composição em ácidos graxos do açaí (*Euterpe edulis*) de diversas regiões de Santa Catarina**. 2009. 91p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SIEBERT, S. F. Abundance and growth of *Desmoncus orthacanthos* Mart. (Palmae) in response to light and ramet harvesting in five forest sites in Belize. **Forest Ecology and Management**, v. 137, n. 1-3, p. 83-90, oct. 2000.

SILVA, C. L. M. **Obtenção de ésteres etílicos a partir da transesterificação do óleo de andiroba com etanol**. 2005. 64p. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2005.

SILVA, C. H. Z. **Diversidade, estrutura e distribuição espacial de palmeiras (arecaceae) em floresta ombrófila aberta no município de Porto Velho, Rondônia**. 2008. 38p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Faculdade de Biologia, Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho, 2008.

SILVA, D. A. P. G.; WADT, L. H. O.; EHRINGHAUS, C. **Ecologia e manejo de patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.) para produção de frutos e óleos**. Acre: EMBRAPA, 2004. 38p. (Documento 88).

SILVA, A. P. S. **Caracterização físico-química e toxicológica do pó de mesocarpo do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart): subsidio para o desenvolvimento de produtos**. 2011. 119p. Dissertação (Mestrado em Ciências farmacêuticas) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

SILVA, J. C. R. et al. Desenvolvimento de um Mini Detector de Ionização em Chama. **Revista Analytica**, n. 10, p. 30-35, abr./mai. 2004.

SILVA, R. J. F. **Anatomia foliar comparada em espécies de *Oenocarpus* mart. (arecaceae) de Belém, Pará, Brasil: uma contribuição taxonômica**. 2006. 112f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Concentração Botânica Tropical, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

SILVA, D. M. **Estudo Químico e de Atividades Biológicas da Mansoa hirsuta (Bignoniaceae)**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências da saúde) - Universidade Federal de Alagoas, 2006.

SILVA, M. N. M. Estudo do óleo vegetal do fruto de uma variedade de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) cultivada em Roraima. 2009. 40p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2009.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. **Identificação Espectrométrica de Compostos Orgânicos**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC –Livros e Científicos Editora S. A. 2007. 490p.

SODRÉ, J. B. **Morfologia das palmeiras como meio de identificação e uso paisagístico**. 2005. 65p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.

SOLER M, C.; VITALI, A. A.; MUTO, E. F. Tecnologia de quebra do coco babaçu (*Orbignya speciosa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p.717-722, out./dez. 2007.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005.

SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos: Estrutura, Classificação, Nutrição e Saúde. **Arquivos da Apadec**, v. 2, n. 2, p.102-107, jul/dez. 1998.

SPITELLER, G.; SPITELLER-FRIEDMANN M.; HOURIET, R. **Monastsh Chem.**, v. 97, p. 121, 1966.

SUPELCO ANALYTICAL. Fatty Acid/FAME Application Guide. **Analysis of Foods for Nutritional Needs**.

TEIXEIRA, D. F. **Estudo químico e avaliação biológica de *Attalea excelsa* Mart. ex Spreng.(urucuri) e *Pterodon emarginatus* Vog. (sucupira branca) em *Aedes aegypti*.** 2003. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

UHL, N. W.; DRANSFIELD J. **Genera Palmarum: A classification of palms based on the work of Harold E. Moore Jr.** Allen press: Lawrence, 1987. 732p.

VAN DEN DOOL, H.; KRATZ, P. D. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 11, p.463-471, aug. 1963.

VASCONCELOS, A. F. F. **Conformidade de misturas binárias de biodieseis etílicos quanto aos Parâmetros Reológicos, Fluidodinâmicos, Oxidativos e Carburante.** 2009. 116p. Tese (Doutorado em Química) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

VENTER, S. A. S. **Estudo da interação de blenda elastomérica SBR-BR com cargas particuladas na formação de compósitos.** 2003. 38p. Dissertação (Mestrado em Química) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.

VERAS, A. T. R.; SOUZA, V. Panorama socioambiental do igarapé Caranã, Boa Vista-Roraima. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v.6, n.12, p.85-95, mai./ago. 2012.

VIANNI, R.; BRAZ-FILHO, R. Ácidos graxos naturais: importância e ocorrência em alimentos. **Química Nova**, v. 19, n. 4, p.400-407, 1996.

VISENTAINER, J. V. Aspectos analíticos da resposta do Detector de Ionização em Chama para Ésteres de Ácidos Graxos em biodiesel e alimentos. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p.274-279, ago. 2012.

WESSELS BOER, J. **The geonomoid palms.** ed. 282, Amsterdam: Noord-Hollandsche U.M, 1968. 218p.

YUYAMA, L. K. O. et al. Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p.408-412, abr./jun. 2008.

YUYAMA, L. K. O. et al. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 4, p.545-552, fev. 2011.

ZACHI, R. **Influência da Temperatura no Processo de Extração de Óleo de Soja em Leito Fixo.** 2007. 99p. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Íjuí, 2007.

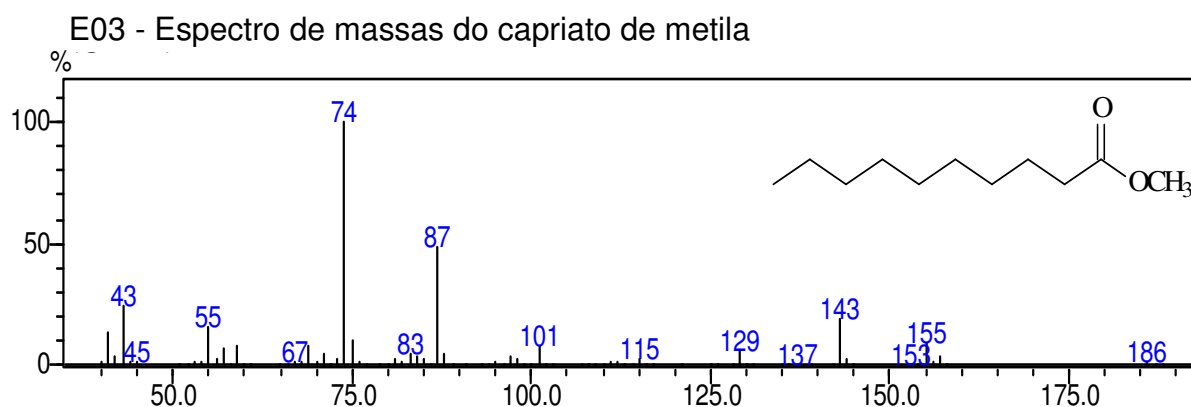
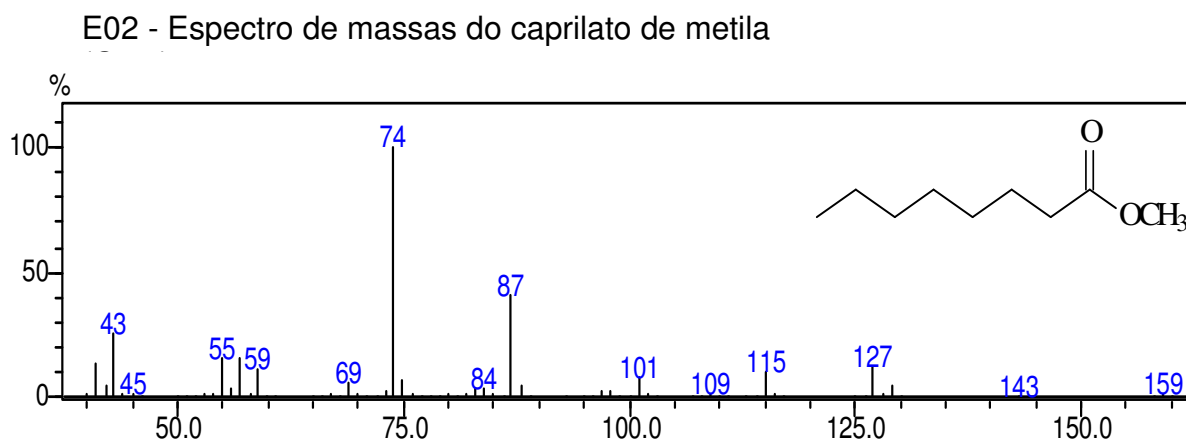
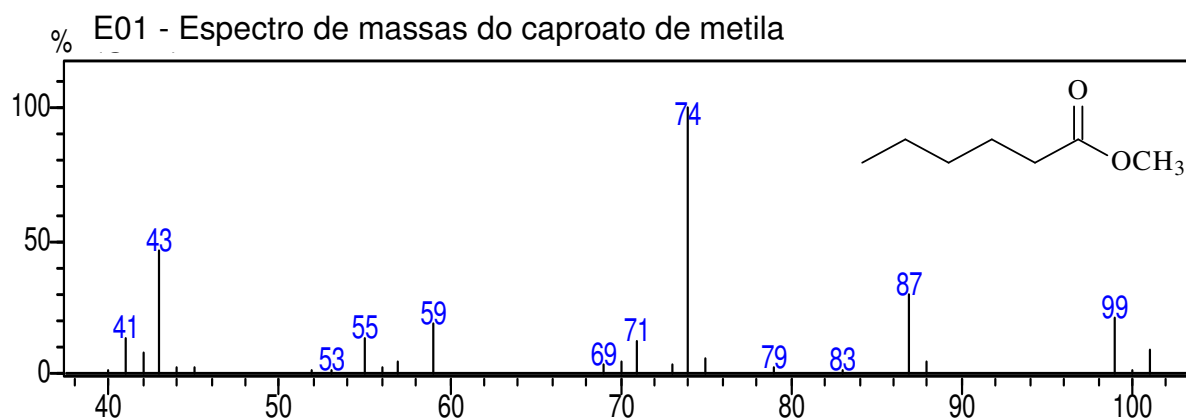
ZANINETTI, R. A. **Caracterização do óleo de frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) para produção de biodiesel.** 2009. 47p. Dissertação (Mestrado em

