



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

EMANUELLE CHRISTINA LOBATO ANDRADE

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA AMÊNDOA DO CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*) E DOS FRUTOS DO MURUCI (*Byrsonima crassifolia*) E DA PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) COMO FONTES DE ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS NA ELABORAÇÃO DE UM COMPLEMENTO ALIMENTAR NA NUTRIÇÃO HUMANA.

BELÉM
2007



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

EMANUELLE CHRISTINA LOBATO ANDRADE

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA AMÊNDOA DO CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*) E DOS FRUTOS DO MURUCI (*Byrsonima crassifolia*) E DA PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) COMO FONTES DE ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS NA ELABORAÇÃO DE UM COMPLEMENTO ALIMENTAR NA NUTRIÇÃO HUMANA.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

ORIENTADOR :
PROF. DR. ALBERDAN SILVA SANTOS.

BELÉM
2007



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

EMANUELLE CHRISTINA LOBATO ANDRADE

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA AMÊNDOA DO CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*) E DOS FRUTOS DO MURUCI (*Byrsonima crassifolia*) E DA PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) COMO FONTES DE ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS NA ELABORAÇÃO DE UM COMPLEMENTO ALIMENTAR NA NUTRIÇÃO HUMANA.

BANCA EXAMINADORA :

Profº. Dr. Alberdan Silva Santos
(UFPA)

Profº. Dr. Rosinelson da Silva Penna
(UFPA)

Profº. Dr. Antônio Euzébio Goulart Santana
(UFAL)



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

A todos que contribuíram para que mais esta etapa pudesse se tornar real em minha vida, especialmente, a Deus, meu pais, familiares e amigos.



AGRADECIMENTOS

A Deus, Pai, Filho e Espírito Santo, à Nossa Senhora e ao meu anjo da guarda, que em todos os momentos estão e são presentes em minha vida.

A meus pais, Rui e Geralda, que são meus exemplos e maiores incentivadores de perseverança e empenho na realização de cada projeto de vida.

Aos meus familiares, pela torcida e apoio na caminhada.

Aos meus colegas de curso, especialmente Elka e Jucyanne por tudo que vivenciamos e aprendemos juntos.

Aos meus professores, especialmente ao meu orientador Prof^o. Dr. Alberdan Santos, pelo conhecimento compartilhado, pela confiança, pelo incentivo e dedicação que desde sempre me foram dedicados.

Aos meus amigos, especialmente, André, Mara, Helena, Roseani, Sílvia e Taíssa, que em nenhum momento me deixaram desanimar durante o percurso, com gestos, palavras e ações, compartilhando e colaborando comigo no processo de elaboração do trabalho.

Ao Dr. José Urano de Carvalho pela colaboração e pela cessão das amostras de pupunha e cupuaçu.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que colaboraram diretamente e indiretamente para a operacionalização deste trabalho, especialmente José Luiz, Eduardo, Mário, Márcio, Silvana, Roberta .

A todos vocês o meu mais sincero, Muito Obrigada!!!!!!!



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Maybe You'd get what you wanted, maybe
you'd stumble upon it, everything you ever
wanted in a permanent state.+*Chris Martin*

RESUMO

Os ácidos graxos essenciais apresentam uma série de funções no organismo humano, sejam elas estruturais ou metabólicas. Recentemente, tem-se atribuído notável importância aos óleos de borragem e de prímula por serem fontes naturais do ácido graxo ω -linolênico. Este por sua vez, entre outras implicações na fisiologia humana, está relacionado possivelmente com as alterações funcionais benignas das mamas, condição comum na grande maioria das mulheres no período do menacme. O estudo trata da avaliação do potencial de utilização da amêndoa do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e dos frutos do muruci (*Byrsonima crassifolia*) e da pupunha (*Bactris gasipaes*) como fontes de ácidos graxos essenciais na elaboração de um complemento alimentar na nutrição humana que mimetize a ação dos óleos já comercializados. Foram realizadas análises para determinação da composição centesimal dos frutos; extração dos óleos e/ou gorduras; obtenção dos concentrados de óleos e/ou gorduras; identificação e quantificação os ácidos graxos presentes nos óleos e/ou gorduras dos frutos e amêndoa estudados; caracterização das constantes físico-químicas dos óleos e gorduras; avaliação da qualidade dos óleos e/ou gorduras; e descrição do processo preliminar de obtenção do concentrado lipídico em escala de laboratório. A caracterização centesimal apontou que os frutos apresentam-se como boas opções para composição de dietas equilibradas. Os óleos e gorduras obtidos apresentam boa estabilidade, e são compostos majoritariamente pelos ácidos graxos Palmítico e Esteárico, entre os saturados, e Oléico e Linoléico, entre os insaturados. Acredita-se que os óleos e gorduras obtidos a partir da amêndoa do cupuaçu, do muruci e da pupunha amarela apresentam potencial de utilização para elaboração de um complemento alimentar rico em ácido ω -linolênico, por possuírem quantidades consideráveis dos ácidos graxos precursores do referido ácido e bom rendimento em óleo, desde que sejam observados processos tecnológicos posteriores, como a cristalização seletiva para obtenção de concentrados desses ácidos graxos e, o uso de enzimas para a produção/incorporação do ácido ω -linolênico.

Palavras-chave: lipídios, óleos vegetais, ácidos graxos essenciais, frutas amazônicas.

ABSTRACT

Essential fatty acids present a variety of functions in the human organism, such as structural and metabolic. Recently, a great importance has been attributed to the borage and evening primrose oils because they are natural sources of α -linolenic fatty acid. α -linolenic fatty acid, among others roles in the human physiology, is possibly related with benign breast disorders, common condition in the great majority of the women in the period of menacme. The study aims to evaluate the potential use of the almond of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) and the fruits of muruci (*Byrsonima crassifolia*) and pupunha (*Bactris gasipaes*) as essential fatty acid sources in the elaboration of an alimentary complement in the human nutrition, that could have the same action as that of the already commercialized oils. There have been carried out analyses for determination of the chemical composition of the fruits; extration of oils and/or fats; attainment of the oil and/or fats concentrates; identification and quantification of the fatty acids present in the oils and/or fats of the studied fruits and almond; characterization of the physico-chemical constants of oils and fats; evaluation of the quality of oils and/or fats; and description of the preliminary process of attainment of the lipidic concentrate in laboratory scale. The chemical characterization pointed that the fruits are good options to compose harmonic diets. The oils and fats showed good stability, and are mainly composed by Palmitic and Stearic fatty acids, among the saturated ones, and Oleic and Linoleic fatty acids, among the unsaturated ones. The oils and fats from the almond of cupuaçu, and from muruci and pupunha fruits present potential of use for elaboration of a rich alimentary complement rich in α -linolenic acid because of their considerable amounts of the precursors fatty acids of the α -linolenic acid and good oil yield. Further technological processes must be observed, such as selective crystallization to obtain concentrated fatty acids and the use of enzymes for the production/incorporation of the α -linolenic acid.

Key Words: lipids, vegetable oils, essential fatty acids, amazonian fruits.

LISTA DE FIGURAS

	<i>Páginas</i>
Figura 1. Ácidos Graxos polinsaturados das séries -6 e -3.	23
Figura 2. Esquema Ilustrativo as Síntese de ácidos graxos insaturados.	25
Figura 3. Metabolismo dos Ácidos Graxos Polinsaturados.	30
Figura 4. Fatores determinantes e agravantes da AFBM.	34
Figura 5. Gordura e Óleo da Pupunha Amarela	76
Figura 6. Óleo e Gordura da Pupunha Vermelha	76
Figura 7. Óleo do Muruci	77
Figura 8. Gordura do Cupuaçu	77
Figura 9. Cromatograma da Gordura das Amêndoas do Cupuaçu (<i>Theobroma grandiflorum</i>).	83
Figura 10. Cromatograma da Gordura da Pupunha Vermelha (<i>Bactris gasipaes</i>).	84
Figura 11. Cromatograma da Gordura da Pupunha Amarela (<i>Bactris gasipaes</i>).	85
Figura 12. <i>Cromatograma do Óleo da Pupunha Vermelha (Bactris gasipaes).</i>	86
Figura 13. Cromatograma do Óleo da Pupunha Amarela (<i>Bactris gasipaes</i>).	87
Figura 14. Cromatograma do Óleo do Muruci (<i>Byrsonima crassifolia</i>).	88
Figura 15. Fluxograma das Operações a serem realizadas para obtenção de concentrado de ácido -Linolênico a partir de amêndoas do Cupuaçu (<i>Theobroma grandiflorum</i>).	96
Figura 16. Fluxograma das Operações a serem realizadas para obtenção de concentrado de ácido -Linolênico a partir da casca + polpa da Pupunha (<i>Bactris gasipaes</i>).	97
Figura 17. Fluxograma das Operações a serem realizadas para obtenção de concentrado de ácido -Linolênico a partir da casca + polpa do Muruci (<i>Byrsonima crassifolia</i>).	98

LISTA DE TABELAS

	<i>Páginas</i>
Tabela 1. Distribuição das Espécies de Frutos da Amazônia de acordo com o nome comum, nome científico, rendimento em óleo e respectivos autores e ano do estudo.	43
Tabela 2. Composição percentual em ácidos graxos das frutas da Amazônia, baseada na revisão da literatura produzida na região entre os anos de 1981 e 2003.	45
Tabela 3. Condições instrumentais para determinação de minerais nas amostras de pupunha e muruci.	64
Tabela 4. Composição Físico-química do fruto do muruci e comparada com a literatura.	71
Tabela 5. Composição Físico-química do fruto (epicarpo + mesocarpo) das pupunhas amarela e vermelha e comparada com a literatura.	72
Tabela 6. Composição Físico-química do fruto (epicarpo + mesocarpo) das pupunhas amarela e vermelha em função da RDA .	74
Tabela 7. Composição Físico-química do fruto (epicarpo + mesocarpo) do muruci em função da RDA.	75
Tabela 8. Composição Percentual em Ácidos Graxos das Óleos e Gorduras das Amostras Estudadas.	80
Tabela 9. Composição percentual em ácidos graxos das amostras de pupunha (epicarpo + mesocarpo) e comparada com a literatura.	81
Tabela 10. Composição percentual em ácidos graxos das amostras do fruto (mesocarpo + epicarpo) do muruci e comparada com a literatura.	82
Tabela 11. Composição percentual em ácidos graxos das amostras de amêndoa do cupuaçu e comparada com a literatura.	82
Tabela 12. Perfil da composição percentual em ácidos graxos dos óleos e gorduras das pupunhas x perfil da composição percentual em ácidos graxos dos óleos de borragem e de primula.	89
Tabela 13. Perfil da composição percentual em ácidos graxos dos óleos do muruci x perfil da composição percentual em ácidos graxos dos óleos de borragem e de primula.	90
Tabela 14. Perfil da composição percentual em ácidos graxos da gordura do cupuaçu x perfil da composição percentual em ácidos graxos dos óleos de borragem e de primula.	91

SUMÁRIO

	<i>Páginas</i>
1. Introdução	13
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo Geral	15
1.2.2. Objetivos Específicos	15
2. Revisão da Literatura	16
2.1. Alimentos Funcionais	16
2.2. Lipídios	18
2.2.1. Ácidos Graxos	19
2.2.2. Ácidos graxos essenciais	22
2.2.3. Ácidos graxos essenciais: implicações na saúde e doença	28
2.3. Alterações Funcionais Benignas das Mamas x Ácidos Graxos Essenciais	33
2.4. Óleos de Prímula (<i>Oenothera biennis</i>) e de Borragem (<i>Borago officinalis</i>)	39
2.5. Tipos de lipídios no organismo e suas funções	40
2.6. Lipídios em alimentos vegetais	41
2.6.1. O Cupuaçu	48
2.6.2. A Pupunha	51
2.6.3. O Muruci	54
3. Material e Métodos	58
3.1. Identificação e Seleção das oleaginosas	58
3.1.1. Obtenção dos frutos	58
3.1.2. Processamento	59
3.1.2.1. Processamento das amêndoas do cupuaçu	59
3.1.2.2. Processamento das pupunhas	59
3.1.2.3. Processamento do muruci	60
3.2. Tratamento estatístico	60
3.3. Determinação da Umidade	60

3.4.	Determinação do Resíduo mineral fixo (RMF)	61
3.5.	Quantificação de Proteínas	62
3.6.	Determinação de Lipídios	62
3.7.	Determinação de Carboidratos	63
3.8.	Determinação de Minerais	63
3.9.	Extração dos óleos e gorduras pelo método da Percolação	65
3.10.	Fracionamento do Óleo por Cristalização	65
3.11.	Preparação dos ésteres metílicos	66
3.12.	Análise cromatográfica dos óleos e gorduras	66
3.13.	Determinação do Índice de refração (I.R.)	67
3.14.	Determinação do Índice de Iodo (I.I)	68
3.15.	Determinação do Índice de Saponificação (I.S.)	68
3.16.	Determinação do Índice de Acidez (I.A.)	69
3.17.	Determinação do Índice de peróxido (I.P.)	70
4.	Resultados e Discussão	71
4.1.	Constantes físico-químicas dos frutos	71
4.2.	Rendimento em óleo/gordura dos frutos em base seca	77
4.3.	Composição em Ácidos Graxos dos Óleos e Gorduras	79
4.4.	Comparação entre o Perfil de Ácidos Graxos dos Óleos e Gorduras frutos estudados versus Perfil de Ácidos Graxos dos Óleos de Borragem e de Prímula	90
4.5.	Potencial de utilização das Gorduras e Óleos obtidos	93
4.6.	Constantes físico-químicas dos óleos e gordura extraídos dos frutos	95
4.7.	Estabilidade dos Óleos e Gorduras	96
4.8.	Fluxograma descritivo do processo	97
5.	Conclusão	100
	Referências Bibliográficas	101

1. INTRODUÇÃO

As gorduras e óleos são reconhecidamente importantes na nutrição humana, constituindo os macronutrientes que fornecem a fonte mais concentrada de energia. Nas últimas décadas, tem-se observado um aumento nas pesquisas sobre o seu papel na nutrição humana, que não àquele energético, com um consenso comum apontando para a ênfase da importância da ingestão de ácidos graxos essenciais, polinsaturados, em detrimento dos saturados.

A região amazônica abriga uma grande biodiversidade de espécies vegetais que produzem frutos e oleaginosas, que são apreciados e consumidos diretamente na alimentação, *in natura* ou na forma de sucos, doces, geléias, entre outras formas. Em sua composição, esses frutos apresentam teores de ácidos graxos essenciais variáveis, que desempenham várias funções nos organismos vivos. Desde a função energética e de composição estrutural das membranas celulares até o desenvolvimento de propriedades funcionais ligadas aos diversos sistemas.

Dentre as funções já reconhecidas dos ácidos graxos essenciais, pode-se citar a modulação da estrutura das membranas celulares; a formação de prostaglandina E1 (PGE1); o controle da permeabilidade da pele e de outras membranas como a do trato gastrointestinal e a barreira hematoencefálica; regulação da síntese e transporte do colesterol; regulação da pressão e coagulação sanguíneas, frequência cardíaca, dilatação vascular, e resposta imunológica das gorduras e componentes estruturais das membranas celulares, por serem precursores de prostaglandinas, tromboxanas e prostaciclina.

A complementação com ácidos graxos essenciais, especialmente o ácido gama-linolólico e o gama-linolênico, tem sido recentemente, utilizada para o tratamento das mastalgias e alterações funcionais benignas das mamas. Inicialmente, constituía interessante possibilidade de tratamento não-hormonal, porém, que representava alto custo por ser disponível no país apenas mediante importação. Hoje pode ser formulado



PDF
Complete

Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

em farmácias de manipulação, sendo as fontes de obtenção de ácido gama-linoléico e gama-linolênico mais utilizadas, o óleo de prímula (*Oenothera biennis*) e o óleo de borragem (*Borago officinalis L.*) (FREITAS et al., 2001; HALBE, 2000).

Com isso, é interessante valorizar as frutas amazônicas, desenvolvendo uma tecnologia para obtenção de concentrado de ácidos graxos essenciais, e para a posterior elaboração de um produto com finalidades de complemento alimentar na nutrição humana, promovendo uma alternativa regional auxiliar no complemento dos referidos ácidos.

A relevância deste estudo é a potencialidade de utilização tecnológica dos ácidos graxos essenciais presentes em frutas amazônicas como complemento alimentar na nutrição humana, o que já vem sendo operacionalizado e comercializado a partir dos ácidos dos óleos de borragem e de prímula, com efeitos bastante satisfatórios.

A obtenção de um processo de tecnologia voltada ao desenvolvimento de um produto, que apresente as mesmas características dos já existentes no mercado, é o ponto alvo deste trabalho.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Geral: avaliar o potencial de utilização dos frutos do muruci (*Byrsonima crassifolia*) e da pupunha (*Bactris gasipaes*), e da amêndoa do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) na elaboração de um complemento alimentar de ácidos graxos essenciais na nutrição humana em função de seus rendimentos em óleo e ácidos graxos essenciais.

1.2.2. Específicos:

1. Realizar extração dos óleos e/ou gorduras dos frutos do muruci (*Byrsonima crassifolia*) e da pupunha (*Bactris gasipaes*) e da amêndoa do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*);
2. Obter concentrado de óleos e/ou gorduras dos frutos do muruci (*Byrsonima crassifolia*) e da pupunha (*Bactris gasipaes*) e da amêndoa do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).
3. Identificar e quantificar os ácidos graxos presentes nos óleos e/ou gorduras dos frutos e amêndoa estudados;
4. Realizar a caracterização das constantes físico-químicas dos óleos e gorduras obtidos;
5. Descrever o processo preliminar de obtenção do concentrado lipídico em escala de laboratório.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Alimentos Funcionais

A redução do risco de doenças crônico-degenerativas pelo uso de alimentos têm sido tema constante em eventos na área da nutrição e alimentação. Tal interesse se dá pelo reconhecimento da relação saúde-nutrição-doença através de pesquisas clínicas e levantamentos epidemiológicos, evolução dos conceitos relativos às recomendações nutricionais, fenômenos socioeconômicos e também pelas perspectivas industriais.

Com a mudança nos conceitos referentes ao estabelecimento das necessidades e recomendações nutricionais, a idéia de nutrientes para prevenir ou combater deficiências nutricionais mudou para nutrientes e outros compostos bioativos para promoção da saúde.

Por essa razão, o mercado de alimentos especiais e de ingredientes, que está avaliado em mais de 70 bilhões de dólares, atraiu o interesse tanto da indústria de alimentos como da farmacêutica e vem promovendo o desenvolvimento de pesquisas e a busca e comercialização de novos produtos destinados a vários segmentos populacionais.

Pela novidade e pelo interesse específico que esses novos produtos geram, têm sido sugeridos alguns nomes. Os mais utilizados são **alimentos funcionais** ou **alimentos com alegações de funcionais ou de saúde**.

Conceituar alimentos funcionais é difícil e polêmico, mas este pode ser descrito como **alimento semelhante em aparência ao alimento convencional, consumido como parte da dieta usual, capaz de produzir demonstrados efeitos metabólicos ou fisiológicos úteis na manutenção de uma boa saúde física e mental, podendo auxiliar na redução do risco de doenças crônico-degenerativas, além de suas funções nutricionais**

básicas+. Pode-se falar ainda, em **ingrediente funcional**, que seria o composto responsável pela ação biológica contida no alimento (DE ANGELIS, 2001).

A idéia de modulação de função metabólica, com reflexo na saúde pela alimentação, não é, na verdade, nova, mas, o interesse de buscar e explorar mais amplamente esse potencial e o tratamento científico e legislativo dado hoje à questão.

Como exemplos da ação funcional dos lipídios, pode-se citar a modulação dos níveis de colesterol sérico pela dieta. Os ácidos graxos saturados (com exceção do esteárico) aumentam o colesterol total e o LDL-colesterol. Os monoinsaturados, como o Oléico, podem ser considerados neutros e os polinsaturados como o Linoléico (n-6) e o Linolênico (n-3), como redutores do colesterol (DE ANGELIS, 2001).

Mais recentemente, descobriram-se as diferentes vias de metabolização de ácidos graxos n-3 e n-6, que levam à produção de diferentes eicosanóides, com diferentes potenciais aterogênicos e trombogênicos e ainda, observou-se a capacidade dos ácidos polinsaturados de cadeia longa, como o EPA (eicosapentaenóico) e o DHA (docohexaenóico), de reduzirem a trigliceridemia pós-prandial e de jejum (DE ANGELIS, 2001).

Tais fatos levaram à recente produção de novas margarinas e leites contendo esses compostos adicionados, na expectativa de que possam auxiliar na redução do risco de doenças cardiovasculares (DE ANGELIS, 2001).

O ácido linoléico e seu derivado, o ácido DHA, são importantes constituintes da membrana neuronal, participando do desenvolvimento do sistema nervoso central do feto e da criança na época perinatal, conhecimento científico que serviu de base para a geração de produtos adicionados de DHA destinados a crianças (DE ANGELIS, 2001).

Na área dos alimentos lipídicos, pode-se mencionar ainda, novas margarinas que começam a ser comercializadas entre nós, contendo derivados do **-sitosterol**, que é

um fitosterol muito parecido com o colesterol. Ele consegue coprecipitar com o colesterol no intestino, reduzindo sua absorção, o que ajuda no controle do colesterol sérico (DE ANGELIS, 2001).

Além dos ácidos graxos mencionados, muitos outros compostos presentes naturalmente nos alimentos possuem propriedades biológicas importantes e estão sendo pesquisadas intensamente em todo o mundo. Exemplos são os oligossacarídeos (fruto-oligossacarídeos e inulina. pré-bióticos); polissacarídeos solúveis e insolúveis . fibras; flavonóides (quercetina, catequina, genisteína, daidzeína, hesperidina, naringenina, antocianinas); carotenóides (licopeno, luteína, zeaxantina, - caroteno); organossulfurados (glicosinolanatos, alicina, isotiocianatos, sulforafano); fitosteróis (sistosterol, sitostanol, campesterol, estigmasterol, orizanol), ácidos graxos (linoléico, linolênico, eicosapentaenóico, docosahexaenóico; componentes do leite (lactoferrina, glicopeptídeos, imunoglobulinas, citodinas, fosfopeptídeos, peptídeos com ação opióide (DE ANGELIS, 2001; TIRAPEGUI, 2006).

2.2. Lipídios

A grande importância atribuída ao conteúdo de lipídios nos alimentos deve-se a diferentes motivos. Basicamente, cabem a eles duas tarefas importantes na alimentação humana: uma não específica como fonte de energia, e outra, específica, como transportadora de agentes químicos orgânicos solúveis em óleo, os ácidos graxos essenciais, vitaminas e hormônios óleo-solúveis.

Moretto e Fett (1998) definem os óleos e gorduras como substâncias insolúveis em água, hidrofóbicas, de origem animal, vegetal ou mesmo microbiana, formadas predominantemente de produtos de condensação entre o glicerol e ácidos graxos, chamados triglicerídeos e, que se diferenciam entre si pelo estado físico, óleos são líquidos à 20°C e as gorduras semi-sólidas à 20°C, o que se justifica pela proporção de grupos acil saturados e insaturados presentes nos triglicerídeos, já que os ácidos



graxos correspondentes representam mais de 95% do peso molecular dos seus triacilgliceróis.

2.2.1. Ácidos Graxos

a) Conceito

Sobre os ácidos graxos, estes são todos os ácidos alifáticos monocarboxílicos, que possam ser liberados por hidrólise de qualquer produto natural que os contenha (MORETTO e FETT, 1998).

b) Classificação

São classificados segundo sua cadeia lateral, que pode ser *linear*, *ramificada*, *cíclica* e *hidroxilada*; pelo número de carbonos e a necessidade na dieta alimentar, onde destacam-se os considerados *essenciais* (BELITZ, 1997).

De acordo com o grau de saturação da cadeia lateral, podem ser saturados e insaturados, ocorrendo na natureza como substâncias livres e esterificadas com o glicerol formando os triglicerídeos. Nos ácidos graxos saturados, os átomos de carbono estão ligados entre si por ligações simples (), enquanto nos ácidos graxos insaturados estão unidos por ligações simples e duplas (); e, de acordo com o número de ligações duplas presentes na cadeia, os ácidos graxos são denominados mono, di, tri e poliinsaturados (BELITZ, 1997; FENEMMA, 2000; MORETTO et. al., 2002; SANTANA, 2004).

Moretto et. al. (2002) relatam que os ácidos graxos se diferenciam uns dos outros pelo comprimento da cadeia hidrocarbonada, pelo número e posição das duplas ligações, onde as duplas ligações de ácidos insaturados estão localizadas na cadeia de

forma não conjugada, sistema 1,4-diênico, geralmente, separadas por grupos metilênicos ($-\text{CH}_2$).

Quanto à isomeria, esta é um fenômeno que ocorre em ácidos graxos que apresentam dupla ligação, onde esta forma isômeros com propriedades diferentes. Quando as duas unidades da molécula do ácido graxo encontram-se em um dos lados da dupla ligação, assumem a configuração espacial do tipo *cis* = *Z*, a qual pode ser convertida no isômero *trans* = *E*, o que ocorre durante a rancidez autoxidativa, reações de hidrogenação catalítica na presença de níquel e em aquecimentos prolongados em temperaturas elevadas (MORETTO E FETT, 1998).

c) Nomenclatura

Sobre o sistema de nomenclatura dos ácidos graxos, ocorrem com maior frequência na natureza os ácidos graxos conhecidos pelos nomes comuns. Estes foram, geralmente, aplicados antes de a estrutura química do ácido ser elucidada e escolhidos para indicar a fonte do ácido graxo. Por exemplo, o ácido palmitoléico, do óleo de palma; o Oléico, do óleo de Oliva; Linoléico e Linolênico ,do óleo de Linhaça; o Ricinoléico, do óleo de Castor; e o ácido Araquídico , do óleo de Amendoim. O nome trivial continua a ser utilizado porque o nome sistemático é difícil, por exemplo, ácido esteárico é mais simples do ácido 9 *cis*-11-*trans*-octadecatrienóico,mas apesar de serem mais fácies não são indicativos da estrutura (GUNSTONE e PADLEY, 1997).

