



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
BIOTECNOLOGIA DA REDE BIONORTE



BIOPROSPECÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS, α -TOCOFEROL E
ATIVIDADE ANTI-ACETILCOLINESTERÁSICA EM ÓLEOS E
GORDURAS DE FRUTOS AMAZÔNICOS

RICARDO CARVALHO DOS SANTOS

Boa Vista - RR

Junho/2016

RICARDO CARVALHO DOS SANTOS

**BIOPROSPECÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS, α -TOCOFEROL E
ATIVIDADE ANTI-ACETILCOLINESTERÁSICA EM ÓLEOS E
GORDURAS DE FRUTOS AMAZÔNICOS**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal de Roraima, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biotecnologia.

Orientador: Dr. Edvan Alves Chagas

Coorientador: Dr. Antonio Alves de Melo Filho

Boa Vista, RR

Junho/2016

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

S237b Santos, Ricardo Carvalho dos.
Bioprospecção de ácidos graxos, α -TOCOFEROL atividade Anti-Acetilcolinesterásica em óleos e gorduras de frutos amazônicos / Ricardo Carvalho dos Santos – Boa Vista, 2016.
137 f.: il.

Orientador: Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas.
Coorientadores: Prof. Dr. Antonio Alves M. Filho.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal.

1 – Biodiversidade. 2 – Vitamina E. 3 – Doença de Alzheimer. 4 – Doenças Neurodegenerativas. I – Título. II – Chagas, Edvan Alves (orientador).

CDU – 574:614


RICARDO CARVALHO DOS SANTOS

**BIOPROSPEÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS, α -TOCOFEROL E ATIVIDADE
ANTI-ACETILCOLINESTERÁSICA EM ÓLEOS E GORDURAS DE FRUTOS
AMAZÔNICOS**


Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal de Roraima, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Biotecnologia.

Orientador: Dr. Edvan Alves Chagas
Coorientador: Dr. Antonio Alves de Melo Filho

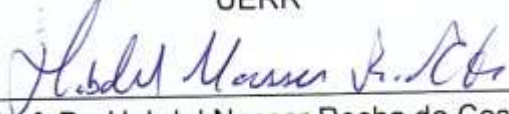
Banca Examinadora



Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas
Embrapa Roraima




Prof. Dr. André Camargo de Oliveira
UERR



Prof. Dr. Habel Nasser Rocha da Costa
UFRR



Prof^a Dr^a. Fabiana Granja
UFRR



Pesq. Dra. Hyanameyka Evangelista de Lima Primo
Embrapa Roraima

**Boa Vista – RR
Junho/2016**

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre”. *Paulo Freire.*

DEDICATÓRIA

A Deus e a minha família, em especial a minha esposa Virgínia Marne e ao meu filho Benjamim Marne.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao único Deus, O Todo-Poderoso! À Ele, toda honra e glória.

Às minhas fontes de inspiração, minha maravilhosa esposa Virgínia Marne por seu amor, carinho, apoio, paciência e compreensão, em todos os momentos, inclusive nas horas mais difíceis de minha vida, só ela e Deus sabem como foi meu trajeto até aqui; ao meu amado e abençoado filho Benjamim Marne, que por ele eu tenho motivos excedentes para continuar nesta caminhada.

Aos meus pais, Gildo e Valdeci, pelo amor e formação que tenho hoje. Aos meus irmãos Gildo Júnior, Hosana Carolina e Rebeca Carolina; aos meus sobrinhos abençoados por Deus, Vitória, Lucas, Ana Carolina e Samuel; aos meus cunhados Aron Roberto, Erivelton, Kielce Marne sua esposa Lidiane e filho Lucas Marne, Dânio Marne sua esposa Samara e seus filhos Pedro, Beatriz e a pequena Heloísa; e não poderia ficar de fora o meu cunhado que mesmo tendo pouco contato “foi o ouro”, Warlan Marne (*in memoriam*); aos meus segundos pais de coração, Hildo Gabriel e Joadiva (dona Jóia). Todos eles fizeram e fazem parte desse meu trajeto, gerando, assim, uma grande diferença em minha vida, mesmo que próximos, distantes ou ausentes.

Ao meu Orientador o Dr. Edvan Alves Chagas por me acolher como orientando e apostar nesta grande tese de doutorado, qual renderá grandes frutos.

Ao meu Coorientador, o Professor Dr. Antonio Alves de Melo Filho, que desde a Graduação na Iniciação Científica me acolheu como orientando e me incentivou desde então, o tenho com um grande apreço e consideração.

Aos amigos e colegas pelo grande apoio, presença e incentivo como Ismael Fernández, Francisco Panero, Leandro Nascimento, Graciliano Rosa, Oliveira Sousa, Pedro Ribeiro, Ane Karina, Shirley Carvalho, Cleriston, Elson Farias, Larissa Moreira, Luciana Holanda e Wilson Botelho.

Aos Professores da UFRR: Me. Ednalva Dantas, Dr. Habel Nasser, Dr. Francisco do Nascimento, Dr. Henrique Eduardo, Dra. Albanita de Jesus e à Dra. Fabiana Granja. Ao Pesquisador da Embrapa Roraima, Dr. Otoniel Duarte.

Às Profas. Jaqueline Takahashi e Vanny Ferraz pela cooperação nos testes biológicos e aplicação das amostras.

Ao senhor Gaúcho Mafra, ou apenas Gaúcho, homem simples, mas de grande conhecimento da natureza, e sempre disposto a auxiliar; À Dona Evanir, Dona Lindomar e Dona Zumira, por ter tanto cuidado e carinho nos Laboratórios, pelo

cafezinho, indispensável na pesquisa enquanto estavam trabalhando conosco; À Mari (Mariana), filha do Prof. Dr. Antonio Alves de Melo Filho, por ter participado e auxiliado em uma das coletas; Aos secretários do Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ) Pedro e Romélia que prestaram toda a assistência necessária. E ao PPGQ pela disponibilidade de ambiente para pesquisa, sem dúvidas que se não houvesse essa parceria o trabalho não fluiria, um Programa de extrema importância para não só Roraima, por ser o único de Química, mas para toda a Amazônia brasileira.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte, por oportunizar meus estudos e pesquisas no curso de Doutorado, o qual tem crescido e logo alcançará a excelência; aos professores e secretárias do PPG-BIONORTE Estadual e Geral, em especial Dr. Edvan Alves (Estadual – UFRR, meu orientador), Dr. Spartaco Filho (Geral - UFAM), às secretárias tão pacientes e compreensivas Elene Marçal (Estadual - UFRR) e as Doutoradas Isabel e Lúcia Pontes (Geral - UFAM).

À CAPES, pois se não houvesse a bolsa de estudos do Doutorado não haveria uma dedicação exclusiva ao Programa e certamente se tornaria inviável a pesquisa.

Tenho que reconhecer e agradecer até nos mínimos detalhes, para mim isso é importante!

SANTOS, Ricardo Carvalho dos. **Bioprospecção de ácidos graxos, α -tocoferol e atividade anti-acetilcolinesterásica em óleos e gorduras de frutos amazônicos.** 2016. 137f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2016.

RESUMO

As espécies vegetais Açaí (*Euterpe oleracea*), ata brava (*Annona hypoglauca*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), buriti (*Mauritia flexuosa*), buritirana (*Mauritia aculeata*), murici amarelo (*Byrsonima crassifolia*), murici vermelho (*B. coccolobifolia*), piaçava brava (*Barcella odora*), pupunha das variedades amarela e vermelha (*Bactris gasipaes*) e tucumanzinho (*Astrocaryum acaule*) são plantas comuns da flora de Roraima, algumas plantas supracitadas não apresentam informações ou estas são incipientes quanto ao perfil de ácidos graxos saturados e insaturados (AGSI), de α -tocoferol (vitamina E) e atividade de inibição sobre o acetilcolinesterase (AChE). Por esta razão, objetivou-se realizar uma bioprospecção de óleos e gorduras brutas de polpas e sementes de frutos amazônicos frente ao perfil de AGSI, α -tocoferol e atividade anti-acetilcolinesterásica das espécies supracitadas. AGSI foram analisados por Cromatografia a Gás acoplado ao Detector de Ionização de Chamas (GC-FID), Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (RMN ^1H) e Infravermelho (IV). α -tocoferol foi analisado em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC). Já a atividade anti-acetilcolinesterásica foi realizada em *in vitro* em leitora de placas de ELISA. Os resultados apontam para uma alta concentração do ácido oleico na maioria dos óleos e gorduras, seguidos pelos ácidos linoleico e linolênico. Há a presença de vitamina E em todos os óleos, exceto: tucumanzinho e nas variedades amarela e vermelha de pupunha. A atividade de inibição sobre o AChE foi observada em todas as amostras.

Palavras-chave: Biodiversidade, vitamina E, doença de Alzheimer, doenças neurodegenerativas.

SANTOS, Ricardo Carvalho dos. **Bioprospection of the fatty acids, α -tocopherol and anti-acetilcolinesterase activity in oils and fats Amazonian fruits.** 2016. 137f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2016.

ABSTRACT

The plants species *Açaí* (*Euterpe oleracea*), *ata brava* (*Annona hypoglauca*), *bacaba* (*Oenocarpus bacaba*), *buriti* (*Mauritia flexuosa*), *buritirana* (*Mauritia aculeata*), *murici amarelo* (*Byrsonima crassifolia*), *murici vermelho* (*B. coccolobifolia*), *piaçava brava* (*Barcella odora*), *pupunha* yellow and red varieties (*Bactris gasipaes*) and *tucumzinho* (*Astrocaryum acaule*) are common plants in the flora of the Roraima state, some plants above do not provide information or they are incipient as the profile of saturated and unsaturated fatty acids (SUFA), α -tocopherol (vitamin E) and activity on acetylcholinesterase (AChE) inhibition. For this reason, the objective was to conduct a bioprospecting of crude oils and fats pulp and seeds from the Amazon against the SUFA profile, α -tocopherol and anti-acetylcholinesterase activity of the above species. SUFA was analyzed by a Gas Chromatograph coupled to Flame Ionization Detector (GC-FID), Hydrogen Nuclear Magnetic Resonance (^1H NMR) and Infrared (IV). α -tocopherol was analyzed by High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). Since anti-acetylcholinesterase activity was evaluated *in vitro* in an ELISA plate reader. The results point to a high concentration of oleic acid in most oils and fats, followed by linoleic and linolenic acids. There is the presence of vitamin E in all oils except: *tucumzinho* and *pupunha* yellow and red varieties. The inhibition activity of the enzyme AChE was observed in all samples.

Key Words: Biodiversity, vitamin E, Alzheimer's disease, neurodegenerative diseases

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1 - Frutos de açaí.....	19
Figura 2 - Mapa de distribuição da espécie <i>A. hypoglauca</i>	22
Figura 3 - Fruto (A) fruto aberto (B), flor fechada e folhas (C) flor aberta e folhas (D).....	23
Figura 4 - Bacabeira e seus frutos.....	24
Figura 5 - Frutos do buriti.....	26
Figura 6 - Tronco e frutos da buritirana.....	28
Figura 7 - Flores e frutos do murici amarelo.....	29
Figura 8 - Flores do murici vermelho.....	30
Figura 9 - Frutos de <i>B. odora</i> em Roraima.....	31
Figura 10 - Frutos de variedades amarela e vermelha de pupunha.....	32
Figura 11 - Frutos de <i>A. acaule</i>	34
Figura 12 - Estruturas químicas de alguns retinoides.....	37
Figura 13 - Estruturas químicas do ergocalciferol, D ₂ (a), e do colecalciferol, D ₃ (b).....	38
Figura 14 - Estruturas químicas do α , β , γ e δ tocoferol (a) e tocotrienol (b).....	39
Figura 15 - Estruturas químicas da vitamina K: filoquinona (a) e menaquinona (b).....	40

LISTA DE TABELAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1 - Produção do açaí nos últimos 5 anos na região Norte.....	20
Tabela 2 - Obtenção de fibra do buriti nos últimos 5 anos na região Norte.....	26
Tabela 3 - Produção de coco de buriti nos estados da região Norte.....	27

CAPÍTULO 1 - FATTY ACID PROFILE AND BIOACTIVITY FROM *Annona hypoglauca* SEEDS OIL

Table 1 - Composition and quantification of fatty acids in <i>A. hypoglauca</i> seeds oil (percentage in the mixture of fatty acids).....	66
Table 2 - Bioactivity of oil from <i>A. hypoglauca</i> seeds against fungi and bacteria	68

CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE ÓLEOS E GORDURAS BRUTOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS POR RMN ¹H

Tabela 1 - Concentração dos ômegas 3, 6 e 9 e as propriedades físico-químicas em óleos e gorduras vegetais amazônicos por RMN de ¹ H.....	79
--	----

CAPÍTULO 3 - IDENTIFICAÇÃO DOS GRUPOS FUNCIONAIS CARACTERÍSTICOS EM ÓLEOS E GORDURAS BRUTOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS POR ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO