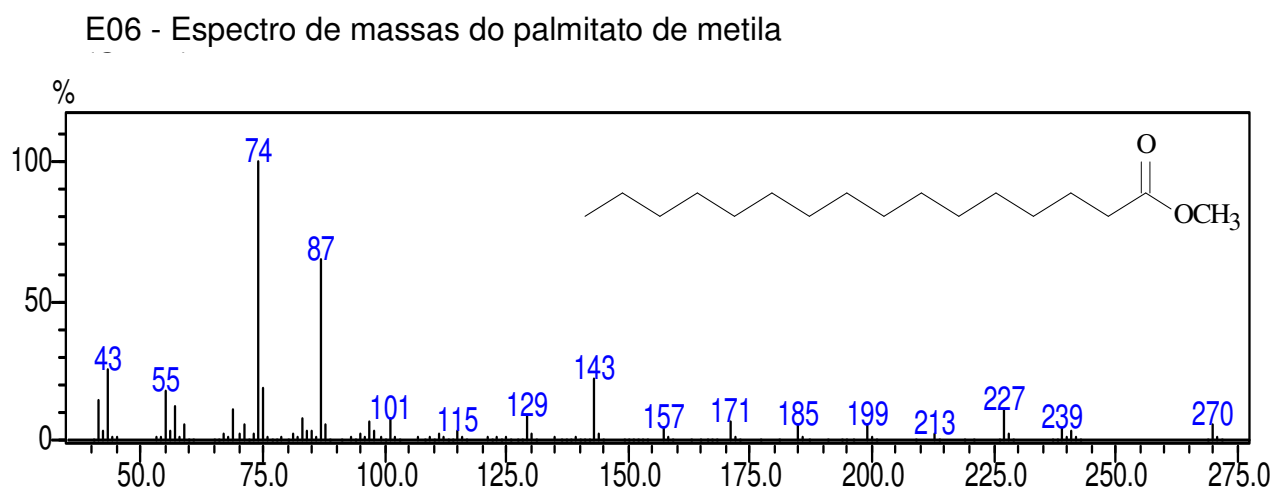
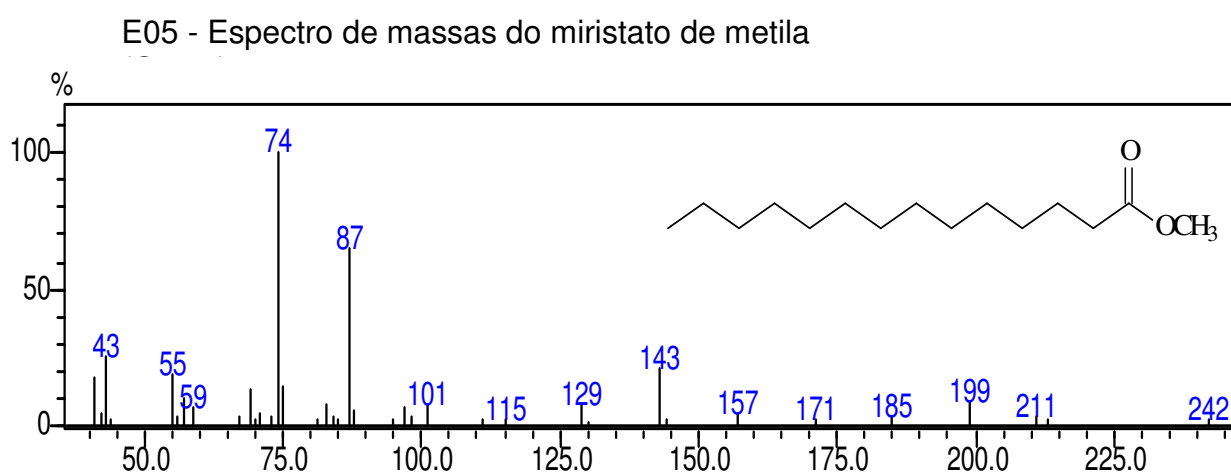
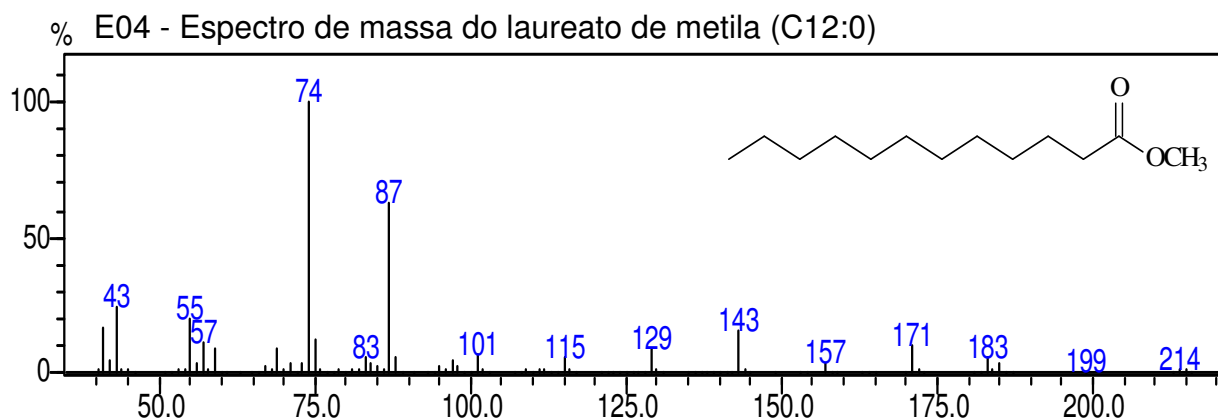
agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

ZARA, R. F. **Avaliação do aquecimento em forno de micro-ondas na reação de derivatização de óleos utilizando BF₃ em metanol.** 2008. 73p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de Maringá, Maringá, 2008.

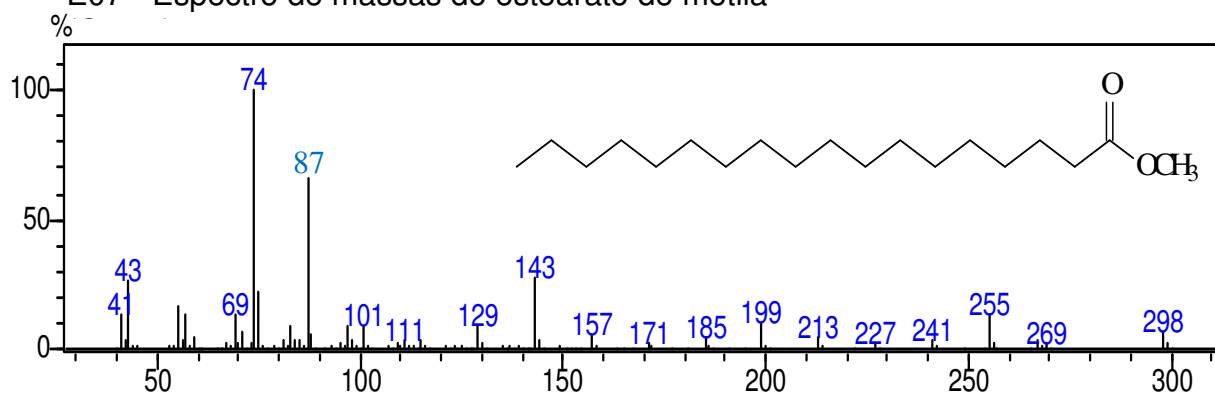
ANEXOS

ANEXO A – Espectros de massas dos ésteres metílicos de ácidos graxos identificados nos óleos dos frutos das palmeiras por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM) operado a 70 eV, ionização por impacto de elétrons (EI) e analisador tipo quadrupolo.