Já o sistema de nomenclatura oficial, está baseado em regras aceitas internacionalmente por químicos orgânicos e bioquímicos. O número de átomos de carbono é indicado por um prefixo grego, assim, os ácidos láurico (C12), mirístico (C14), palmítico (C16), esteárico (C18), araquídico (C20), behênico (C22) são indicados, respectivamente, pelos prefixos dodeca, tetradeca, hexadeca, octadeca, eicosa, docosa, seguidos pelo sufixo *anóico* no caso dos saturados; *enóico* no caso dos

monoinsaturados e *dienóico* e, *trienóico*, nos casos de di e tri-insaturados (BELITZ, 1997; FENEMMA, 2000; GUNSTONE e PADLEY, 1997; MORETO e FETT, 1998).

A posição da dupla ligação na cadeia carbônica é identificada pelo número arábico, atribuindo-se 1 ao carbono da carboxila ou ao da carbonila da função éster correspondente ao ácido graxo, por exemplo ácido linoléico (C18) é denominado oficialmente ácido 9 (Z), 12 (Z)-octadecadienóico (MORETTO et. al., 2002).

Outra indicação, simplificada da estrutura de um ácido graxo é aquela em que se escreve o número de átomos de carbono seguido de dois pontos e depois um número que indica quantas duplas ligações estão presentes na molécula, que no caso do ácido linoléico, seria 18:2 ou C_{18:2} (BELITZ, 1997; FENEMMA, 2000; MORETO e FETT, 1998).

Recentemente, há uma tendência em agrupar os ácidos graxos insaturados em famílias conhecidas como ômega (ω), especialmente nas áreas de nutrição e bioquímica. Nesta nomenclatura, o carbono do grupamento metil terminal da cadeia, passa a ser o carbono número um, sendo esta a razão pela qual foi escolhido o símbolo ω , que é a última letra do alfabeto grego. A família ω -9 tem como principal representante o ácido oléico; a ω -6 é representada pelo ácido linoléico e; a ω -3 é representada pelo ácido ω -linolênico. Esta representação baseia-se no número de carbonos, número de duplas ligações e na posição em que a primeira dupla ligação ocorre a partir do grupo metil terminal (CH₃). Assim, por exemplo, o ácido linolênico pode ser representado como 18:3 ω -3, onde: o número 18 indica a existência de 18 carbonos; 3, a existência de 3 duplas ligações e; ω -3, que a primeira dupla ligação está localizada no carbono 3, a partir do grupo metil (ω -3) (BELITZ, 1997; FENEMMA, 2000; MORETO e FETT, 1998; MORETTO et. al., 2002).

Ainda, por causa da complexidade da palavra formada, nomes sistemáticos ou triviais podem algumas vezes ser abreviados em duas ou três letras de forma. Por exemplo, Ácido Gama-linolênico (GLA), Ácido Araquidônico (AA), Ácido

Eicosapentaenóico (EPA) e Ácido Docosahexaenóico (DHA) (GUNSTONE e PADLEY, 1997).

2.2.2. Ácidos Graxos Essenciais

A maioria dos tecidos possui o sistema enzimático que converte açúcares, como a glicose, em ácidos graxos. Eles também apresentam a habilidade de catalisar a esterificação de ácidos graxos com o glicerol para formar glicerolipídios como os triacilgliceróis e os fosfolipídios, sendo o mais ativo sistema enzimático, o fígado. Entretanto, os tecidos não capazes de produzir todos os ácidos graxos encontrados ou requeridos pelo organismo, sendo estes ácidos conhecidos como ácidos graxos essenciais (GURR, 1986).

Gurr (1986) refere que, em 1929 Burr e Burr descreveram que ratos alimentados com dietas isentas de gordura desenvolveram estados de deficiência que foram eliminados pela adição de determinados ácidos graxos à dieta, onde os ácidos graxos relacionados ao ácido linoléico são os principais responsáveis. A deficiência de ácidos graxos essenciais em humanos foi primeiramente vista em crianças alimentadas com dietas isentas de gordura, as quais desenvolveram afecções de pele semelhantes às observadas nos ratos, que desapareceram quando o ácido linoléico foi adicionado à dieta.

Logo após, descobriu-se que o ácido araquidônico, um componente majoritário dos lipídios estruturais dos animais, é muito mais potente que o ácido linoléico. Os ácidos linoléico e araquidônico pertencem à mesma família de ácidos graxos polinsaturados, com a última dupla ligação na seqüência entre os carbonos 5 e 6 a partir da extremidade metil terminal, e que a maioria dos ácidos graxos com estrutura n-6 apresentavam atividade de ácido graxo essencial. O outro ácido graxo que apresenta atividade essencial é o α -linolênico, embora menor que a do ácido linoléico.

Na figura 1 encontram-se representados alguns dos ácidos graxos essenciais.

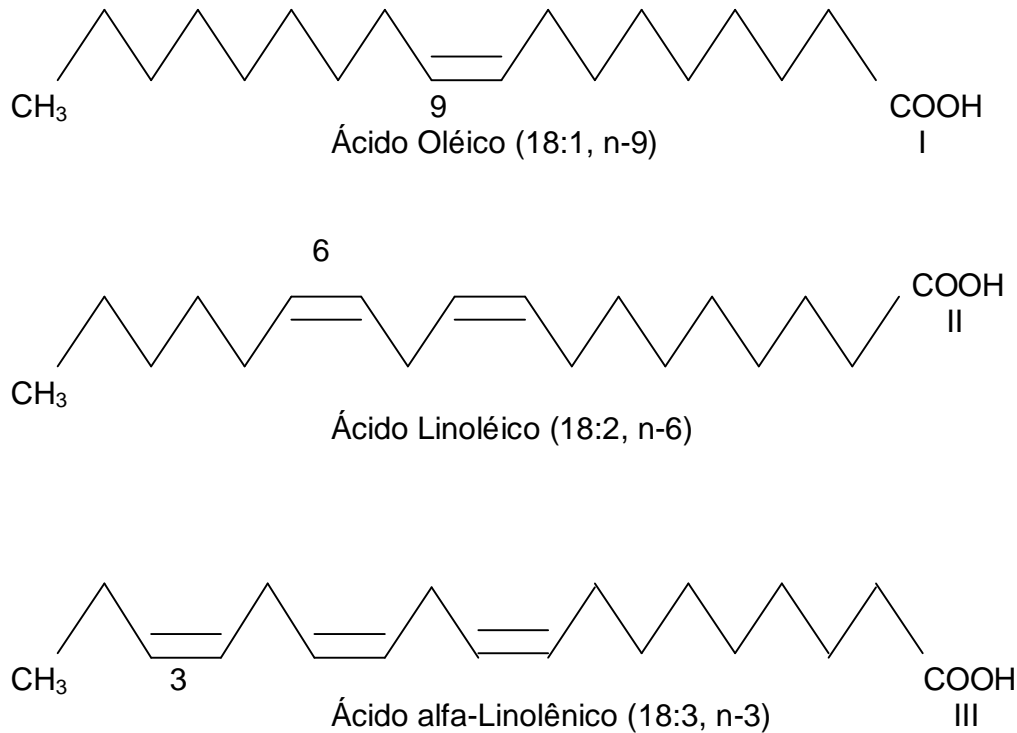


Figura 1. Ácidos Graxos polinsaturados das séries -6 e -3.

Fonte: Aikawa, 2004.

Gurr (1986) e Stubb e Smith (1984) pontuam que, o modo pelo qual esses ácidos graxos estão relacionados e as razões pelas quais alguns são essenciais e outros não, são entendidas em função das vias bioquímicas pelas quais eles são metabolizados no organismo.

Os tecidos animais contêm enzimas, chamadas *dessaturases* ou *acil-CoA dessaturases*, que inserem duplas ligações em ácidos graxos saturados, normalmente na posição 9, dando origem, a partir dos ácidos palmítico e esteárico, aos ácidos palmitoleico e oléico, respectivamente. Estes ácidos graxos representam os membros

das famílias do ω -7 e ω -9, e a enzima que catalisa esta transformação é chamada Δ^9 dessaturase.

Enzimas que catalisam a inserção de mais duplas ligações para produzir ácidos graxos polinsaturados estão presentes nos animais apenas na posição entre a primeira dupla ligação e o grupo carboxila terminal.

A enzima que catalisa a segunda dessaturação é a Δ^6 dessaturase, que insere a dupla ligação na posição 6; então o ácido oléico (ω -9) é convertido em ácido cis-6,9,12-octadecatrienóico (ω -9), enquanto o ácido linoléico (ω -6) é convertido em cis-6,9-octadecadienóico (ω -6) e ácido ω -linolênico (ω -3) (GURR, 1986).

O aumento do número de carbonos dos ácidos linoléico e linolênico se dá através da ação das enzimas localizadas no retículo endoplasmático das células, chamadas *elongases*, produzindo ácidos graxos altamente polinsaturados das séries ω -6 e ω -3 (Figura 2) (SANTANA, 2004).

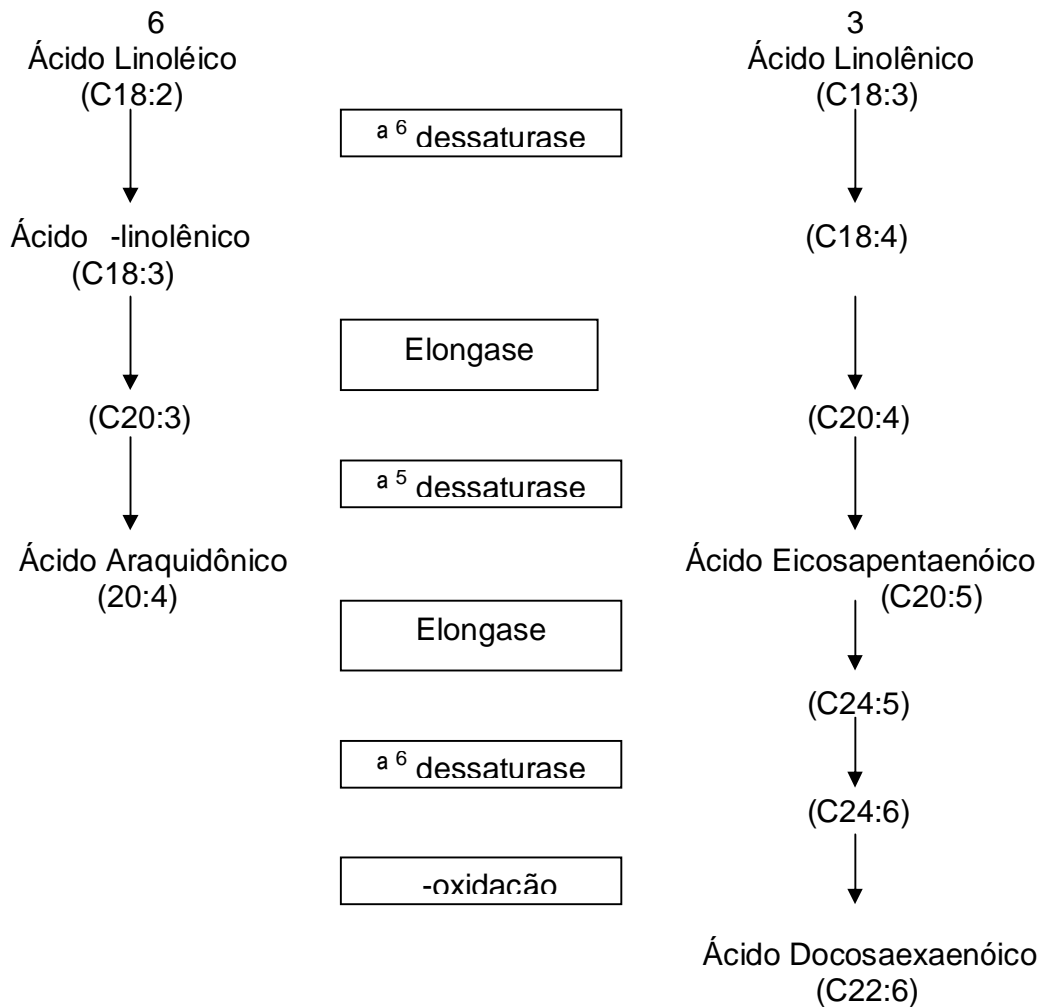


Figura 2. Esquema Ilustrativo da Síntese de ácidos graxos insaturados.

Fonte: Santana, 2004.

Essa seqüência de dessaturações e alongamentos é a forma pela qual os animais produzem uma variedade de ácidos graxos polinsaturados para atender às suas necessidades e pode ocorrer nas famílias -3, -6, -7 e -9.

Porém, com o decurso da evolução apenas as plantas são capazes de inserir duplas ligações nas posições 12 e 15, e os membros destas quatro famílias não podem ser interconvertidos nos tecidos animais (GURR, 1986; STUBB e SMITH, 1984).

O ácido linoléico e seus relativos são chamados essenciais porque sem eles, os animais morrem, assim sendo, o primeiro membro da família deve ser suprido pela dieta de fontes vegetais ou animais.

O fato de que a enzima ^{a 6} dessaturase pode introduzir uma dupla ligação na posição 6 de cada primeiro membro das famílias de ácidos graxos -3, -6, -7 e -9, tem conseqüências extremamente importantes. Significa que todos estes ácidos graxos podem competir entre si pela mesma enzima ^{a 6} dessaturase, podendo influenciar em seus respectivos metabolismos. Entretanto, a enzima não tem a mesma eficiência em todos os ácidos graxos. Quanto mais duplas ligações estiverem presentes no ácido graxo original, mais eficientemente ele é dessaturado pela enzima. Com isso, a ordem de afinidade das enzimas pelos ácidos graxos é ácido -linolênico > linoléico > oléico > palmitoléico. Para o homem, a via metabólica mais importante é àquela em que o ácido linoléico proveniente da dieta é convertido em ácido araquidônico (GURR, 1986; STUBB e SMITH, 1984).

Moreto e Fett (1998) relatam que, para que o ácido graxo essencial seja considerado eficiente, alguns requisitos devem ser observados, quais sejam: a primeira dupla ligação deve estar no sexto átomo de carbono, quando a contagem inicia-se pelo lado metil terminal; presença de pelo menos duas duplas ligações que entre si devem ter a posição de divinilmetano e; apresentar a configuração *cis*.

Em condições normais, a dieta deve conter ácido linoléico suficiente para que haja alta afinidade pela enzima ^{a 6} dessaturase, garantindo que a via metabólica vital de produção do ácido araquidônico continue. Há circunstâncias, entretanto, em que isto não acontece. É o caso de pacientes alimentados por nutrição enteral e parenteral com baixos teores de lipídios; bebês alimentados com fórmulas artificiais que contêm pouco ou nenhum ácido linoléico, ou desnutridas; nos casos de má absorção de gorduras; em algumas desordens genéticas que resultam em perda da especificidade das enzimas dessaturases (GURR, 1986).



PDF Complete
Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Quando a dieta contém pequena quantidade de ácido linoléico e grandes quantidades de outros ácidos, como por exemplo o oléico, o que faz com que os ácidos graxos em excesso compitam com o ácido linoléico pela enzima ^{a 6} dessaturase, com sucesso, gerando uma série de ácidos graxos poliinsaturados que não tem atividade essencial. Como resultado desta competição, a via metabólica alternativa gera um ácido graxo com 20 carbonos de estrutura cis-5, 8,11-eicosatrienóico no lugar do ácido araquidônico. Esse ácido não está normalmente presente nos tecidos por mais que 10 minutos, seu acúmulo é indicador bioquímico diagnóstico de deficiência de ácidos graxos essenciais, podendo ser identificado em análises de sangue (GURR, 1986; MORETO e FETT, 1998).

A concentração de ácidos graxos essenciais totais declina com a idade, mais rapidamente em mulheres do que homens. Além disso, o índice de renovação dos ácidos graxos essenciais é diferente nos diversos tecidos, relacionando-se diretamente com o aporte alimentar. A necessidade aumenta em condições fisiológicas diversas como a gravidez, já que o crescimento e desenvolvimento fetal e placentário requerem a síntese de novas estruturas, especialmente as membranas celulares e subcelulares. Isto significa que, em situações de elevada divisão celular há um maior requerimento de ácidos graxos, que podem ser tanto fisiológicas, na infância, por exemplo, como patológicas, em processos inflamatórios ou de regeneração celular (GURR, 1986).

Quanto às recomendações sobre a quantidade de ácidos graxos que deve ser ingerida para manter as funções fisiológicas, Gurr (1986) se reporta a um relatório da (Food and Agricultural Organization) FAO/OMS como um dos mais detalhados estudos sobre os requerimentos humanos para diferentes ácidos graxos essenciais. Com base neste relatório, durante a gestação, os requerimentos de ácidos graxos essenciais vão 1 a 1,5 % a mais dos que o 1% de energia da dieta necessário para os requerimentos basais, e os requerimentos durante a lactação aumentam de 1 a 2% a energia da dieta. Portanto, dependendo das necessidades fisiológicas, as estimativas sobre os requerimentos humanos de ácidos graxos essenciais encontram-se entre 1 e 3% da energia dietética.

A ISSFAL (International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids), sociedade que reúne cientistas, profissionais de saúde, administradores e educadores, vem discutindo e estabelecendo padrões de ingestão de ácidos graxos para indivíduos saudáveis e doentes. A ingestão adequada (IA) para consumo dos diferentes ácidos graxos ω 6 e ω 3 ficou assim estabelecida: para o ácido linoléico, a IA é de 4,44 g/dia (2% do total de energia ingerida); para o ácido linolênico, 2,22 g/dia (1% do total de energia ingerida) e, para o consumo dos ácidos eicosapentaenóico e docosahexaenóico, 0,65 g/dia (0,3% do total de energia ingerida).

Já, as recomendações do Food and Nutrition Board, estabelecem as IAs para o ácido linoléico de 17 g/dia para homens e 12 g/dia para mulheres e; para o ácido linolênico de 1,6 g/dia para homens e 1,1 g/dia para mulheres (SANTANA, 2004).

Embora cause controvérsias, já que existem diferentes ácidos graxos na dieta, outra forma de estabelecer recomendações sobre a ingestão de ácidos graxos é através da razão ω 6/ ω 3.

Uma razão de ω 6/ ω 3 oferecida pela dieta de 5:1, de acordo com muitas evidências, fornece uma ótima razão tecidual de ácido araquidônico: ácido eicosapentaenóico, porém as recomendações atuais variam bastante. Países como a Suécia e a Alemanha estabeleceram recomendações para uma ingestão ω 6/ ω 3 por meio da dieta na razão de 5:1; o Japão estabeleceu uma ingestão na razão de ω 6/ ω 3 de 2:1; enquanto a FAO, uma ingestão de ω 6/ ω 3 na razão de 5 a 10:1 (SANTANA, 2004).

2.2.3. Ácidos graxos essenciais: implicações na saúde e doença

Santana (2004) relata que entre 100 e 150 anos atrás, as dietas das populações ocidentais possuíam uma relação de ω 6/ ω 3 de aproximadamente 1, e que atualmente

esta relação é de 10:1, com alguns países apresentando uma razão de até 25:1. O que demonstra que houve uma mudança drástica, em um período relativamente curto, no perfil do consumo de ácidos graxos polinsaturados, o que leva à alterações nos padrões genéticos estabelecidos durante a evolução humana.

Dietas deficientes em ácidos graxos essenciais determinam disfunções variadas em animais e humanos. Esta carência, traduz-se dentre outros sintomas em, alterações cardiovasculares, afecções de pele, distúrbios alérgicos, alterações de visão, redução na taxa de crescimento, alterações hormonais e mamárias.

Dentre as funções já reconhecidas dos ácidos graxos essenciais, pode-se citar a modulação da estrutura das membranas celulares; a formação de prostaglandina E1 (PGE1); o controle da permeabilidade da pele e de outras membranas como a do trato gastrointestinal e a barreira hematoencefálica; regulação da síntese e transporte do colesterol; regulação da pressão e coagulação sanguíneas, frequência cardíaca, dilatação vascular, resposta imunológica das gorduras e componentes estruturais das membranas celulares (WAITZBERG, 2000; SANTANA, 2004).

A partir do ácido arquidônico, do ácido dihomo-gama-linolênico e do ácido eicosapentaenóico, quando estes são liberados da posição sn-2 de fosfolípidios teciduais pela ação da fosfolipase A₂, os eicosanóides são sintetizados pela ação de enzimas *ciclooxigenases* ou *prostaglandina endoperóxido sintase* e de *lipoxigenases*, e têm funções fisiológicas importantes nos sistemas cardiovascular, reprodutivo, respiratório, renal, endócrino e imune (SANTANA, 2004).

O esquema ilustrativo sobre o metabolismo dos ácidos graxos para formação dos eicosanóides encontra-se na figura 3.

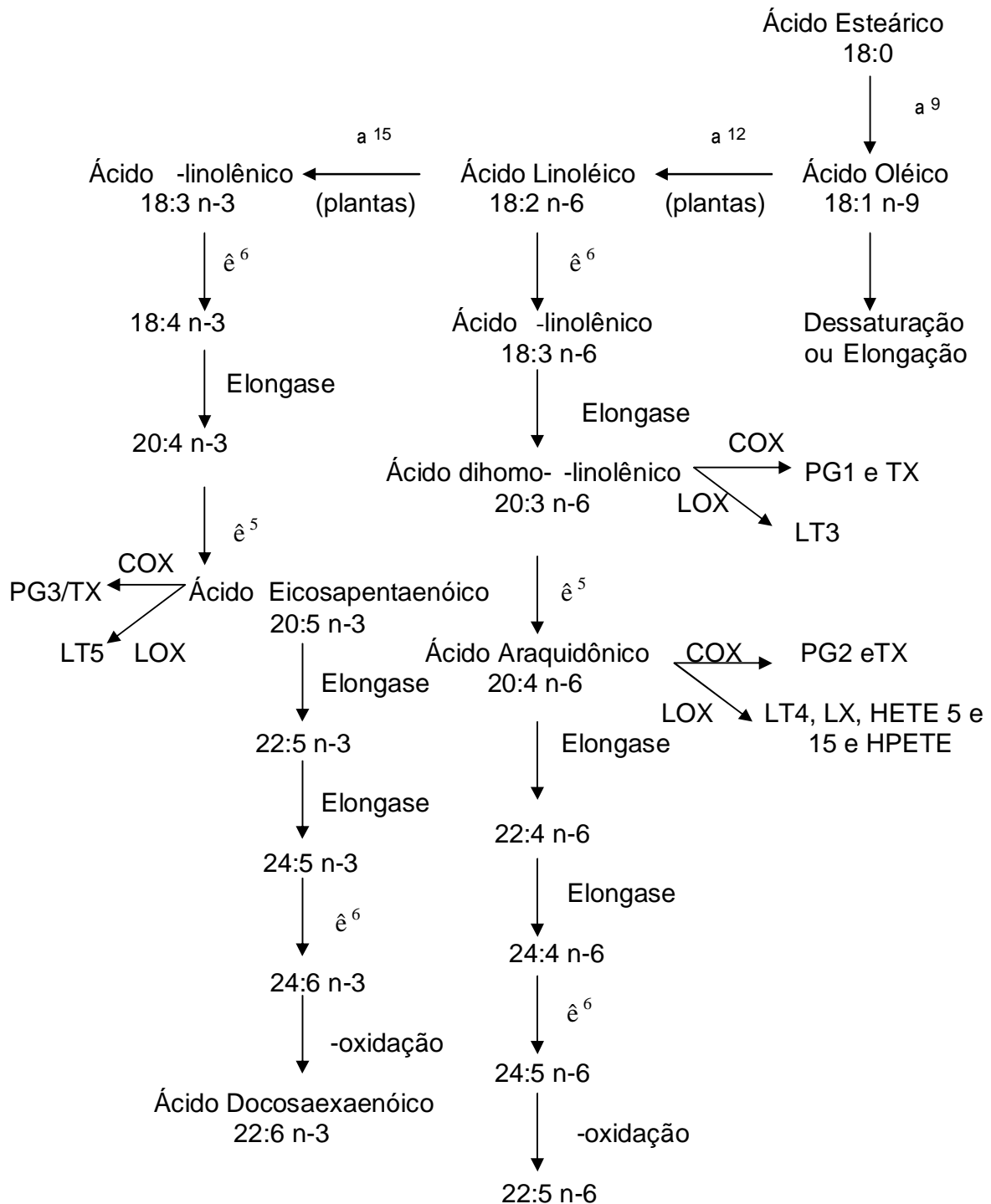


Figura 3. Metabolismo dos Ácidos Graxos Polinsaturados.

Fonte: Aikawa, 2004.

As prostaglandinas, substâncias originadas do ácido araquidônico, são ácidos graxos oxigenados com um anel de cinco átomos de carbono que exibem uma variedade de propriedades fisiológicas e farmacológicas em concentrações extremamente baixas. Estas incluem a habilidade para contrair a musculatura lisa, inibir ou estimular a agregação plaquetária e provocar constrição ou dilatação dos vasos sanguíneos, com influência sobre a pressão sanguínea.

As prostaciclina e tromboxanos, também formados a partir do ácido araquidônico, têm efeitos fisiológicos opostos.

As prostaciclina são formadas nas paredes das artérias e estão entre os mais potentes inibidores da agregação plaquetária, promovendo relaxamento da parede arterial e diminuição da pressão sanguínea.