Tabela 1 - Regiões espectrais característicos de óleos.....	97
---	----

CAPÍTULO 4 - ANTI-ACETILCOLINESTERASE DE ÓLEOS E GORDURAS BRUTOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS

Tabela 1 - Composição de ácidos graxos em óleos e gorduras de frutos amazônicos obtidos em Roraima.....	113
Tabela 2 - Comparação de concentração dos ômegas 3, 6 e 9 e do ácido palmítico (ácido graxo saturado) em óleos e gorduras.....	114
Tabela 3 - Determinação de α -tocoferol em óleos e gorduras de frutos amazônicos.....	118
Tabela 4 - Inibição do acetilcolinesterase de frutos amazônicos.....	121

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 ESPÉCIES VEGETAIS ENCONTRADAS EM RORAIMA	19
2.1.1 Açaí.....	19
2.1.2 Ata braba.....	21
2.1.3 Bacaba.....	24
2.1.4 Buriti.....	25
2.1.5 Buritirana.....	27
2.1.6 Murici Amarelo (ou Mirixi) e Murici Vermelho (ou murici).....	29
2.1.6.1 <i>Byrsonima crassifolia</i> (Murici Amarelo ou Mirixi).....	29
2.1.6.2 <i>Byrsonima coccolobifolia</i> (Murici Vermelho ou Murici).....	30
2.1.7 Piaçava-brava.....	31
2.1.8 Pupunha.....	32
2.1.9 Tucumanzinho.....	33
2.2 ÓLEOS E GORDURAS	34
2.2.1 Lipídios.....	34
2.2.2 Ácidos Graxos.....	35
2.2.3 Vitaminas Lipossolúveis.....	37
2.2.3.1 Vitamina A.....	37
2.2.3.2 Vitamina D.....	38
2.2.3.3 Vitamina E.....	39
2.2.3.4 Vitamina K.....	40
REFERÊNCIAS	41
3 OBJETIVOS	61
3.1 OBJETIVOS GERAIS.....	61
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	61
CAPÍTULO 1 - FATTY ACID PROFILE AND BIOACTIVITY FROM <i>Annona hypoglauca</i> SEEDS OIL	62
ABSTRACT.....	62
INTRODUCTION.....	62
MATERIALS AND METHODS.....	63

RESULTS AND DISCUSSION.....	66
CONCLUSION.....	70
CONFLICT OF INTERESTS.....	70
ACKNOWLEDGEMENTS.....	70
REFERENCES.....	71

CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE ÓLEOS E GORDURAS BRUTOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS POR RMN ¹H.....

RESUMO.....	73
ABSTRACT.....	74
INTRODUÇÃO.....	75
METODOLOGIA.....	75
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	79
CONCLUSÃO.....	82
REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICE.....	87

CAPÍTULO 3 - IDENTIFICAÇÃO DOS GRUPOS FUNCIONAIS CARACTERÍSTICOS EM ÓLEOS E GORDURAS BRUTOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS POR ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO.....

RESUMO.....	93
ABSTRACT.....	94
INTRODUÇÃO.....	95
MATERIAIS E MÉTODOS.....	96
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	96
CONCLUSÃO.....	98
REFERÊNCIAS.....	99
APÊNDICE.....	101

CAPÍTULO 4 - ANTI-ACETILCOLINESTERASE DE ÓLEOS E GORDURAS BRUTOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS.....

RESUMO.....	107
ABSTRACT.....	108
INTRODUÇÃO.....	109
MATERIAIS E MÉTODOS.....	110

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	112
CONCLUSÃO.....	123
REFERÊNCIAS.....	124
APÊNDICE.....	132

1 INTRODUÇÃO

Atualmente existem no mundo cerca de 36 milhões de pessoas com demência, e a Organização Mundial de Saúde, OMS, (WHO, 2012) alerta que em 2030 serão 65,7 milhões e em 2050 serão 115,4 milhões de pessoas com demência no mundo. Ainda, de acordo com a OMS a forma de demência mais comum é conhecida como doença de Alzheimer, 60 a 70% dos casos.

Os sintomas da doença de Alzheimer incluem uma regressão de várias funções fisiológicas, causando dificuldades na língua, memória, comportamento emocional ou de personalidade, e as capacidades cognitivas (SINGH et al., 2013). A doença de Alzheimer e outros problemas cerebrais estão associados com a liberação da acetilcolina. A colina e acetil coenzima A produzem a acetilcolina, esta é então liberada na fenda sináptica e interage com seus receptores, nicotínicos ou muscarínicos. A acetilcolina degrada-se pela ação da acetilcolinesterase, cujos produtos da reação são a colina e o acetato (MUSTAFA; GAZI, 2014; WHITEHOUSE, 2014; SINGH et al., 2013).

Assim, medicamentos, como o donepezil são utilizados em pessoas com a doença de Alzheimer. A função do medicamento é inibir a acetilcolinesterase, conseqüentemente há redução na degradação da acetilcolina e, desta maneira, as concentrações de transmissores na sinapse aumentam (MUSTAFA; GAZI, 2014; WHITEHOUSE, 2014; SINGH et al., 2013).

Segundo Mukherjee et al. (2007) há uma busca por novos agentes terapêuticos a partir de produtos naturais com potencial para a inibição da acetilcolinesterase, os quais podem ser: extratos vegetais (TREVISAN; MACEDO, 2003), óleos essenciais (DOBETSBERGER; BUCHBAUER, 2011; JIMBO et al., 2009; SAVALEV et al., 2003;) e óleos fixos (FERNÁNDEZ et al., 2016; SANTOS et al., 2015).

Os óleos vegetais apresentam em sua composição ácidos graxos saturados e insaturados. Os insaturados mais conhecidos e de bioatividades sobre o organismo humano são os ômega 3, 6 e 9.

O ácido oleico (ômega 9) atua sobre o câncer e sobre doenças autoimunes, reumáticas, como também apresenta propriedades antiinflamatória, antidiabética, redutora da arteriosclerose coronária, entre muitos outros (SALES-CAMPOS et al., 2013; Lou-BONAFONTE et al., 2012; CARRILLO; CAVIA;

ALONSO-TORRE, 2012; PAUWELS, 2011; BERMUDEZ et al. 2011; VASSILIOU et al., 2009; SALES; OLIVIERO; SPINELLA, 2009; COLOMER; MENÉNDEZ, 2008; MENENDEZ; LUPU, 2006).

Já o ácido linoleico (ômega 6) reduz o risco cardiovascular (POLI; VISIOLI, 2015) e atua sobre a dermatite e eczema, artrite reumatoide, a síndrome pré-menstrual e na prevenção de doenças cardíacas e acidente vascular cerebral (KNOWLES; WATKINSON, 2014).

Quanto ao ácido linolênico (ômega 3) são vários os benefícios para quem o consome, a saber: prevenção de doenças cardiovasculares, inflamações, condições para um bom desenvolvimento neurológico e função visual, como melhoria da acuidade visual da criança em idade escolar com Quociente de Inteligência (QI) mais baixo e transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), pequeno efeito sobre a labilidade emocional e o comportamento de oposição em indivíduos com TDAH. (COOPER et al., 2016; WU Q. et al., 2015; DEFILIPPSIS; SPERLING, 2006).

Segundo Wu et al. (2015), através de uma revisão da literatura, concluíram que um alto consumo de peixe reduz cerca 36% do risco da doença de Alzheimer e pelo menos 100 g de peixe pode reduzir 11%, mas os autores alertam não haver ainda uma evidência inversa e sua associação à doença. Song et al. (2016) afirmam a bioatividade do ômega 3 (ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosahexaenoico (DHA)) sobre as doenças psiquiátricas e neurodegenerativas.

Conforme Bazinet e Layé (2014) os distúrbios cerebrais, como a doença de Alzheimer pode existir relação entre a utilização de ácidos graxos poliinsaturados presentes em óleos (ou gorduras) no baixo risco de desenvolvimento da doença. Yamagishi et al. (2016) analisaram o sangue de indivíduos japoneses e observaram uma forte relação inversa do ácido α -linolênico no sangue que foi inversamente proporcional a associação do ácido com a desativação da demência.

Além dos ácidos graxos presentes em óleos e gorduras e apresentar bioatividade, há as vitaminas lipossolúveis, como a vitamina A, D, E e K. A vitamina E possui diversos isômeros, a saber: α -, β -, γ - e δ - tocoferóis e α -, β -, γ - e δ - tocotrienóis (CRAFT, 2016; MANGIALASCHE et al., 2012; COLOMBO, 2010). De acordo com Gutierrez et al. (2012) o α -tocoferol é o mais bioativo dos grupos de tocoferóis e tocotrienóis.

Para Azzi et al. (2016) relatam que com o uso da vitamina E natural poderiam prevenir ou até mesmo curar doenças, as supostamente geradas pelo estresse oxidativo, como cardiovascular, câncer, cataratas, neurodegenerativas e outras. De acordo com Morris et al. (2015), o α -tocoferol pode surtir efeito sobre a doença de Alzheimer e outros problemas cerebrais, quando houver a ingestão de pequenas doses da vitamina numa dieta alimentar diária e não na forma de suplementação. Tais efeitos são confirmados por Järvinen e Erkkilä (2016) e Mangialasche et al. (2012).

Assim, desta forma objetivou-se realizar uma bioprospecção de óleos e gorduras brutas presentes em polpas e sementes de frutos amazônicos bioativos sobre a enzima acetilcolinesterase, bem como o perfil de ácidos graxos e de α -tocoferol das espécies vegetais comuns na flora do estado de Roraima, a saber: Açaí (*Euterpe oleracea*), ata brava (*Annona hypoglauca*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), buriti (*Mauritia flexuosa*), buritirana (*Mauritia aculeata*), murici amarelo (*Byrsonima crassifolia*), murici vermelho (*B. coccolobifolia*), piaçava brava (*Barcella odora*), pupunha das variedades amarela e vermelha (*Bactris gasipaes*) e tucumanzinho (*Astrocaryum acaule*).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESPÉCIES VEGETAIS ENCONTRADAS EM RORAIMA

2.1.1 Açaí

A espécie *Euterpe oleracea* Mart. (1824), Arecaceae, conhecida no Brasil como açaizeiro, tem predominância observada em áreas encharcadas. Os estados brasileiros de maior incidência da espécie são Roraima, Amapá, Pará, Tocantins, Maranhão e Goiás. Há presença da espécie em outros países, como: Colômbia, Equador, Venezuela, Trinidad e Guianas (LEITMAN et al., 2015; NEVES et al., 2015; HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995).

O açaizeiro (*E. oleracea*) é uma palmeira que possui cinco a seis touceiras cuja altura varia de 5 a 25 m e seu diâmetro de 12 a 20 cm (PESCE, 2009). Há variedades de açaizeiro, os quais produzem os frutos de açaí-roxo ou açaí-preto (o mais comum) (Figura 1), açaí-branco, açaí-açu, açaí-tinga, açaí-chumbinho, açaí-espada e açaí-sangue-de-boi (OLIVEIRA et al., 2002).

Figura 1 - Frutos de açaí



Fonte: As Plantas Medicinais (2016).

Segundo o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os três estados que mais produzem o fruto de açaí no Brasil são: Pará (2014: 109.759 t), Amazonas (2014: 66.642 t) e Maranhão (2014: 13.897 t). A Tabela 1 apresenta o transcurso produtivo do açaí dos últimos 5 anos nos estados da região Norte (IBGE, 2015).

Tabela 1 - Produção do açaí nos últimos 5 anos na região Norte

Estados da Região	Açaí (Fruto) (Toneladas)					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Norte Produtores						
Acre (AC)	1.658	1.674	1.701	1.620	3.050	4.020
Amapá (AP)	1.337	1.427	1.766	1.893	2.036	2.225
Amazonas (AM)	1.576	3.256	89.480	71.146	71.783	66.642
Pará (PA)	101.375	106.562	109.345	110.937	111.073	109.759
Rondônia (RO)	347	408	818	1.077	1.435	1.606
Roraima (RR)	-	-	-	-	1	1
Tocantins (TO)	3	3	3	3	-	-
Região Norte	106.296	113.331	203.112	186.676	189.379	184.253

Fonte: IBGE (2015)

A produção do açaizeiro fornece diversos produtos, a saber:

- A palmeira do açaí fornece palmito de ótima qualidade e de alto valor nutricional. As folhas podem servir de alimento para animais. Os caroços dos frutos fornecem fibras que podem produzir bioenergia (na forma de briquete) (REIS et al., 2002), produção de adubo, antioxidante e fibras para indústria automobilística (MARTINS; MATTOSO; PESSOA, 2009), compósitos de poliolefinas recicladas (MARCONCINI et al., 2008), fibrocimento (LIMA JÚNIOR, 2007), cosméticos etc (PESCE, 2009; MARINHO, 2004). As amêndoas dos frutos são aplicadas na produção de pães integrais, torrefação, fitoterápico, óleo comestível e muitos outros (FERNANDES et al., 2011; RODRIGUES, 2010).
- Da polpa dos frutos produzem-se vinho-de-açaí (suco), sucos mistos, licores e outras bebidas a base de açaí (MATTA et al., 2010), produção de açaí em pó, geleias (OLIVEIRA; SANTOS, 2011), sorvetes, cremes, iogurtes (SOUSA et al., 2006), picolé, mingaus,

doces (TOWNSEND et al., 2001), pães integrais (RODRIGUES, 2010) e óleo (NASCIMENTO et al., 2008).