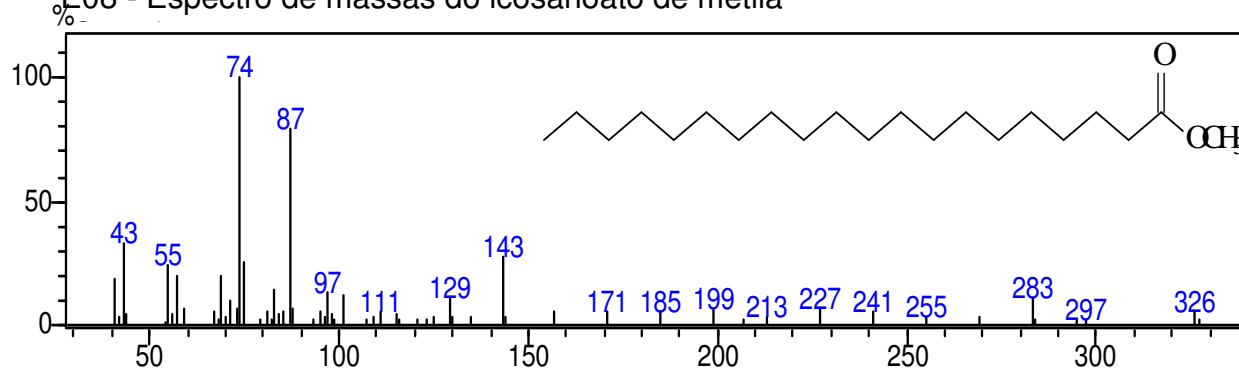




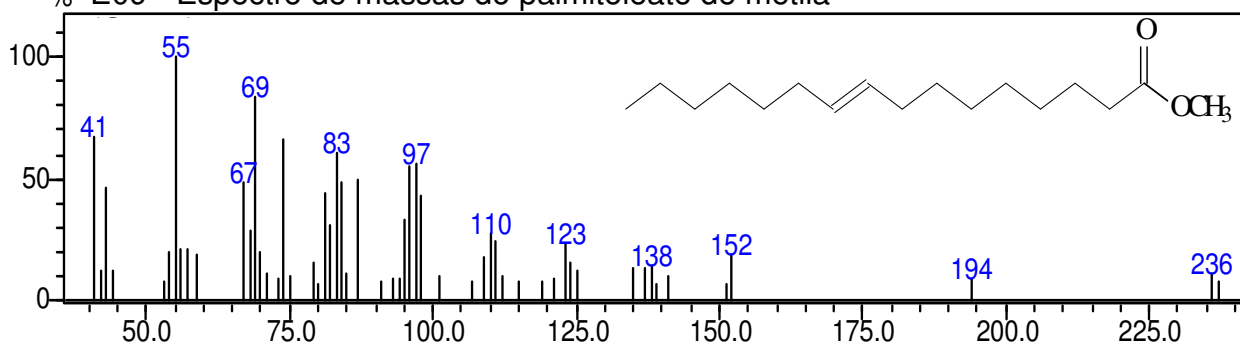
E07 - Espectro de massas do estearato de metila

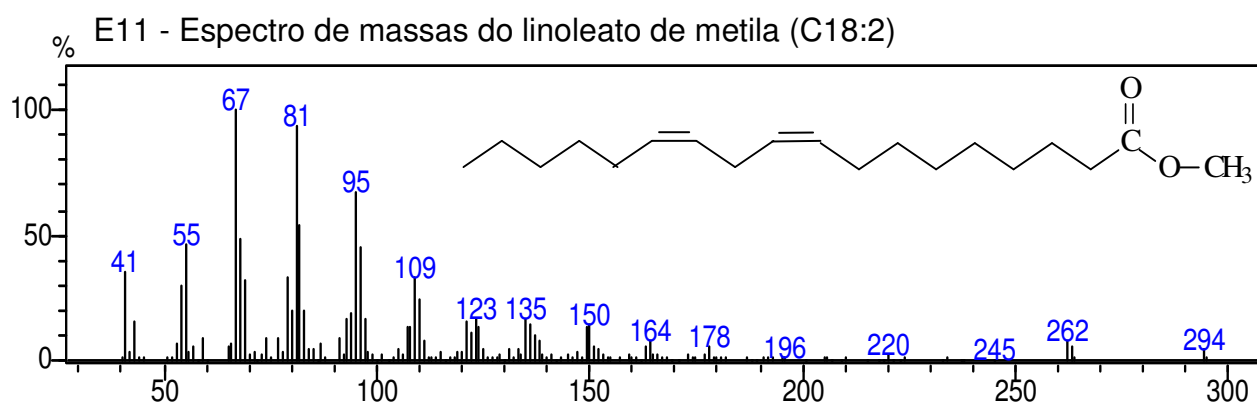
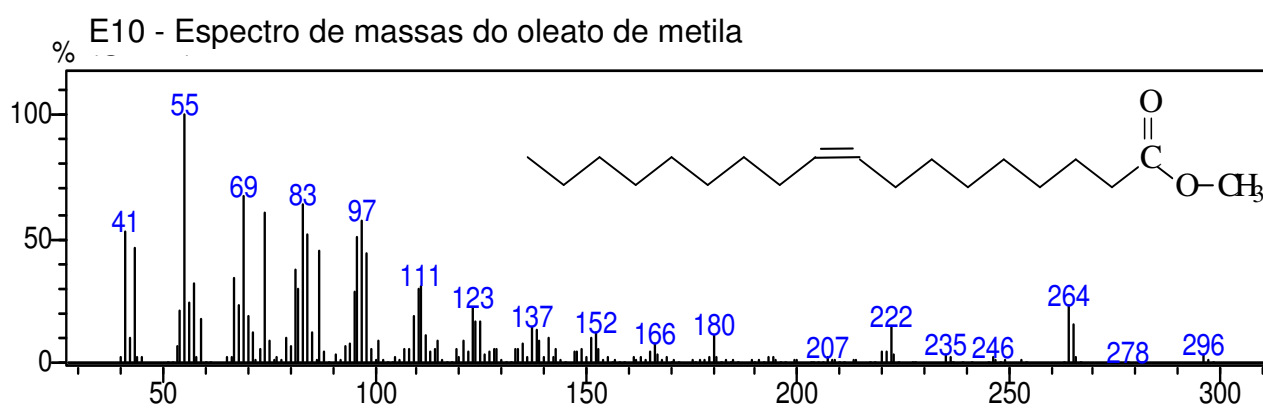


E08 - Espectro de massas do icosanoato de metila

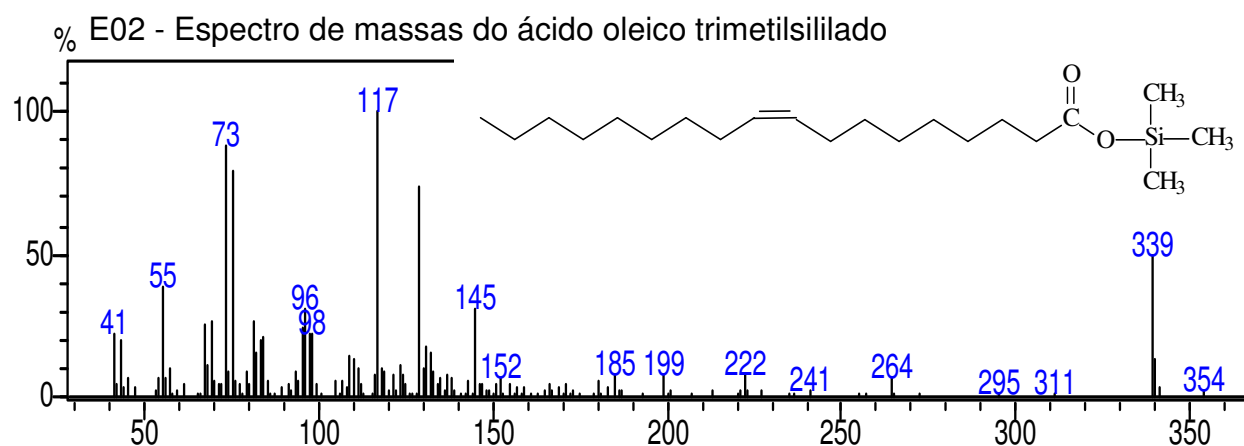
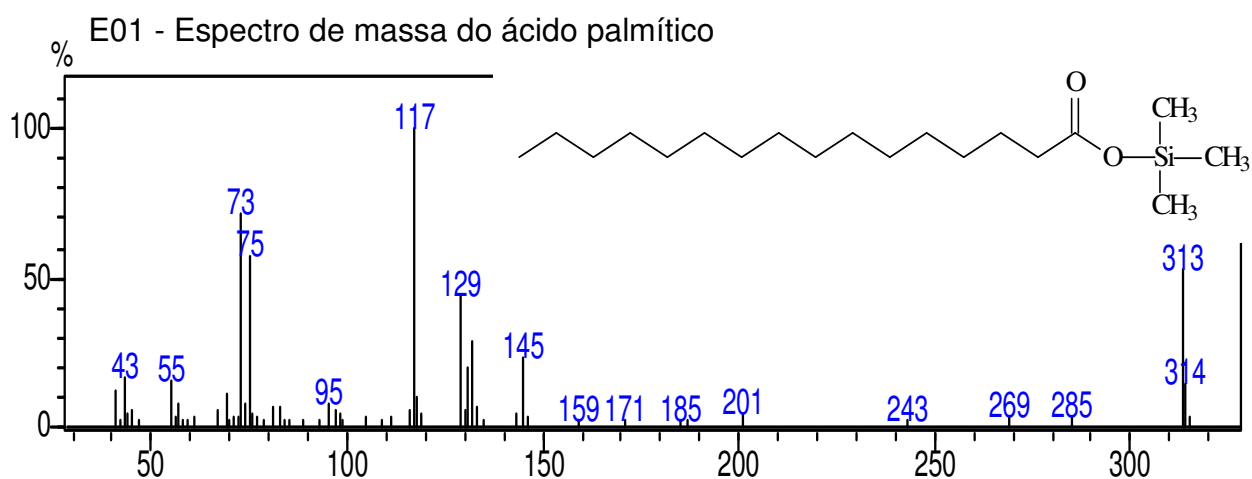