Os tromboxanos, encontrados nas plaquetas, estimulam a agregação das mesmas, sendo importantes no mecanismo de cicatrização de feridas, são responsáveis pela contração das paredes arteriais, promovendo um aumento da pressão arterial.

Sobre a deficiência de ácidos graxos essenciais, relacionada às membranas biológicas, estas são responsáveis por mudanças em suas propriedades, tais quais, a permeabilidade à água e moléculas pequenas como açúcares e íons metálicos.

As membranas das mitocôndrias do fígado de animais com deficiência de ácidos graxos essenciais têm menores proporções de ácidos linoléico e araquidônico e maiores proporções de ácido oléico e ácido *cis*-5, 8, 11-eicosatrienóico que àqueles de animais saudáveis. Essas mitocôndrias são menos eficientes para oxidar ácidos graxos e sintetizar ATP, que é uma fonte vital de energia na célula, e essas mudanças a nível molecular e celular se refletem numa menor performance dos animais em converter energia do alimento em energia metabólica para o crescimento e manutenção das funções corporais (POMERANZ, 1985; GURR, 1986).

O tecido adiposo, responsável pela função de armazenamento; o fígado, pelo processamento químico; o músculo pela utilização de combustível e o rim, pela excreção, têm tendência a apresentarem membranas nas quais os ácidos graxos da família $n-6$ predominam e o ácido araquidônico é o principal polinsaturado.

Em contraste, o tecido nervoso e a retina têm uma maior proporção de ácidos com cadeias longas com 5 e 6 duplas ligações, predominantemente da família $n-3$, cujo principal precursor é o ácido $n-3$ -linolênico.

Evidências sugerem que quando a razão de ácidos graxos $n-3$ e $n-6$ é modificada experimentalmente em tecidos de ratos, algumas mudanças ocorrem nas respostas do eletrorretinograma e comportamentais (NEURINGER e CONNOR, 1986).

Por esta razão, Santa-Anna (2004) comenta que os ácidos graxos da família $n-3$ têm um papel específico no funcionamento da visão e do cérebro. Um elevado teor de ácido docosahexaenóico (C22: 6 $n-3$) no cérebro e na retina, sugere que o mesmo exerce papel importante no funcionamento adequado dos sistemas nervoso e visual e, portanto, uma provisão adequada de ácido docosahexaenóico faz-se necessária, especialmente na gestação, lactação e infância.

Vários são os estudos que apontam para a importância do ácido $n-3$ -linolênico nos diversos sistemas do organismo, haja vista que ele se torna essencial para o funcionamento normal do cérebro, crescimento e desenvolvimento, saúde óssea, estimulação do crescimento da pele e do cabelo, regulação do metabolismo, e manutenção da capacidade reprodutiva (TORRES, HILL JR e OTERO, 2004). Sob certas condições patológicas, como por exemplo, eczema atópico, esclerose múltipla, artrite reumatóide, síndrome pré-menstrual, diabetes mellitus, hipercolesterolemia e câncer, ocorre um impacto na atividade da Δ^6 dessaturase e diminuição na síntese do ácido dihomo- $n-3$ -linolênico (20:3 $n-6$) e seus metabólitos, como a prostaglandina E_1 (PGE_1) e o ácido 15-hidroxi-dihomo- $n-3$ -linolênico (15-OH-DGLA) (DAS et. al. ,1988).

Senanayake e Shahidi (2002) reportam-se a Horrobin (1992) e a Leventhal et. al. (1993) e comentam que geralmente, é reconhecido que condições de doença associadas com a desregulação da atividade da ^{a 6} dessaturase pode ser aliviada pela suplementação dietética com ácido ω -linolênico.

Mais recentemente, os acilgliceróis ricos em ácido ω -linolênico têm sido utilizados para o tratamento das supracitadas doenças. Neste estudo, o ponto central concentra-se na utilização potencial dos ácidos graxos presentes em três frutas com ocorrência na Amazônia em função do papel que estes ácidos exercem nas patologias mamárias.

2.3. Alterações Funcionais Benignas das Mamas x Ácidos Graxos Essenciais

No que se refere às alterações mamárias que ocorrem pela deficiência em ácidos graxos essenciais, estas estão relacionadas com as alterações funcionais benignas das mamas.

De acordo com a Federação Brasileira das Sociedades de Ginecologia e Obstetrícia . FEBRASGO (2001), entende-se por alterações funcionais benignas das mamas (AFBM) a condição clínica caracterizada por mastalgia e/ou espessamento mamário, que surge no início do menacme, sendo geralmente acentuado no período pré-menstrual e que tende a desaparecer com a menopausa.

Ader e Shriver (1998) consideram que a mastalgia cíclica representa um desafio para médicos e pesquisadores, haja vista que a mesma tem sido sub-reconhecida, sub-pesquisada e sub-tratada nos Estados Unidos porque, clinicamente, os médicos trivializam as queixas de dor, especialmente quando nenhuma patologia orgânica foi identificada.

Com frequência alta, geralmente acometendo metade das mulheres, podendo chegar a 70%, a ocorrência de dor mamária é queixa comum nos ambulatórios, tendo sido realizados diversos trabalhos que abordam este tema. Estudos na Inglaterra

revelaram que 69% das mulheres que foram submetidas à *screening* mamográfico de câncer de mama, referiram dor mamária. Outro estudo realizado no Canadá com enfermeiras, apontou que 29,6% delas já haviam recebido tratamento medicamentoso para alívio da dor mamária; enquanto no Brasil, uma investigação sobre a prevalência de mastalgia em população universitária feminina, constatou que 66,2% ou dois terços das mulheres com idade entre 17 e 45 anos são acometidas .

Embora a etiologia da mastalgia cíclica ainda permaneça obscura, acredita-se que uma interação de fatores hormonais, nutricionais, metabólicos e emocionais está envolvida no desenvolvimento das AFBM (Figura 4).

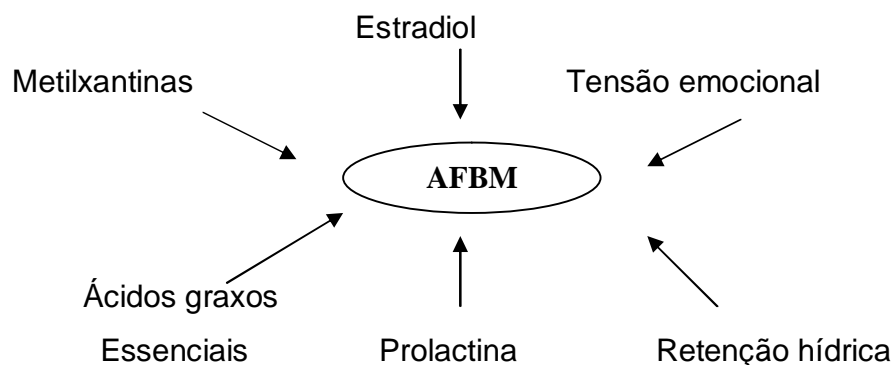


Figura 4. Fatores determinantes e agravantes da AFBM.

Fonte: Federação Brasileira das Sociedades de Ginecologia e Obstetrícia, 2001.

As AFBM ocorrem no menacme, e geralmente obedecem a um ciclismo, com reforço pré-menstrual. São mais freqüentes em nuligestas e mulheres com baixa paridade; costuma regredir com a menopausa e tendem a reaparecer com a terapia de reposição hormonal. Com isso, acredita-se que os fatores hormonais sejam os desencadeantes e outros possam ser as condições agravantes (Figura 4).

Há uma ação predominante estrogênica sobre o tecido epitelial da mama, o que promove alongamento e dilatação dos ductos, induzindo a proliferação e retenção de sódio e água (evento principal) (FEBRASGO, 2001; HALBE, 2000).

Ao que parece ainda, a relação estrogênio/mastalagia não depende de hipersecreção ou hiperfunção, mas de um tempo de estimulação mais prolongado, ou seja, as mulheres que têm múltiplas gestações e filhos são menos propensas a dor mamária e, ao contrário, àquelas quem têm mais ciclos menstruais, por não estarem grávidas, são mais predispostas (FEBRASGO, 2001; HALBE, 2000).

Imagina-se que a repetição dos ciclos menstruais, população folicular ovariana produzindo e lançando estradiol na circulação mensalmente, é a condição facilitadora para o estímulo continuado e repetitivo. Além disso, a flutuação cíclica, em termos de redução de estradiol, cria um gradiente local nos pequenos ductos mamários, também repetitivo e cíclico, que propicia a formação dos cistos (FEBRASGO, 2001; HALBE, 2000).

De modo geral, o hiperestrogenismo tende a se acompanhar de hiperprolactinemia, se não for compensado por um aumento do tônus central dopaminérgico, frenador da liberação de prolactina (FEBRASGO, 2001; HALBE, 2000).

A relação entre prolactina e AFBM não é bem compreendida, porém, sabe-se que existe liberação facilitada de prolactina nas mulheres com mastalagia cíclica e que drogas com ação antiprolactínica promovem alívio significativo da dor mamária quando comparadas a placebo (FEBRASGO, 2001; HALBE, 2000).

A mastalagia, de acordo com estudo de Preece e colaboradores, não é em sua essência um problema psiconeurótico, mas as emoções podem desempenhar papel agravante, potencializando as reações ao incômodo mamário. Estudos psicológicos mostraram que mulheres com mastalagia são mais ansiosas e também apresentam mais depressão e problemas sociais do que as demais (FEBRASGO, 2001; HALBE, 2000).

O estado de estresse também pode interferir na determinação da disfunção neuroendócrina, caracterizada pela resposta inapropriada do tônus dopaminérgico. A tensão emocional pode fazer com que ocorra liberação cerebral de opióides endógenos e de fatores neuroendócrinos como a serotonina, que reconhecidamente induzem a uma redução da liberação de dopamina (FEBRASGO, 2001; HALBE, 2000).

As metilxantinas, se ingeridas em excesso podem levar a uma maior sensibilidade do tecido efator mamário ao estímulo hormonal, porque estas têm a propriedade de elevar os níveis de adenosina monofosfato cíclico (AMPC) na célula mamária, em resposta a maior liberação de catecolaminas. Estudos com animais demonstram que a ingestão exagerada de cafeína causa elevação de prolactina sérica (FEBRASGO, 2001; HALBE, 2000).

Ao que tudo indica, a retenção hídrica parece atuar como fator agravante da mastalgia, entretanto ainda não há trabalhos conclusivos. Sabe-se que a água corporal total nas mulheres com mastalgia cíclica não está elevada na segunda fase do ciclo, mas também é possível que um eventual edema intramamário neste período possa ocorrer. Na prática, frequentemente, ocorre edema mamário pré-menstrual que coincide com mastalgia (FEBRASGO, 2001; HALBE, 2000).

Sobre a atuação dos ácidos graxos essenciais no desenvolvimento das AFBM, estudos apontam que uma relação aumentada entre ácidos graxos saturados e insaturados leva à condição de hipersensibilidade hormonal aos estrogênios e à prolactina. O que se dá devido à dificuldade na síntese de prostaglandina E1, que é um modulador da ação hormonal (ADER e SHRIVER, 1998; FEBRASGO, 2001; HALBE, 2000).

Gateley et. al. (1992) verificaram que o perfil lipídico de mulheres com mastalgia e cistos mamários é freqüentemente alterado, com elevação de gorduras saturadas e

redução de ácidos graxos essenciais insaturados como o linoléico, di-homo- -linolênico e araquidônico.

De acordo com Horrobin (1989) apud Ader e Shriver (1998), as ações biológicas dos hormônios estradiol, progesterona, prolactina, angiotensina e opióides, cujos níveis flutuam durante o ciclo menstrual, podem ser inibidos pelos ácidos graxos essenciais, prostaglandinas, ou ambos. Portanto, níveis inadequados destes ácidos graxos, prostaglandinas, e possivelmente outros eicosanóides podem levar a uma situação onde concentrações normais dos hormônios exercem efeitos exagerados. Posteriormente, Horrobin postulou que a modulação da atividade periférica de estrogênios pelos ácidos graxos está relacionada à formação de ésteres de ácidos graxos de estradiol.

Em muitos tecidos, incluindo o tecido mamário humano normal e cancerígeno, o estradiol esterifica-se com ácidos graxos. Estes ésteres de estradiol são formados com os ácidos graxos disponíveis no tecido periférico. Os ésteres formados com ácidos graxos saturados têm ações orgânicas mais potentes e prolongadas que àqueles formados com ácidos graxos polinsaturados. Portanto, em tecidos mamários que apresentam elevado nível de gorduras saturadas quando comparados às concentrações de ácidos graxos essenciais, os ésteres de estradiol que são formados terão efeitos mais potentes e mais prolongados, ocasionando alterações dolorosas nas mamas.

Dentre as opções de tratamento das alterações funcionais benignas das mamas, recentemente, têm sido cada vez mais utilizados compostos a base de ácidos graxos essenciais.

Sobre isso, Ader e Shriver (1998) relatam que, o óleo de prímula, extraído das sementes da prímula (*Oenothera biennis*), é uma fonte do ácido graxo essencial - linolênico (GLA), um precursor da PGE1, inicialmente utilizado para o tratamento destas desordens.

Apesar de o mecanismo de ação do óleo ainda não ter sido estabelecido, como notado acima, baixos níveis de ácidos graxos essenciais ω -6 resulta em um efeito exagerado nos níveis de hormônio normais; assim sendo, a suplementação com este ácido graxo essencial visa tornar a reatividade à níveis normais.

De acordo com a FEBRASGO (2001); Freitas et. al. (2001) e Halbe (2000), a complementação com ácidos graxos essenciais, especialmente o ácido ω -linoléico e o ω -linolênico, têm sido utilizada no tratamento das mastalgias e alterações funcionais benignas das mamas, onde visa promover pelo aumento de seus precursores, a síntese de prostaglandina E1, que modula ação estrogênica e prolactínica na mama. Seu uso tem proporcionado índices de remissão de 70%, sem efeitos colaterais ou apresentando efeitos adversos menos dramáticos que os anti-estrogênicos, dentre eles náuseas, indigestão e cefaléia, em uma frequência de 4-5%, tornando-se o óleo de prímula uma alternativa atrativa às terapias hormonais (ADER e SHRIVER, 1998).

Alguns estudos controle com placebo, outros abertos demonstraram que o óleo de prímula é efetivo para casos de mastalgia cíclica e não cíclica (HORROBIN, 1990; PYE, MANSEL e HUGHES, 1985; MANSEL, PYE e HUGHES, 1990; GATELEY, 1992; GENOLET, DELALOYE, DE GRANDI, 1995; CHEUNG, 1999).

Ader e Shiver (1998) relatam que, em uma revisão sobre a terapêutica para mastalgia cíclica, Goodwin categorizou o óleo de prímula como um ~~tratamento~~ tratamento efetivo definitivo+. Entretanto, os estudos mais recentes ainda questionam a real eficácia do ácido ω -linolênico no tratamento das patologias benignas mármarias (BLOOMERS et.al., 2002; GOYAL e MANSEL, 2005).

Halbe (2000) comenta que anteriormente, o óleo de prímula constituía interessante possibilidade de tratamento não-hormonal para as AFBM. Porém, representava alto custo por ser disponível no país apenas mediante importação. Nos dias atuais, pode ser formulado em farmácias de manipulação, sendo as fontes de obtenção de ácido ω -linoléico e ω -linolênico mais utilizadas, o óleo de prímula

(*Oenothera biennis*) e o óleo de borragem (*Borago officinalis* L.). As recomendações relativas às dosagens variam de acordo com o fabricante e com as respectivas forma farmacêutica e apresentação (FREITAS et. al., 2001).

2.4. Óleos de Prímula (*Oenothera biennis*) e de Borragem (*Borago officinalis*)

Tecidos de plantas superiores não apresentam usualmente lipídios que contêm ácido γ -linolênico (ácido *cis*-6,9,12-octadecatrienóico). Entretanto, geralmente, são abundantes em ácido α -linolênico (*cis*-9,12,15-octadecatrienóico). Têm-se observado que sementes de algumas plantas pertencentes às famílias Onagraceae, Boraginaceae e Saxifragaceae, contêm proporções substanciais de ácido γ -linolênico como um constituinte de seus lipídios (MUKHERJEE e KIEWITT, 1987).

Observa-se um grande interesse, nos últimos anos, nos óleos da borragem (*Borago officinalis* L.) e da prímula (*Oenothera Biennis* L.) porque eles são fontes naturais que contêm quantidades de lipídios, na ordem de 29-35% e 17-25%, respectivamente, e teores de ácido γ -linolênico correspondentes a 20-25% e 7-10% no óleo (Beaubaire e Simon, 1987; Gunstone, 1992). Este ácido graxo essencial (AGE) é um membro da família ômega 6 e é encontrado, primariamente, em óleos derivados de plantas (SENANAYAKE E SHAHIDI, 2002).

É bem estabelecido que em plantas superiores o ácido linoléico (*cis*-9,12-octadecadienóico) é formado pela dessaturação do oleato da fosfatidilcolina, ao contrário do que ocorre em animais, onde o substrato utilizado é a acil-CoA. O α -linolenato é sintetizado pela dessaturação seqüencial do oleato α -linoleato α -linolenato pela ação das enzimas Δ^{12} e Δ^6 dessaturase, no caso das sementes de borragem e, Δ^{15} e Δ^6 dessaturase para as sementes de prímula (STYMNE e STOBART, 1986; MUKHERJEE e KIEWITT, 1987). Em estágio inicial de maturação, ambos os ácidos γ -linolênico e α -linolênico são sintetizados pela dessaturação do ácido linoléico por ambas dessaturases, mas em estágios tardios, a dessaturação Δ^6 predomina. A Δ^{12}

dessaturase utiliza como substrato o oleato em ambas as posições sn-1 e 2 da sn-fosfatidilcolina, enquanto a ^{a 6} dessaturase é quase totalmente posicionalmente específica ao linoleato na posição 2 da sn-fosfatidilcolina (STYMNE e STOBART, 1986; 1988; MUKHERJEE e KIEWITT, 1987).

O ácido α -linolênico formado é canalizado quase exclusivamente para os fosfolipídios e glicolipídios que são constituintes das membranas celulares, enquanto o ácido ω -linolênico é esterificado principalmente para os lipídios de armazenamento, isto é, os triacilgliceróis. No caso dos lipídios das sementes de prímula, os dilinoleoil- ω -linoleoilgliceróis são as principais espécies moleculares de triacilgliceróis formados que contêm unidades de ω -linoleoil. Em contraste às sementes, as folhas da prímula têm o ácido α -linolênico como o principal constituinte dos lipídios e não contêm ácido ω -linolênico (MUKHERJEE e KIEWITT, 1987).

2.5. Tipos de lipídios no organismo e suas funções

Gurr (1986) comenta que os tipos de lipídios no organismo são descritos em termos de suas funções, que são: estruturais, metabólicas e de armazenamento.

Os lipídios estruturais, principalmente fosfolipídios, glicolipídios e colesterol, são os que desempenham um papel importante nas estruturas biológicas, fazendo parte integral das membranas biológicas, que agem como barreiras entre um compartimento do corpo e outro, e também são os sítios de produção de muitas substâncias bioquímicas importantes no metabolismo.

Os lipídios de armazenamento, os triacilgliceróis, também conhecidos como gorduras neutras, são responsáveis em prover energia em um longo período de tempo, quando o organismo é privado de alimento. Os triacilgliceróis são armazenados em células especializadas, os adipócitos, no tecido adiposo, sendo que o acúmulo e a biossíntese de lipídios, a partir do tecido adiposo são controlados pela interação de fatores dietéticos e hormonais (GURR, 1986; SANTANA, 2004).

Sant'Ana (2004) relata que, na alimentação das populações ocidentais, os triacilgliceróis correspondem à fração quantitativa mais importante, entre 90 a 98% da ingestão de gordura, por volta de 100 g/dia, seguida dos fosfolípidios, que correspondem com um fornecimento entre 2 a 10% da ingestão de gordura, cerca de 5g/dia; enquanto os glicolípidios, esteróis e vitaminas lipossolúveis representam percentuais bem menores. As três moléculas de ácidos graxos da estrutura dos triacilgliceróis, em contrapartida às duas moléculas dos fosfolípidios, torna os primeiros os constituintes mais importantes dos alimentos.

Os lipídios estruturais e de armazenamento estão presentes em grandes agregados, e moléculas de lipídios individuais de ambas estas fontes são formadas e convertidas em metabólitos com funções importantes, pela ação de processos enzimáticos específicos. Exemplos são as prostaglandinas formadas a partir de ácidos graxos e os ácidos biliares e hormônios esteróides, a partir do colesterol.

2.6. Lipídios em alimentos vegetais

O homem obtém os lipídios de sua dieta a partir de fontes vegetais e animais. Os alimentos em geral contêm dois tipos de lipídios, as gorduras visíveis derivadas do tecido adiposo e do leite de animais ou dos óleos de sementes, que são os lipídios de armazenamento das plantas.

Como o objetivo do estudo está voltado aos ácidos graxos essenciais de frutas, vamos nos deter em falar dos lipídios provenientes de vegetais.

O óleo das sementes é a forma de armazenamento de energia de várias plantas, assim como a do tecido adiposo dos animais. A maioria das plantas oleaginosas estoca seus lipídios na forma de triacilgliceróis, principalmente no exocarpo da fruta ou no endosperma da semente. Algumas plantas armazenam os triacilgliceróis tanto no

exocarpo quanto no endosperma. Neste caso, eles se encontram no citoplasma das células das sementes na forma de gotículas de gordura, circundadas por uma membrana composta de fosfolipídios e proteínas (GURR, 1986).

Os óleos de sementes contêm quantidades variáveis de fosfolipídios, clorofila, carotenóides, tocoferóis e fitoesteróis; e variam amplamente em sua composição de ácidos graxos. Nas plantas que armazenam triacilgliceróis no exocarpo e no endosperma há uma acentuada diferença na composição de ácidos graxos dos triacilgliceróis destas localizações diferentes. Os ácidos graxos encontrados, predominantemente, nos óleos vegetais comerciais são o palmítico, esteárico, oléico e linoléico (GURR, 1986).

Quanto aos lipídios das folhas de plantas superiores, estes correspondem a mais de 7% de seu peso seco, alguns dos quais são lipídios de superfície, os fosfolipídios e glicolipídios; e outros são componentes das membranas dos cloroplastos, sendo estes últimos os ácidos graxos palmítico, hexadecenóico, oléico, linoléico e -linolênico, que é quantitativamente mais importante (GURR, 1986).

Uma série de estudos de pesquisadores da região sobre a composição em ácidos graxos das frutas amazônicas mostra que estas apresentam teores de ácido oléico, linoléico e linolênico variados, tanto os frutos quanto as sementes. Com base nesta revisão, dentre as 21 espécies pesquisadas, foram selecionados para este estudo, o cupuaçu (amêndoa), a pupunha (casca e polpa) e o muruci (casca e polpa), em razão de seu rendimento em óleo, de sua composição em ácidos graxos insaturados, e de sua disponibilidade quando da coleta dos mesmos para início deste estudo.

Na tabela 1, encontram-se agrupados os dados relativos aos frutos estudados, de acordo com seu nome comum, nome científico, o rendimento da extração de seus óleos e os respectivos pesquisadores e ano. Na tabela 2, encontra-se distribuída a

composição percentual de ácidos graxos dos frutos da região amazônica, de acordo com os respectivos pesquisadores e ano.

Tabela 1. Distribuição das Espécies de Frutos da Amazônia de acordo com o nome comum, nome científico, rendimento em óleo e respectivos autores e ano do estudo.

Nome Comum	Nome Científico	Rendimento em óleo (percentual da extração)	Autores/Ano
Abriçó (amêndoa)	<i>Mammea americana</i> Jacq. Guttiferaceae	—	Rocha Filho et. al., 1982.
Açaí branco (casca+polpa)	<i>Euterpe oleraceae</i> Mart.	7,32	Serruya et. al., 1988.
Açaí branco (caroço)	<i>Euterpe oleraceae</i> Mart.	0,57	Serruya et. al., 1988.
Açaí roxo (caroço)	<i>Euterpe oleraceae</i> Mart.	2,10	Serruya et. al., 1988.
Açaí roxo (casca+polpa)	<i>Euterpe oleraceae</i> Mart.	20,07	Serruya et. al., 1988.
Bacaba (casca+polpa)	<i>Oenocarpus disticus</i> Mart.	26,2	Serruya et. al. , 1981.
Bacaba (polpa)	<i>Oenocarpus disticus</i> Mart.	28,1	Serruya et. al. , 1981.
Bacuri (amêndoa)	<i>Platonia insignis</i> Mart.	62,9	Luna et. al. , 1981.
Camapú (fruto)	<i>Physalis angulata</i> L. Solanaceae	7,5-10,0	Rocha Filho et. al., 1982.
Cupuaçu (amêndoa)	<i>Theobroma grandiflorum</i> Spreng Shum, Sterculiaceae	58,0	Leite e Bentes, 1989.
Castanha-do-Pará	<i>Bertholletia excelsa</i> HBK. - Lecitidaceae	64,00	Serruya et. al., 1982.