O açaí além de servir, em grande parte, como alimento, é utilizado na medicina alternativa sobre doenças inflamatórias, diabetes, artrite, câncer, entre muitas outras. A polpa do açaí pode apresentar polifenóis (flavonoides: pró-antocianinas, antocianinas, cianidina), carotenoides, aminoácidos e ácido ascórbico, como também uma grande quantidade de óleo verde escuro, rico em ácidos graxos saturados e insaturados, onde o ômega 9 representa cerca de 56%, há também vitaminas lipossolúveis, principalmente a vitamina E (AMSELLEM-LAUFER, 2015; MENAA, 2014; YUYAMA et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2008).

2.1.2 Ata braba

A espécie vegetal *Annona hypoglauca* Mart. (1841) pertence à família Annonaceae e ao gênero *Annona*, o fruto é conhecido em Humaitá, no estado do Amazonas, por beribá (RINALDI, 2007; GOTTSBERGER, 1978). De acordo com Braga et al. (2008), através de um levantamento da vegetação das comunidades da área de influência do projeto Piatam e do Gasoduto Coari-Manaus foi verificada, dentre tantas outras espécies, a espécie *A. hypoglauca*, cujo nome nesta região é graviolinha do igapó, e seu valor é alimentar (frutos) e medicinal.

Relatos orais, colhidos junto aos moradores da região do Apiaú (Mucajaí, Roraima), indicam que nessa região o fruto é conhecido por ata-bra ou graviola-brava e que apresenta sabor ácido e não faz mal à saúde. Atualmente, não é possível encontrar o fruto de *A. hypoglauca* à venda em feiras e mercados locais.

De acordo com a Base de Dados do Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP, 2010) a espécie *A. hypoglauca* é conhecida como guanábana sacha, tortuga blanca, a qual é utilizado para combater anemia, diarreia crônica e parasitas intestinais. No Equador a espécie *A. hypoglauca* é conhecida como mica ou chirimoya e seu fruto é usado para alimentação humana nas comunidades Sototsiaya e Aboquëhuira (MARCALLA, 2012). Há relatos da *A. hypoglauca* na Bolívia (chirimoya e arahuacatoco) e Venezuela (majagua de Aparó) (GRANDTNER; CHEVRETTE, 2013).

Há ocorrências de *A. hypoglauca* no estado Amazonas da Venezuela (em San Carlos de Rio Negro), Colômbia, Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Peru, Bolívia e na Amazônia brasileira, geralmente em áreas sazonalmente inundadas e com matas ciliares. Suas sementes são dispersas por peixes (MARTIUS, 1841). Essa dispersão das sementes da *A. hypoglauca* é confirmada por Gottsberger (1978), segundo o autor quando o nível do rio aumenta observa-se frutos maduros, de coloração amarela, na própria árvore que logo caem, assim são consumidos por peixes como tambaqui, jatuarana, pacu branco, pacu e sardinha. Sementes não são danificadas e são dispersas por estas espécies de peixes.

A Encyclopedia of Life desenvolveu um mapa de distribuição (Figura 2) da espécie facilitando, portanto, a compreensão de suas localizações.

Figura 2 - Mapa de distribuição da espécie *A. hypoglauca*



Fonte: Encyclopedia of Life, EOL (2015).

Martius (1841) descreve a *A. hypoglauca* (Figura 3) como árvores que se desenvolvem em florestas inundáveis (matas de várzea e igapó), cujos hábitos se caracterizam como arbóreo ou de liana e podem atingir 9 metros de altura. Suas folhas são pecioladas, ovado-oblonga, agudas membranosas, glaucas ou cinzentas na parte abaxial, quanto as flores são amarelas por fora e brancas por dentro com uma mácula púrpura na base das pétalas e dispostas em racimos de 2 a 4 e presença de fibras resistentes e longas nas cascas chamada de envira.

Figura 3 - Fruto (A) fruto aberto (B), flor fechada e folhas (C) flor aberta e folhas (D)



Foto: Autor.

Segundo Suffredini et al. (2007), o extrato vegetal da madeira da espécie *A. hypoglauca* apresentou significativa atividade biológica contra células tumorais de adenocarcinoma de mama. Segundo Suffredini et al. (2007), essa atividade antitumoral possivelmente seja pela presença de compostos fenólicos e alcaloides.

Segundo Rinaldi (2007), em sua dissertação de mestrado que utilizou caules da planta seca, onde os extratos brutos e alcaloides totais isolados foram utilizados em testes antibacteriano e anticancerígenos. A ação dos extratos contra *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* e *Escherichia coli* não foi significativa, já os alcaloides totais tiveram atividade bactericida significativa contra *S. aureus*, *E. faecalis*.

Rinaldi (2007) afirma que em ensaios de citotoxicidade sobre células tumorais como câncer de próstata, pulmão, cólon, sistema nervoso central e leucemia, foi verificado que o extrato bruto dessa espécie vegetal inibiu todas as células tumorais supracitadas, com maior letalidade sobre a célula tumoral de cólon.

Silva (2009) afirma que o extrato metanol-água do caule da *A. hypoglauca* possui bioatividade contra as bactérias *Streptococcus mutans* e *Streptococcus sanguinis*.

Santos et al. (2014) observaram, através dos extratos brutos das folhas, uma interessante atividade antimicrobiana contra fungos e bactérias. Segundo os autores supracitados houve 100% de inibição de *S. aureus* e *S. sanguinis*, 61% para *S. typhimurium* e cerca de 97% para *C. albicans*. Os únicos relatos das folhas da espécie de *A. hypoglauca* é de prospecção fitoquímica, onde sugere a presença de saponinas, flavonoides, triterpenoides e taninos.

2.1.3 Bacaba

A espécie *Oenocarpus bacaba* Mart. (Figura 4) pertence à família Arecaceae e é conhecida como bacaba, bacaba-açu, bacaba-verdadeira (Brasil), ungurahui (Peru), manoco, milpesos, punama (Colômbia), palma de vino, seje, sejito, seje pequeño (Venezuela). A espécie se distribui geralmente pelos estados do Amazonas e Pará, em ambiente de mata virgem alta de terra firme (SMITH, 2015; GUIMARÃES, 2013; CYMERYYS, 2005).

Figura 4 - Bacabeira e seus frutos



Fonte: Ferreira (2005).

A bacaba, ou bacabeira, além de ser utilizada como planta ornamental sua madeira, fibras e folhas podem fazer parte da cobertura e do revestimento de casas e, até mesmo, confeccionar bolsas, sacolas, cestos, abanos, etc; já a aplicação do tronco se dá na construção civil e no desenvolvimento de arcos e flechas (SMITH, 2015; GUIMARÃES, 2013; MEYER, 2013; QUEIROZ; BIANCO, 2009).

Dessa palmeira, a bacabeira, obtém-se o palmito como consumo de subsistência. Seus frutos destinam-se na produção de “vinho” (suco) de sabor agradável, elevado teor de óleo e características físico-químicas e propriedades organolépticas semelhantes ao azeite de oliva, porém o rendimento na bacaba

é maior. O óleo do fruto da bacaba pode ser utilizado em frituras e os resíduos dos frutos podem ser utilizados como ração animal (SMITH, 2015; GUIMARÃES, 2013; MEYER, 2013; QUEIROZ; BIANCO, 2009; SILVA E SILVA et al., 2009; CYMERYYS, 205).

De acordo com Smith (2015), o óleo do fruto da bacaba é utilizado no tratamento da bronquite, tuberculose, purgativo e, também, em casos de picada de cobra, este último pelos indígenas Bora do Peru (SMITH, 2015).

2.1.4 Buriti

Mauritia flexuosa L.f. pertence ao gênero *Mauritia* e à família Arecaceae, é conhecida no Brasil como buriti, miriti, muriti e buriti-do-brejo (SHANLEY; MEDINA, 2005). Segundo Ribeiro (2010), a comunidade indígena de Roraima, Macuxi, a consideram “árvore da vida”.

De acordo com Leitmain et al. (2015), a ocorrência da espécie *M. flexuosa* se dá em vegetação de Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Várzea, Palmeiral, e se distribui nos seguintes domínios fitogeográficos: Amazônia, Caatinga e Cerrado. Ainda os autores supracitados e Ribeiro (2010) afirmam que as regiões brasileiras que apresentam a espécie são: Nordeste (Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso), Norte (Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins) e Sudeste (São Paulo, Minas Gerais). Segundo Smith (2015) e Kew (2015) há incidência da espécie em outros países também, como: Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Guiana, Peru, Trinidad e Venezuela.

Para Shanley e Medina (2005), Ribeiro (2010) e Ribeiro et al. (2014) o buriti é uma das palmeiras mais úteis da Amazônia, a saber:

- Folhas: coberturas de habitações, vestes para rituais, vassoura, linha de costura, chapéu, rede de dormir, rede de pesca, persianas, jogo americano, uso medicinal, entre muitos outros.
- Frutos (Figura 5): consumo *in natura*, suco, doces, bolo, óleo de cozinha, alimentação de animais, brinquedos, mingau, uso medicinal e outros.
- Estipe: obtenção de açúcar, ripas para telhado, cercas, adubo, palmito, ponte, medicinal etc.

Figura 5 - Frutos do buriti



Fonte: Autor.

De acordo com o SIDRA (IBGE, 2015), os três estados que mais produzem fibra do buriti no Brasil foram: Pará (258 t em 2014), Maranhão (148 t em 2014) e Bahia (53 t em 2014). A Tabela 2 apresenta a produção da fibra de buriti nos últimos 5 anos nos estados da região Norte, alguns estados não aparecem como produtores, inclusive Roraima.

Tabela 2 - Obtenção de fibra do buriti nos últimos 5 anos na região Norte.

Estados da Região	Buriti (Fibra) (Toneladas)					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Norte Produtores						
Acre	356	-	-	-	-	-
Amazonas	1	-	-	-	2	2
Pará	252	254	255	259	257	258
Tocantins	1	-	-	-	-	-
Região Norte	610	254	255	259	259	260
Brasil	803	465	465	469	466	466

Fonte: IBGE (2015)

Segundo Barbosa (2011), a fibra do buriti apresentou energia de impacto maior que outras fibras lignocelulósicas e, segundo o autor, a fibra pode ser utilizada como uma opção de material para engenharia, bem como, o desenvolvimento de novos materiais, além das indústrias automobilísticas.

Já a produção de óleo o IBGE não informa, e sim à obtenção do coco do buriti onde há registros de 2006 (IBGE, 2015), o que pode ser acompanhado na Tabela 3.

Tabela 3 - Produção de coco de buriti nos estados da região Norte

Estados da Região Norte Produtores de Coco de Buriti (2006)						
Acre	Amapá	Amazonas	Pará	Rondônia	Roraima	Tocantins
41	-	504	1.130	3	149	164

Fonte: IBGE (2015)

Hada et al. (2013) estimaram mais de 1000 toneladas por ano do fruto de buriti em toda terra indígena Araçá em Roraima. Os autores destacam que a obtenção de óleo da polpa de buriti poderia gerar mais de 47 mil litros por ano.

Segundo Shanley e Medina (2005), o óleo pode ser utilizado por comunidades isoladas na Amazônia, o que foi possível fornecer energia em uma comunidade em Rondônia. Cavaliero e Silva (2003) destacam outra comunidade (Vila Campinas, município de Manacapuru, estado do Amazonas) isolada que teve a oportunidade de fazer uso da energia elétrica graças ao óleo de buriti. lamaguti (2014) analisou o desempenho do biodiesel de buriti em trator quando misturado ao diesel, segundo o autor houve redução da opacidade da fumaça à medida que se adicionava biodiesel de buriti, o autor afirma que tal resultado demonstra a eficiência de combustão do motor.

Uma outra inovação quanto ao uso do óleo de buriti é aplica-lo à mistura de poliestireno (matéria prima para copos descartáveis) e de polimetacrilato de metila (matéria prima para lentes de óculos escuros), fornecendo, portanto, um produto que apresenta capacidades de absorver e de emitir luz (FAPESP, 2015).

Quanto à alimentação, a composição da polpa do fruto de buriti é de água (em grande quantidade, cerca de 64%), carboidratos, proteína, lipídeos (ácidos oleico, linoleico e linolênico), cálcio, carotenoides e vitaminas A, E e C, entre muitos outros. A composição química na polpa do fruto de buriti pode apresentar diversos benefícios aos seres humanos como atividades antioxidante e antimicrobiana e, também, um bom desenvolvimento neonatal (MEDEIROS et al., 2015; CÂNDIDO et al., 2015; KOOLEN et al., 2013; ZANATTA et al., 2010; RIBEIRO, 2008; ALBUQUERQUE et al., 2003).

2.1.5 Buritirana

A espécie *Mauritia aculeata* Kunth (ou *Mauritiella aculeata* (Kunth) Burret), pertencente à família Arecaceae, é conhecida como buritirana (Figura 6). Ocorre na América do Sul: Colômbia, Venezuela, Guianas, Equador, Peru, Brasil (Acre,

Amazonas, Pará, Rondônia, Bahia, Goiás). É conhecida na Venezuela como *morichito* (diminutivo de *morichi*, buriti) e no Brasil é chamada de buritirana (GRANDTNER; CHEVRETTE, 2013).