E09 - Espectro de massas do palmitoleato de metila



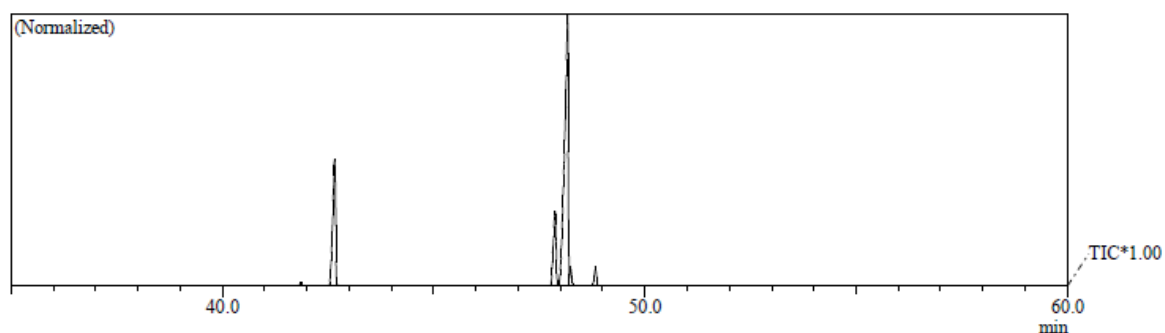


ANEXO B – Espectros de massas de ácidos graxos trimetilsililados identificados nos óleos de alguns frutos das palmeiras por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM) operado a 70 eV, ionização por impacto de elétrons (EI) e analisador tipo quadrupolo.

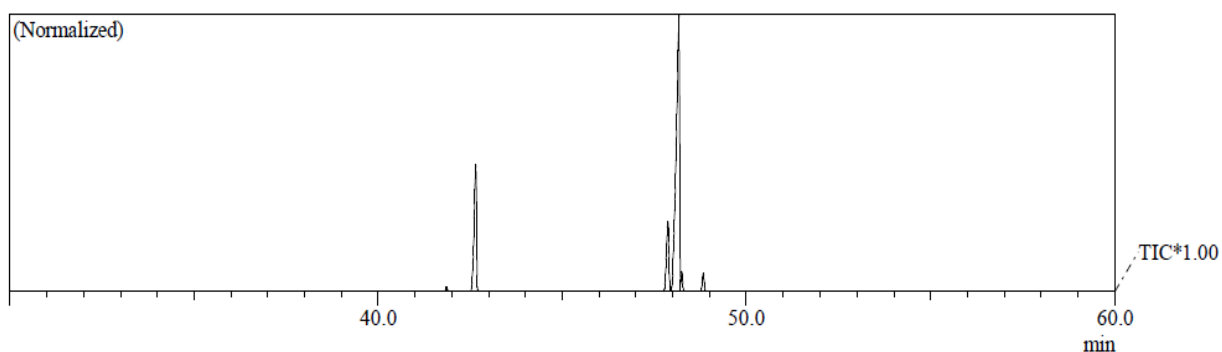


ANEXO C – Cromatograma de Íons Totais (TIC) dos óleos dos frutos das palmeiras analisados por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM) operado a 70 eV, ionização por impacto de elétrons (EI) e analisador tipo quadrupolo.

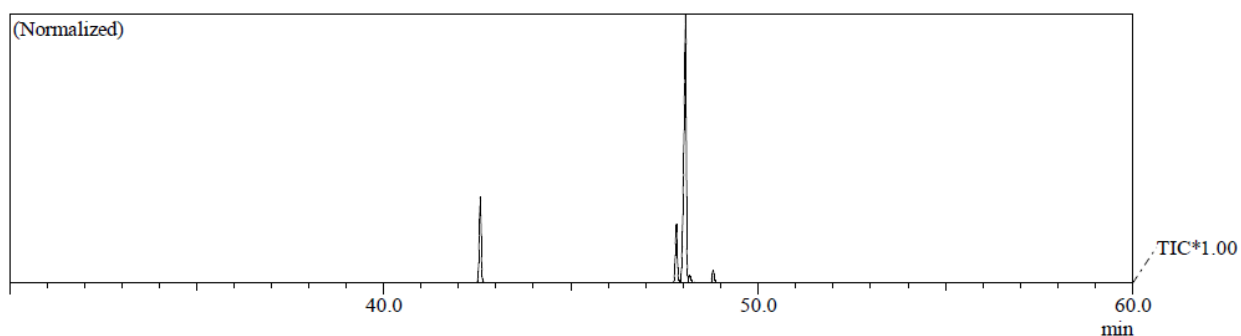
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da polpa de patauá.



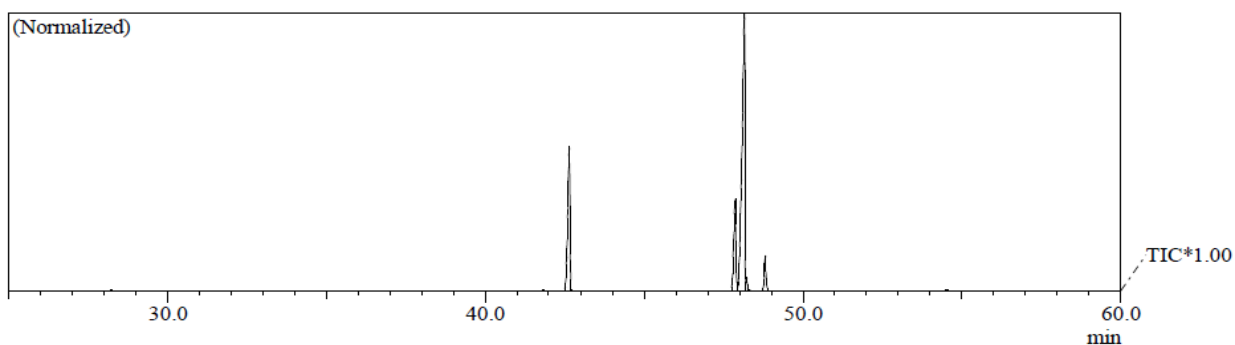
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da amêndoa de patauá.



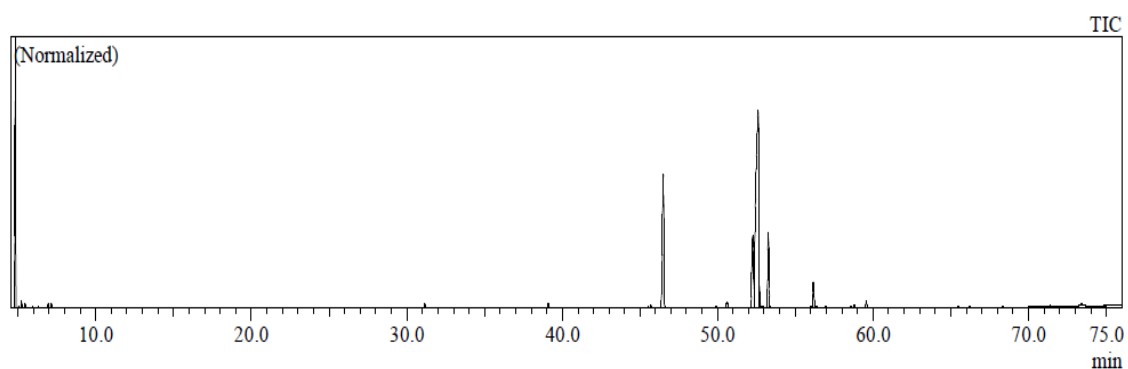
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da polpa de bacaba.