Dendê (amêndoa)	<i>Elaeis guineensis</i> L.	65,7	Serruya et. al., 1989.
Dendê (polpa)	<i>Elaeis guineensis</i> L.	76,6	Serruya et. al., 1989.
Inajá (amêndoa)	<i>Maximiliana regia</i> Mart.	60,6	Serruya e Bentes, 1985.
Inajá (polpa)	<i>Maximiliana regia</i> Mart.	36,3	Serruya e Bentes, 1985.
Mangostão amarelo (casca)	<i>Garcinia</i> <i>conchinchinesis</i>	8,78	Serruya et. al., 1988.
Mangostão amarelo (polpa)	<i>Garcinia</i> <i>conchinchinesis</i>	7,35	Serruya et. al., 1988.
Mari (polpa)	<i>Paraqueiba</i> <i>paraensis</i> , <i>Icacinaceae</i>	33,3	Carvalho et. al., 1981.
Mucajá (amêndoa)	<i>Acrocomia</i> <i>sclerocarpa</i> Mart.	40,5	Serruya e Bentes, 1985.
Mucajá (polpa)	<i>Acrocomia</i> <i>sclerocarpa</i> Mart.	25,8	Serruya e Bentes, 1985.
Murumuru (amêndoa)	<i>Astrocaryum</i> <i>murumuru</i> Mart.	—	Serruya e Bentes, 1985.
Muruci	<i>Byrsonima crassifolia</i> L., <i>Malpighiaceae</i>	—	Rezende e Braga, 2003.
Patauá (polpa)	<i>Jessenia bataua</i> , Mart.	31,0	Serruya et. al., 1989.
Piquiá (amêndoa)	<i>Caryocar villosum</i>	—	Bentes et. al. , 1979.
Piquiá (polpa)	<i>Caryocar villosum</i>	60,6	Bentes et. al. , 1979.
Pupunha (amêndoa)	<i>Bactris gasipaes</i> , Kunth.	11,7	Serruya et. al. ; 1981.
Pupunha (polpa)	<i>Bactris gasipaes</i> , Kunth.	4,3-34,1	Serruya et. al. ; 1981.
Tucumã (amêndoa)	<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	27,2	Serruya e Bentes, 1985.
Tucumã (polpa)	<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	39,1	Serruya e Bentes, 1985.
Uxi (amêndoa)	<i>Endopleura uxi</i> , <i>Humiriaceae</i>	47,1	Carvalho et. al., 1981.
Uxi (polpa)	<i>Endopleura uxi</i> , <i>Humiriaceae</i>	20,1	Carvalho et. al., 1981.

al em ácidos graxos das frutas da Amazônia, baseada na revisão da literatura produzida e 2003.

Óleo	12:0	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	22:0	Autores/Ano
Abricó (amêndoa)			47,99	9,13	41,87	–				Rocha Filho et. al., 1982.
Açaí branco (casca+polpa)	3,75	1,11	22,24	1,59	49,98	9,84	0,8			Serruya et. al., 1988.
Açaí branco (caroço)	7,15	14,08	18,55	2,01	41,34	10,06	1,34			Serruya et. al., 1988.
Açaí roxo (caroço)	7,40	28,40	20,10	1,59	33,29	2,64	0,6			Serruya et. al., 1988.
Açaí roxo (casca+polpa)	0,52	0,74	22,04	2,37	64,50	6,00	traços			Serruya et. al., 1988.
Babaçu (amêndoa)	44,10	15,40	8,50	2,70	16,10	1,40	–			Serruya et. al. , 1981.
Bacaba (casca+polpa)	–	–	13,60	4,53	61,57	7,47			8,70	Serruya et. al. , 1981.
Bacaba (polpa)	–	–	11,80	9,60	64,80	13,80	–			Luna et. al. , 1981.
Bacuri (amêndoa)		1,0	55,1	6,4	31,7	2,3		0,3		Rocha Filho et. al., 1982.
Camapú (fruto)			23,75	5,95	13,96	51,46				Leite e Bentes, 1989.
Cupuaçu (amêndoa)			7,6	31,00	50,00	5,00	0,2	11,6	1,55	Serruya et. al., 1982.
Castanha-do-Pará			14,46	9,18	37,48	38,87				Serruya et. al., 1989.
Dendê (amêndoa)	48,62	16,31	9,11	2,59	13,97	2,56	–			Serruya et. al., 1989.
Dendê (polpa)		8,85	46,68	5,60	37,00	9,26	traços			Serruya e Bentes, 1985.

		24,70	8,70	1,45	10,63	2,03	–			Serruya e Bentes, 1985.
Inajá (polpa)	1,53	3,32	27,93		48,72	15,50	3,00			Serruya et. al., 1988.
Mangostão amarelo (casca)	1,50	2,30	16,30	26,10	27,80	3,70	4,50	2,40	6,20	Serruya et. al., 1988.
Mangostão amarelo (polpa)	8,67	6,57	14,29	24,57	31,14	6,86	1,43	4,86	–	Carvalho et. al., 1981.
Mari (polpa)			29,82	66,43			3,75	–	–	Serruya e Bentes, 1985.
Mucajá (amêndoa)	48,94	15,67	12,90	3,11	16,72	–	–			Serruya e Bentes, 1985.
Murumuru (amêndoa)	46,32	30,66	8,00	3,10	6,65	1,45	–			Serruya e Bentes, 1985.
Muruci			5,5	6,3	53,3	34,9				Rezende e Braga, 2003.
Patauá (polpa)	–	–	7,60	9,40	77,50	5,50	–			Serruya et. al., 1989.
Piquiá (amêndoa)		Traços	39,67	1,0	54,98	1,90				Bentes et. al. , 1979.
Piquiá (polpa)		traços	46,61	0,70	49,16	1,53		–		Bentes et. al. , 1979.
Pupunha (amêndoa)	58,55	17,80	4,66	–	8,58	4,06			–	Serruya et. al. ; 1981.
Pupunha (polpa)	–	–	40,17	–	53,56	6,27			–	Serruya et. al. ; 1981.
Tucumã (amêndoa)	47,46	26,00	6,28	2,65	12,56	2,87	–			Serruya e Bentes, 1985.
Tucumã (polpa)			25,70		65,67	3,65	4,97			Serruya e Bentes, 1985.
Uxi (amêndoa)			27,20	46,06	16,71		6,48	–	–	Carvalho et. al., 1981.



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

	16,4		75,73			-	-	Carvalho et. al., 1981.
--	------	--	-------	--	--	---	---	----------------------------

Símbolos utilizados: 12:0 = Ácido Láurico ; 14:0 = Ácido Mirisítico; 16:0 = Ácido Palmítico ; 18:0 = Ácido Esteárico; 18:1 = Ácido Oléico; 18:2 = Ácido Linoléico ; 18:3 = Ácido Linolênico ; 20:0 = Ácido Araquídico; 22:0 = Ácido Beênico.

O potencial de utilização dos frutos selecionados neste estudo foi avaliado em função de três aspectos principais: 1. facilidade de obtenção da matéria-prima; 2. apresentar a matéria-prima bom rendimento em óleo e 3. apresentar o óleo altos teores dos ácidos graxos oléico, linoléico e linolênico. A seguir comenta-se sobre os frutos estudados.

2.6.1. O Cupuaçu

O Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Spreng. Schum), da família *Sterculiaceae*, é originário da Amazônia Oriental Brasileira, mais precisamente do Estado do Pará, ocorrendo espontaneamente no Estado, nas regiões do médio Tapajós (microrregião Itaituba), Rio Xingu (microrregião Altamira), Rio Anapu (microrregião Portel), Rio Tocantins (microrregião Tucuruí), e rio Guamá (microrregiões Guamá e Bragantina). Também é encontrado na região noroeste do Estado do Maranhão, nas margens do Rio Pindaré (EMBRAPA, 1995). Fora do Brasil, é cultivado na Venezuela, equador, Costa Rica e Colômbia (CAVALCANTE, 1991).

O clima característico das áreas onde a espécie ocorre é quente e úmido, com temperaturas médias mensais variando entre 24,2 °C e 28,2 °C. A umidade relativa média anual é elevada, com limite mínimo de 77% e máximo de 88%, sendo no mês mais seco de 64% e no mês mais úmido de 93% (EMBRAPA, 1995).

Os solos onde ocorrem são ácidos, com pH em torno de 4,5, teor de argila entre 35% e 60%, de baixa fertilidade natural, mas também está presente, em estado silvestre, em solos de classe textural bastante arenosa. Mais raramente é encontrado em solos de alta fertilidade natural e, até mesmo em solos de formação hidromórfica

como os das várzeas altas do estuário e do baixo Amazonas, que apresentam drenagem deficiente (EMBRAPA, 1995) .

A árvore do cupuaçuzeiro pode apresentar altura entre 15 m e 20 m. O tronco é geralmente reto, com diâmetro entre 25 cm e 30 cm, sem desrama natural, casca marrom-escura na superfície externa, internamente rósea ou avermelhada, granulosa, fissurada, com 2 mm de espessura, madeira pálida e, presentemente, sem valor comercial (EMBRAPA, 1995; VENTURIERI, 1993; CAVALCANTE, 1991).

O fruto é simples, com pericarpo diferenciado externamente por uma casca seca e, internamente, em uma ou mais camadas carnosas. Apresenta formato oblongo, ovado, elíptico, obovado ou redondo, com ou sem constrição basal e ápice arredondado ou com protuberância leve ou forte. A epiderme é de coloração verde, recoberta por camada pulverulenta ferrugínea, que se desprende parcialmente com o manuseio. O endocarpo é carnoso, com aroma forte e está fortemente aderido às sementes por fibras (EMBRAPA, 1995; VENTURIERI, 1993; CAVALCANTE, 1991).

A casca do fruto apresenta razoáveis teores de potássio ferro, manganês e outros nutrientes, e é usada, em mistura com outros resíduos da agroindústria de frutas, como adubo orgânico (EMBRAPA, 1995).

A composição da polpa é representada por 81,3% de água, 14,7% de carboidratos, 1,7% de proteínas, 1,6% de lipídios, 0,5% de fibras e 0,7% de cinzas. O valor energético é de 72 kcal/100 g de polpa. Apresenta razoáveis teores de potássio, cálcio, fósforo e 33 mg de vitamina C/ 100 g de polpa; sendo os compostos responsáveis pelo aroma agradável da polpa, principalmente, ésteres, destacando-se em maior quantidade o butirato de etila e, em menores proporções, o acetato de etila, acetato de butila, isobutirato de butilas e o butirato de butila (EMBRAPA, 1995).

As sementes desidratadas apresentam teores de lipídios, carboidratos, proteínas, cinzas e fibras entre 50,8% e 57,3%; 15,9% e 24,3%; 11,9% e 20,0%; 3,7% e 4,1%; 1,9% e 9,6%, respectivamente; apresentando em sua composição, reduzidíssimos teores de teobromina e cafeína. O resíduo desengordurado das sementes é rico em sódio, potássio, ferro e magnésio, apresentando, ainda, consideráveis teores de fósforo e cálcio (EMBRAPA, 1995).

A polpa e a semente de cupuaçu apresentam multiplicidade de usos e grandes perspectivas de utilização tecnológica na indústria de alimentos. Atualmente, a polpa é usada na elaboração de refrescos e na produção industrial ou artesanal de sorvete, picolé, néctar, doce, geléia, licor, xarope, biscoito, bombom e iogurte. Na culinária doméstica, a polpa de cupuaçu tem larga aplicação, envolvendo mais de 60 modalidades de consumo, entre as quais destacam-se: cremes, pudins, tortas, bolos e pizzas (EMBRAPA, 1995; VENTURIERI, 1993; CAVALCANTE, 1991).

De acordo com a EMBRAPA (1995) e Cavalcante (1991), as sementes do cupuaçu constituem matéria-prima para obtenção do *cupulate*, um alimento com valor nutritivo e sabor semelhante ao chocolate. O *cupulate* apresenta a vantagem de conter baixos teores de cafeína e teobromina, sendo que para cada tonelada de sementes frescas obtém-se 180 kg de cupulate e 135 kg de manteiga, que é usada na formulação do produto em tabletes. A gordura extraída das sementes também tem larga aplicação na indústria de cosméticos (EMBRAPA, 1995; VENTURIERI, 1993; CAVALCANTE, 1991).

Na microrregião de Belém, a produção de cupuaçu inicia-se em Outubro e prolonga-se até o mês de Maio do ano seguinte, sendo altamente concentrada nos meses de Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março, com o pico de produção ocorrendo em Janeiro (EMBRAPA, 1995; VENTURIERI, 1993; CAVALCANTE, 1991).

Aproximadamente, 85% da produção de cupuaçu ocorre no período de Dezembro a Março. Eventualmente, frutos temporários são produzidos no período de entressafra, ou seja, nos meses de Junho, Julho, Agosto ou Setembro, resultantes de florações verificadas entre janeiro e maio, que corresponde ao período mais chuvoso (EMBRAPA, 1995; VENTURIERI, 1993; CAVALCANTE, 1991).

Nas demais regiões produtoras da Amazônia Oriental Brasileira o padrão de distribuição da produção é semelhante ao verificado em Belém, concentrando-se a produção no período mais chuvoso do ano (EMBRAPA, 1995).

A produtividade do cupuaçuzeiro é bastante variável, em função da qualidade genética das mudas e dos tratamentos culturais dispensados ao pomar, sendo consideradas boas, produtividades de 15 a 20 frutos por ano por planta (EMBRAPA, 1995).

2.6.2. A Pupunha

A Pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth) é o fruto da pupunheira, uma planta da família *Arecaceae*, chamada *caespitose* (multicaule) e originária das florestas tropicais do continente americano. Muito conhecida pelas populações nativas da América Central até a Floresta Amazônica, há séculos é utilizada na sua alimentação (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

Cultivada, inicialmente, pelos ameríndios pré-colombianos na região neotropical úmida, atualmente, essa espécie encontra-se distribuída desde Honduras até a Bolívia; ocorrendo na costa Atlântica das Américas Central e do Sul, até São Luiz, no Maranhão, e também ao longo da costa do Pacífico, do sul da Costa Rica até o norte do Peru (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

No Brasil, a pupunha é muito utilizada na Região Amazônica, e devido ao seu grande potencial, vem sendo difundida também nos estados do Acre, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Bahia, Paraná, entre outros (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

A planta está adaptada a uma ampla faixa de condições ecológicas nos trópicos. Originária das regiões tropicais, com altas precipitações pluviais e solos pobres, cresce melhor quando a chuva é abundante e pode ser cultivada desde o nível do mar, até 800m de altitude (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

Floresce quase o ano inteiro, porém com maior intensidade durante os meses de agosto a dezembro. A maturação de seus frutos ocorre principalmente nos meses de dezembro a julho. Atualmente, sua importância como alimento e o seu potencial tecnológico têm sido incentivados através de pesquisas realizadas no Brasil, Colômbia, Peru e Costa Rica (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

A pupunheira pode atingir até 20 m de altura. O diâmetro do caule varia de 15 a 30 cm e o comprimento dos entrenós de 2 a 30 cm. Os entrenós apresentam numerosos espinhos rígidos e pretos ou marrom escuro. Algumas espécies, porém, são desprovidas de espinhos. O ápice do estipe sustenta uma coroa de 15 a 25 folhas do tipo pinadas, inseridas em diferentes ângulos. As folhas tenras não expandidas, localizadas no centro da coroa, formam o palmito, um importante produto econômico. A inflorescência aparece nas axilas das folhas senescentes. Após a polinização, os cachos podem conter entre 50 e 1000 frutos (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

Os frutos apresentam forma, tamanho e cor variáveis. Quando maduros, podem ter a casca (epicarpo) vermelha, amarela, alaranjada ou totalmente verde, de acordo com a variedade plantada. Quanto à forma podem ser globosos, ovóides ou cônico-globosos e o tamanho varia de 1 a 1,5 cm de diâmetro nos frutos sem caroço a até 7 cm nos frutos normais (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991) .

Seus frutos, de sabor muito apreciado, estão integrados nos hábitos alimentares da área que cobre os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Roraima. Na região ainda predomina o consumo do fruto, mas a

produção de palmito a partir do cultivo da pupunheira começa a aumentar, com plantios em escalas consideráveis no Pará, Acre, Rondônia e Mato Grosso (EMBRAPA, 1995).

A cultura também passa por intenso processo de disseminação fora da Amazônia, principalmente no Sudeste. Em São Paulo, pupunheira está sendo plantada em praticamente todo o estado. Todo esse impulso que a cultura vem recebendo é motivado pelas boas perspectivas do mercado de palmito (EMBRAPA, 1995).

A pupunheira pode ser aproveitada totalmente: sua palmeira é empregada em paisagismo; sua raiz como vermicida; seu tronco como madeira para construção de casas, fortificações, arcos, flechas, arpões e varas de pescar; suas flores masculinas, depois de caírem, como tempero; suas folhas, na cobertura para habitações, teceduras de cestas e outros objetos; seus frutos, motivo principal do cultivo praticado pelos índios, são comidos cozidos. Além do consumo direto dos frutos, após cozimento em água e sal, podem eles gerar uma série de subprodutos industrializados, como compotas e geléias (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

Depois do cozimento dos frutos pode ser obtida uma farinha seca, similar às farinhas de mandioca, milho e trigo, a qual pode ser consumida junto com outros alimentos e na elaboração de bolos e pizzas; utilizada em panificação, pastelaria e outros alimentos à base de farinha. Ou ainda, a massa oriunda dos frutos também vem sendo usada para produzir um sorvete muito saboroso. Além disso, os frutos de aparência inferior podem ser aproveitados na fabricação de ração para animais (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

Os caules secundários, de alto valor para alimentação, podem ser consumidos como palmito, que, atualmente, é extraído principalmente do açai, de ocorrência na região norte, e de outras palmáceas nativas da Mata Atlântica, face à quase dizimação pela exploração predatória. Assim, os estudos sobre a utilização palmito produzido a partir das grandes concentrações naturais de pupunha têm sido intensificados (CLEMENT e MARSHANDT, 2000).

Sobre a produção de palmito a partir da pupunheira, Clement e Manshardt (2000) comentam que plantas com espinho e sem espinho apresentam aproximadamente o mesmo potencial de rendimento para o palmito; estando a superioridade de uma sobre a outra dependente do genótipo e do meio ambiente.

Para Clement (1998), dentre os possíveis usos potenciais da pupunha que podem trazer reflexos nos mercados locais, nacionais e internacionais está o uso de seu óleo. De acordo com este autor, os primeiros a observar o potencial do óleo da pupunha foram Arckoll e Aguiar em 1984, quando encontraram em fruto com 62% de óleo no mesocarpo seco. Em 1991 Clement e Arckoll verificaram que a ocorrência de frutos oleosos se dá com maior frequência em populações mais primitivas, menos selecionadas, especialmente a raça microcarpa. Provavelmente isso ocorre porque as raças mais selecionadas têm teor mais elevado de amido.

2.6.3. O Muruci

O muruci (*Byrsonima crassifolia* L. Rich.), frutífera arbustiva da família Malpighiaceae, tem origem no Norte e Nordeste do Brasil, sendo geralmente encontrado no litoral, numa faixa que se inicia no Ceará e se estende até o Acre, e também nas regiões serranas do sudeste, nos cerrados do Mato Grosso e Goiás. Também é encontrado no México e em outros países das Américas Central e do Sul (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

A planta se desenvolve bem em solos areno-argilosos, mas já foram encontrados exemplares vegetando normalmente em solos arenosos e em solos muito argilosos e até mesmo em piçarras. No entanto, sabe-se que a planta não tolera solos encharcados, preferindo aqueles que possuem uma boa drenagem. O clima deve ser quente e úmido, possuindo uma pluviosidade mínima de aproximadamente 600 mm, com ventilação constante (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

Há no Brasil uma grande variedade de muruci, que podem ser distinguidos por suas cores e locais de ocorrência, sendo assim, conhecidos o muruci vermelho (*B. amazonica* Gris.), o muruci rasteiro (*B. verbascifolia* L. Rich), o muruci da mata (*B. crispa* Juss.), o muruci-das-capoeiras (*B. lancifolia* Juss.), entre outros (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

Existe no Estado do Pará grande interesse em desenvolver pesquisas sobre o muricizeiro, devido ao grande consumo desta fruta pela população. Em virtude dessa grande procura, já existe no Estado alguns produtores cultivando esta frutífera de modo racional, com todas as dificuldades existentes em culturas que ainda não possuem dados agronômicos seguros (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

O início da floração ocorre no final de agosto e a frutificação começa do final de setembro e se estende até meados de janeiro, podendo se estender até março em algumas regiões, dependendo da incidência de chuvas (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

O muruci de maior dispersão, mais conhecido e o que fornece os frutos mais apreciados é o *Byrsonima crassifolia*, também conhecido como muruci verdadeiro. Trata-se de uma árvore de porte médio, podendo chegar a 5 metros de altura, possui tronco cilíndrico, casca escura, áspera e copa estreita. Suas folhas são rígidas e brilhantes. As flores são amareladas formando cachos de 10 a 15 cm (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

O fruto possui em média 2 cm de diâmetro e, quando maduro, possui a casca e a polpa de um amarelo intenso, tendo sabor e cheiro característico e é muito rico em Vitamina C, cálcio e fósforo. A polpa é carnosa e pode ser consumida "in natura", mas é mais apreciada na forma de sucos, sorvetes, licores, néctares, geléias e doces (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

A comercialização ocorre em grande parte com a fruta "in natura" nas feiras livres e mercados públicos das cidades e capitais nordestinas litorâneas. As outras diversas formas, manufaturadas ou industrializadas, são comercializadas nas lanchonetes,

sorveterias e supermercados dessas cidades. Na época da safra, o muruci torna-se uma fruta de grande procura pela população devido a sua grande aceitação pelo seu delicioso sabor (EMBRAPA, 1995; CAVALCANTE, 1991).

As folhas, cascas do muruci têm sido utilizadas desde períodos pré-hispânicos por muitos grupos étnicos como índios de Oaxaca e os povos Zoques, Tzeltal e Tzotzil de Chiapas no México para tratar doenças gastrointestinais, dermatológicas, resfriados e acidentes ofídicos (GEISS et. al., 1995; BERLIN E BERLIN, 1996; RASTRELLI et. al., 1997). Também foram relatadas atividades espasmogênicas, antifúngicas e antidermatofíticas (BEJAR et. al., 1995; CACERES et. al., 1993; CACERES et. al., 1991).

A heterogeneidade na composição química do muruci tem sido relatada em muitos estudos. Dos extratos das folhas já foram isolados triterpenos, esteróis, ésteres aromáticos, aminoácidos e glicolípídios (AMARQUAYE et. al., 1994; BEJAR et. al., 1995; RASTRELLI et. al., 1997).

Mais recentemente, Alves e Franco (2003) e Rezende e Fraga (2003) estudaram a composição em voláteis responsáveis pelo aroma e flavor do muruci. A polpa da fruta é composta, majoritariamente por ésteres etílicos, metílicos e feniletílicos, ácidos carboxílicos, terpenos, -lactonase algumas substâncias sulfuradas (REZENDE e FRAGA, 2003). Os compostos predominantes foram em percentuais os ésteres (52-56%) e os álcoois (29-32%) (ALVES e FRANCO, 2003). Os principais compostos voláteis do muruci foram etanol, 1-octeno-3-ol, 2-feniletanol, butanoato de etila, Hexanoato de etila, Hexanoato de metila, ácido butanóico e ácido Hexanóico (ALVES e FRANCO, 2003; REZENDE e FRAGA, 2003). As sementes apresentaram como componentes majoritários os ácidos linoléico, oléico, esteárico e palmítico. Entretanto, o aroma característico foi associado aos ácidos butírico e hexanóico, presentes em quantidades menores (REZENDE e FRAGA, 2003).

Silva et. al. (2007) identificaram grande atividade antioxidante e alto teor de polifenóis nas folhas e cascas, sugerindo que as mesmas apresentam potencial de utilização como agente preventivo contra oxidação do LDL colesterol. Enquanto, Geiss

et. al. (1995) isolaram as proantocianidinas da casca, porém não encontraram correlação com alguma atividade antihelmítica destes compostos.

Berger et. al. (1998) investigaram a atividade das folhas do muruci contra infecções por protozoários, comprovando ação tripanocida contra as formas tripomastigotas do *Trypanosoma cruzi*. Martinez-Vázquez et. al. (1999) demonstraram que as raízes apresentam grande atividade antibacteriana contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (*Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *Shigella flexneri*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus pneumoniae* e *Micrococcus luteus*).

Morales et. al. (2001) e Cifuentes et. al. (2001) demonstraram ainda que extratos de folhas e cascas do muruci apresentam efeitos depressivos importantes no sistema nervoso central, produzindo decréscimo na atividade motora e na resposta aos estímulos sonoros e táteis, com tônus reverso, ptose palpebral, catalepsia (em vigília), hipotermia e decréscimo no reflexo direito.

A cultura das espécies selecionadas neste estudo no estado do Pará tem sido executada muito mais para fins extrativistas e por isso, encontrou-se grande dificuldade em agrupar dados que pudessem ser incluídos aqui para retratar a produção atual do estado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Identificação e Seleção das oleaginosas

Neste estudo foram selecionados, a partir da revisão bibliográfica (ver anexo I tabelas 19 e 20) da composição em ácidos graxos das frutas e sementes amazônicas, os frutos da pupunha (*Bactris gasipaes*) e do muruci (*Byrsonima crassifolia*) e a amêndoa do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). As espécies foram certificadas pelo Departamento de Botânica do Museu Emílio Goeldi - Herbário João Murça Pires e estão registradas sob os números: 111202 . Pupunha (*Bactris gasipaes*); 147478 . Muruci (*Byrsonima crassifolia*) e; 160507 . Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).

As duas plantas matrizes de pupunha (17 e 22) são do tipo sem espinho, fazem parte da Coleção de Germoplasma de Fruteiras Tropicais e foram obtidas a partir de sementes oriundas de um campo de produção de sementes de pupunha sem espinho estabelecido no Estado do Amazonas. Considerando-se a coloração do epicarpo dos frutos de pupunha de cada matriz, optou-se quando da referência das mesmas ao longo da discussão dos resultados, identificá-las por pupunha amarela (matriz 17) e pupunha vermelha (matriz 22).

3.1.1. Obtenção dos frutos

Os frutos da pupunha (*Bactris gasipaes*) e as amêndoas do Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) foram obtidas na EMBRAPA Amazônia Oriental. Os frutos do Muruci (*Byrsonima crassifolia*) foram adquiridos no mercado varejista de Belém-Pará, no período de fevereiro a março de 2006.