Figura 6 - Tronco e frutos da buritirana



Fonte: Autor.

Para Tabacow (2004), a buritirana é uma réplica miniaturizada do buriti. De acordo com Bernal e Galeano (2010) essa espécie não pode ser confundida com *M. armata*, pois a espécie em estudo cresce em solos arenosos ao longo das margens de rios de água negra, como por exemplo na área superior do Rio Negro do rio Amazonas e vizinha aos afluentes de água preta do rio Orinoco, enquanto a *M. armata* se dá em pântanos florestais, entre outras diferenças taxonômicas. O que é confirmado por The Plant List, o qual é colaborado pela Royal Botanic Gardens, Kew e Missouri Botanical Garden, onde afirma esses sinônimos são ilegítimos, portanto os que são considerados os sinônimos de *Mauritia aculeata* são *Mauritiella aculeata*, *Lepidococcus aculeatus*, entre outros. As informações são, também, confirmadas por Smith (2015), ele também afirma que tanto *M. armata* quanto *M. aculeata* são comestíveis. Atualmente não há dados químicos, físico-químicos e de atividades biológicas, apenas taxonômicos sobre a espécie *M. aculeata*.

2.1.6 Murici Amarelo (ou Mirixi) e Murici Vermelho (ou murici)

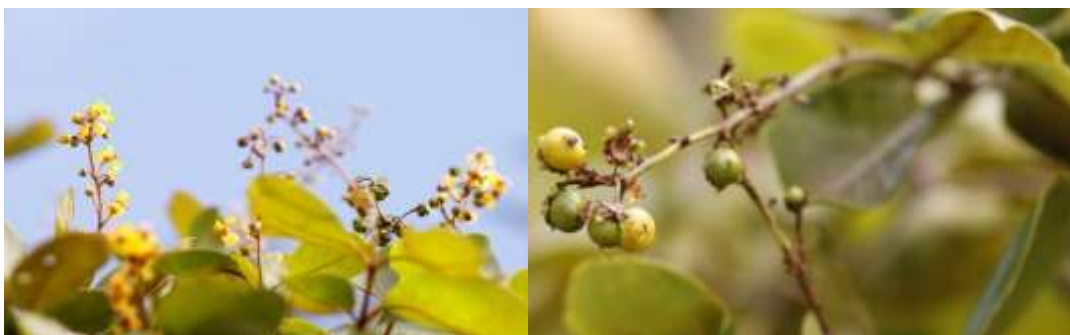
A família Malpighiaceae apresenta mais de 60 gêneros e mais de 1.000 espécies, cuja composição pode ser de árvores, arbustos e lianas, de ampla ocorrência nas regiões tropicais (VOGEL, 1990; BARROSO, 1991). Um de seus gêneros, *Byrsonima*, está distribuído nos campos cerrados e savanas neotropicais (CAVALCANTE, 1991; MIRANDA; ABSY, 1997).

Duas espécies do gênero *Byrsonima* são encontradas em grande quantidade no estado de Roraima, *B. crassifolia* e *B. coccolobifolia* (BARBOSA et al., 2005; POTT; POTT, 199).

2.1.6.1 *Byrsonima crassifolia* (Murici Amarelo ou Mirixi)

A espécie *B. crassifolia* (L.) Kunth é uma árvore de pequeno porte (4 a 10 m) conhecida em Roraima como murici amarelo ou mirixi (Figura 7). Esta espécie é comum em todo o estado de Roraima, bem como no Brasil Central, mas é possível encontra-la em Veracruz no México e, também, no Paraguai. Os frutos de murici amarelo são apreciados em Roraima e seu consumo pode ser *in natura*, suco, sorvetes, doces ou licor (SILVA et al., 2016; BARBOSA et al., 2005; CORREA, 2002).

Figura 7 - Flores e frutos do murici amarelo



Fonte: Autor.

O murici amarelo apresenta atividade antiinflamatória, a qual está relacionada com a atividade antioxidante, certamente pela presença de compostos fenólicos, carotenoides e o ácido ascórbico. Nota-se que a atividade antioxidante é maior em frutos imaturos (Silva et al., 2016; Maldini et al., 2009). Maldini, Montoro e Pizza (2011) isolaram mais oito compostos fenólicos, a saber:

ácido 5-O-galoilquínico, ácido 3-O-galoilquínico, ácido 3,4-di-O-galoilquínico, ácido 3,5-di-O-galoilquínico, ácido 3,4,5-tri-O-galoilquínico, (+)-epicatequina-3-galato juntamente com (+)-catequina and (+)-epicatequina.

Uma outra bioatividade é observada por Herrera-Ruiz et al. (2011), a antidepressiva em extrato metanólico, cujo efeito pode ser pelos flavonoides presentes, como rutina, quercetina e hesperidina.

Martínez-Vásquez (1999), destaca o potencial antimicrobiano do extrato de acetato de etila das raízes do murici amarelo frente às bactérias *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *Shigella flexnari*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Streptococcus pneumoniae* e *Micrococcus luteus*. E, também, o potencial leshimanicida (PERAZA-SÁNCHEZ et al., 2007), entre muitas outras bioatividade do murici amarelo.

2.1.6.2 *Byrsonima coccolobifolia* (Murici Vermelho ou Murici)

A espécie *Byrsonima coccolobifolia* Kunth (Figura 8) é encontrada em áreas de vegetação aberta da América do Sul, como Brasil, Venezuela e República Cooperativa da Guiana (MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 200; CAVALCANTE, 1991).

Figura 8 - Flores do murici vermelho



Fonte: Alves (2016)

Na região Amazônica esta espécie (*B. coccolobifolia*) ocorre em áreas de mata, cerrado e cerrado aberto (POTT; POTT, 1994), e de acordo com Miranda (1998) é uma das principais espécies lenhosas em área de savana em Roraima, por esta razão seu uso pode ser como forrageira (na falta de pasto), ornamental, movelaria e produção de lenha e carvão. Quanto aos seus frutos, estes são

utilizados no preparo de sucos e refrescos. Esta planta é conhecida como murici, murici vermelho ou mirixi caju (BARBOSA et al., 2005; POTT; POTT, 1994).

A espécie *B. coccolobifolia* apresenta algumas bioatividades, avaliadas por Alves et al. (2000), onde comprovaram atividade moluscocida sobre *Biomphalaria glabrata*, e bactericida sobre *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Pseudomonas aeruginosa*.

2.1.7 Piaçava-brava

O gênero *Barcella* pertence à família *Arecaceae* e possui uma única espécie, a *Barcella odora* (Trail) Drude. De acordo com Corley e Tinker (2016) e também Lai, Tan e Akoh (2012) houve, inicialmente, uma confusão com o gênero *Elaeis*, cujo nome da espécie seria *Elaeis odora*, por causa de pequenas diferenças, porém Henderson, Galeano e Bernal (1995) já haviam afirmado que seria improvável tal confusão. Atualmente, o nome *Barcella odora* é aceito.

A incidência de *B. odora* (Figura 9) se dá ao longo do Rio Negro e seus afluentes (Amazonas), de solo arenoso, pobre em nutrientes e quase encharcado (IBGE, 1997; MARTIUS, 1881), com tipo de vegetação Campinarana e Floresta de Terra Firme, a espécie é conhecida como piaçava-braba ou piaçabarana (falsa piaçaba) (LEITMAN et al., 2015; HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1995) e é utilizada, segundo Dransfield et al. (2008) (*apud* PalmWeb, 2015), na construção e, para o INPA (2015), também poderá apresentar potencial como palmeira ornamental. Segundo Johnson (1996) esta espécie ocorre no centro-norte da Amazônia. E de acordo com o Royal Botanic Garden - Kew (2015), Leitman e colaboradores (2015) e Ferreira (2015), a distribuição da espécie é observada em Roraima.

Figura 9 - Frutos de *B. odora* em Roraima



Foto: Autor, 2015.

As informações sobre *B. odora* são taxonômicas, atualmente não há dados (ou são incipientes) químicos, físico-químico e de atividade biológica sobre o óleo obtido da polpa ou da semente desta espécie.

2.1.8 Pupunha

Bactris gasipaes Kunth, conhecida como pupunha, é uma planta da família Arecaceae. A pupunheira alcança 25 metros de altura e cada tronco atinge de 10 a 25 centímetros de diâmetro. A planta forma uma touceira com até 15 troncos espinhosos. Há muitas variações no formato e na cor da casca do fruto (vermelha, amarela, alaranjada, branca, listrada) (Figura 10), no teor de óleo (de 2% a 30% do peso fresco) e no tamanho do fruto (de 10 a 200 gramas). Além disso, existem frutos sem sementes. Originária das florestas tropicais do continente americano. É muito conhecida e consumida pelas populações nativas da América Central até a Floresta Amazônica, sendo há séculos utilizada na sua alimentação (CYMERYYS; CLEMENT, 2005).

Figura 10 - Frutos de variedades amarela e vermelha de pupunha



Fonte: Prefeitura Municipal de Belém (2016).

O consumo do palmito de pupunha é muito apreciado. Dos frutos da pupunha é possível obter vários produtos, como: farinha, bebida fermentada e fruto cozido (preferências das variedades amarela e vermelha), purê, em formato

de “batata frita”, bolo, polpa, compotas, geleias e óleo. Quanto ao óleo do fruto pode ser utilizado para fritura de alimentos, alisar os cabelos e como medicina popular nas dores de ouvido e de garganta (GRAEFE et al., 2013; GALDINO; CLEMENT, 2008; CYMERYYS; CLEMENT, 2005; CLEMENT, 2000).

Os frutos da pupunha podem conter proteínas, carboidratos, carotenoides, esteróis e vitaminas A, B1, C e E (α -tocoferol predominante), além de minerais (potássio, cálcio, fósforo, ferro, selênio e cromo) e ácidos graxos saturados e insaturados, como por exemplo: pupunha amarela: ácido palmítico, 54,87%, ácido oleico, 36,97%, ácido linoleico, 2,34%, e o ácido linolênico, 0,77%. Pupunha vermelha: ácido palmítico, 58,15%, ácido oleico, 24,82%, ácido linoleico, 8,55%, e o ácido linolênico, 2,56% (GRAEFE et al., 2013, ANDRADE, 2007; YUYAMA et al., 1999).

2.1.9 Tucumanzinho

No Brasil a espécie *Astrocaryum acaule* Mart. é conhecida como tucumanzinho ou tucumái e mumú na comunidade indígena Wayana, já na Colômbia é chamado de cocorito, espina, tucum e na Venezuela como corozo. A ocorrência da espécie se dá em florestas de várzea ao longo das águas escuras do Rio Negro e muitos de seus afluentes ou ao longo das bordas de areia dos rios (SMITH, 2015; HENDERSON, 1995).

A palmeira não apresenta caule e possui muitos espinhos negros. Seus frutos (Figura 11) são de cor amarela, quando maduros, e possuem polpa rica em vitamina A. Já a semente é utilizada na confecção de artesanatos, como anéis e ornamentos (LORENZI et al., 1996; HENDERSON, 1995). Henderson et al. (1995) citam que os frutos são comestíveis e as fibras das folhas são ocasionalmente extraídas, mas não citam a aplicação das mesmas. Kahn e Millán (1992) referem-se ao trabalho de Barbosa Rodrigues (1903), onde o mesmo menciona a utilização dos frutos como isca de peixe. Segundo Lorenzi et al. (1996), os frutos são consumidos por pequenos roedores e as fibras das folhas utilizadas pelos índios para diversos usos.

Figura 11 - Frutos de *A. acaule*



Fonte: Palm Talk (2016).

De acordo com Maciel, Nascimento e Pacheco (2008) onde observaram a viabilidade técnica da fibra do tucumanzinho na produção têxtil, e assim desenvolveram um produto com alto grau de aceitação por parte dos usuários pela inovação.

Dados químicos, físico-químico e de atividade biológica sobre o óleo obtido da polpa ou da semente desta espécie *A. acaule*, não existem ou são incipientes.

2.2 ÓLEOS E GORDURAS

Foi observado que muitas das espécies vegetais não apresentam um perfil de ácidos graxos saturados e insaturado e/ou o teor de vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K, outras têm apenas dados taxonômicos ou apenas informações de uso comum por algumas comunidades.

2.2.1 Lipídios

Lipídios são substâncias químicas, cujas estruturas são constituídas por carbono, hidrogênio e oxigênio, mas podem apresentar em suas moléculas o

átomo de fósforo. Os lipídios podem ser de cadeia carbônica aberta ou fechada, como podem ter ou não ramificações, além de apresentar ou não insaturações. Os lipídios incluem gorduras, ceras, esteroides, vitaminas lipossolúveis, mono, di e triglicerídeos, fosfolipídios, entre outros (SOLOMONS; FRYHLE, 2006).

2.2.2 Ácidos Graxos

Os ácidos graxos podem ser saturados (AGS) ou insaturados (AGI). Os AGS podem ser de cadeia simples ou ramificados e suas ligações entre os átomos de carbono são simples. Já os AGI podem apresentar insaturações, ou seja, a presença de uma ligação, ácido graxo monoinsaturado (AGMI), ou mais de uma ligação dupla carbono-carbono, ácido graxo poliinsaturado (AGPI) (SOLOMONS; FRYHLE, 2006).