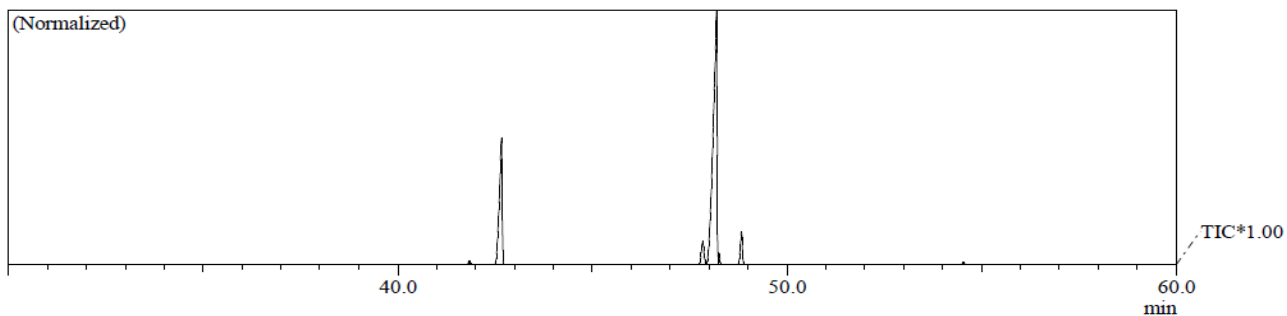
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da amêndoa de bacaba.



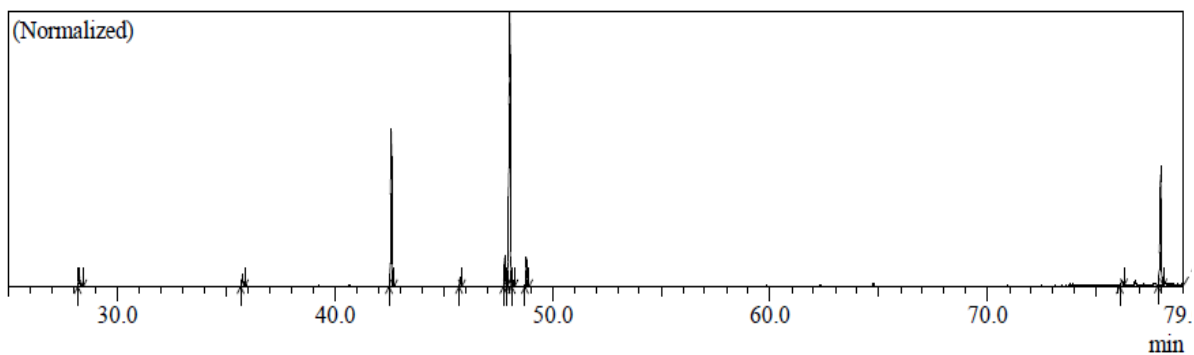
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da polpa de açai.



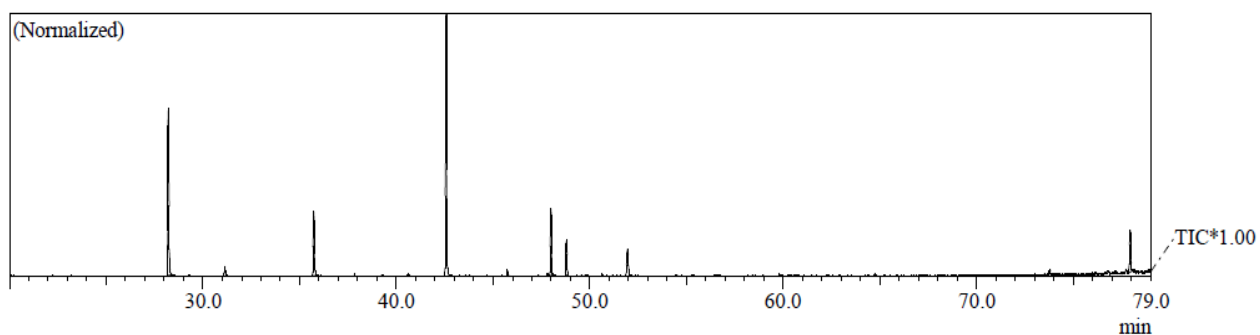
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da polpa de ubim.



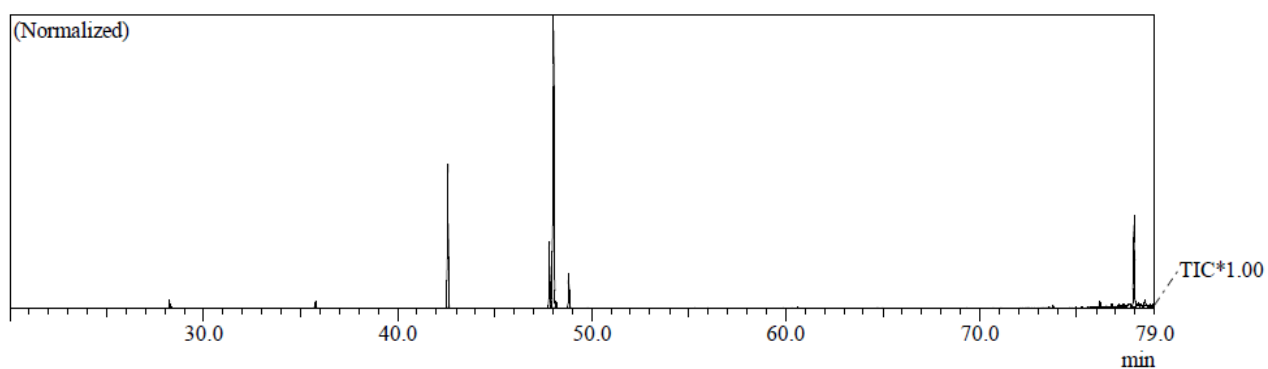
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da polpa da paxiubinha.



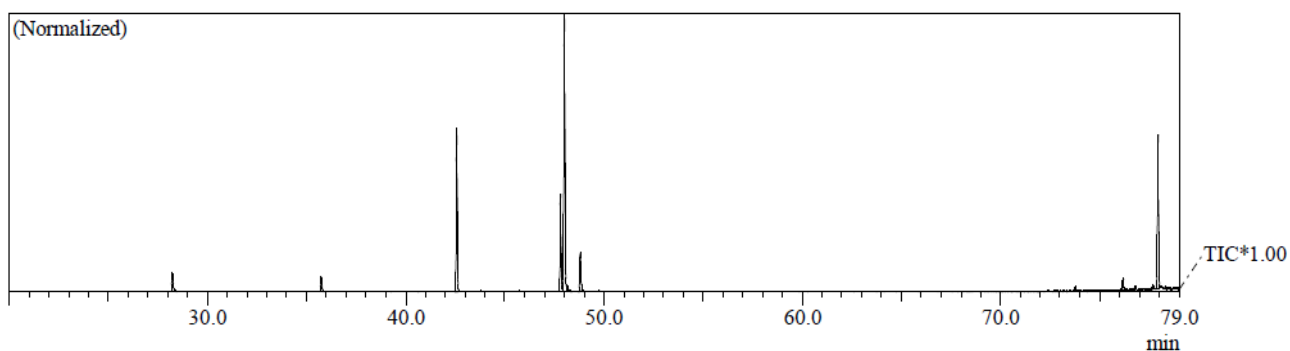
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da amêndoa da paxiubinha



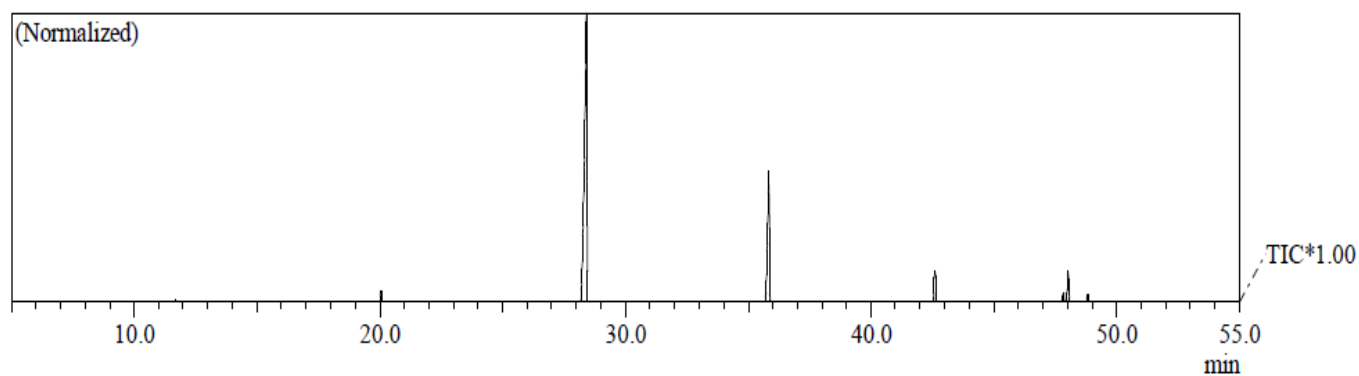
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo do epicarpo da mumbaca