3.1.2. Processamento

3.1.2.1. Processamento das amêndoas do cupuaçu

O tratamento preliminar executado nas sementes do cupuaçu consistiu na separação manual de resquícios de polpa, que as mesmas ainda continham após despulpamento com o auxílio de uma tesoura de aço inoxidável. Após esta separação, as sementes foram dispostas sobre uma lona ao ar livre durante 5 dias para que houvesse a desidratação das mesmas. Este procedimento ocorreu em um período chuvoso, e, por esta razão, intercalaram-se as disposições das sementes no sol ou sombra até desidratação destas. Posterior à desidratação, procedeu-se a separação manual do casquilho, utilizando-se faca de aço inoxidável para obtenção das amêndoas. As amêndoas foram secas ao ar livre durante 5 dias, seguindo o mesmo procedimento adotado para desidratação das sementes. Após secagem, as amêndoas foram submetidas à redução manual do tamanho, utilizando faca de aço inoxidável, até atingir volume médio de aproximadamente $0,3 \text{ cm}^3$. Após a cominuição das amêndoas, estas foram pesadas, utilizando balança semi-analítica. O quantitativo total de amêndoa seca obtido foi de 2607 gramas. Por fim, as amêndoas foram acondicionadas em freezer a -5°C .

3.1.2.2. Processamento da Pupunha

As pupunhas amarela e vermelha, foram submetidas a separação manual dos cachos. Posterior à separação dos cachos, ocorreu a separação manual da casca e polpa da semente. A casca e polpa foram reduzidas de tamanho com auxílio de faca de aço inoxidável até a obtenção de pedaços com formato semelhante a cubos. Estes, por sua vez, foram submetidos à secagem em estufa a $70^\circ \text{C} / 24 \text{ h}$, e posterior pesagem, utilizando balança semi-analítica, apresentando, em média, volume de $0,5 \text{ cm}^3$. O quantitativo total da amostra de pupunha amarela seca foi de 1834,62 gramas e de pupunha vermelha seca foi de 1871,44 gramas. Após a pesagem, os cubos foram acondicionados em freezer a -5°C .

3.1.2.2. Processamento do Muruci

O muruci fruto integral (casca, polpa e semente), apresentou em média 1,5 cm de diâmetro e foi submetido à secagem em estufa a 70°C/24h. Após a secagem dos frutos, estes foram pesados em balança semi-analítica, apresentando diâmetro médio de 1,0 cm. O quantitativo total da amostra de muruci seca (fruto integral) obtida foi de 5173,6 gramas. Após a pesagem dos frutos secos, estes foram acondicionados em freezer a -5°C.

Foi reservada uma parte das pupunhas e do muruci frescos para as análises de Umidade.

A opção pelo corte das pupunhas, amêndoas do cupuaçu, bem como pela utilização do muruci fruto integral se deu em virtude de auxiliar a promoção de uma melhor penetração do solvente e a prevenção do empacotamento do sistema extrator de óleos e gorduras.

3.2. Tratamento estatístico

As análises foram realizadas em triplicata e os dados trabalhados em função das médias obtidas, considerando o desvio-padrão.

3.3. Determinação da Umidade

A determinação do teor de umidade foi realizada para todas as amostras, exceto para as amêndoas de cupuaçu. Utilizou-se o método de secagem em estufa, de acordo com o seguinte procedimento: Pesou-se aproximadamente 5 g da amostra em uma cápsula de porcelana de 50 mL, previamente aquecida por uma hora em estufa a 85°C, resfriada em dessecador com cloreto de cálcio anidro e pesada. Aqueceu-se em estufa

a 85°C por uma hora. Resfriou-se em dessecador até temperatura ambiente. Pesou-se. Repetiu-se as operações de aquecimento e resfriamento até o peso constante, segundo metodologia da AOAC, 1990. A fórmula utilizada para o cálculo do teor de umidade, em porcentagem, foi:

$$U (\%) = \frac{(PC + PA) \cdot PF}{PA} \times 100$$

Onde:

- PC = peso do cadinho em g;
- PA = peso da amostra em g;
- PF = peso final.

3.4. Determinação do Resíduo Mineral Fixo (RMF)

Foi determinado pela metodologia da AOAC (1990) adaptada. O procedimento foi realizado como segue: Colocou-se os cadinhos de porcelana na estufa a 105°C, deixou-se secar durante duas horas e resfriou-se em dessecador por uma hora. Pesou-se aproximadamente 5 gramas da amostra previamente seca em estufa (período de 24 horas . estufa a 80°C e 2 horas . estufa 105°C). Procedeu-se à queima até se obter cinza clara durante três horas em mufla à 580°C. Após este tempo, desligou-se a mufla. Colocou-se os cadinhos de porcelana com as amostras no dessecador, deixou-se esfriar até o equilíbrio com o ambiente. Pesou-se. Os cálculos para obtenção do teor de cinzas, em porcentagem, assim foram:

$$\% \text{ de RMF} = \frac{(C-A)}{(B-A)} \times 100$$

Onde:

- A = peso do cadinho em gramas;
- B = peso do cadinho + amostra em gramas ;
- C = peso do cadinho + resíduo em gramas.
- (C-A) = resíduo
- (B-A) = amostra

3.5. Quantificação de Proteínas

O teor de proteínas foi obtido pelo método de Kjeldahl, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolf Lutz (1990), utilizando 5,75 como índice de cálculo, segundo a equação:

$$\text{Proteínas totais em g/100 g} = \frac{(VA \cdot VB) \times fa \times F \times 0,14}{P}$$

Onde:

- VA = volume de ácido clorídrico 0,1 N padronizado gasto na titulação da amostra;
- VB = volume de ácido clorídrico 0,1 N padronizado gasto na titulação do branco;
- fa = fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1 N;
- F = fator de correspondência nitrogênio-proteína.
- P = peso da amostra em gramas

3.6. Determinação de Lipídios

No estudo foram utilizadas duas metodologias distintas para extração dos lipídios. A metodologia de Soxhlet foi aplicada para determinação de lipídios totais para o estabelecimento da composição centesimal das amostras de pupunha e de muruci.

Como o extrato obtido pela metodologia de Soxhlet não tem indicação de utilização posterior para outros fins (BRUM, 2005), a metodologia da percolação foi empregada para a extração das frações lipídicas de todas as amostras para obtenção do concentrado de lipídios.

O teor de lipídeos para caracterização da composição centesimal foi determinado segundo metodologia de Soxhlet, de acordo com os procedimentos do Instituto Adolfo Lutz (1990), nas seguintes condições: pesou-se 5 g da amostra seca e transferiu-se para o cartucho de um aparelho extrator de Soxhlet, com auxílio de um pedaço de algodão desengordurado, cobriu-se a amostra no cartucho. Extraiu-se em aparelho de Soxhlet com éter-etílico-éter de petróleo por 6 horas. Evaporou-se os solventes e

colocou-se o balão com o resíduo em estufa a 105°C. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente. Pesou-se. Repetiu-se as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante. Os resultados foram expressos em termos de g/ 100 g de amostra, de acordo com o cálculo:

$$\text{Lipídeos por cento p/p} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

- N= número de gramas de lipídeos;
- P= número de gramas da amostra.

3.7. Determinação de Carboidratos

Obtido por diferença, a partir dos resultados encontrados para umidade, resíduo mineral fixo, proteínas e lipídeos, representa o teor de carboidratos, fibras e outros compostos, como ácidos, alcalóides etc.

$$MC = A . (P + U + L + RMF)$$

Onde:

- MC = massa de carboidratos
- P = proteína
- U = umidade
- L = lipídios
- RMF = resíduo mineral fixo
- A = amostra

3.8. Determinação de Minerais

A digestão das amostras para determinação de minerais foi por via úmida seguindo-se as seguintes etapas, segundo Santos (1999): Transferiu-se 400 mg do pó

para um tubo digestor, adicionou-se 6mL de ácido nítrico concentrado e 2mL de ácido perclórico concentrado. Ajustou-se a temperatura do bloco digestor a 180°C e em seguida a solução-amostra foi aquecida até o surgimento de uma névoa branca e densa. A partir desse ponto, acrescentou-se cerca de 2mL de água ultrapura até o desaparecimento da fumaça branca. Retirou-se a amostra do bloco até atingir temperatura ambiente. Transferiu-se o extrato obtido para um balão volumétrico de 50mL, completando-se o volume com água ultrapura.

As condições instrumentais para as análises dos minerais estão ilustradas na tabela 3.

Tabela 3. Condições instrumentais para determinação de minerais nas amostras de pupunha e muruci.

Elemento	Técnica*	Limite de detecção (mg/dl)	Equação da reta	R ²	Fenda (nm)	Curva de calibração (ppm)	Corrente da lâmpada (mA)
Ca	EAA	0,059	y=0,0028x + 0,0005	0,9977	0,5	1 . 8	422,7
Mg	EAA	0,005	y=0,0315x + 0,0041	0,9975	0,5	1 . 8	285,2
Fe	EAA	0,130	y=0,0032x - 0,0003	0,9984	0,2	1 . 8	248,3
Cu	EAA	0,040	y=0,0055x - 0,0004	0,9968	0,5	1 . 8	324,8
Zn	EAA	0,020	y=0,0166x + 0,0004	0,9968	1,0	1 . 8	213,9

* EAA = Espectrofotometria de Absorção Atômica

Obs. A chama utilizada para as leituras (EAA) dos metais foi a de Ar/acetileno

3.9. Extração dos óleos e gorduras pelo método da Percolação

Os óleos e gorduras dos frutos e amêndoa amazônicos foram obtidos por percolação utilizando hexano P.A. da marca Nuclear como solvente. Adicionou-se as amostras secas a um sistema extrator de óleos e gorduras de aço inoxidável, previamente limpo contendo um papel filtro qualitativo na base, e acrescentou-se o solvente até que a amostra ficasse totalmente submersa. A cada 24 horas, coletou-se extrato hexânico para cada amostra, e adicionou-se nova quantidade de hexano até um período de 5 dias, quando observou-se que o extrato estava menos concentrado. Deixou-se, então, a mistura hexano:amostra no extrator por mais 48 horas. Retirou-se o extrato hexânico e acondicionou-se em frasco de vidro âmbar a uma temperatura de aproximadamente 20°C para posterior concentração. O tempo total de extração para cada amostra foi de sete dias. A quantidade necessária de hexano para que a amostra ficasse totalmente submersa foi de 4 litros. Este quantitativo foi renovado a cada nova extração. Após a obtenção dos extratos hexânicos dos óleos e gorduras dos frutos e amêndoa utilizados no estudo, procedeu-se a concentração dos mesmos com auxílio de evaporador rotativo.

3.10. Fracionamento do Óleo por Cristalização

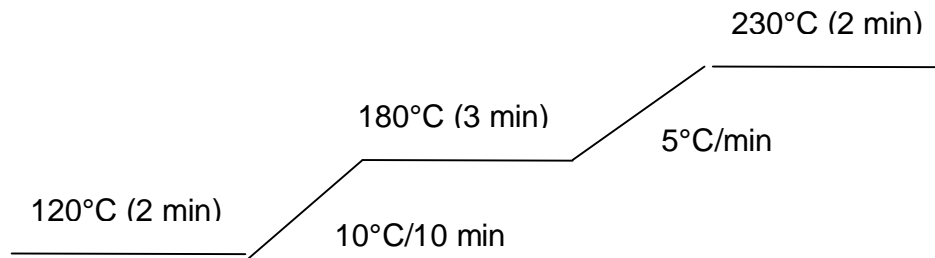
O concentrado lipídico obtido da pupunha amarela, vermelha e do cupuaçu consistiu em uma mistura de gordura e óleo, tendo sido executado uma operação de fracionamento das partes, a qual consistiu na manutenção dos concentrados acondicionados em fracos de vidro âmbar sob temperatura de aproximadamente 20°C, protegidos da luz até que houvesse separação dos cristais da matriz líquida e sólida. Para completar o processo de fracionamento, os triglicerídeos sólidos nos cristais foram separados dos triglicerídeos que são líquidos à temperatura de cristalização. A separação ocorreu por filtração a vácuo. Apesar de o concentrado para o muruci não ter apresentado fração sólida, este também foi submetido à filtração a vácuo.

3.11. Preparação dos Ésteres Metílicos a partir de óleos e gorduras

Os ésteres metílicos dos óleos e gorduras utilizados no estudo foram obtidos pelo método Ce 2-66 da AOCS, de acordo com o seguinte procedimento: Transferiu-se aproximadamente 0,1 g de amostra para um tubo de ensaio com tampa e adicionou-se 4 mL de solução alcoólica de hidróxido de sódio 0,05N, fechou-se o tubo de ensaio hermeticamente. Aqueceu-se a mistura a 100°C em banho-maria por 10 minutos, com agitação periódica, até solubilização da gordura. Adicionou-se 5 mL de BF₃ . metanol e aqueceu-se em banho-maria a 100°C por 2 minutos. Adicionou-se 2 mL de heptano e aqueceu-se por 1 minuto, com agitação periódica. Em seguida, adicionou-se 15 mL de solução saturada de cloreto de sódio e agitou-se vigorosamente o sistema. Por fim, adicionou-se solução saturada de cloreto de sódio em quantidade suficiente para que a solução de heptano contendo os ésteres alcançasse o gargalo do tubo de ensaio. Transferiu-se a fase superior para o frasco com tampa, contendo alguns miligramas de sulfato de sódio anidro, agitou-se levemente e deixou-se repousar. Retirou-se com cuidado, com auxílio de uma pipeta Pasteur, a solução etérea e transferiu-se para um frasco devidamente limpo e com tampa, identificando as amostras para posterior análise cromatográfica.

3.12. Análise Cromatográfica dos Óleos e Gorduras

A composição em ácidos graxos foi determinada por cromatografia gasosa, utilizando um cromatógrafo SHIMADZU CG 14A, com detector de ionização de chama, acoplado a um integrador processador SHIMADZU CR4A CHROMATOPACH, nas seguintes condições: coluna capilar LM-cromatografia tipo LM120, com comprimento de 25 m, diâmetro interno 0,32 mm e diâmetro do filme de 0,3 μm; gás de arraste Hidrogênio, ajustado para uma velocidade constante de 32 cm/s; temperatura do injetor: 220°C; com a programação de temperatura descrita a seguir:



A identificação dos componentes foi baseada na comparação de seus tempos de retenção com os padrões cromatográficos adquiridos da Merck. A quantificação para a determinação da composição em ácidos graxos foi feita pelo método da triangulação e os resultados expressos em porcentagem.

3.13. Determinação do Índice de Refração (I.R.)

Os óleos e gorduras possuem potenciais de refringência diferentes e de acordo com sua natureza, desviam com maior ou menor intensidade os raios luminosos que os atravessa. O índice de refração de uma gordura aumenta com o comprimento da cadeia hidrocarbonada e com o grau de insaturação dos ácidos graxos constituintes dos triacilgliceróis, e tanto para óleos como para as gorduras, é indicado à temperatura de 40°C.

Foi realizado de acordo com a metodologia da AOAC, 1997. A leitura foi realizada diretamente na escala do refratômetro, porém não utilizou-se a corrente de água a 40°C no aparelho, tendo-se utilizado o seguinte cálculo para realizar a correção:

$$40^{\circ}\text{c} . \text{ Temperatura Ambiente} = T^{\circ}\text{C}$$
$$T^{\circ}\text{C} \times 0,000326 = Y$$

$$\text{IR lido} . Y = \text{IR da gordura ou \u00f3leo}$$

3.14. Determina\u00e7\u00e3o do \u00cdndice de Iodo (I.I.)

O \u00cdndice de iodo \u00e9 uma medida do grau de insatura\u00e7\u00e3o dos \u00e1cidos graxos presentes na gordura e \u00e9 dado em termos de centigramas de I₂ absorvidos por grama da amostra.

O \u00cdndice de iodo foi determinado de acordo com m\u00e9todo cromatogr\u00e1fico que relaciona o somat\u00f3rio das contribui\u00e7\u00f5es individuais de cada metil\u00e9ster, segundo o procedimento estabelecido pela AOCS, Tz 1c-85.

\u00cdndice de Iodo = (% \u00e1cido hexadecen\u00f3ico x 0,998) + (% \u00e1cido octadecen\u00f3ico x 0,8987) + (% \u00e1cido octadecadien\u00f3ico x 1,81) + (% \u00e1cido octadecatrien\u00f3ico x 2,735) + (% \u00e1cido eicosen\u00f3ico x 0,8175) + (% \u00e1cido docosen\u00f3ico x 0,7498).

3.15. Determina\u00e7\u00e3o do \u00cdndice de Saponifica\u00e7\u00e3o (I.S.)

Quando um \u00f3leo ou gordura \u00e9 aquecido com solu\u00e7\u00e3o aquosa de \u00e1lcali (soda c\u00e1ustica ou potassa c\u00e1ustica) forma-se um glicerol e uma mistura de sais alcalinos de \u00e1cidos graxos. O \u00cdndice de saponifica\u00e7\u00e3o \u00e9 definido como o n\u00famero de mg de hidr\u00f3xido de pot\u00e1ssio necess\u00e1rios para saponificar os \u00e1cidos graxos resultantes da hidr\u00f3lise de um grama de amostra, sendo inversamente proporcional ao peso molecular m\u00e9dio dos \u00e1cidos graxos dos glicer\u00eddeos presentes. \u00c9 importante para demonstrar a presen\u00e7a de \u00f3leos de alta propor\u00e7\u00e3o de \u00e1cidos graxos de baixo peso molecular em misturas com outros \u00f3leos, variando com a natureza dos \u00e1cidos graxos constituintes do \u00f3leo. Para as gorduras vegetais, quanto maior for o \u00cdndice de saponifica\u00e7\u00e3o, mais se prestam para fins alimentares (MORETO e FETT, 1998).

Foi determinado por cromatografia gasosa, segundo método da AOCS Cd 3a-94, pela seguinte relação:

$$\text{Índice de Saponificação} = \frac{3 \times 56,1 \times 1000}{[(p. m. \text{ médio} \times 3) + 92,09] \cdot (3 \times 18)}$$

Onde:

- p. m. médio = peso molecular médio (somatória dos pesos moleculares das frações de cada ácido graxo presente na amostra multiplicado pelo percentual do ácido graxo (divido por 100)).
- 56,1 = peso molecular do KOH
- 92,09 = peso molecular do glicerol

3.16. Determinação do Índice de Acidez (I.A.)

Para a determinação do teor de ácidos graxos livres, dissolveu-se 0,5 g de óleo e/ou gordura em etanol absoluto a quente (60 a 65°C) e, titulou-se com NaOH 0,1 N, utilizando-se solução de fenolftaleína como indicador, segundo Moreto e Fett (2002). O volume de NaOH gasto correspondeu à porcentagem de ácidos graxos livres, expresso em ácido oléico, de acordo com a fórmula :

$$\text{Para expressar em Índice de Acidez} = \frac{V \times f \times 5,61}{P}$$

$$\text{Para expressar em termos de Acidez em Oléico} = \frac{V \times f \times 100 \times 0,0282}{P}$$

- Onde: V = número de mL de solução de NaOH 0,1N gasto na titulação;
f = fator de correção da solução de NaOH 0,1N;
P = massa em gramas da amostra

5,61 = equivalente-grama do KOH (solução 0,1N)

0,0282 = equivalente-grama do ácido Oléico

3.17. Determinação do Índice de Peróxido (I.P.)

Devido sua ação fortemente oxidante, os peróxidos orgânicos formados no início da rancificação, atuam sobre o iodeto de potássio liberando o iodo que será titulado com tiosulfato de sódio, em presença de amido como indicador. É a medida do conteúdo de oxigênio reativo em termos de miliequivalente de oxigênio por 1000 g de gordura. O método determina em moles por 100 g de amostra, todas as substâncias que oxidam o iodeto de potássio, sendo as substâncias consideradas como peróxidos ou produtos similares provenientes da oxidação de gorduras (MORETO e FETT, 1998).

Foi determinado segundo metodologia da AOAC, 1997.

Pesou-se em um frasco de Erlenmeyer aproximadamente 0,5 g da amostra. Adicionou-se 10 mL de clorofórmio e dissolveu-se a amostra rapidamente por agitação. Adicionou-se 15 mL de ácido acético, depois 1 mL de solução de iodeto de potássio. Agitou-se e deixou-se 5 minutos na ausência de luz a uma temperatura de 22 °C. Adicionou-se cerca de 75 mL de água destilada. Titulou-se com solução de tiosulfato de sódio 0.01 N, agitando vigorosamente até leve coloração amarelada, usando solução de amido como indicador. Realizou-se um teste em branco simultaneamente.

$$I. P. = \frac{V \times N \times 1000}{m}$$

Onde:

V = número de mL da solução padronizada de tiosulfato de sódio usado para o teste, corrigido para realizar o branco;

N = normalidade exata da solução de tiosulfato de sódio usada;

m = massa em grama da amostra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Determinação das Constantes Físico-químicas

Os resultados das análises para caracterização físico-química das frutas estudadas para umidade, cinzas, lipídeos, proteína, minerais, outros compostos e comparada com a literatura encontram-se distribuídos nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4. Composição Físico-química do fruto do muruci e comparada com a literatura.

	Muruci	IBGE (1999)	Franco (1992)	Cruz e Pereira (1985)
Proteína (g)*	3,13±0,20	0,9	1,37	4,20
Lipídeos totais (g)*	14,07±0,45	1,3	1,16	4,89
Lipídeos saturados (%)*	34,1	–	–	–
Lipídeos insaturados (%)*	65,9	–	–	–
Umidade (%)	80,25±0,59	82,8	–	72,80
Resíduo Mineral Fixo (%)*	0,19±0,02	0,6	–	1,95
Cálcio (mg)*	145,3±1,19	33,0	19,0	0,65
Ferro (mg)*	1,98±0,09	2,0	2,04	0,15
Magnésio (mg)*	44,2±0,65	–	–	0,10
Cobre (g)*	1337,5±0,01	–	–	–
Zinco (mg)*	1,75±0,08	–	–	–
Carboidratos**	2,36	14,4	11,17	16,16

* Valores médios ± o desvio-padrão determinados em base seca.

** Calculado por diferença representa carboidratos, fibras, ácidos, alcalóides etc.

bio-química do fruto (epicarpo + mesocarpo) das pupunhas amarela e vermelha e comparada

	Pupunha Vermelha	Pupunha Amarela	Yuyama et. al. (2003)¹	Clement et. al. (1998)¹	IBGE (1999)	Franco (1992)
Proteína (g)*	6,17±0,10	5,97±0,12	2,3	6,23	2,5	2,0
Lipídeos totais (g)*	20,39±0,42	25,63±0,87	7,7	13,3	9,2	2,20
Lipídeos saturados (%)*	48,55	43,58	–	–	–	–
Lipídeos insaturados (%)*	51,45	56,42	–	–	–	–
Umidade (%)	48,55±0,29	45,53±0,47	53,0	52,3	65,7	–
Resíduo Mineral Fixo (%)*	0,93±0,02	0,86±0,01	0,6	1,4	0,9	–
Cálcio (mg)*	71,2±1,07	40,5±1,27	18,9	–	28,0	28,0
Ferro (mg)*	1,16±0,04	1,13±0,007	0,591	–	3,30	3,30
Magnésio (mg)*	31,6±1,06	43,1±0,53	17,13	–	–	–
Cobre (g)*	1029,1±0,007	562,5±0,02	–	–	–	–
Zinco (mg)*	0,53±0,007	0,50±0,08	0,275	–	–	–
Carboidratos**	23,96	22,01	29,7	64,6	21,7	19,40

* Valores médios de três repetições ± o desvio-padrão determinados em base seca.

** Calculado por diferença, representa carboidratos, fibras, ácidos, alcalóides etc.

1 Valores médios para as populações de pupunha estudadas pelos autores.

Comparando os valores encontrados para proteína com os dados reportados pela literatura, pode-se observar que para a pupunha, os valores são maiores neste estudo; enquanto para o muruci os valores são compatíveis.

Os teores de resíduo mineral fixo dos frutos comparados com os resultados da literatura podem ser considerados compatíveis para a pupunha, enquanto para o muruci o valor foi superior ao do presente estudo.

Os teores de lipídeos deste estudo foram superiores aos relatados pela literatura, tanto para o muruci quanto para pupunha.

As amostras de pupunha apresentaram teores de cálcio mais elevados em relação aos valores encontrados em outros estudos. Para o ferro, observa-se que as amostras apresentaram valores que se enquadram dentro dos níveis obtidos em outros estudos. Já para o Magnésio e o Zinco, os teores encontrados neste estudo são superiores aos de estudos anteriores; enquanto para o cobre não houve dados anteriores a serem comparados.

O muruci apresentou teores de cálcio e magnésio maiores que os da literatura; de ferro, compatíveis com os resultados de outros estudos. Apresentou ainda valores consideráveis de cobre e zinco.

Para todas as amostras analisadas, é importante salientar que as diferenças encontradas para composição centesimal estão relacionadas com a variedade dos frutos, condições climáticas, tipo de solo, práticas de cultivo, época de colheita/estado de maturação dos frutos, tempo e tipo de processamento após colheita, a metodologia empregada para determinação dos teores de macronutrientes e micronutrientes, reagentes utilizados.

Diante disso, é necessário ainda considerar-se a dificuldade em encontrar dados publicados acerca dos frutos pesquisados neste estudo. No que diz respeito a

composição físico-química, a maioria dos registros que conseguimos encontrar não faz distinção por exemplo, no caso da pupunha, quanto as diferentes raças estudadas.

Não foi possível, neste estudo, realizar a determinação da composição em antioxidantes, carotenóides, tocoferóis, fibras, dentre outros compostos que apresentam quando consumidas na dieta regularmente efeitos benéficos à saúde, sugerindo-se, então, que em estudos futuros essas análises possam ser realizadas.