Os AGI que merecem destaque em óleos e gorduras vegetais pela quantidade e pelo seu efeito biológico sobre o organismo humano são os ácidos oleico (ômega 9 ou ω -9), linoleico (ômega 6 ou ω -6) e linolênico (ômega 3 ou ω -3), os quais estão estruturados nos triacilglicerois (TAG) na forma de tri ésteres de ácidos graxos com glicerol (SOLOMONS; FRYHLE, 2006). Esses TAGs estão em grande quantidade nos lipídios, na qual é uma macromolécula orgânica que pode ser fragmentada pela ação das secreções biliar e pancreática e envolta por estas secreções, desta forma entram pela corrente sanguínea através das microvilosidades do intestino delgado (BARRETT et al., 2012).

O ômega 9 é um ácido graxo monoinsaturado (AGMI) (SOLOMONS; FRYHLE, 2006; PONTES-ARRUDA, 2009) comum na maioria de óleos vegetais, como por exemplo, o azeite de oliva (GUILLÉN; RUIZ, 2003).

Os benefícios do ácido oleico parecem estar sempre associados a outro ácido graxo, o linolênico, e aos polifenóis, como sinergismo, através da alimentação no consumo de azeite de oliva (ω -9), peixes (ω -3) e vinho tinto (ou azeitonas) (polifenóis). Mas, o destaque é maior para o ácido oleico, como: bioatividade sobre o câncer e sobre doenças autoimunes, reumáticas, como também apresenta propriedades antiinflamatória, antidiabética, redutora da arteriosclerose coronária, entre muitos outros (SALES-CAMPOS et al., 2013; Lou-BONAFONTE et al., 2012; CARRILLO; CAVIA; ALONSO-TORRE, 2012; PAUWELS, 2011; BERMUDEZ et al. 2011; VASSILIOU et al., 2009; SALES;

OLIVIERO; SPINELLA, 2009; COLOMER; MENÉNDEZ, 2008; MENENDEZ; LUPU, 2006).

Já o ômega 6 é um ácido graxo poliinsaturado (AGPI) (SOLOMONS; FRYHLE, 2006). De acordo com Poli e Visioli (2015), em uma profunda revisão da literatura, destacaram a principal importância do consumo do ácido linoleico, a redução de risco cardiovascular (CV). Segundo os autores, quanto maior o consumo de ω -6, menor são os riscos de doenças CV. E, vale destacar, que o ômega 6 não possui efeito sobre a inflamação. Outros benefícios deste ácido são apresentados por Knowles e Watkinson (2014), como: bioatividade sobre a dermatite e eczema, artrite reumatoide, a síndrome pré-menstrual e na prevenção de doenças cardíacas e acidente vascular cerebral.

Um outro poliinsaturado é o ômega 3 (SOLOMONS; FRYHLE, 2006), onde este tipo de ácido graxo poliinsaturado tem baixas concentrações na maioria dos óleos e gorduras vegetais, exceto em canola, soja, nozes e linhaça e, geralmente, é predominante um alto teor desse ácido em peixes (GUILLÉN; RUIZ, 2003). SIMOPOULOS (2004) cita uma série de benefícios atribuídos ao ω -3, como a prevenção e o tratamento de doença da artéria coronária, hipertensão, diabetes, artrite, doenças renal, inflamatórias, autoimunes, câncer e muitos outros.

Os ácidos linoleico e linolênico apresentam grande importância aos humanos, como vimos anteriormente, por esta razão são considerados ácidos graxos essenciais. Os mesmos só podem ser obtidos pela alimentação, pois os humanos não têm a capacidade de biosintetizá-los (SIMOPOULOS, 2006; SOUZA; MATSUSHITA; VISENTAINER, 1998).

De acordo com Simopoulos (2006; 2004) o consumo destes ácidos graxos deve ser feito de forma equilibrada e que se atenda a uma proporção de ω -6/ ω -3, e que a ingestão do ω -6 não seja tão alta, pois o excesso pode desenvolver doenças cardiovasculares, câncer, autoimunes e inflamatórias, assim, a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2010) recomenda que a ingestão mínima de ω -6 em 2,5% e de ω -3 em 0,5% e o valor ideal total de AGPI (ω -6 e ω -3) varie entre 6 e 11%. Poli e Visioli (2015) apontam que reduzir o consumo do ω -6 poderia acarretar em doenças CV.

2.2.3 Vitaminas Lipossolúveis

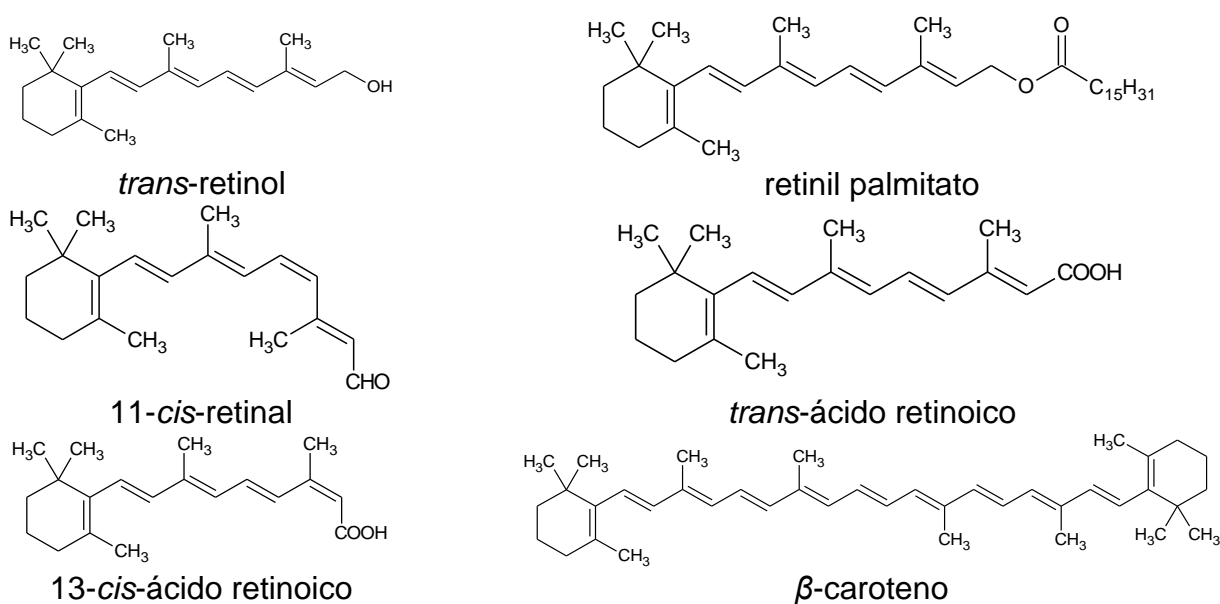
Além da composição lipídica dos óleos e gorduras, outras substâncias, em menor quantidade, podem ser encontradas como as vitaminas lipossolúveis. Tais vitaminas podem ser encontradas, naturalmente, em óleos e gorduras, são elas as vitaminas A, D, E e K (GONÇALVES, ESTEVINHO, ROCHA, 2016; ZHAO et al., 2013; MANGIALASCHE et al., 2012; MANNA, KALITA, 2016; KLACK; CARVALHO, 2006).

2.2.3.1 Vitamina A

A vitamina A (Vit A) (ou retinol, *trans*-retinol, Figura 12) é obtida através da alimentação e seus benefícios iniciam na reprodução e desenvolvimento do indivíduo, evitando o seu comprometimento quanto às anomalias e más formações (CLAGETT-DAME, KNUTSON, 2011), além de atuar na função imunológica, entre muitos outros. Além do supracitado, a principal função da vitamina é manter a boa saúde dos olhos (BLOMHOFF, BLOMHOFF, 2006).

De acordo com Blomhoff e Blomhoff (2006) a vitamina A é um termo aplicado ao retinol e aos seus derivados naturais e sintéticos (até mesmo os carotenoides), também chamados de retinoides (Figura 12).

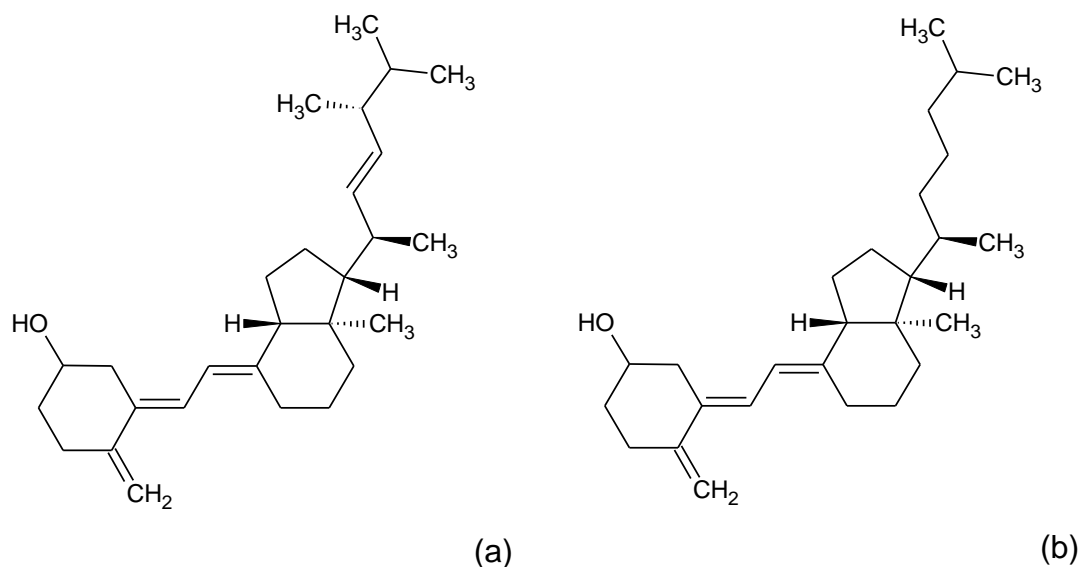
Figura 12 – Estruturas químicas de alguns retinoides



2.2.3.2 Vitamina D

A vitamina D (Vit D) é de grande importância e promove saúde aos humanos. Suas principais fontes são D2 (ergocalciferol) (Figuras 13 a) e D3 (cholecalciferol) (Figuras 13 b), ambas são obtidas através da alimentação e transformadas em 25-hidroxivitamina D, ou 25(OH)D, no fígado quando o indivíduo se expõe aos raios ultravioletas do Sol (ZHAO et al., 2013).

Figura 13 – Estruturas químicas do ergocalciferol, D₂ (a), e do colecalciferol, D₃ (b).



Para Souza et al. (2008) a 25(OH)D é acumulada no organismo humano auxiliando na fixação do cálcio nos ossos, mas de acordo com Kesby et al (2011), sua atuação no corpo humano vai além e sua insuficiência ou deficiência por desenvolver problemas sérios à saúde. Desta forma Schaft et al. (2013) e Zhao et al. (2013) destacam que a insuficiência ou deficiência de vitamina D pode causar diversos problemas à saúde humana, a saber: depressão, obesidade, síndrome de má absorção, envelhecimento da pele; casos mais graves: doenças cardiovasculares, diabetes mellitus, cânceres de colo e de mama, e até a morte (SCHAFT et al., 2013; ZHAO et al., 2013).

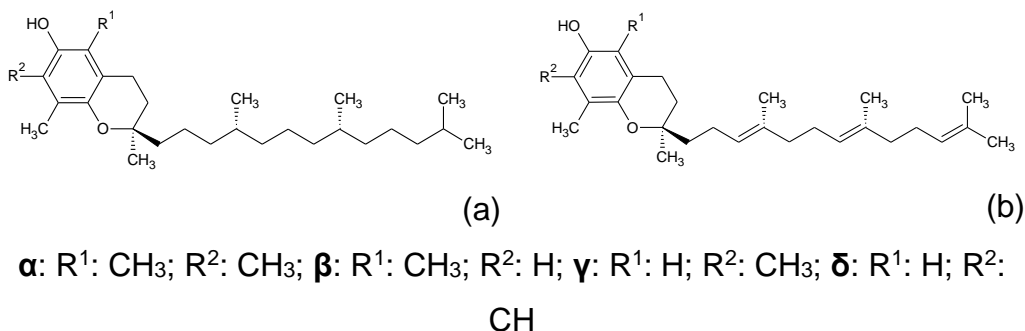
Para Schaft et al. (2013) há uma relação da baixa quantidade de vitamina D ao declínio cognitivo do indivíduo, bem como maiores chances de desenvolvimento da demência. Enquanto Zhao et al (2013) analisaram que pacientes que apresentam doenças neurodegenerativas, como Alzheimer (DA) e Parkinson (DP, têm baixo teor de 25(OH)D no sangue. Afzal, Bojesen e

Nordestgaard (2014) também associam a baixa concentração da vitamina com o DA e outras doenças. Beyazal et al. (2016), também confirmam essa associação da baixa concentração da vitamina com DP, além de uma baixa densidade óssea, em comparação ao grupo controle.

2.2.3.3 Vitamina E

A vitamina E (Vit E) é composta por tocoferóis e α -, β -, γ - e δ - tocotrienóis (Figura 14 a, b), os quais são obtidos através da alimentação, naturalmente em óleos vegetais, folhas verdes, laticínios, etc (CRAFT, 2016; MANGIALASCHE et al., 2012; COLOMBO, 2010).