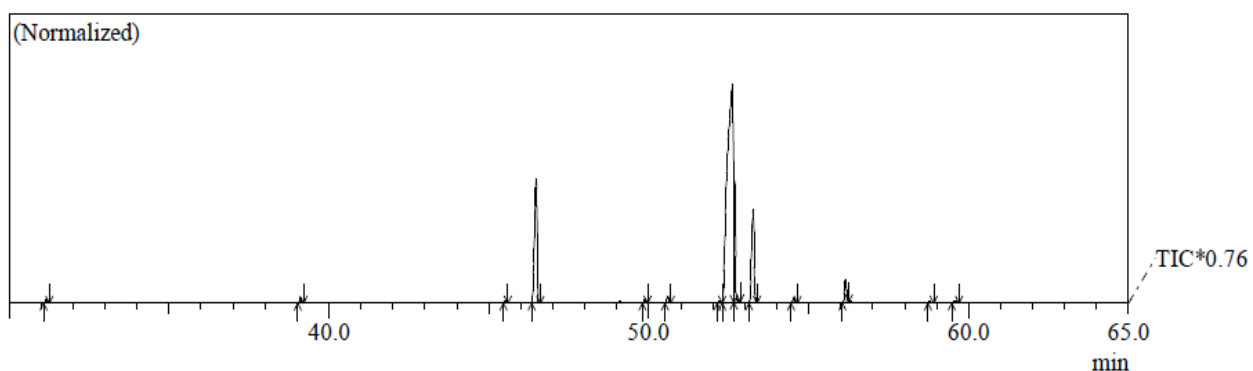
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da polpa da mumbaca



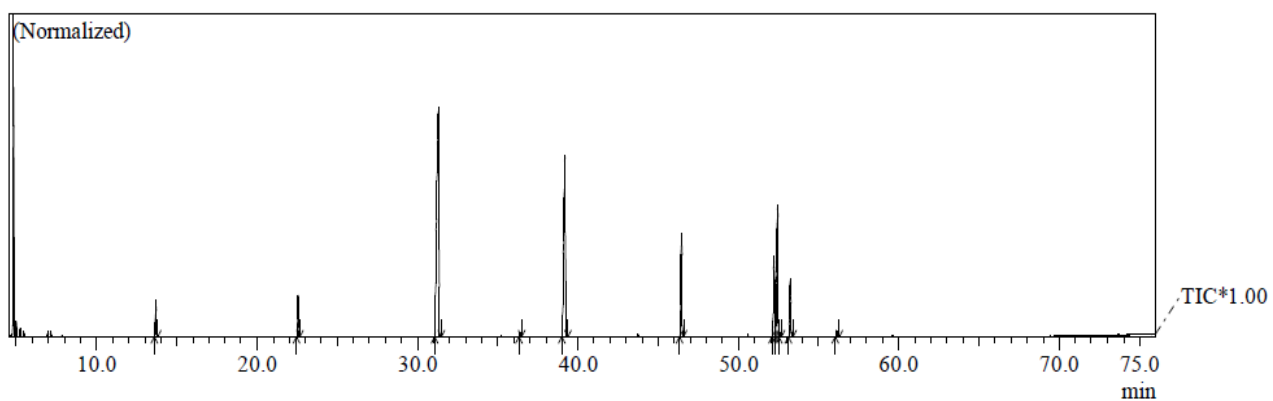
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da amêndoa da mumbaca



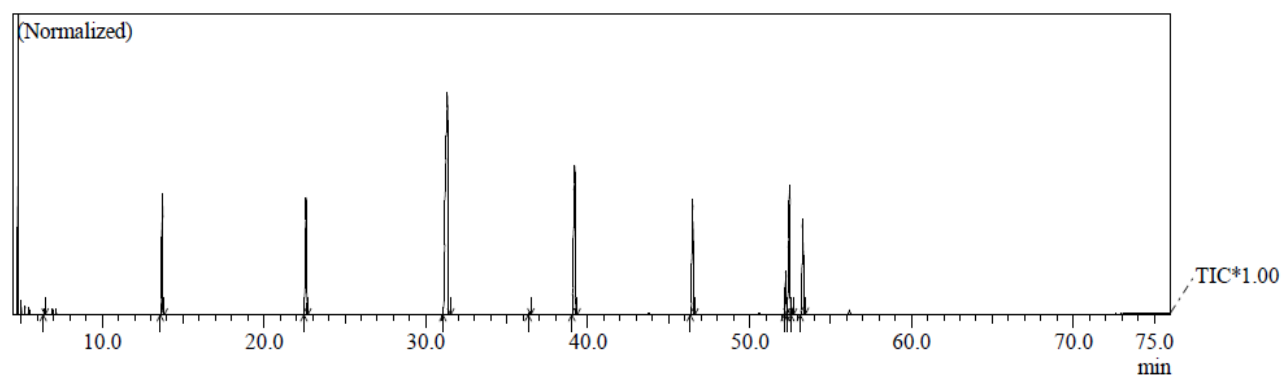
Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da polpa de tucumã



Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da amêndoa de tucumã

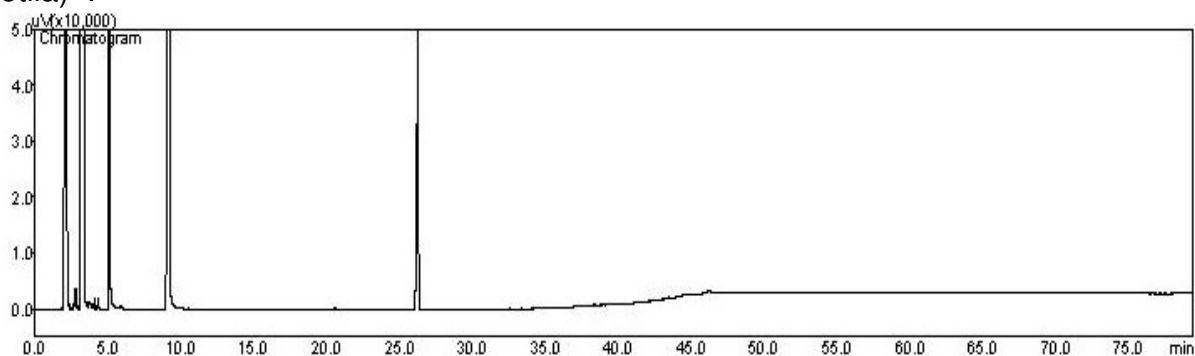


Cromatograma de Íons Totais (TIC) normalizado do óleo da amêndoa de babaçu

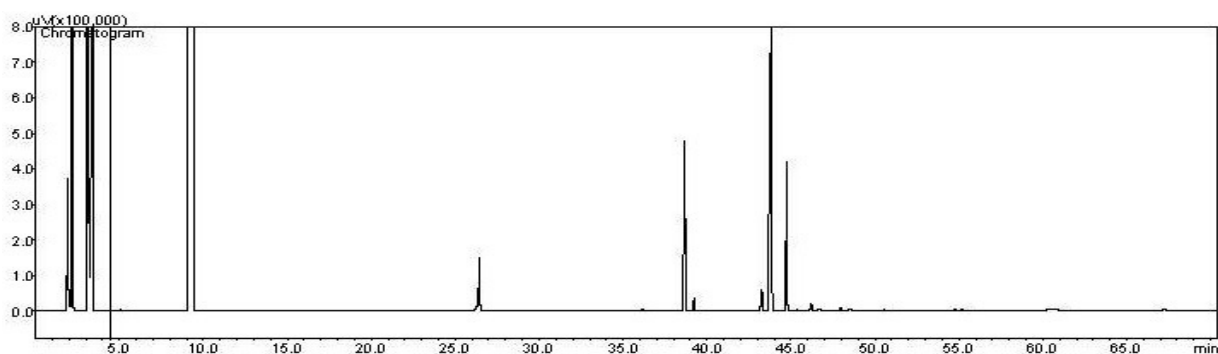


ANEXO D – Cromatograma dos óleos dos frutos das palmeiras analisados por Cromatografia Gasosa equipada ao Detector por Ionização em Chama (CG-DIC). Coluna capilar de sílica fundida Omegawax 250.