Julgou-se oportuno, após análise da composição físico-química dos frutos, relacionar os valores encontrados relacionados às recomendações de ingestão de nutrientes, a partir dos alimentos, para o grupo de mulheres que se encontram no período do menacme.

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos através do Centro de Informação de Alimentos e Nutrição estabeleceu as Dietary Reference Intakes (DRIs) correspondentes às RDAs (Recommended Dietary Allowances), que constituem recomendações de ingestão diárias para macro e micronutrientes para indivíduos, separados por grupos.

As RDAs e AIs (Adequate Intakes) são utilizadas para traçar os objetivos de ingestão individual e estão estabelecidas para cobrir as necessidades de cerca de 97% a 98% dos indivíduos em um grupo.

Nas tabelas 6 e 7 encontram-se distribuídos os resultados para composição centesimal dos frutos relacionada com as respectivas RDAs.

Tabela 6. Composição Físico-química do fruto (epicarpo + mesocarpo) das pupunhas amarela e vermelha em função da RDA .

	Pupunha Vermelha	RDA(%)**	Pupunha Amarela	RDA(%)**
Proteína (g)*	6,17±0,10	14,02	5,97±0,12	13,56
Lipídeos totais (g)*	20,39±0,42	***	25,63±0,87	***
Lipídeos saturados (%)*	48,55	***	43,58	***
Lipídeos insaturados (%)*	51,45	***	56,42	***
Umidade (%)	48,55±0,29	—	45,53±0,47	—
Resíduo Mineral Fixo (%)*	0,93±0,02	—	0,86±0,01	—
Cálcio (mg)*	71,2±1,07	6,10	40,5±1,27	3,47
Ferro (mg)*	1,16±0,04	9,28	1,13±0,007	9,04
Magnésio (mg)*	31,6±1,06	10,13	43,1±0,53	13,82
Cobre (g)*	1029,1±0,007	118,97	562,5±0,02	65,02
Zinco (mg)*	0,53±0,007	6,46	0,50±0,08	6,09
Carboidratos****	23,96	18,43	22,01	16,93

* Valores médios de três repetições ± o desvio-padrão determinados em base seca.

** Valores de referência com base nas recomendações para o grupo de mulheres com faixa etária entre 11 a 50 anos.

*** Valores ainda não definidos.

**** Calculado por diferença, representa carboidratos, fibras, ácidos, alcalóides etc.

Tabela 7. Composição Físico-química do fruto (epicarpo + mesocarpo) do muruci em função da RDA.

	Muruci	RDA (%) **
Proteína (g)*	3,13±0,20	7,11
Lipídeos totais (g)*	14,07±0,45	***
Lipídeos saturados (%)*	34,1	***
Lipídeos insaturados (%)*	65,9	***
Umidade (%)	80,25±0,59	—
Resíduo Mineral Fixo (%)*	0,19±0,02	—
Cálcio (mg)*	145,3±1,19	12,45
Ferro (mg)*	1,98±0,09	15,84
Magnésio (mg)*	44,2±0,65	14,18
Cobre (g)*	1337,5±0,01	154,62
Zinco (mg)*	1,75±0,08	21,34
Carboidratos****	2,36	1,81

* Valores médios de três repetições ± o desvio-padrão determinados em base úmida.

** Valores de referência com base nas recomendações para o grupo de mulheres com faixa etária entre 11 a 50 anos.

*** Valores ainda não definidos.

**** Calculado por diferença, representa carboidratos, fibras, ácidos, alcalóides etc.

Considerando-se as RDAs para macronutrientes e micronutrientes dos resultados encontrados, pode-se depreender que estas frutas representam boa alternativa de contribuição na escolha para elaboração de planos alimentares equilibrados para a população local, levando-se em conta tanto os teores de macronutrientes quanto de micronutrientes. Ressalta-se a contribuição em cobre, magnésio e ferro em se tratando das amostras de pupunha analisadas e; de cobre, zinco, ferro, magnésio e cálcio, quando se trata das amostras de muruci, na oferta de micronutrientes.

4.2. Rendimento em óleo/gordura dos frutos em base seca

O material seco e triturado foi submetido à extração com hexano pelo método da percolação, e o extrato lipídico obtido foi concentrado em evaporador rotativo. O rendimento foi expresso em gramas de óleo por 100 gramas de material seco.

As figuras 5, 6, 7 e 8 ilustram os óleos e gorduras obtidos.



Figura 5. Gordura e Óleo da Pupunha Amarela



Figura 6. Óleo e Gordura da Pupunha vermelha



Figura 7. Óleo do Muruci



Figura 8. Gordura do cupuaçu

Do total de 1834,62g da amostra de pupunha amarela, obteve-se 404,86g de gordura. Desta, 228,35g correspondem a gordura sólida a 20°C, e 176,51g correspondem a gordura líquida a 20°C. O rendimento total em óleo a partir do método da percolação foi de 22,06g / 100g de amostra seca, sendo que deste total, 56,41 %

correspondem à gordura sólida a 20°C e 43,59% correspondem à gordura líquida a temperatura de 20°C.

Do total de 1871,44 g da amostra de pupunha vermelha, obteve-se 114,35g de gordura. Desta, 63,14g correspondem a gordura sólida a 20°C, e 51,21 g correspondem a gordura líquida a 20°C. O rendimento total em óleo para a pupunha vermelha a partir do método da percolação foi 6,11 g/100g de amostra seca, sendo que deste total, 55,21% correspondem à gordura sólida a 20°C e 44,78% correspondem à gordura líquida a temperatura de 20°C.

Do total de 2737,5 g da amostra de muruci, descontado o peso das sementes, obteve-se 452,61 g de gordura líquida a 20°C. O rendimento total em óleo para o muruci foi de 16,53g/100g, com 100% de gordura líquida a 20°C.

Do total de 2606,9 g da amêndoa de cupuaçu, obteve-se 445,16 g de gordura sólida a 20°C. O rendimento total para o cupuaçu foi de 17,07g/100g, com 100% de gordura sólida a 20°C.

Observa-se que a pupunha amarela, amêndoa do cupuaçu e o muruci apresentaram os melhores resultados em termos de bons rendimentos em óleo e/ou gordura, respectivamente; enquanto a pupunha vermelha apresentou baixo rendimento em óleo.

4.3. Composição em Ácidos Graxos dos Óleos e Gorduras

A tabela 8 apresenta a distribuição dos teores percentuais de ácidos graxos encontrados para as respectivas frações de gordura e óleo de todos os frutos estudados, de acordo com análise por cromatografia gasosa.

Para cada matriz de pupunha estudada, encontrou-se diferentes percentuais em ácidos graxos para a fração gordurosa e para a fração oleosa. A literatura sobre a

composição em ácidos da pupunha não faz distinção entre as diferentes frações lipídicas que se pode obter de seu mesocarpo, e alguns estudos levam em conta dados mais específicos da espécie, como a raça, por exemplo. De uma maneira geral, pode-se observar que as variações em teores de ácidos graxos existem, quando comparados os resultados encontrados no estudo e a literatura. Entretanto, não há variação entre os ácidos graxos encontrados, ou seja, qualquer que seja a fração lipídica ou a raça estudada, observou-se sempre a mesma tendência em termos de composição dos triglicerídeos da pupunha (Tabela 9).

A composição em ácidos encontrada para o mesocarpo do muruci coincide em termos de comparação com relato da literatura sobre os ácidos encontrados em suas sementes no que se refere à composição de seus ácidos graxos presentes em quantidades majoritárias (Tabela 10).

Para os ácidos graxos encontrados nas amêndoas do cupuaçu, observa-se diferenças quando comparadas com a literatura, especialmente quanto ao teor em ácido Oléico e quanto à presença dos ácidos Araquídico e Beênico e Linoléico nas amostras do estudo. Dentre os ácidos não encontrados neste estudo, aponta-se o percentual considerável de ácido Palmitoléico identificado por Carvalho et. al. (1981), e a presença de ácido Linolênico nas amostras analisadas por Leite e Bentes (1989) (Tabela 11).

Para todas as amostras analisadas, é importante salientar que a diferenças encontradas para os percentuais de ácidos graxos componentes de seus óleos e gorduras estão relacionados com a variedade dos frutos, condições climáticas, tipo de solo, práticas de cultivo, época de colheita/estado de maturação dos frutos, acidez, tempo de processamento após colheita, a metodologia empregada para extração dos óleos, solventes utilizados, metodologia empregada para identificação dos ácidos graxos etc.

Tabela 8. Composição Percentual em Ácidos Graxos das Óleos e Gorduras das Amostras Estudadas.

Amostras	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	22:0
Pupunha amarela (gordura) <i>Bactris gasipaes</i>	–	54,87	5,03	–	36,97	2,34	0,77	–	–
Pupunha amarela (óleo) <i>Bactris gasipaes</i>	–	32,30	7,49	–	55,45	3,58	1,16	–	–
Pupunha vermelha (gordura) <i>Bactris gasipaes</i>	–	58,15	1,91	3,98	24,82	8,55	2,56	–	–
Pupunha vermelha (óleo) <i>Bactris gasipaes</i>	–	31,84	3,28	3,12	42,52	14,88	4,34	–	–
Muruci (óleo) <i>Byrsonima crassifolia</i>	0,63	33,44	1,45	–	40,38	23,13	0,94	–	–
Cupuaçu (gordura) <i>Theobroma grandiflorum</i>	–	6,59	–	32,68	44,48	3,26	–	11,19	1,77

Símbolos utilizados: 14:0 = Ácido Mirísitico; 16:0 = Ácido Palmítico ; 18:0 = Ácido Esteárico; 18:1 = Ácido Oléico; 18:2 = Ácido Linoléico ; 18:3 = Ácido Linolênico ; 20:0 = Ácido Araquídico; 22:0 = Ácido Beênico.

Percentual em ácidos graxos das amostras de pupunha (epicarpo + mesocarpo) e comparada com

Ácidos Graxos	Pupunha Amarela Gordura	Pupunha Amarela Óleo	Pupunha Vermelha Gordura	Pupunha Vermelha Óleo	Zapata (1972)	Serruya et.al. (1981)	Hammond et. al. (1982)	Silva e Amelotti (1983)	CIPRONA (1986)	Yuyama et. al. (2003) ¹	Yuyama et. al. (2003) ²	Yuyama et. al. (2003) ³	Clement et. al. (1998) ⁴	Clement et. al. (1998) ⁵	Clement et. al. (1998) ⁶
14:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,46	0,42	0,52
16:0	54,87	32,30	58,15	31,84	40,2	40,17	29,6	44,8	32,2	24,1	42,3	35,2	41,3	47,4	39,4
16:1	5,03	7,49	1,91	3,28	10,5	—	5,3	6,5	8,3	7,4	3,9	5,2	5,49	6,72	5,09
18:0	—	—	3,98	3,12	0,4	—	Traço	1,5	1,5	0,8	3,5	1,63	3,27	2,21	1,84
18:1	36,97	55,45	24,82	42,52	47,5	53,56	50,3	41,0	45,5	60,8	42,8	51,7	43,1	3,70	49,9
18:2	2,34	3,58	8,55	14,88	1,4	6,27	12,5	4,8	11,6	5,4	2,5	4,9	1,73	1,19	1,28
18:3	0,77	1,16	2,56	4,34	—	—	1,8	1,0	2,0	1,4	0,0	1,2	4,13	6,35	2,10
20:0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,31	4,61	1,62

Símbolos utilizados: 14:0 = Ácido Mirísitico; 16:0 = Ácido Palmítico ; 18:0 = Ácido Esteárico; 18:1 = Ácido Oléico; 18:2 = Ácido Linoléico ; 18:3 = Ácido Linolênico ; 20:0 = Ácido Araquídico.

* Citados por Clement 1998

1,2, e 3 relativos à diferentes raças de pupunha (Pampa 8, Pampa 40 e Para 85)

4,5 e 6 relativos a diferentes populações de pupunha (Benjamin Constant, Fonte Boa e Coari).

Tabela 10. Composição percentual em ácidos graxos das amostras do fruto (mesocarpo + epicarpo) do muruci e comparada com a literatura.

Ácidos Graxos	Muruci	Rezende e Fraga (2003)*	Rezende e Fraga (2003)**
12:0	–	0,42	–
14:0	0,63	0,66	–
16:0	33,44	31,1	5,5
16:1	1,45	0,95	–
18:0	–	3,8	6,3
18:1	40,38	29,8	53,3
18:2	23,13	12,9	34,9
18:3	0,94	–	–

Símbolos utilizados: 12:0= Ácido láurico; 14:0= Ácido Mirístico; 16:0 = Ácido Palmítico ; 18:0 = Ácido Esteárico; 18:1 = Ácido Oléico; 18:2 = Ácido Linoléico ; 18:3 = Ácido Linolênico.

* Composição em ácidos graxos das sementes do muruci extraído com Diclorometano.

** Composição em ácidos graxos das sementes do muruci extraído com Hexano.

Tabela 11. Composição percentual em ácidos graxos das amostras de amêndoa do cupuaçu e comparada com a literatura.

Ácidos Graxos	Cupuaçu	Carvalho et. al. (1981)	Leite e Bentes (1989)
16:0	6,59	5,20	7,6
16:1	–	28,04	–
18:0	32,68	39,92	31
18:1	44,48	15,63	50
18:2	3,26	–	5,0
18:3	–	–	0,2
20:0	11,19	–	11,6
22:0	1,77	–	–

Símbolos utilizados: 16:0 = Ácido Palmítico ; 18:0 = Ácido Esteárico; 18:1 = Ácido Oléico; 18:2 = Ácido Linoléico ; 18:3 = Ácido Linolênico ; 20:0 = Ácido Araquídico; 22:0 = Ácido Beênico.

Os cromatogramas obtidos para as amostras estudadas encontram-se nas figuras 9 a 14.

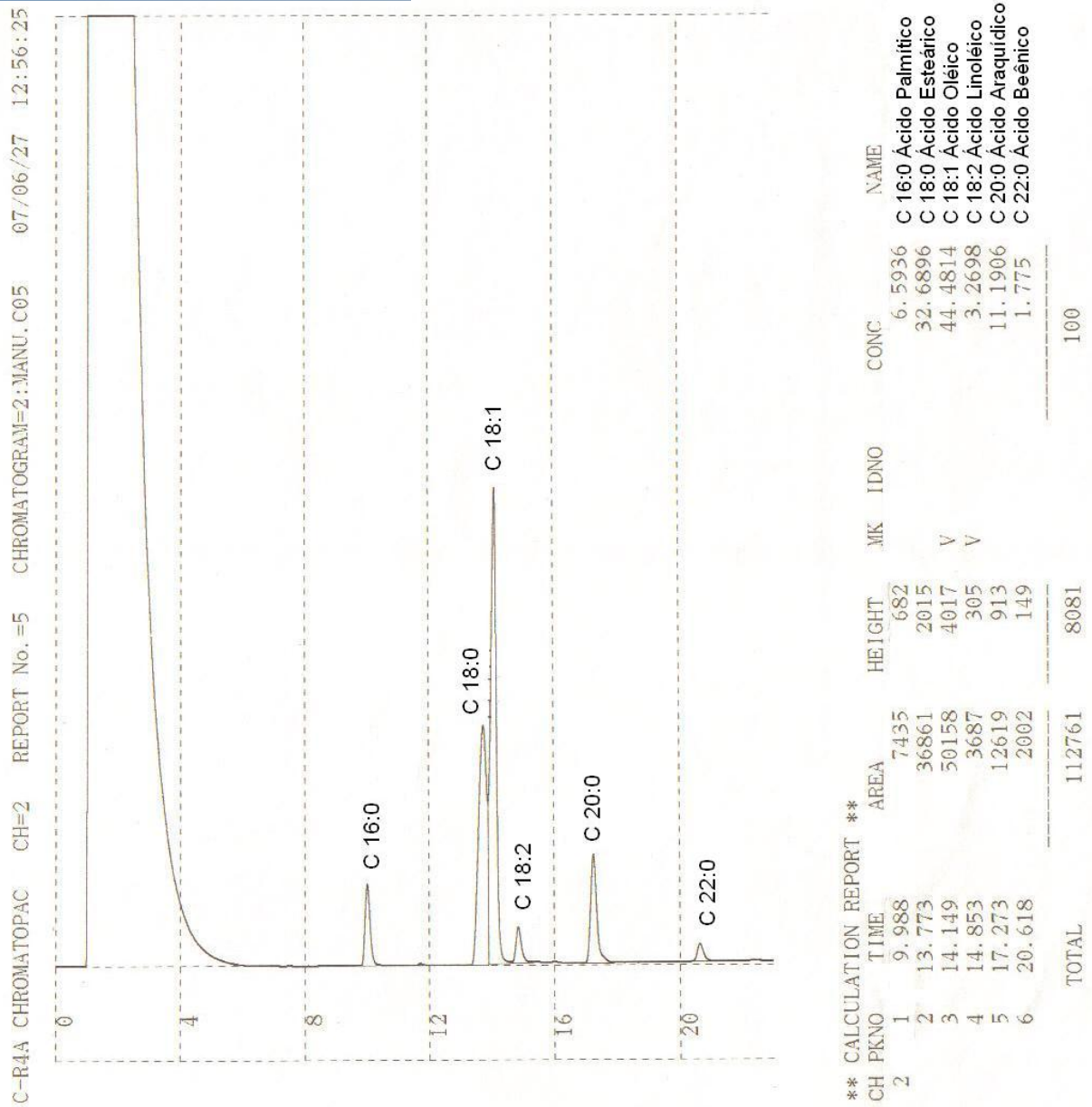


Figura 9. Cromatograma da Gordura das Amêndoas do Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)

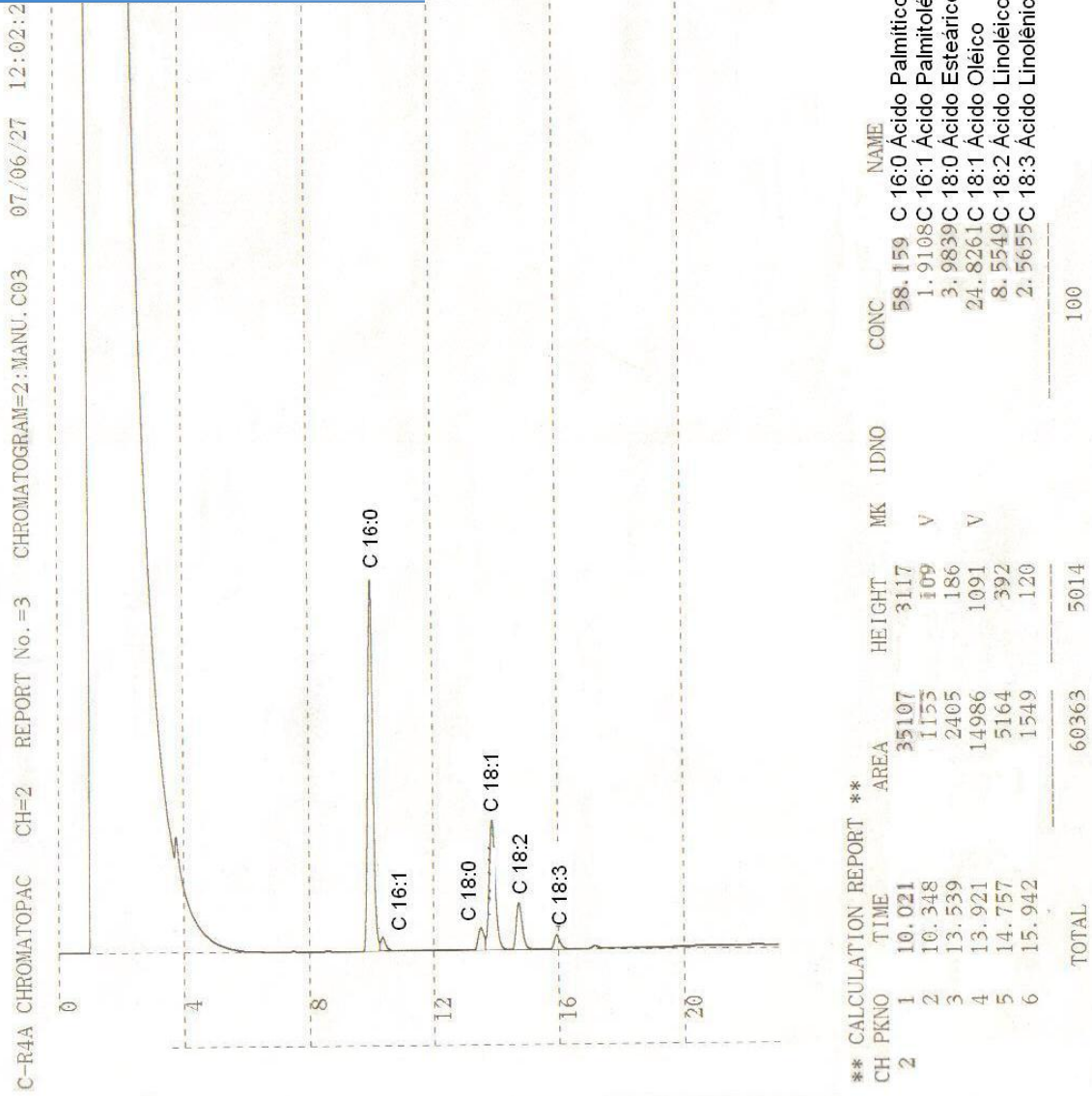


Figura 10. Cromatograma da Gordura da Pupunha Vermelha (*Bactris gasipaes*).

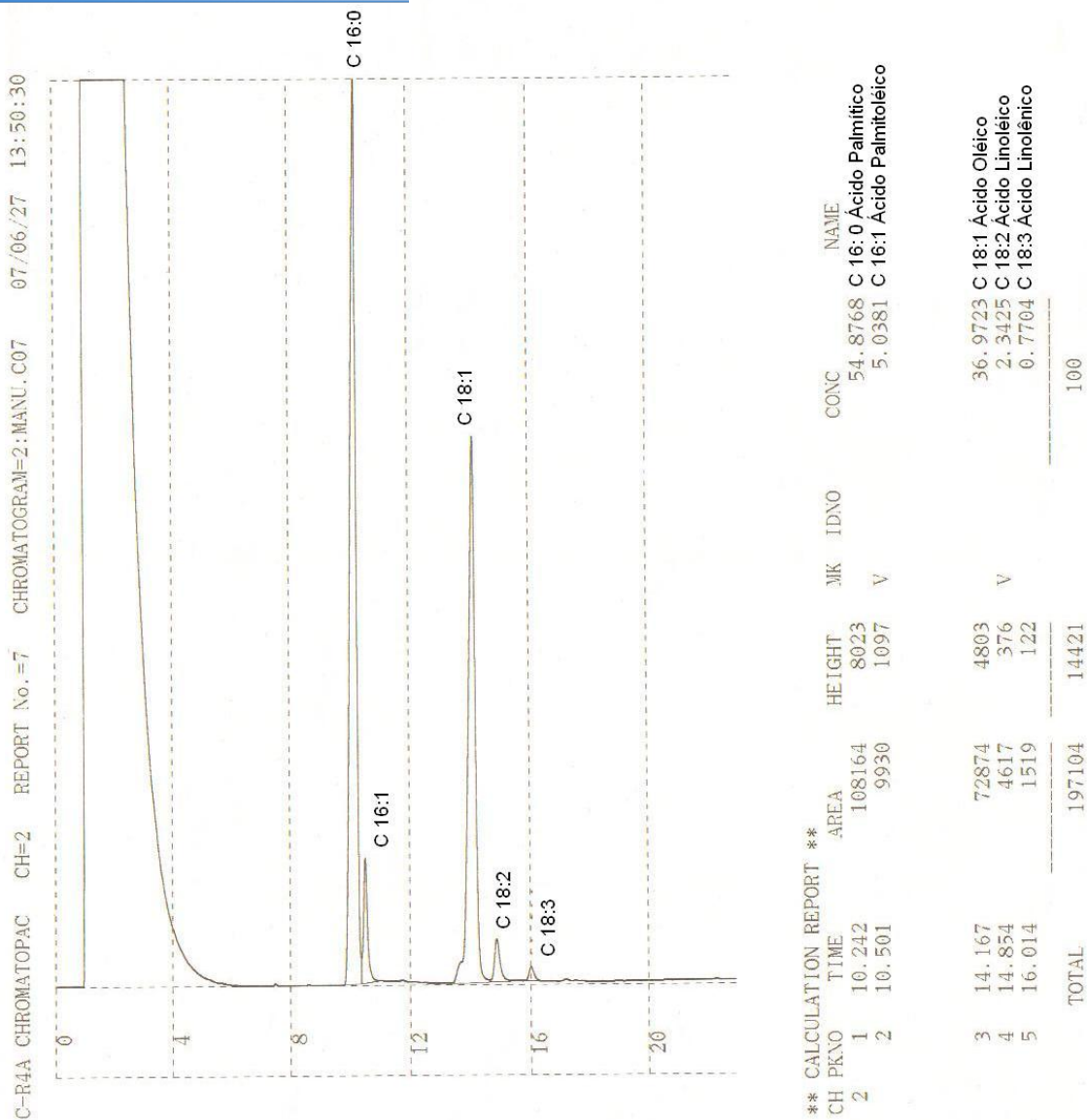
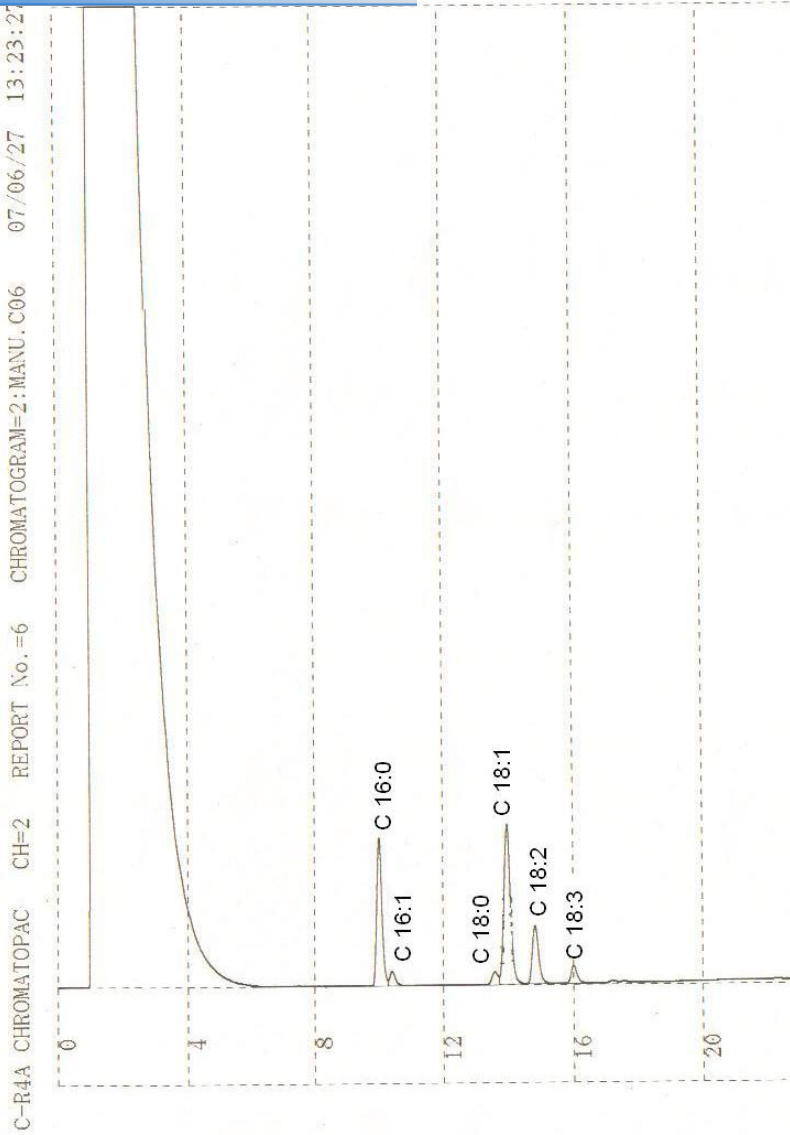


Figura 11. Cromatograma da Gordura da Pupunha Amarela (*Bactris gasipaes*).