Figura 14 – Estruturas químicas do α , β , γ e δ tocoferol (a) e tocotrienol (b)



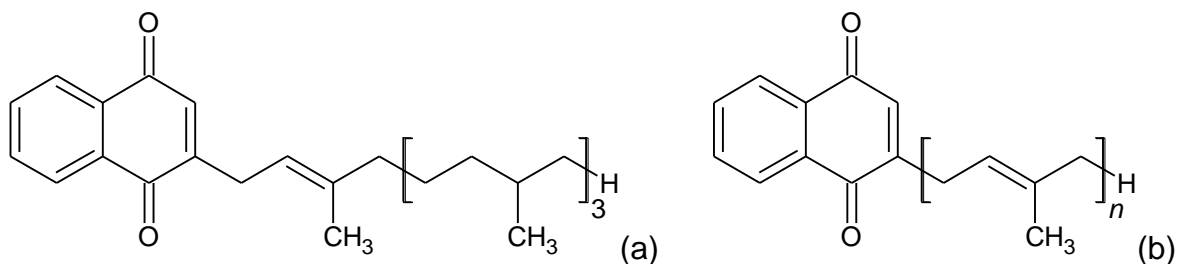
De acordo com Colombo (2010), a vitamina E apresenta diversos benefícios ao sistema cardiovascular e baixas concentrações de colesterol no sangue. Segundo Kaempf e Linderkamp (1998) e Craft (2016) a vitamina E chega aos tecidos através do colesterol LDL, por sua forte afinidade receptora. Para Kaempf e Linderkamp (1998), Azzi et al. (2016) e Järvinen e Erkkilä (2016) uma das principais funções da vitamina E no organismo humano é sua capacidade antioxidante, pois protege as células dos radicais livres.

Para Azzi et al. (2016) com o uso da vitamina E natural poderiam prevenir ou até mesmo curar doenças, as supostamente geradas pelo estresse oxidativo, como cardiovascular, câncer, cataratas, neurodegenerativas e outras. De acordo com Morris et al. (2015), o α -tocoferol pode surtir efeito sobre a doença de Alzheimer e outros problemas cerebrais, quando houver a ingestão de pequenas doses da vitamina numa dieta alimentar diária de ingestão do mesmo e não na forma de suplementação. Tais efeitos são confirmados por Järvinen e Erkkilä (2016) e Mangialasche et al. (2012).

2.2.3.4 Vitamina K

A vitamina K (Vit K) é composta por duas formas naturais, a vitamina K₁, a filoquinona (Figura 15 a), e a vitamina K₂, menaquinona (Figura 15 b), estas podem ser obtidas através da alimentação (HIRAIKE; KIMURA; ITOKAWA, 1988). De acordo com Klack e Carvalho (2006) a menoquinona (MK_n) ainda pode variar entre menoquinona 4 (MK₄) a menoquinona 13 (MK₁₃) e outras vitaminas K podem ser obtidas, como a dihidrofiloquinona (dK) e menadiona (vitamina K₃) (MANNA; KALITA, 2016; BEULENS et al., 2009).

Figura 15 – Estruturas químicas da vitamina K: filoquinona (a) e menaquinona (b)



n: é o número de resíduos isoprenóides.

A vitamina K proporciona benefícios, como a redução de doença cardíaca coronária, calcificação coronária, melhora na sensibilidade à insulina e a tolerância à glucose, previne a resistência à insulina e, principalmente, participa da coagulação do sangue (MANNA; KALITA, 2016; GAST et al., 2009; BEULENS et al., 2009). Mas, para Cottam e Connett (2015), a deficiência dessa vitamina em recém-nascidos com fibrose cística e que são apenas alimentados com o leite materno, podem desenvolver uma doença chamada de coagulopatia, onde há hemorragia, podendo, em casos de demora na identificação do problema, desenvolver hemorragia intracraniana. De acordo com Hiraike, Kimura e Itokawa (1988) a deficiência de vitamina K pode ser uma das causas de transtornos hemorrágicos no período neonatal.

REFERÊNCIAS

AFZAL, S.; BOJESEN, S. E.; NORDESTGAARD, B. G. Reduced 25-hydroxyvitamin D and risk of Alzheimer's disease and vascular dementia. **Alzheimer's & Dementia**, v. 10, n. 3, p. 296-302, 2014.

ALBUQUERQUE, M. L. S.; GUEDES, I.; ALCANTARA Jr., P.; MOREIRA, S. G. C. Infrared absorption spectra of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil. **Vibrational Spectroscopy**, v. 33, n. 1-2, p. 127–131, 2003.

ALVES, E. Flores do murici vermelho. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/kienzan/5309459483/in/album-72157625714483188/>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

AMSELLEM-LAUFER, M. *Euterpe oleracea* Martius (Arecaceae): Açaí. **Phytothérapie**, v. 13, p. 135-140, 2015.

AZZI, A.; MEYDANI, S. N.; MEYDANI, M.; ZINGG, J. M. The rise, the fall and the renaissance of vitamin E. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 595, p. 100-108, 2016.

BARBOSA, A. P. **Características estruturais e propriedades de compósitos poliméricos reforçados com fibras de buriti**. 2011. 160 p. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2011.

BARBOSA, R. I.; MOURÃO Jr., M.; CASADIO, G. M. L.; SILVA, S. J. R. **Fenologia do mirixi [*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. (Malpighiaceae)] em áreas de savana aberta do Estado de Roraima**. Embrapa Roraima, Comunicado Técnico 14, 2005.

BAZINET, R. P.; LAYÉ, S. Polyunsaturated fatty acids and their metabolites in brain function and disease. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 15, p. 771-785, 2014.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F.; COSTA, C. G.; GUIMARÃES, E. F.; LIMA, H. C. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Vol. 2. Viçosa: UFV, 1991. 325-329 p.

BERMUDEZ, B.; LOPEZ, S.; ORTEGA, A.; VARELA, L. M.; PACHECO, Y. M.; ABIA, R.; MURIANA, F. J. G. Oleic Acid in Olive Oil: From a Metabolic Framework Toward a Clinical Perspective. **Current Pharmaceutical Design**, v. 17, n. 8, 831-843, 2011.

BEULENS, J. W. J.; BOTS, M. L.; AT SMA, F.; BARTELINK, M.-L. E. L.; PROKOP, M.; GELEIJNSE, J. M.; WITTEMAN, J. C. M.; GROBBEE, D. E.; SCHOUW, Y. T. High dietary menaquinone intake is associated with reduced coronary calcification. **Atherosclerosis**, v. 203, n. 2, p. 489-493, 2009.

BEYAZAL, M. S.; KIRBAS, S.; TÜFEKÇI, A.; DEVRİMSEL, G.; TÜRKYILMAZ, A. K. The relationship of vitamin D with bone mineral density in Parkinson's disease patients. **European Geriatric Medicine**, v. 7, n. 1, p. 18-22, 2016.

BLOMHOFF, R.; BLOMHOFF, H. K. Overview of Retinoid Metabolism and Function. **Journal of Neurobiology**, v. 66, n. 7, p. 606-630, 2006.

BRAGA, P. I. S. et al. **A vegetação das comunidades da área de influência do projeto Piatam e do gasoduto Coari-Manaus**. 2 ed. rev. Manaus: Instituto I-Piatam, 2008.

CÂNDIDO, T. L. N.; SILVA, M. R.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) from the Cerrado and Amazon biomes. **Food Chemistry**, v. 177, p. 313-319, 2015.

CARRILLO, C.; CAVIA, M. DEL M.; ALONSO-TORRE, S. Role of oleic acid in immune system; mechanism of action; a review. **Nutrición Hospitalaria**, v. 27, n. 4, p. 978-990, 2012.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5ª ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991.190 p.

CAVALIERO, C. K. N.; SILVA, E. P. Estudo de viabilidade da introdução do uso de óleos vegetais na geração de energia elétrica nos sistemas isolados. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3, 2000, Campinas. **Proceedings online...** Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022000000200044&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 05 jan. 2016.

CLAGETT-DAME, M.; KNUTSON, D. Vitamin A in Reproduction and Development. **Nutrients**, v. 3, 385-428, 2011.

CLEMENT, C. R.; SANTOS, LENOIR, A. Pupunha no mercado de Manaus: Preferências de consumidor e suas implicações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 778-779, 2002.

COLOMBO, M. L. An Update on Vitamin E, Tocopherol and Tocotrienol – Perspectives. **Molecules**, v. 15, 2103-2113, 2010.

COLOMER, R.; MENÉNDEZ, J. A. Mediterranean diet, olive oil and cancer. **Clinical and Translational Oncology**, v. 8, n. 1, p. 15-21, 2006.

COOPER, R. E.; TYE, C.; KUNTSI, J.; VASSOS, E.; ASHERSON, P. The effect of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on emotional dysregulation, oppositional behaviour and conduct problems in ADHD: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Affective Disorders**, v. 190, p. 474-482, 2016.

CORLEY, R. H. V.; TINKER, P. B. **The Oil Palm**. World Agriculture Series, 5th Edition. West Sussex: Wiley, 2016. 680.

CORREA, A., M. D. **Byrsonima crassifolia (L.) Kunth**. In: Vozzo, J. A. (ed.) "Tropical Tree Seed Manual". Washington, DC: USDA Forest Service, 2002. 342-345 p.

COSTA, P. A.; BALLUS, C. A.; TEIXEIRA FILHO, J.; GODOY, H. T. Fatty acids profile of pulp and nuts of Brazilian fruits. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 950-954, 2011.

COTTAM, S. T.; CONNETT, G. J. Routine use of daily oral vitamin K to treat infants with cystic fibrosis. **Paediatric Respiratory Reviews**, v. 16, Supplement 1, p. 22-24, 2015.

CRAFT, N. E. **Tocopherols**: Properties and Determination. Reference Module in Food Science, Encyclopedia of Food and Health, Elsevier, 2016. 309-318 p.

CYMERYYS, M. **Bacaba**: *Oenocarpus bacaba* Mart. In: Shanley, Patricia; Medina, Gabriel (Eds.). *Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica*. Belém: CIFOR & Imazon, 2005. 183-186 p.

CYMERYYS, M.; CLEMENT, C. R. **Pupunha**: *Bactris gasipaes* Kunth. In: Shanley, Patricia; Medina, Gabriel (Eds.). *Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica*. Belém: CIFOR & Imazon, 2005. 209-214 p.

DEFILIPPIS, A. P.; SPERLING, L. S. Understanding omega-3's. **American Heart Journal**, v. 151, n. 3, p. 564-70, 2006.

DOBETSBERGER C, BUCHBAUER G. Actions of essential oils on the central nervous system: An updated review. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 26, p. 300-316, 2011.

EOL, Encyclopedia of Life. Discover Life: Point Map of *Annona hypoglauca*. Disponível em: <http://eol.org/data_objects/20302244>. Acesso em: 02 jan. 2016.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fats and fatty acids in human nutrition** – Report of an expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper n. 91, 2008. Geneva: FAO, 2010. 180 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i1953e.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

FAPESP. Novos Materiais: Plástico de buriti. **Revista FAPESP**, São Paulo, Novembro de 2015, n. 117, p. 76-77. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2005/11/076-077-novos-materiais.pdf?3fb5f4>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

FERNANDES, L. S.; MARTINS, B. G.; PAIXÃO, J. L.; LUSTOZA, L. S. M.; LEITE, D. M. Aproveitamento da semente de açaí para produção de bebida à base de café. **Engenharia na Agricultura**, v. 19, n. 6, p. 510-515, 2011.

FERNÁNDEZ, I. M.; MOZOMBITE, D. M. S.; SANTOS, R. C.; MELO FILHO, A. A.; RIBEIRO, P. R. E.; CHAGAS, E. A.; TAKAHASHI, J. A.; FERRAZ, V. P.; MELO, A. C. G. R.; MALDONADO, S. A. S. Oil in Inajá Pulp (*Maximiliana maripa*): Fatty Acid Profile and Anti-acetylcholinesterase Activity. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 8, n. 2, p. 80-83, 2016.

FERREIRA, E. J. L. *Barcella odora* em Roraima! Disponível em: <<http://ambienteacreato.blogspot.com.br/2006/07/barcella-odora-em-roraima.html>>. Acesso em: 28 dez. 2015.

FERREIRA, M. G. R. Bacabeira (*Oenocarpus bacaba* Mart.). Cartilha INFOTECA-E, EMBRAPA RONDÔNIA, 2005. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/859494/1/folderbacaca.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

GALDINO, N. O.; CLEMENTE, E. Palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) composição mineral e cinética de enzimas oxidativas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, 540-544, 2008.

GAST, G. C. M.; ROOS, N. M.; SLUIJS, I.; BOTS, M. L.; BEULENS, J. W. J.; GELEIJNSE, J. M.; WITTEMAN, J. C.; GROBBEE, D. E.; PEETERS, P. H. M.; SCHOUW, Y. T. A high menaquinone intake reduces the incidence of coronary heart disease. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 19, n. 7, p. 504-510, 2009.