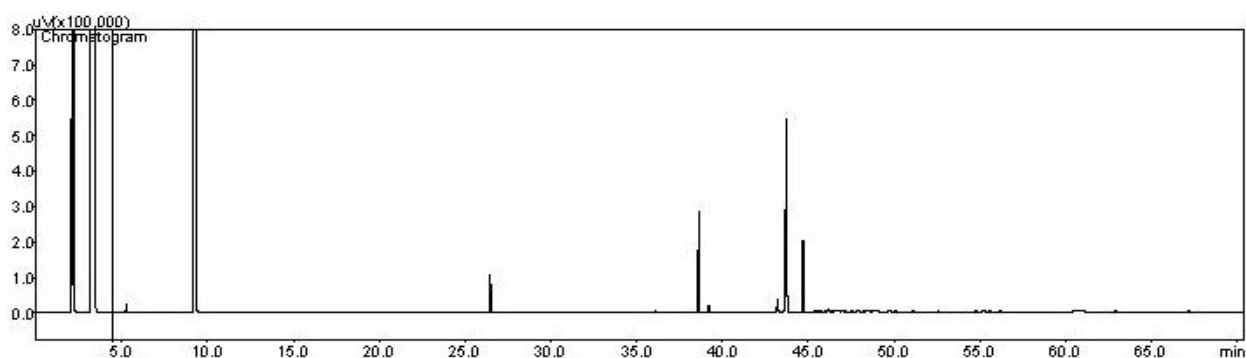
Cromatograma da injeção da mistura de solventes (BSTFA, piridina e acetato de etila) .



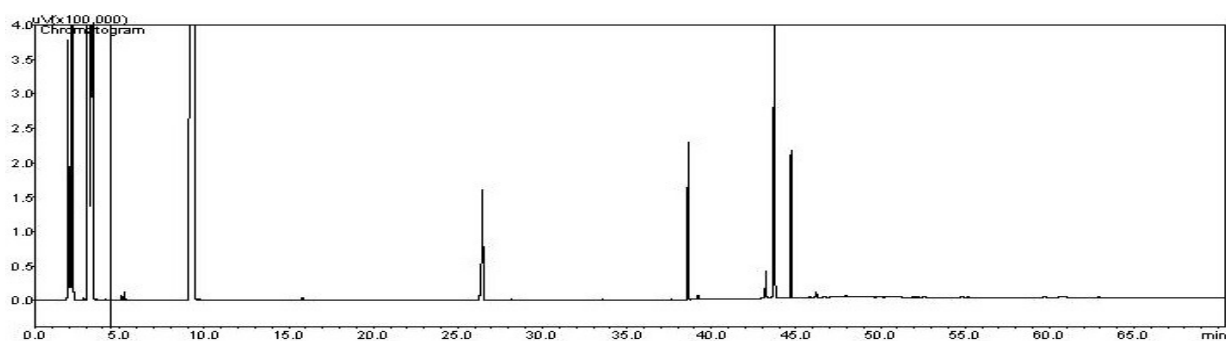
Cromatograma do óleo da polpa de patauá.



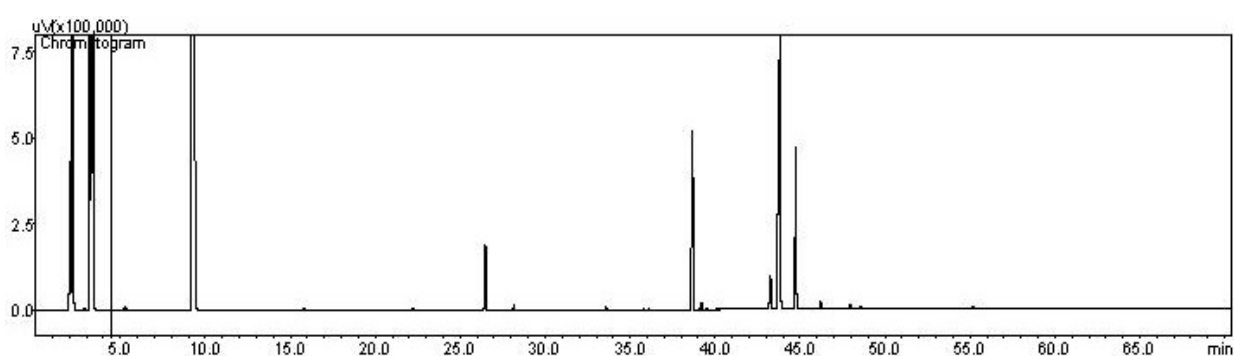
Cromatograma do óleo da amêndoa de patauá.



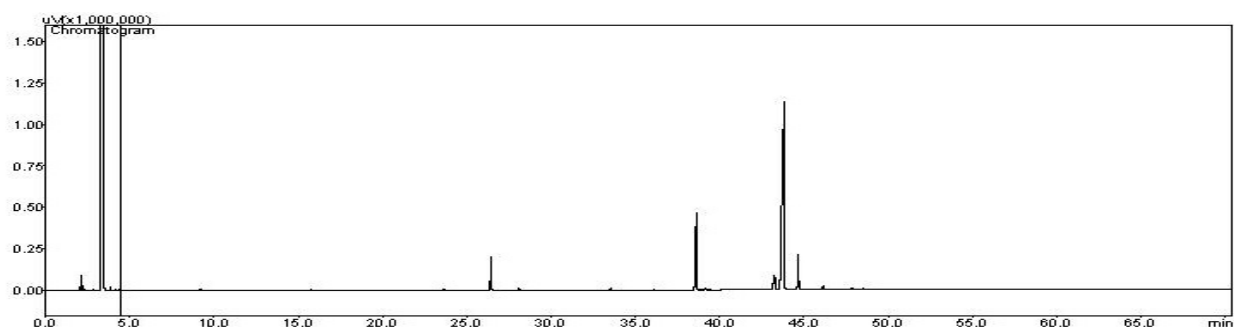
Cromatograma do óleo da polpa de bacaba.



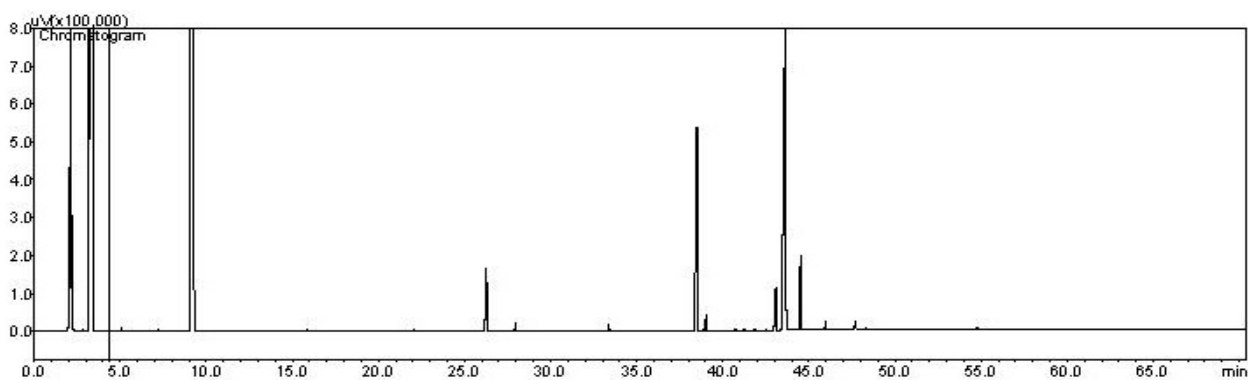
Cromatograma do óleo da amêndoa de bacaba.



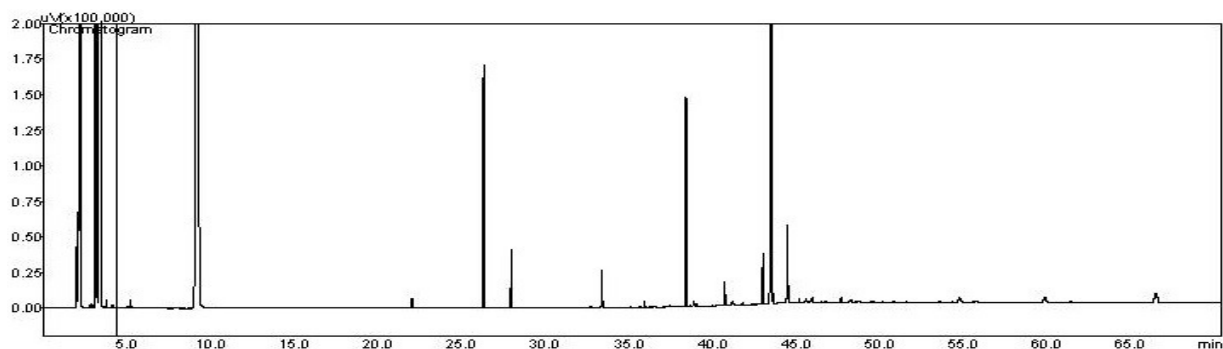
Cromatograma do óleo da polpa de açai.