** CALCULATION REPORT **

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME	
2	1	10.005	13463	1207			31.8424	C 16:0 Ácido Palmítico	
	2	10.396	1387	118	V		3.2805	C 16:1 Ácido Palmitoléico	
	3	13.603	1320	103			3.1222	C 18:0 Ácido Estearíco	
	4	13.992	17980	1305	V		42.5263	C 18:1 Ácido Oléico	
	5	14.824	6293	475	V		14.8843	C 18:2 Ácido Linoléico	
	6	16.002	1837	142			16.002	C 18:3 Ácido Linolénico	
TOTAL							42281	3348	100

Figura 12. Cromatograma do Óleo da Pupunha Vermelha (*Bactris gasipaes*).

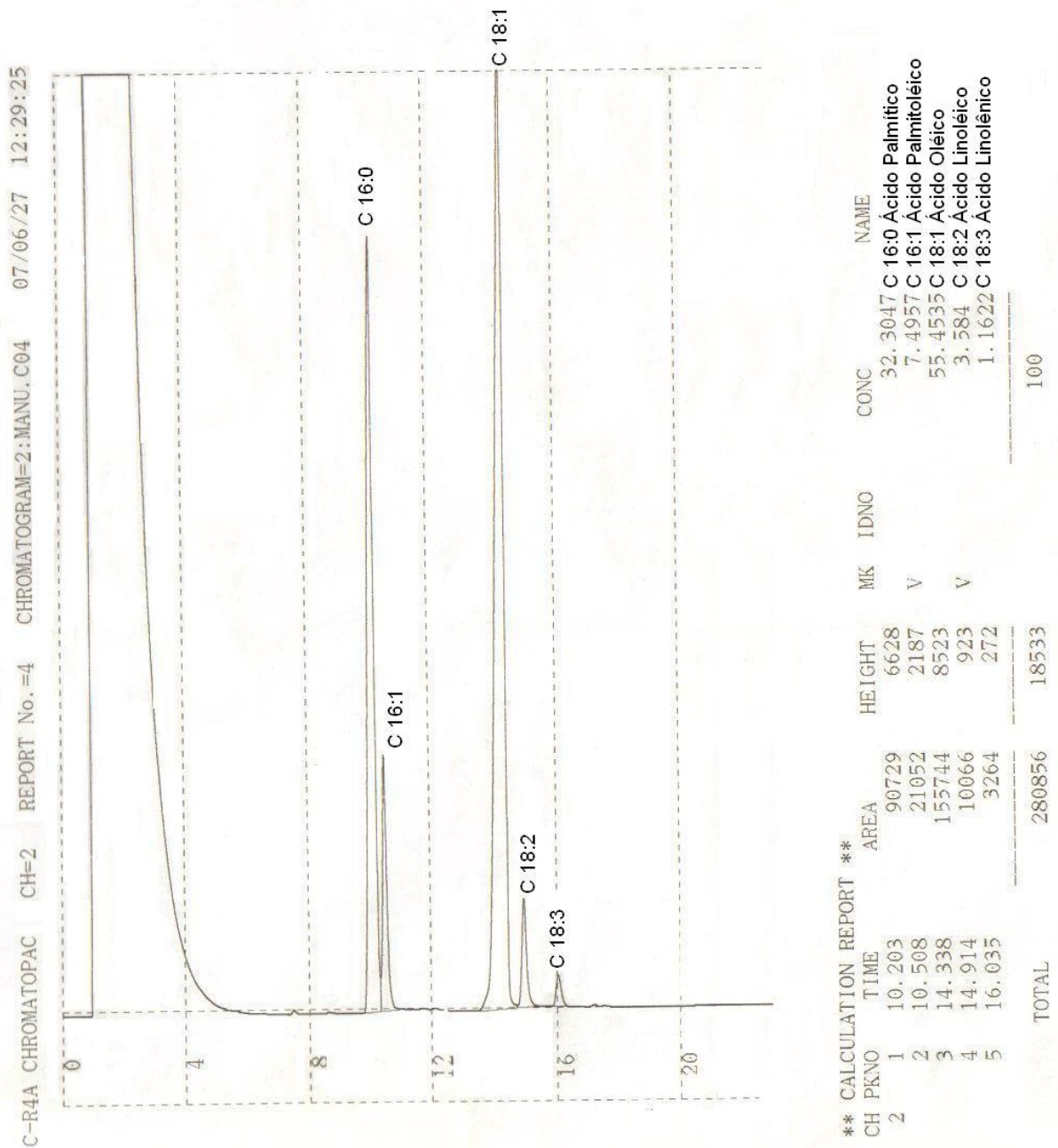


Figura 13. Cromatograma do Óleo da Pupunha Amarela (*Bactris gasipaes*).

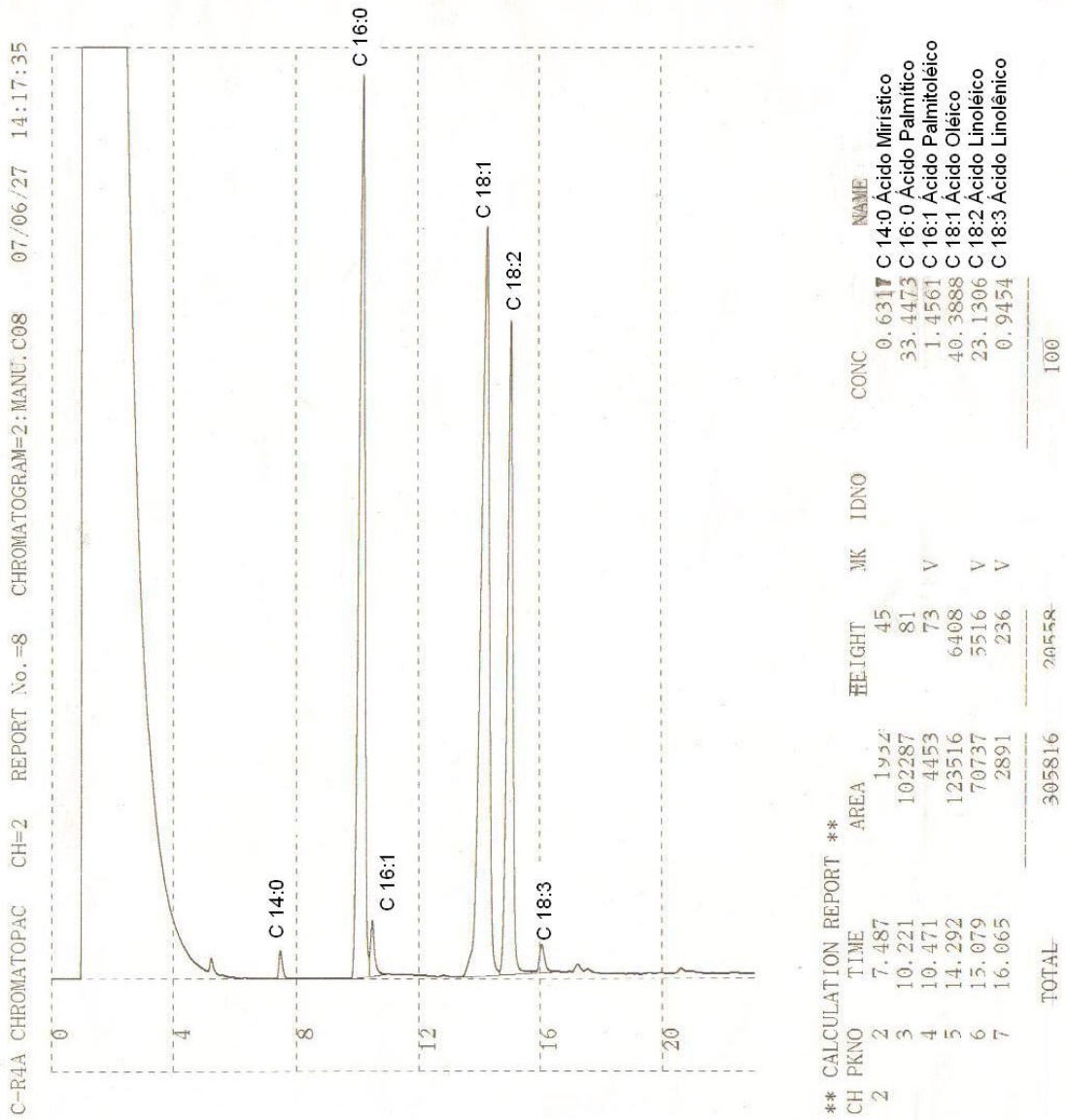


Figura 14. Cromatograma do Óleo do Muruci (*Byrsonima crassifolia*).

4.4. Comparação entre o Perfil de Ácidos Graxos dos Óleos e Gorduras frutos estudados versus Perfil de Ácidos Graxos dos Óleos de Borragem e de Prímula

As tabelas 12, 13 e 14 apresentam os perfis da composição em ácidos graxos dos óleos e gorduras dos frutos estudados comprados com os perfis dos óleos de borragem e de prímula.

Tabela 12. Perfil da composição percentual em ácidos graxos dos óleos e gorduras das pupunhas x perfil da composição percentual em ácidos graxos dos óleos de borragem e de prímula.

Ácidos Graxos	Pupunha Amarela Gordura	Pupunha Amarela Óleo	Pupunha Vermelha Gordura	Pupunha Vermelha Óleo	Óleo de Borragem ^a	Óleo de Prímula ^b
16:0	54,87	32,30	58,15	31,84	10,34	6,6
16:1	5,03	7,49	1,91	3,28	—	—
18:0	—	—	3,98	3,12	3,61	*
18:1	36,97	55,45	24,82	42,52	15,89	13,4
18:2	2,34	3,58	8,55	14,88	37,28	70,0
GLA	—	—	—	—	23,35	8,1
18:3	0,77	1,16	2,56	4,34	—	Tr
20:0	—	—	—	—	—	*
20:1	—	—	—	—	4,25	*
22:1	—	—	—	—	3,16	—
24:1	—	—	—	—	2,12	—
Outros*	—	—	—	—	—	1,9

Símbolos utilizados: 16:0 = Ácido Palmítico ; 18:0 = Ácido Esteárico; 18:1 = Ácido Oléico; 18:2 = Ácido Linoléico ; 18:3 = Ácido Linolênico, GLA= ácido gama-linolênico; 20:0 = Ácido Araquídico; 22:0 = Ácido Beênico.

a Chen e Ju (2001).

b Mukherjee e Kiewitt (1987).

* Incluindo 18:0, 20:0 e 20:1

Tabela 13. Perfil da composição percentual em ácidos graxos dos óleos do muruci x perfil da composição percentual em ácidos graxos dos óleos de borragem e de prímula.

Ácidos Graxos	Muruci	Óleo de Borragem ^a	Óleo de Prímula ^b
14:0	0,63		
16:0	33,44	10,34	6,6
16:1	1,45	–	–
18:0	–	3,61	*
18:1	40,38	15,89	13,4
18:2	23,13	37,28	70,0
GLA	–	23,35	8,1
18:3	0,94	–	Tr
20:0	–	–	*
20:1	–	4,25	*
22:1	–	3,16	–
24:1	–	2,12	–
Outros*			1,9

Símbolos utilizados: 16:0 = Ácido Palmítico ; 18:0 = Ácido Esteárico; 18:1 = Ácido Oléico; 18:2 = Ácido Linoléico ; 18:3 = Ácido Linolênico, GLA= ácido gama-linolênico; 20:0 = Ácido Araquídico; 22:0 = Ácido Beênico.

a Chen e Ju (2001).

b Mukherjee e Kiewitt (1987).

* Incluindo 18:0, 20:0 e 20:1

Tabela 14. Perfil da composição percentual em ácidos graxos da gordura do cupuaçu x perfil da composição percentual em ácidos graxos dos óleos de borragem e de prímula.

Ácidos Graxos	Cupuaçu	Óleo de Borragem ^a	Óleo de Prímula ^b
16:0	6,59	10,34	6,6
16:1	–	–	–
18:0	32,68	3,61	*
18:1	44,48	15,89	13,4
18:2	3,26	37,28	70,0
GLA	–	23,35	8,1
18:3	–	–	Tr
20:0	11,19	–	*
20:1	–	4,25	*
22:0	1,77	–	–
22:1	–	3,16	–
24:1	–	2,12	–
Outros*	–	–	1,9

Símbolos utilizados: 16:0 = Ácido Palmítico ; 16:1= ácido Palmitoléico; 18:0 = Ácido Esteárico; 18:1 = Ácido Oléico; 18:2 = Ácido Linoléico ; 18:3 = Ácido Linolênico, GLA= ácido gama-linolênico; 20:0 = Ácido Araquídico; 22:0 = Ácido Beênico.

a Chen e Ju (2001).

b Mukherjee e Kiewitt (1987).

* Incluindo 18:0, 20:0 e 20:1

Dos valores obtidos, observa-se que os melhores perfis de ácidos graxos essenciais nos frutos estudados foram para os ácidos Oléico e Linoléico. O ácido linolênico não esteve presente em grandes quantidades.

Por ordem crescente o melhor perfil percentual em ácido Oléico está presente na pupunha vermelha (gordura), pupunha amarela (gordura), muruci, pupunha vermelha (óleo), cupuaçu e pupunha amarela (óleo), respectivamente. Em termos de ácido Linoléico, os melhores percentuais se encontram respectivamente pupunha amarela (gordura), cupuaçu, pupunha amarela (óleo), pupunha vermelha (gordura), pupunha vermelha (óleo) e muruci.

Quando se leva em consideração perfil em ácidos graxos versus o rendimento em óleo, apontam-se a gordura do cupuaçu, pelo teor em ácido Oléico; o óleo do muruci, pelo teor de ácido Oléico e Linoléico; e o óleo da pupunha amarela e a gordura da pupunha amarela, pelos teores de ácido Oléico, respectivamente como os concentrados lipídicos que apresentam os melhores potenciais de utilização para posterior aplicação de tecnologia para obtenção de concentrado dos ácidos graxos essenciais de interesse.

4.5. Potencial de utilização das Gorduras e Óleos obtidos

Apesar de os óleos dos frutos em questão não possuírem maior quantitativo de ácido linolênico, que é o ácido presente em maior proporção nos óleos de prímula e borragem, considera-se que estes apresentam potencial para serem trabalhados em função da incorporação e/ou produção de concentrados do ácido ω -linolênico em razão de seu teor nos ácidos Oléico e Linoléico, seus precursores.

Chen e Ju (2001) relacionam a aplicação de várias técnicas disponíveis para o enriquecimento de ácidos graxos polinsaturados (PUFAs) a partir de fontes naturais. Dentre eles, pode-se citar, o método de inclusão de uréia para preparar um concentrado de ácido graxo ω 3 a partir de óleo de fígado de bacalhau desenvolvido por Haasgma et al. em 1982; a tendência de formação de complexos entre PUFA e íon prata aplicada para concentração de PUFA por Teramoto et. al. em 1994 e Kubata et. al. em 1997; o emprego da Winterização com solvente para aumentar o teor de ácido ω -linolênico de óleo de fungo por Yokochi em 1990; a utilização de zeolitos Y por Arai et. al. em 1987 para obtenção de Éster etílico de ácido ω -linolênico concentrado; a cristalização por solvente com baixa temperatura desenvolvida para a concentração de PUFA por Brown em 1955; o método de Uksila e Lehtinem, que em 1966 utilizaram acetonitrila ou uma mistura de acetonitrila e água como o solvente, obtendo AGL que continham 84,7% de ácido ω -linolênico e com um rendimento correspondente de 15% a partir de óleo de linhaça saponificado; e o processo de dois

estágios de cristalização com solvente a baixa temperatura que foi desenvolvido para a concentração do ácido α -linolênico em AGL derivados da saponificação do óleo de borragem por Chen e Ju em 2001.

Mais recentemente, as reações catalisadas por enzimas têm se tornado métodos populares para obtenção de PUFA concentrados. Em um processo de dois passos, que envolveu a hidrólise catalisada por enzima do óleo de borragem e a esterificação dos ácidos graxos livres (AGLs) resultantes com lauril álcool, Shimada et. al. em 1997 obtiveram um teor de 93,7% de ácido α -linolênico em AGLs com um correspondente rendimento de 67,5%. Em 1998, Shimada et. al. utilizaram uma série de reações catalisadas por enzimas, destilações e fracionamento por uréia para obter um AGL que contivesse 98,6% de ácido α -linolênico com um rendimento de 49,4% (CHEN e JU, 2001).

Sobre a utilização de enzimas para enriquecimento de óleos, Torres, Hill Jr. e Otero (2004) comentam que concentrados de ácido α -linolênico podem ser obtidos utilizando métodos baseados na habilidade de algumas lipases em discriminar entre diferentes tipos de ácidos graxos e seus resíduos nos acilgliceróis durante as reações de hidrólise e esterificação. A etanolise catalisada pela lipase do óleo de borragem é de interesse para a produção seletiva de 2-monoacilgliceróis enriquecidos em ácido α -linolênico

A acidólise, mediada por enzimas, do óleo de borragem com ácidos polinsaturados $n-3$ tem sido investigada por Senanayake e Shahidi. Em 1999 estes autores comentam sobre a ocorrência de estudos mais recentes para a incorporação de PUFA $n-3$, especialmente EPA e DHA aos óleos de amendoim, óleo de semente de melão, óleos vegetais, Trilinoleína, óleo de borragem, e óleo de primula.

Além disso, as reações catalisadas por lipases têm se tornado o objeto de interesse para a produção de lipídios estruturais. Estes são triacilgliceróis (TAG) que contêm perfis de ácidos graxos e/ou distribuição estereoespecífica de ácidos graxos

modificada por via química ou meios enzimáticos para obter benefícios específicos à saúde e/ou propriedades funcionais (Akoh, 1998). Estes produtos podem ser eficientemente sintetizados através da troca de ácidos graxos nas posições primárias e/ou posição sn-2 do TAG com ácidos graxos desejados, usando uma variedade de lipases. Atualmente, tais TAG são desenvolvidos para uso em aplicações nutricionais e alimentícias selecionadas (SENANAYAKE E SHAHIDI, 2002).

4.6. Constantes físico-químicas dos óleos e gordura extraídos dos frutos

A Pupunha Amarela apresentou Índice de Refração de 1,456 e a Pupunha Vermelha Índice de Refração de 1,460.

A fração gordurosa da Pupunha Amarela apresentou Índice de Saponificação de 200,83 e Índice de Iodo de 44,60. Já a fração oleosa da Pupunha Amarela apresentou Índice de saponificação de 197,20 e índice de Iodo de 66,98.

A Pupunha Vermelha, fração gordurosa apresentou índice de saponificação de 200,89 e índice de Iodo de 46,71. A fração oleosa apresentou 196,50 de índice de saponificação e 80,31 de índice de Iodo.

O óleo do Muruci apresentou índice de refração de 1,449, índice de saponificação de 193,73 e índice de Iodo de 82,20.

A gordura do cupuaçu apresentou índice de refração de 1,432, índice de saponificação de 188,02 e índice de Iodo de 45,89.

Observa-se, a partir desses resultados que todos os óleos e gorduras obtidos apresentam características compatíveis para utilização com fins alimentícios.

4.7. Estabilidade dos Óleos e Gorduras

Realizaram-se análises em triplicata para Acidez , expressa em Oléico, e Índice de Peróxido, e os resultados estão expressos em função da média e do desvio-padrão.

As diferentes frações lipídicas obtidas, gordurora e oleosa, apresentaram diferentes valores médios para ambas as análises.

Os óleos da Pupunha Amarela e da Pupunha Vermelha apresentaram acidez em Oléico de $3,35 \pm 0,03$ e $3,51 \pm 0,08$, respectivamente.

O índice de peróxido foi de $4,63 \pm 0,05$ para o óleo da Pupunha amarela e de $3,73 \pm 0,12$ para o óleo da pupunha vermelha.

Para a fração gordurosa, a pupunha amarela apresentou medida de acidez em Oléico de $4,78 \pm 0,12$ e a pupunha vermelha, medida de $5,44 \pm 0,21$.

O índice de peróxido para a gordura da pupunha amarela foi de $12,46 \pm 0,22$ e para a gordura da pupunha vermelha foi de $5,47 \pm 0,01$.

O óleo do muruci apresentou valores médios de $1,82 \pm 0,02$ de acidez em Oléico e $6,19 \pm 0,03$ de índice de peróxido.

A gordura do cupuaçu apresentou acidez em Oléico média de $2,02 \pm 0,02$ e $9,09 \pm 0,04$ de índice de peróxido.

4.8. Fluxograma Descritivo do Processo

Foram agrupadas, de forma simplificada, as etapas já realizadas e a serem realizadas em trabalhos futuros para a obtenção de um concentrado de ácido - linolênico que se destine ao consumo humano e mimetize a ação dos óleos de borragem e de prímula.

A seqüência de operações realizadas neste estudo para obtenção da fração de gordura concentrada está representada por linhas contínuas. As possíveis operações a serem realizadas em estudos futuros para obtenção de ácidos graxos ricos em ácido - linolênico está representada por linhas descontínuas.

Para as amêndoas do cupuaçu, a representação esquemática descritiva do processo encontra-se na figura 15.

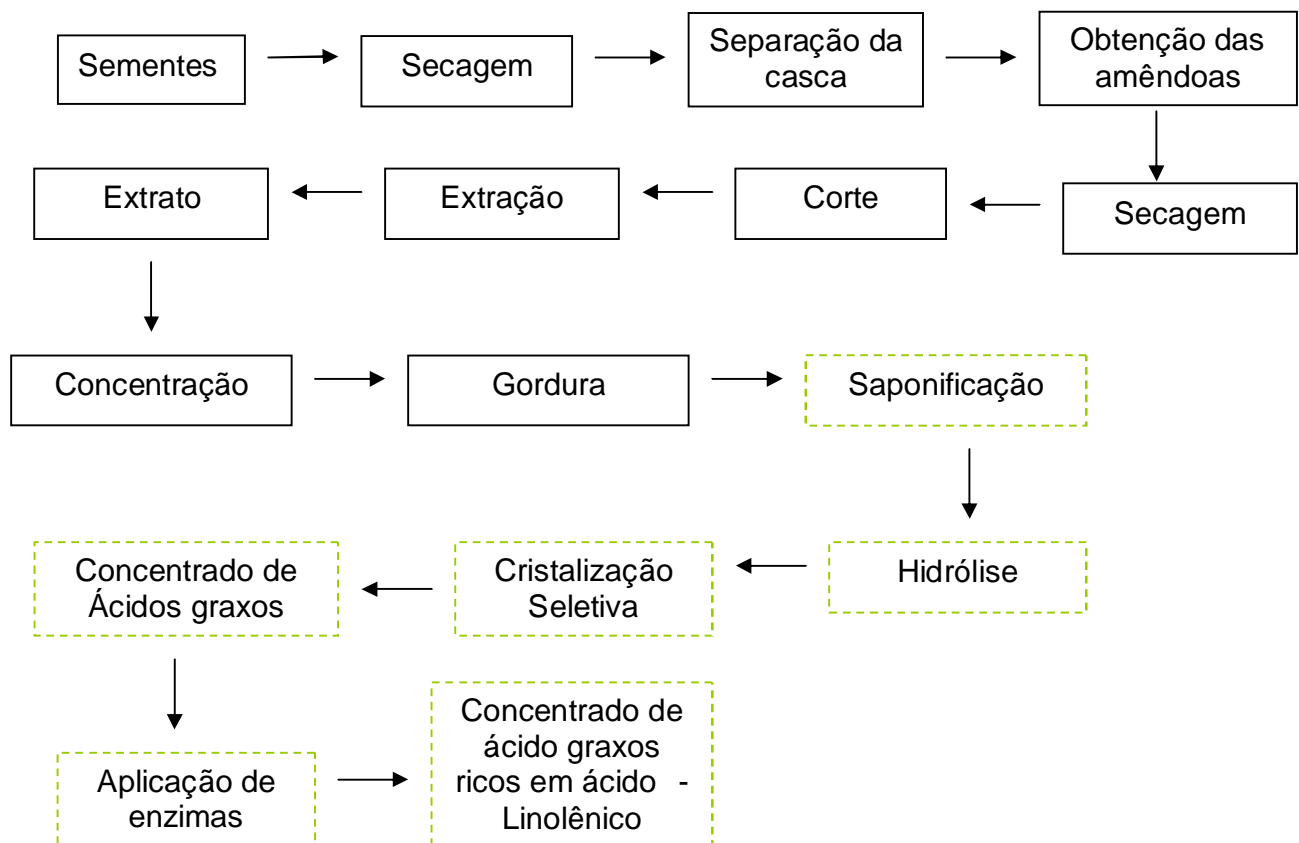


Figura 15. Fluxograma das Operações a serem realizadas para obtenção de concentrado de ácido -Linolênico a partir de amêndoas do Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).