GOTTSBERGER, G. Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaitá, Amazonia. **Biotropica**, v. 10, n. 3, p. 170-183, 1978.

GRAEFE, S.; DUFOUR, D.; VAN ZONNEVELD, M.; RODRIGUEZ, F.; GONZALEZ, A. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. **Biodiversity and Conservation**, v. 22, p. 269-300, 2013.

GRANDTNER, M. M.; CHEVRETTE, J. **Dictionary of trees**. Volume 2: South America: Nomenclature, Taxonomy and Ecology. Quebec: Academic Press Elsevier, 2013. 1176 p.

GUILLÉN, M. D.; RUIZ, A. Rapid simultaneous determination by proton NMR of unsaturation and composition of acyl groups in vegetable oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 105, n. 11, p. 688-696, 2003.

GUIMARÃES, A. C. G. **Potencial funcional e nutricional de farinhas de jervá (*Syagrus romanzoffiana*) e bacaba (*Oneocarpus bacaba*)**. 2013. 109 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

HADA, A. R.; NELSON, B. W.; ALFAIA, S. S.; HESS, L. L.; PINHO, R. C.; PEDREIRA, J. L.; PEREZ, I. U.; MILLER, R. P. Identificação de buritizais através do sensor orbital ALOS PALSAR e estimativa de estoque do recurso. In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, 2013. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBSR, 2013. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1485.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

HENDERSON, A. The palms of the Amazon. New York: Oxford University Press, 1995. 388 p.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. Field guide to the palms of the Americas. New York: Oxford University Press, 1995.

HERRERA-RUIZ, M.; ZAMILPA, A.; GONZÁLEZ-CORTAZAR, M.; REYES-CHILPA, R.; LEÓN, E.; GARCÍA, M. P.; TORTORIELLO, J.; HUERTA-REYES, M. Antidepressant effect and pharmacological evaluation of standardized extract of flavonoids from *Byrsonima crassifolia*. **Phytomedicine**, v. 18, n. 14, p. 1255-1261, 2011.

HIRAIKE, H.; KIMURA, M.; ITOKAWA, Y. Determination of K vitamins (phylloquinone and menaquinones) in umbilical cord plasma by a platinum-reduction column. **Journal of Chromatography**, v. 430, p. 143-14, 1988.

IAMAGUTI, P. S. **Biodiesel de buriti em trator: desempenho em função do tipo de diesel e da proporção de mistura na operação de preparo do solo**. 2014. 74 p. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil 1996. Rio de Janeiro: CDDI, 1997.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. (Açaí). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/extveg/default.asp?t=2&z=t&o=18&u1=1&u2=1&u3=1>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. (Buriti). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/extveg/default.asp?t=2&z=t&o=18&u1=1&u3=1&u2=1>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

INPA. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Estudo analisa adaptabilidade de palmeiras da Amazônia para atender mercado de paisagismo. Disponível em: <<http://portal.inpa.gov.br/portal/index.php/ultimas-noticias/892-estudo-analisa-adaptabilidade-de-palmeiras-da-amazonia-para-atender-mercado-de-paisagismo>>. Acesso em: 28 dez. 2015.

JÄRVINEN, R.; ERKKILÄ, A. T. **Tocopherols**: Physiology and Health Effects. Reference Module in Food Science, Encyclopedia of Food and Health, Elsevier, 2016. 303-308 p.

JIMBO, D.; KIMURA, Y.; TANIGUCHI, M.; INOUE, M.; URAKAMI, K. Effect of aromatherapy on patients with Alzheimer's disease. **Psychogeriatrics**, v. 9, p. 173-179, 2009.

JOHNSON, V. D. (ed.). **Palms**: their conservation and sustained utilization: status survey and conservation action plan. The IUCN/SSC Palm Specialist Group. Switzerland and Cambridge: IUCN, 1996. 116 p.

KAEMPF, D. E.; LINDERKAMP, O. Do Healthy Premature Infants Fed Breast Milk Need Vitamin E Supplementation: α - and γ -Tocopherol Levels in Blood Components and Buccal Mucosal Cells. **Pediatric Research**, v. 44, p. 54-59, 1998.

KAHN, F.; MILLÁN, B. *Astrocaryum* (Palmae) in Amazonia a preliminary treatment. **Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines**, v. 21, n. 2, p. 459-531, 1992.

KESBY, J. P.; EYLES, D. W.; BURNE, T. H. J.; MCGRATH, J. J. The effects of vitamin D on brain development and adult brain function. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 347, n. 1-2, p. 121-127, 2011.

KEW. The Royal Botanic Garden. World Checklist of Selected Plant Families. Disponível em: <http://apps.kew.org/wcsp/namedetail.do?name_id=122230>. Acessado em: 05 jan. 2016.

KEW. The Royal Botanic Garden. Catalogue of Life: 2014 Annual Checklist. (*Barcella odora*). Disponível em: <<http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2014/details/species/id/9729908>>. Acessado em: 28 dez. 2015.

KLACK, K.; CARVALHO, J. F. Vitamina K: Metabolismo, Fontes e Interação com o Anticoagulante Varfarina. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 46, n. 6, p. 398-406, 2006.

KNOWLES, J.; WATKINSON, C. Extraction of omega-6 fatty acids from speciality Seeds. **Lipid Technology**, v. 26, n. 5, p. 107-110, 2014.

KOOLEN, H. H. F.; SILVA, F. M. A.; GOZZO, F. C.; SOUZA, A. Q. L.; SOUZA, A. D. L. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) by UPLC–ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 467-473, 2013.

LAI, O.-M.; TAN, C.-P.; AKOH, C. C. **Palm oil**: production, processing, characterization, and uses. United States of America: AOCS Press, 2012. 852 p.

LEITMAN, P.; SOARES, K.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R. C. *Arecaceae* (Açaí) in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15713>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

LEITMAN, P.; SOARES, K.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R. C. *Arecaceae* (Buriti) in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15723>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

LEITMAN, P.; SOARES, K.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R. C. *Arecaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. (Piaçaba brava) Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB34026>>. Acesso em: 28 dez. 2015

LICHTENTHALER, R.; RODRIGUES, R. B.; MAIA, J. G.; PAPAGIANNOPOULOS, M.; FABRICIUS, H.; MARX, F. Total antioxidante

scavenging capacities of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí) fruits. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 56, p. 53-64, 2005.

LIMA JÚNIOR, U. M. **Fibras da semente do açazeiro (*Euterpe Oleracea* Mart.): avaliação quanto ao uso como reforço de compósitos fibrocimentícios**. 2007. 145 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia dos Materiais. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2007.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; VON BEHR, N. **Palmeiras do Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum, 1996. 303p.

LOU-BONAFONTE, J. M.; FITÓ, M.; COVAS, M.-I.; FARRÀS, M.; OSADA, J. HDL-Related Mechanisms of Olive Oil Protection in Cardiovascular Disease. **Current Vascular Pharmacology**, v. 10, n. 4, 392-409, 2012.

MACIEL, K. M. F.; NASCIMENTO, C. C.; PACHECO, A. S. Estudo da viabilidade técnica da fibra do tucumã-i (*Astrocaryum acaule*) para produção têxtil. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável, Rio de Janeiro, 2008. **Anais...** Rio de Janeiro: ENEGEP/ABEPRO. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_077_540_10943.pdf >. Acesso em: 05 jan. 2016.

MALDINI, M.; MONTORO, P.; PIZZA, C. Phenolic compounds from *Byrsonima crassifolia* L. bark: Phytochemical investigation and quantitative analysis by LC-ESI MS/MS. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 56, n. 1, p. 1-6, 2011.

MALDINI, M.; SOS, S.; MONTORO, P.; GIANGASPERO, A.; BALICK, M. J.; PIZZA, C.; LOGGIA, R. D. Screening of the topical anti-inflammatory activity of the bark of *Acacia cornigera* Willdenow, *Byrsonima crassifolia* Kunth, *Sweetia panamensis* Yakovlev and the leaves of *Sphagneticola trilobata* Hitchcock. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 122, n. 3, p. 430-433, 2009.

MANGIALASCHE, F.; XU, W.; KIVIPELTO, M.; COSTANZI, E.; ERCOLANI, S.; PIGLIAUTILE, M.; CECCHETTI, R.; BAGLIONI, M.; SIMMONS, A.; SOININEN, H.; TSOLAKI, M.; KLOSZEWSKA, I.; VELLAS, B.; LOVESTONE, S.; MECOCCHI, P. Tocopherols and tocotrienols plasma levels are associated with cognitive impairment. **Neurobiology of Aging**, v. 33, p. 2282-2290, 2012.

MARCONCINI, J. M.; ITO, E. N.; PESSOA, J. D. C.; RIOS, C. T.; MATTOSO, L. H. C.; HAGE JR, E. **Caracterização de Compósitos de Poliolefinas Recicladas com Fibras de Açaí**. Embrapa Instrumentação Agropecuária, Documentos 36, 2008.

MARINHO, V. M. C. Como as empresas brasileiras de cosméticos estão utilizando o conhecimento tradicional e as plantas medicinais. In: XXVI Reunião Anual sobre Evolução, Sistemática e Ecologia Micromoleculares, Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004. **Anais...** Niterói: LAPROMAR. Disponível em: <<http://www.uff.br/lapromar/RESEMFiles/Resumos/Vera%20Maria%20Costa%20Marinho.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, M.; GONZÁLEZ-ESQUINCA, A. R.; LUNA, L. C.; GUTIÉRREZ, M. N. M.; GARCÍA-ARGÁEZ, A. N. Antimicrobial activity of *Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 66, n. 1, p. 79-82, 1999.

MARTINS, M. A.; MATTOSO, L. H. C.; PESSOA, J. D. C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1150-1157, 2009.

MARTIUS, C. F. P. *Annona hypoglauca* Mart. v. 13, parte 1, p. 13-14, 1841. Disponível em: <<http://florabrasiliensis.cria.org.br/>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

MATTA, V. M.; CRUZ, A. P. G.; CABRAL, L. M. C.; DONÂNGELO, C. M. **Açaí clarificado por microfiltração**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, Comunicado Técnico 165, 2010.

MAX, R. B.; TABACOW, J. (Org.). **Arte e Paisagem**: Conferências Escolhidas. São Paulo: Studio Nobel, 2004.

MEDEIROS, M. C.; AQUINO, J. S.; SOARES, J.; FIGUEIROA, E. B.; MESQUITA, H. M.; PESSOA, D. C.; STAMFORD, T. M. Buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) negatively impacts somatic growth and reflex maturation and increases retinol deposition in young rats. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v. 46, p. 7-13, 2015.

MENAA, F. The Berry Fruit Açai (*Euterpe oleracea* Mart): Bringing Health Benefits and Exotism to the Modern Table. **Advances in Food Technology and Nutrition Sciences Open Journal**, v. 1, n. 1, p. 1-4, 2014.

MEYER, J. M. **Teor e composição de ácidos graxos de óleos de frutos de palmeiras nativas**. 2013. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MIRANDA, I.S.; ABSY, L.M. Flora fanerogâmica das savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELÓN, E. G. (Eds.). **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus: INPA, 1997. 445-455 p.

MIRANDA, I.S. 1998. **Flora, fisionomia e estrutura das savanas de Roraima, Brasil**. 1998. 186 pp. Tese (Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 1998.

MORRIS, M. C.; SCHNEIDER, J. A.; Li, H.; TANGNEY, C. C.; NAG, S.; BENNETT, D. A.; HONER, W. G.; BARNES, L. L. Brain tocopherols related to Alzheimer's disease neuropathology in Humans. **Alzheimer's & Dementia**, v. 11, n. 1, p. 32-3, 2015.

NASCIMENTO, R. J. S.; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 498-502, 2008.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. Processamento e avaliação da qualidade do licor de açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 4, p. 534-541, 2011.

OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H. **Cultivo do açazeiro para produção de frutos**. Embrapa Amazônia Oriental, Circular Técnica 26, 2002.

PALM TALK. International Palm Society Forum. A few palms in my little forest, *Astrocaryum acaule*, *Mauritia flexuosa*, and *Bactris*. Disponível em: <<http://www.palmtalk.org/forum/index.php?/topic/40446-a-few-palms-in-my-little-forest-astrocaryum-acaule-mauritia-flexuosa-and-bactris/>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

PAUWELS, E. K. J. The Protective Effect of the Mediterranean Diet: Focus on Cancer and Cardiovascular Risk. **Medical Principles and Practices**, v. 20, p. 103-111, 2011.

PERAZA-SÁNCHEZ, S. R.; CEN-PACHECO, F.; NOH-CHIMAL, A.; MAY-PAT, F.; SIMÁ-POLANCO, P.; DUMONTEIL, E.; GARCÍA-MISS, M. R.; MUT-MARTÍN, M. Leishmanicidal evaluation of extracts from native plants of the Yucatan península. **Fitoterapia**, v. 78, n. 4, p. 315-318, 2007.

PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2ª ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goledi, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009. 334 p.

POLI, A.; VISIOLI, F. Recent evidence on omega 6 fatty acids and cardiovascular risk. **European Journal Lipid Science and Technology**, v. 117, p. 1847-1852, 2015.