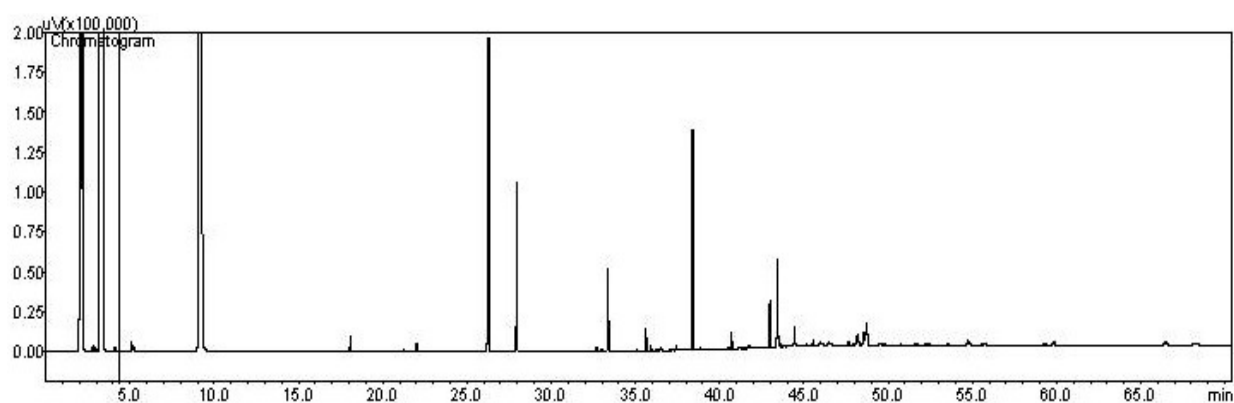
Cromatograma do óleo da polpa de ubim.



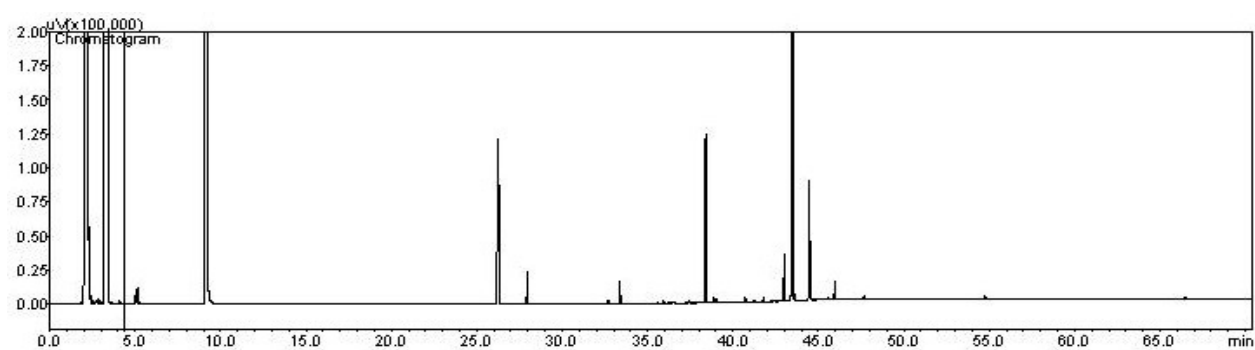
Cromatograma do óleo da polpa da paxiubinha.



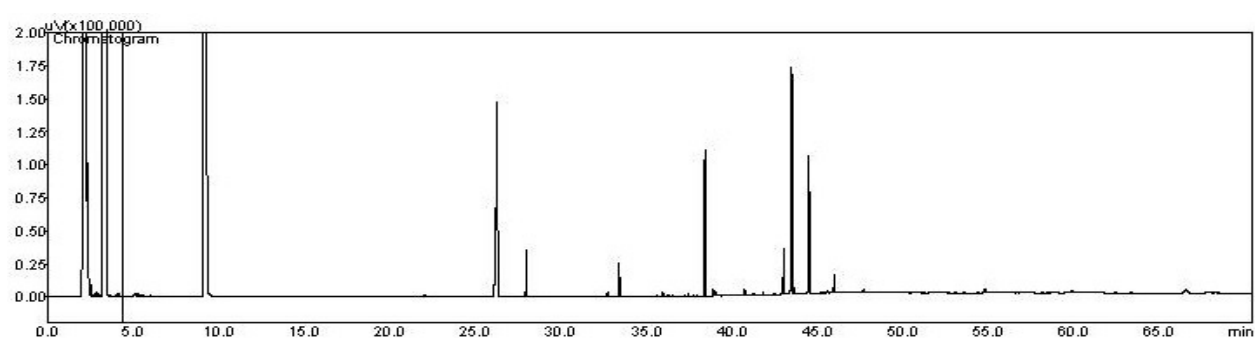
Cromatograma do óleo da amêndoa da paxiubinha.



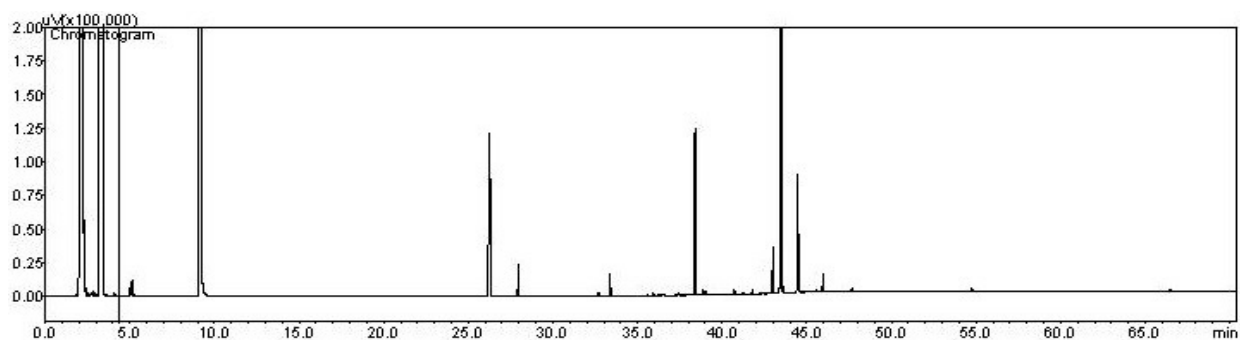
Cromatograma do óleo do epicarpo da mumbaca.



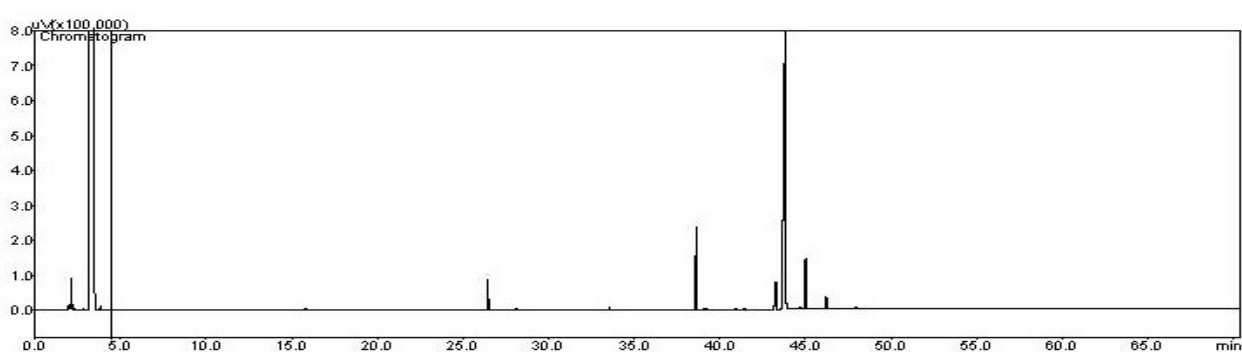
Cromatograma do óleo da polpa da mumbaca.



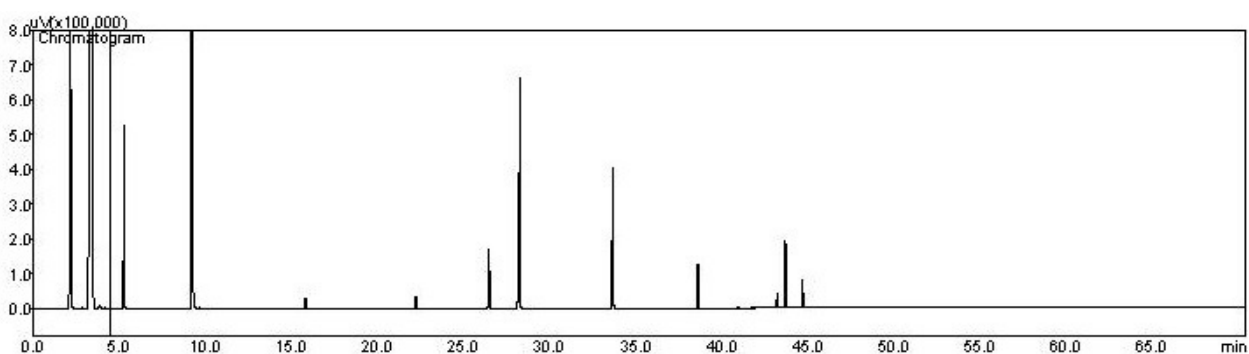
Cromatograma do óleo da amêndoa da mumbaca.



Cromatograma do óleo da polpa do tucumã.



Cromatograma do óleo da amêndoa do tucumã.



Cromatograma do óleo da amêndoa de babaçu.