Para a pupunha, a representação esquemática descritiva do processo encontra-se na figura 16.

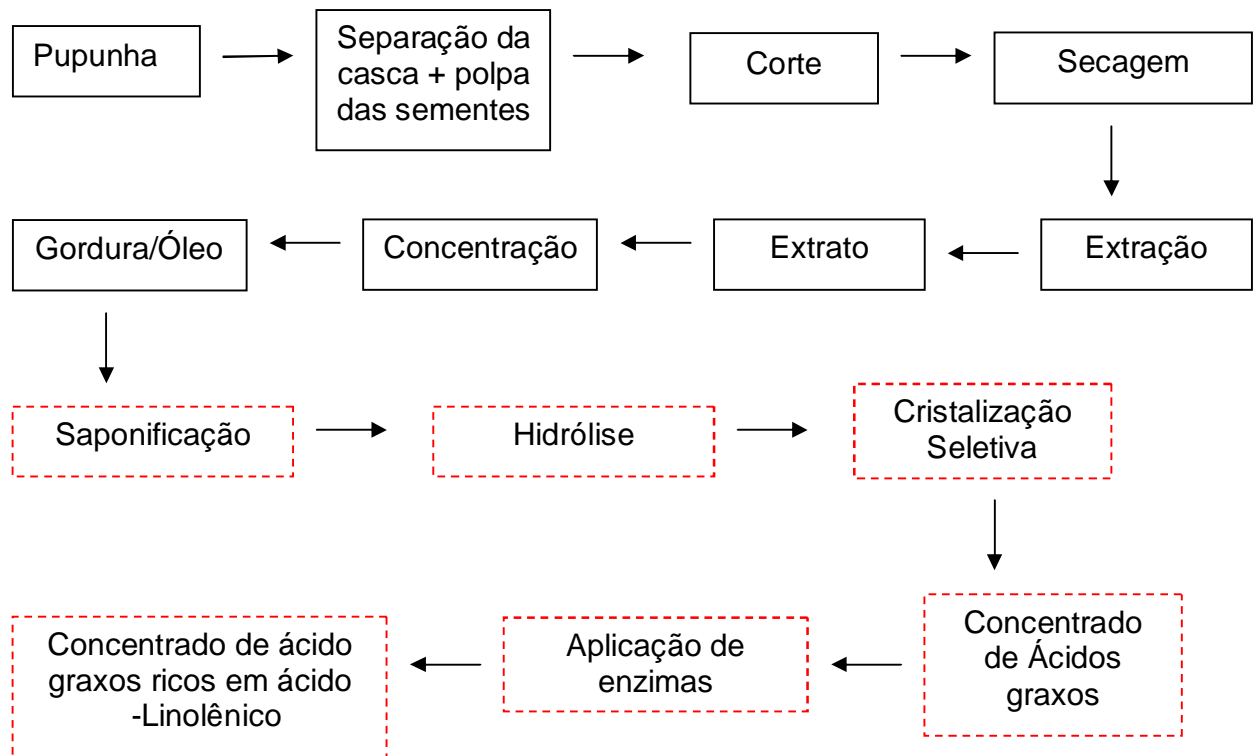


Figura 16. Fluxograma das Operações a serem realizadas para obtenção de concentrado de ácido -Linolênico a partir da casca + polpa da Pupunha (*Bactris gasipaes*).

Para o muruci, a representação esquemática descritiva do processo encontra-se na figura 17.

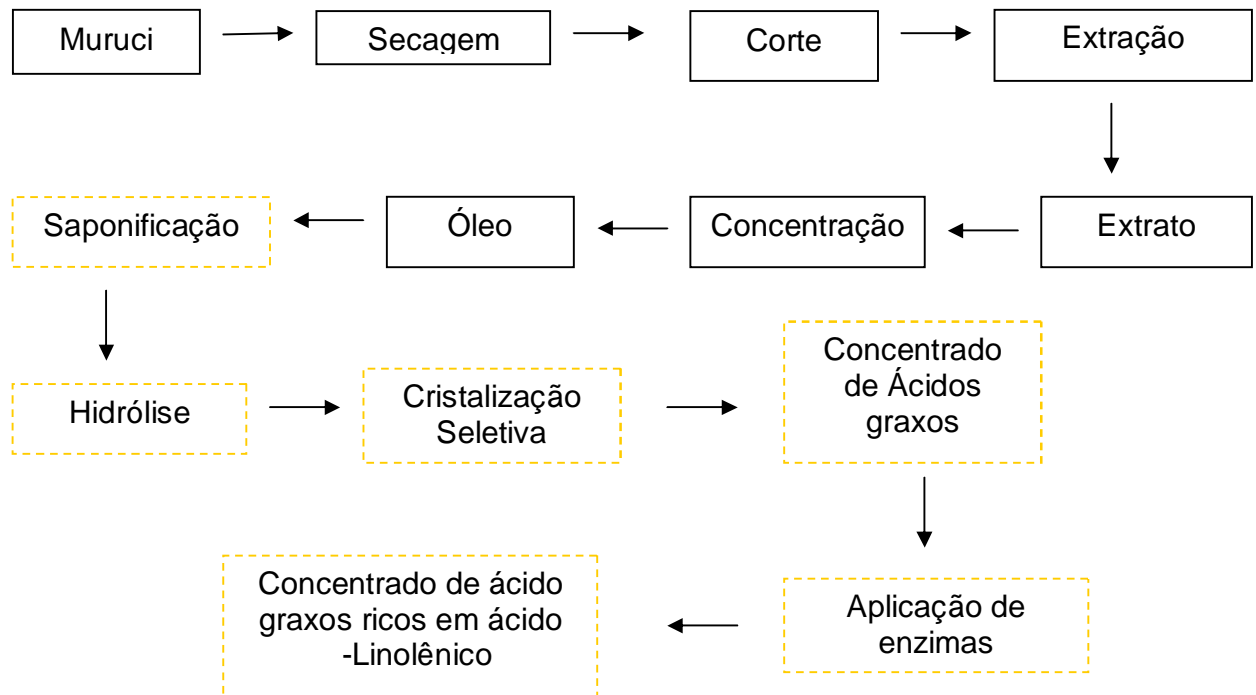


Figura 17. Fluxograma das Operações a serem realizadas para obtenção de concentrado de ácido -Linolênico a partir da casca + polpa do Muruci (*Byrsonima crassifolia*).

5. CONCLUSÃO

Os frutos demonstraram ser boa opção para contribuir na elaboração de planos alimentares que alcancem a harmonia na oferta de macronutrientes e micronutrientes para indivíduos de um grupo.

Além disso, acredita-se que, dentre os frutos estudados, os óleos e/ou gorduras da amêndoa do cupuaçu, e dos frutos do muruci e da pupunha amarela apresentam potencial considerável no que diz respeito à utilização de seus óleos e gorduras para fins nutricionais e alimentícios especiais, considerando seus teores percentuais de ácidos Oléico e Linoléico, já que estes são os precursores do ácido Linolênico, bem como seu rendimento em óleo.

Para tanto, faz-se necessário que os resultados obtidos sejam trabalhados em função da aplicação de tecnologias (uso de reações enzimáticas, reações de cristalização etc.) que possam operacionalizar futuramente a obtenção de concentrados oleaginosos oriundos dos frutos estudados, na forma de um suplemento alimentar rico nos ácidos graxos essenciais -linoléico e -linolênico, mimetizando a ação dos óleos de borragem e de prímula.

Como sugestão, propõe-se que as sementes da pupunha e do muruci sejam da mesma forma avaliadas quanto ao processo de obtenção de seus óleos, garantindo um aproveitamento integral dos frutos, o que aumentaria o rendimento em óleo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADER, D. N.; SHRIVER, C. D. Update on Clinical and Research Issues in Cyclical Mastalgia. **The Breast Journal**, vol. 4, n° 1, p. 25-32, 1998.

AIKAWA, J. **Efeito da Suplementação com Óleo de Peixe sobre a Caquexia, o Crescimento Tumoral e o Sistema Imunitário em Ratos F2**. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

AMARQUAYE, A.; CHE, C.T.; BEJAR, E.; MALONE, M. A new glycolipid from *Byrsonima crassifolia*. **Planta Medica**. v. 60, p. 85-86, 1994.

ANGELIS, R. C. De. **Importância de Alimentos Vegetais na proteção da Saúde: Fisiologia da Nutrição Protetora e Preventiva de Enfermidades Degenerativas**. Ed. Atheneu: São Paulo, 2001. 295 p.

ALVES, G.L.; FRANCO, M. R. B. Headspace gas chromatography-mass spectrometry of volatile compounds in muruci (*Byrsonima crassifolia* L. Rich). **Journal of Chromatography A**. v. 985, p. 297-301, 2003.

ANDERSON, G. J.; CONNOR, W. E. On the demonstration of w-3 essential-fatty-acid deficiency in humans. **Am. J. Clin. Nutr.** 49: 585-587, 1989.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) Official methods of Analysis. 16^o ed., 3rd rev, 1997.

AOCS (American Oil Chemists Society) Official Methods and Recommended Practices. 3^o ed. 1986.

BEJAR, E.; AMARQUAYE, A.; CHE, C.T.; MALONE, M. H.; FONG, H.H.S. Constituents of *Byrsonima crassifolia* and their spasmogenic activity. **International Journal of Pharmacognosy**. v. 33, p. 25-32, 1995.

BELITZ, H.-D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. 2^a ed. Editorial Acribia: Zaragoza, España, 1997. 1087 p.

BERGER, I.; BARRIENTOS, A. C.; CACERES, A.; HERNÁNDEZ, M.; RASTRELLI, L.; PASSREITER, C. M.; KUBELKA, W. Plants used in Guatemala for the treatment of protozoal infections. II. Activity of extracts and fractions of five Guatemalan plants against *Trypanosoma cruzi*. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 62, p. 107-115, 1998.

BLOOMERS, J.; DE LANGE-DE KLERK, E. S. M.; KUIK, D. J.; BEZEMER, P. D.; MEIJER, S. Evening Primrose Oil and Fish Oil for Severe Chronic Mastalgia: A randomized, double blind, controlled trial. **Am. J. Obstet. Gynecol.** v. 187, p. 1389-1394, 2002.

BRUM, A. A. S. **Métodos de extração e qualidade da fração lipídica**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) . Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). São Paulo, 2005.

CAMPOS, S. L.. **Entender a bioquímica: o metabolismo fundamental em animais e plantas**. Escolar editora: Lisboa, 1998. 683 p.

CARVALHO, J. R. C.; ROCHA FILHO, G. N.; SERRUYA, H.. Análise dos óleos de três frutos comestíveis da região amazônica . cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Spreng Shum, Sterculiaceae*), Mari (*Paraqueiba paraensis, Icacinaceae*) e Uxi (*Endopleura uxi, Humiriaceae*). In: ENCONTROS DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 1 e 2, 1980, 1981, Belém, São Luís. **Anais**. Belém, 1981. p. 187-196.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5ª ed. Edições CEJUP: Belém, 1991. 279 p.

CHEN, T.C.; JU, Y.H. An Improved Fractional Crystallization Method for the Enrichment of α -linolenic Acid in Borage Oil Fatty Acid. **Ind. Eng. Chem. Res.** v. 40, p. 3781-3784, 2001.

CHEUNG, K. Management of cyclical mastalgia in oriental women: pioneer experience of using gammalenic acid (Efamast (R)) in Asia. **Australian and New Zealand Journal of Surgery**. v.69, p.492-94,1999.

CIFUENTES, C. M.; GÓMEZ-SERRANILLOS, M. P.; IGLESIAS, I.; VILLAR DEL FRESNO, A.M. Neuropharmacological profile of ethnomedicinal plants of Guatemala. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 76, p. 223-228, 2001.

CLEMENT, C. R.; AGUIAR, J. P. L.; ARCKOLL, D. B. Composição Química do Mesocarpo e do Óleo de Três Populações de Pupunha (*Bactris gasipaes*) do Rio Solimões, Amazonas, Brasil. **Rev. Bras. Frut.** v. 20, p. 115-118, 1998.

CLEMENT, C.R.; MANSHARDT, R. M. A review of the importance of spines for pejibaye heart-of-palm production. **Scientia Horticulturae**. v. 83, p. 11-23, 2000.

CRUZ, P. E. N.; PEREIRA, S. S. Estudo de Frutos do Estado do Maranhão . %iti, Muruci e Jenipapo+. In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 5, 1985, São Luís. **Anais**. São Luís, 1985. p. 29-35.

ESKIN, N. A. M. **Biochemistry of Foods**. 2º ed. Academic Press Inc.: San Diego, Califórnia, 1990. 557 p.

Estudo Nacional de Despesa Familiar. Tabelas de Composição de Alimentos IBGE. 5ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 137 p.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DAS SOCIEDADES DE GINECOLOGIA E OBSTETRÍCIA. **Tratado de Ginecologia Febrasgo**. Vol. 2. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. 1485 p.

FENNEMA, O. R. (Dir.). **Química de los alimentos**. 2º ed. Editorial Acribia: Zaragoza, España, 2000. 1258 p.

FRANCO, G.. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ª ed. Atheneu Editora: Rio de Janeiro, 1992. 307 p.

FREITAS, F.; MENKE, C.H.; RIVOIRE, W.; PASSOS, E. P. **Rotinas em Ginecologia**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001. 482 p.

GATELEY, C.; MIERS, M.; Mansel, R, Hughes, L. Drug treatments for mastalgia: 17-year experience in the Cardiff mastalgia clinic. **Journal of the Royal Society of Medicine**. v. 85, p.12-15,1992.

GEISS, F.; HEINRICH, M.; HUNKLER, D.; RIMPLER, H. Proanthocyanidins with (+)-Epicatechin Units From *Byrsonima crassifolia* Bark. **Phytochemistry**. v. 39, p. 635-643, 1995.

GENOLET, P.; DELALOYE, J.; DE GRANDI, P. Diagnosis and treatment of matodynia. **Revue Medicales de la Suisse Romands**. v.115, p.385-390, 1995.

GOYAL, A.; MANSEL, R. E. A Randomized Multicenter Study of Gamolenic Acid (Efamast) with and without Antioxidant Vitamins and Minerals in the Management of Mastalgia. **Breast J** . v. 11, p. 41-47, 2005.

GUNSTONE, F. D.; PADLEY, F. B. **Lipid Technologies and Applications**. New York: Marcel Dekker Inc., 1997. p. 199-263.

GURR, M. I. **Role of fats in food and nutrition**. London and New York: Elsevier applied science publishers, 1986. 170 p.

HALBE, H. W. **Tratado de Ginecologia**. 3ª ed. Vol. 2. São Paulo: Roca, 2000. 1679 p.

HAMILTON, R. J.; ROSSELL, J. B. **Analysis of Oils and Fats**. London and New York: Elsevier applied Science, 1987. 441 p.

HOLMAN, R. T.; JOHSON, S. B.; HATCH, T. F. A case of human linolenic acid deficiency involving neurological abnormalities. **Am. J. Clin. Nutr.**, vol. 35, p. 617-623, 1982.

HORROBIN, D. Gammalinolenic acid: an intermediate in essential fatty acid metabolism with potential as an ethical pharmaceutical and as a food. **Reviews of Contemporary Pharmacotherapy**. v. 1; p.1-45, 1990.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, 1990.

KUMAR, C. A.; DAS, U. N.. Lipid peroxides, nitric oxide and essential fatty acids in patients with *Plasmodium falciparum* malaria.

LEITE, J. M. R.; BENTES, M. H. S. Análise da composição química de óleos vegetais. Estudo das sementes do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 7, 1989, Manaus. **Anais**. Manaus, 1989. p. 56-60.

LUNA, M. S.; BENTES, M. H. S.; ARRUDA, A. C. Análise dos óleos das amêndoas de duas gutíferas . Bacuri (*Platonia insignis Mart.*) e Bacuri-pari (*Rheedia acuminata Planch. Et. Fr.*). In: ENCONTROS DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 1 e 2, 1980, 1981, Belém, São Luís. **Anais**. Belém, 1981. p. 217-225.

MANSEL, R.; PYE, J.; HUGHES, L. Effects of essential fatty acids on cyclical mastalgia and noncyclical breast disorders. In: Omega-6 Essential fatty acids: pathophysiology and roles in clinical medicine. New York: Alan R. Liss; p. 557-566, 1990.

MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, M.; GONZÁLEZ-ESQUINCA, A. R.; CAZARES LUNA, L.; MORENO GUTIÉRREZ, M.N.; GARCÍA-ARGÁEZ, A.N. Aantimicrobial activity of *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 66, p. 79-82, 1999.

MAZZA, G. **Functional Foods. Biochemical & Processing Aspects**. Technommic Company: Pennsylvania, 1998.

MENON, N. K.; DHOPEHWARKAR, G. A. Essential fatty acid deficiency and brain development. **Prog. Lipid. Res.**, 21 : 309-326, 1982.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3; p. 126-128, 1959.

MORALES, C.; GÓMEZ-SERRANILLOS, M. P.; IGLESIAS, I.; VILLAR, A. M.; CACERES, A. Preliminary screening of five ethnomedicinal plants of Guatemala. **II Farmaco**. v. 56, p. 523-526, 2001.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1998. 150 p.

MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L. V. **Introdução à ciência de alimentos**. Ed. da UFSC: Florianópolis, 2002. 255 p.

MUKHERJEE, K. D.; KIEWITT, I. Formation of γ -Linolenic Acid in the Higher Plant Evening Primrose (*Oenothera biennis* L.). **J. Agric. Food Chem.** v. 35, p. 1009-1012, 1987.

NEURINGER, M.; CONNOR, W. E. N-3 fatty acids in the brain and retina: Evidence for their essentiality. **Nutr. Rev.**, vol. 44, nº 9, p. 285-294, 1986.

POMERANZ, Y. Food Science and Technology: a series of monographs. **Functional properties os food components**. Academic Press: London, 1985. 536 p.

PYE, J.; MANSEL, R. E.; HUGHES, L.E. Clinical experience of drug treatments for mastalgia. **Lancet**. p.373-377, 1985.

RASTRELLI, L.; DE TOMMASI, N.; BERGER, I.; CACERES, A.; SARAIVIA, A.; DE SIMONE, F. Glycolipids from *Byrsonima crassifolia*. **Phytochemistry**. v. 45, p. 647-650, 1997.

REZENDE, C. M.; FRAGA, S. R. G. Chemical and Aroma Determination of the Pulp and Seeds of Muruci (*Byrsonima crassifolia* L.). **J. Braz. Chem. Soc.** v. 14, p. 425-428, 2003.

ROCHA FILHO, G. N.; BENTES, M. H. S.; SERRUYA, H. Análise, por sistema Cg/EM/computador, da composição em ácidos graxos de óleos de frutos comestíveis . abricó (*Mammea americana* Jacq. **Guttiferaceae**) e camapú (*Physalis angulata* L. **Solanaceae**). In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 3, 1982, Manaus. **Anais**. Manaus, 1982. p. 451-456.

SANT'ANA, L. S. Mecanismos bioquímicos envolvidos na digestão, absorção e metabolismo dos ácidos graxos ômega. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde, Fortaleza**, v. 17, n. 4, p. 211-216, 2004.

SANTOS, A. S.; ANDRADE, E. H. A.; ZOGHBI, M. G. B.; MAIA, J. G. S. Volatile Constituents of fruits of *Annona Glaba* L. from Brazil. **Flavour and Fragrance Journal**, v.13, p. 148-150,1998.

SENANAYAKE, S. P. J. N.; SHAHIDI, F. Enzyme-assisted Acidolysis of Borage (*Borago officinalis* L.) and Evening Primrose (*Oenothera biennis* L.) Oils: Incorporation of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids. **J. Agric. Food Chem.** v. 47, p. 3105-3112, 1999.

SENANAYAKE, S. P. J. N.; SHAHIDI, F. Structured Lipids via Lipase-catalyzed Incorporation of Eicosapentaenoic Acid into Borage (*Borago officinalis* L.) and Evening Primrose (*Oenothera biennis* L.) Oils. **J. Agric. Food Chem.** v. 50, p. 477-483, 2002.

SERRUYA, H.; ARRUDA, M. S. P.; BENTES, M. H. S. Análise comparativa de óleos das amêndoas da castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa* HBK. **Lecitidaceae**). In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 3, 1982, Manaus. **Anais**. Manaus, 1982. p. 265-273.

SERRUYA, H.; BENTES, M. H. S.; FILHO, Geraldo Narciso da Rocha. Análise dos óleos dos frutos de duas palmáceas - bacaba (*Oenocarpus disticus* Mart.) e pupunha (*Guilielma speciosa* Mart.). In: ENCONTROS DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 1 e 2, 1980, 1981, Belém, São Luís. **Anais**. Belém, 1981. p. 205-212.

SERRUYA, H.; BENTES, M. H. S. Composição química e aplicações dos óleos de palmáceas da Amazônia. In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 5, 1985, São Luís. **Anais**. São Luís, 1985. p. 113-121.

SERRUYA, H.; BENTES, M. H. S.; MUCCINI, M. Óleos extraídos do açaí branco (*Euterpe Oleracea Mart.*). In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 6, 1988, Manaus. **Anais**. Manaus, 1988. p. 272-276.

SERRUYA, H.; BENTES, M. H. S.; LIMA, M. Análise dos óleos extraídos do fruto mangostão amarelo (*Garcinia conchinchinesis*). In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 6, 1988, Manaus. **Anais**. Manaus, 1988. p. 294-298.

SERRUYA, H.; BENTES, M. H. S.; SILVA, M. G. L. Estudo químico dos óleos extraídos dos frutos de patauzeiros nativos da região amazônica. In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 7, 1989, Manaus. **Anais**. Manaus, 1989. p. 90-97.

SERRUYA, H.; BENTES, M. H. S.; MULLER, A. A. Estudo químico dos óleos extraídos dos frutos híbridos de dendê. In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA, 7, 1989, Manaus. **Anais**. Manaus, 1989. p. 249-268.

SILVA, E.M.; SOUZA, J.N.S.; ROGEZ, H.; REES, J.F.; LARONDELLE, Y. Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region. **Food Chemistry**. v. 101, p. 1012-1018, 2007.

SILVA, F. C. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Embrapa Informática Agropecuária: Campinas, SP, 1999.

STUBBS, C. D.; SMITH, A. D. The modification of mammalian membrane polyunsaturated fatty acid composition in relation to membrane fluidity and function. **Biochim. Biophys. Acta.**, v. 779, p. 89-137, 1984.

STYMNE, S.; STOBART, A. K. Biosynthesis of γ -linolenic Acid in cotyledons and microsomal preparation of the developing seeds of common borage (*Borago officinalis*). **Biochem. J.** v. 240, p. 385-393, 1986.

STYMNE, S.; STOBART, A. K. Δ^6 - and Δ^{12} -desaturase activities and phosphatidic acid formation in microsomal preparations from the developing cotyledons of common borage (*Borago officinalis*). **Biochem. J.** v. 252, p. 641-647, 1988.

TORRES, C.F.; HILL JR, C.G.; OTERO, C. Lipase-catalyzed Ethanolysis of Borage Oil: A Kinetic Study. **Biotechnol. Prog.**, v. 20, p. 756-763, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Bioquímica: aulas práticas**. Departamento de Bioquímica, 6ª ed. Editora UFPR, 2001.

VENTURIERI, G. A. Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos o processamento. Belém: Clube do Cupu, 1993. 108 p.

VERGROESEN, A. J. Physiological effects of dietary linoleic acid. **Nutr. Rev.**, v.35. nº 1. p. 1-5, 1977.



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

WEAVER, B. J.; HOLOB, B. J. Health affects and metabolism of dietary eicosapentaenoic acid. **Proc. Food Nut. Science.** v.12. p. 111-150,1988.

YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, K.; CLEMENT, C. R.; MACEDO, S. H.M.; FÁVARO, D. I. T.; AFONSO, C.; VASCONCELOS, M. B A.; PIMENTEL, S. A.; BADOLATO, E. S. G.; VANNUCCHI, H. Chemical Composition of the Fruit Mesocarpo f Three Peach Palm (*Bactris gasipaes*) Populations Grown in Central Amazonia, Brazil. **International Journal of Food Sciences and Nutrition.** v. 54, p. 49-56, 2003.