POTT, A.; POTT, V. J. (Org.). **Plantas do Pantanal**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Corumbá: EMBRAPA-SPI. 1994. 187-193 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM. Ver - Belém: Pupunha. Disponível em: <<http://www.belem.pa.gov.br/ver-belem/detalhe.php?p=277&i=1>>. Acesso em: 05 jan. 2016

QUEIROZ, M. S. M.; BIANCO, R. Morfologia e desenvolvimento germinativo de *Oenocarpus bacaba* mart. (Arecaceae) da amazônia ocidental. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p. 1037-1042, 2009.

REIS, B. O.; SILVA, I. T.; SILVA, I. M. O.; ROCHA, B. R. P. Produção de briquetes energéticos a partir de caroço de açaí. In: 4º Encontro de Energia no Meio Rural, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002. **Anais...** Campinas: UNICAMP/NIPE, 2002.

RIBEIRO, A. H. **O Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) na Terra Indígena Araçá, Roraima: usos tradicionais, manejo e potencial produtivo**. 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Coordenação de Pesquisas em Silvicultura Tropical, Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, Amazonas, 2010.

RIBEIRO, E. M. G. A.; BAPTISTEL, A. C.; LINS NETO, E. M. F.; MONTEIRO, J. M. Conhecimento etnobotânico sobre o buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) em comunidades rurais do município de Currais, Sul do Piauí, Brasil. **Revista Gaia Scientia**, Vol. Esp. Populações Tradicionais, p. 28-35 p., 2014.

RINALDI, M. V. **Avaliação da atividade antibacteriana e citotóxica dos alcalóides isoquinolínicos de *Annona hypoglauca* Mart.** 2007. 125 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fármacos e Medicamentos, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2007.

RODRIGUES, B. J. **Sertum Palmarum Brasiliensium**. Bruxelles: Veuve Monnom, 1903. 157p.

RODRIGUES, B. S. **Resíduos da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais**. 2010. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" ESALQ/USP, Piracicaba, 2010.

RODRIGUES, A. M. C.; DARNETB, S.; SILVA, L. H. M. Fatty Acid Profiles and Tocopherol Contents of Buriti (*Mauritia flexuosa*), Patawa (*Oenocarpus bataua*), Tucuma (*Astrocaryum vulgare*), Mari (*Poraqueiba paraensis*) and Inaja (*Maximiliana maripa*) Fruits. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, n. 10, p. 2000-2004, 2010.

RODRIGUES, R. B.; LICHTENTHALER, R.; ZIMMERMANN, B. F.; PAPAGIANNOPOULOS, M.; FABRICIUS, H.; MARX, F.; MAIA, J. G. S.; ALMEIDA, O. Total oxidant scavenging capacity of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí) seed and identification of their polyphenolic compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n.12, p. 4162-4167, 2006.

SALES-CAMPOS, H.; SOUZA, P. R.; PEGHINI, B. C.; SILVA, J. S.; CARDOSO, C. R. An Overview of the Modulatory Effects of Oleic Acid in Health and Disease. **Mini Reviews in Medicinal Chemistry**, v. 13, n. 2, p. 201-10, 2013.

SALES, C.; OLIVIERO, F.; SPINELLA, P. The mediterranean diet model in inflammatory rheumatic diseases. **Reumatismo**, v. 61, n. 1, p. 10-14, 2009.

SAVALEV, S.; OKELLO, E.; PERRY, N. S. L.; WILKINS, R. M.; PERRY, E. K. Synergistic and antagonistic interactions of anticholinesterase terpenoides in *Salvia lavandulaefolia* essential oil. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, v. 75, p. 661-668, 2003.

SANTOS, R. C.; MELO FILHO, A. A.; NASCIMENTO Filho, W. B.; COSTA, A. K. P.; MOREIRA, L. P.; COSTA, H. N. R.; TAKAHASHI, J. A.; NASCIMENTO, F. C. Potencial antibacteriano e antifúngico dos extratos brutos das folhas de *Annona hypoglauca* Mart. contra bactérias e fungos patogênicos humanos. In: 37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2014, Natal. **Anais...** Natal: 37ª RA SBQ, 2014.

SANTOS, R. C.; MELO FILHO, A. A.; CHAGAS, E. A.; TAKAHASHI, J. A.; FERRAZ, V. P.; COSTA, A. K. P.; MELO, A. C. R.; MONTERO, I. F.; RIBEIRO, P. R. E. Fatty acid profile and bioactivity from *Annona hypoglauca* seeds oil. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 30, p. 2377-2382, 2015.

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

SANTOS, R. C.; RIBEIRO, P. R. E.; Melo Filho, A. A.; Costa, A. K. P.; Melo, A. C. G. R.; Takahashi, J. A. Antimicrobial activity of extracts of leaves of *Annona hypoglauca*. **Planta Medica**, v. 80, n. 16, p. 1550, 2014.

SCHAFT, J.; KOEK, H. L.; DIJKSTRA, E.; VERHAAR, H. J. J.; SCHOUW, Y. T.; EMMELOT-VONK, M. H. The association between vitamin D and cognition: A systematic review. **Ageing Research Reviews**, v. 12, n. 4, p. 1013-1023, 2013.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. Belém: CIFOR & Imazon, 2005. 300 p.

SILVA, J. P. C. **Avaliação *in vitro* da atividade de extratos de plantas da Amazônia e Mata Atlântica frente à *Streptococcus mutans* e à *Streptococcus sanguinis***. 2009. 136 p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Paulista, São Paulo, 2009.

SILVA E SILVA, B. M.; SADER, R.; MORO, F. V.; OLIVEIRA, C.; SILVEIRA, C. M. Envelhecimento acelerado em diásporos de *Oenocarpus bacaba* (Arecaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 950-955, 2009.

SILVA, P. M. C.; NEVES, L. C.; BASTOS, V. J.; LIMA, C. G. B.; ARAÚJO, K. G. M.; ROBERTO, S. R. Harvesting period of Murici (*Byrsonima crassifolia* Kunth) fruit in relation to physical and chemical parameters evaluated during fruit development. **Scientia Horticulturae**, v. 200, p. 66-72, 2016.

SIMOPULOS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 56, n. 8, p. 365-379, 2002.

SINGH, M.; KAUR, M.; KUKREJA, H.; CHUGH, R.; SILAKARI, O.; SINGH, D. Acetylcholinesterase inhibitors as Alzheimer therapy: From nerve toxins to neuroprotection. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 70, p. 165-188, 2013.

SMITH, N. **Palms and Peopel in the Amazon** (Geobotany Studies: Basics, Methods and Case Studies). Springer: Switzerland, 2015.

SOARES, N. R. **Avaliação da atividade antimicrobiana e caracterização físico-química de sabonete líquido à base de óleo de baru, buriti e pequi**. 2014. 70 p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás - UFG, Goiânia, Goiás, 2014.

SONG, C.; SHIEH, C.-H.; WU, Y.-S.; KALUEFF, A.; GAIKWAD, S.; SU, K.-P. The role of omega-3 polyunsaturated fatty acids eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in the treatment of major depression and Alzheimer's disease: Acting separately or synergistically? **Progress in Lipid Research**, v. 62, p. 41-54, 2016

SOUZA, H. N.; LORA, F. L.; KULAK, C. A. M.; MAÑAS, N. C. P.; AMARANTE, H. M. B.; BORBA, V. Z. C. Níveis baixos de 25-hidroxivitamina D (25OHD) em pacientes com doença inflamatória intestinal e sua correlação com a densidade mineral óssea. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 52, n. 4, 2008.

SOUSA, M. A. C.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; PANTOJA, L. Suco de açai (*Euterpe oleracea* MART.): avaliação microbiológica, tratamento térmico e vida de prateleira. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 4, p. 497-502, 2006.

SPERANZA, P.; RIBEIRO, A. P. B.; MACEDO, G. A. Application of lipases to regiospecific interesterification of exotic oils from an Amazonian area. **Journal of Biotechnology**, v. 218, n. 20, p. 13-20, 2016.

SUFFREDINI, I. B. et al. N. In vitro breast cancer cell lethality of Brazilian plant extracts. **Pharmazie**, v. 62, n. 1, p. 798-800, 2007.

THE PLANT LIST. Version 1. Published on the Internet (2010); Disponível em: <<http://www.theplantlist.org>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A.; SENGER, C. C. D. **Características químico-bromatológica do caroço de açaí**. EMBRAPA-CPAF Rondônia, Comunico Técnico 193, p.2-5, 2001.

TREVISAN, M. T. S.; MACEDO, F. V. V. Seleção de plantas com atividade anticolinesterase para tratamento da doença de Alzheimer. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 301-304, 2003.

VASSILIOU, E. K.; GONZALEZ, A.; GARCIA, C.; TADROS, J. H.; CHAKRABORTY, G.; TONEY, J. H. Oleic acid and peanut oil high in oleic acid reverse the inhibitory effect of insulin production of the inflammatory cytokine TNF- α both *in vitro* and *in vivo* systems. **Lipids in Health and Disease**, v. 8, n. 25, p. 1-10, 2009.

YAMAGISHI, K.; IKEDA, A.; CHEI, C.-L.; NODA, H.; UMESAWA, M.; CU, R.; MURAKI, I.; OHIRA, T.; IMANO, H.; SANKAI, T.; OKADA, T.; TANIGAWA, T.; KITAMURA, A.; KIYAMA, M.; ISO, H. Serum α -linolenic and other ω -3 fatty acids, and risk of disabling dementia: Community-based nested case-control study. **Clinical Nutrition**, p. 1-5, 2016.

YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA FILHO, D.; YUYAMA, K.; FÁVARO, D. I. T.; VASCONCELLOS, M. B. A. Açaí como fonte de ferro: mito ou realidade? **Acta Amazonica**, v. 32, n. 3, p. 521-525, 2002.

YUYAMA, L. K. O.; YONEKURA, L.; AGUIAR, J. P. L.; Sousa, R. F. S. **Acta Amazonica**, v. 29, n. 3, p. 497-500, 1999.

VOGEL, S. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. **Memoirs of the New York Botanical Garden**. v. 55, p. 130-142, 1990.

WHITEHOUSE, P. J. Acetylcholine. Vol. 19-21; A. K. MUSTAFA, S. K. GAZI. Neurotransmitters: Overview, Vol. 3, 565-572. In: AMINOFF, M. J.; DAROF, R. B. **Encyclopedia of the Neurological Sciences**, 2nd Edition. Oxford: Elsevier, 2014. 4744 pp.

WHO, World Health Organization. Dementia: A Public Health Priority. WHO Press: Geneva, 2012. Disponível em: http://www.who.int/mental_health/publications/dementia_report_2012/en/. Acesso em: 6 abr. 2015.

WU, Q.; ZHOU, T.; MA, L.; YUAN, D.; PENG, Y. Protective effects of dietary supplementation with natural ω -3 polyunsaturated fatty acids on the visual acuity of school-age children with lower IQ or attention-deficit hyperactivity disorder. **Nutrition**, v. 31, n. 7-8, p. 935-940, 2015.

WU, S.; DING, Y.; W, F.; LI, R.; HOU, J.; MAO, P. Omega-3 fatty acids intake and risks of dementia and Alzheimer's disease: A meta-analysis. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 48, p. 1-9, 2015.

ZHAO, Y.; SUN, Y.; JI, H.-F.; SHEN, L. Vitamin D levels in Alzheimer's and Parkinson's diseases: A meta-analysis. **Nutrition**, v. 29, n. 6, p. 828-832, 2013.

ZANATTA, C. F.; MITJANS, M.; URGATONDO, V.; ROCHA-FILHO, P. A.; VINARDELL, M. P. Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 1, p. 70-75, 2010.

ZANATTA, C. F.; UGARTONDO, V.; MITJANS, M.; ROCHA-FILHO, P. A.; VINARDELL, M. P. Low cytotoxicity of creams and lotions formulated with Buriti

oil (*Mauritia flexuosa*) assessed by the neutral red release test. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 8, p. 2776-2781, 2008.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GERAIS

Realizar bioprospecção de óleos e gorduras brutas de polpas e sementes dos frutos amazônicos açai (*Euterpe oleracea*), ata-brava (*Annona hypoglauca*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), buriti (*Mauritia flexuosa*), buritirana (*Mauritia aculeata*), mirixi (*Byrsonima crassifolia*), murici (*B. coccolobifolia*), piaçava-brava (*Barcella odora*), pupunha variedades Amarela e Vermelha (*Bactris gasipaes*), tucumzinho (*Astrocaryum acaule*) frente ao perfil de ácidos graxos saturados e insaturados, o teor de α -tocoferol e, também, a atividade anti-acetilcolinesterásica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter óleos e gorduras presentes em polpas e/ou sementes dos frutos amazônicos por equipamento de Soxhlet e avaliar a composição de ácidos graxos saturados e insaturados em óleos e gorduras por Cromatografia a Gás acoplado ao Detector de Ionização de Chamas (GC-FID);
- Caracterizar a constituição de ácidos graxos insaturados e suas propriedades físico-químicas de frutos consumidos na região amazônica por Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (RMN ^1H);
- Identificar os grupos funcionais dos ácidos graxos em óleos e gorduras de frutos consumidos na região amazônica por Infravermelho (IV);
- Qualificar e quantificar o teor de vitamina E (α -tocoferol) em óleos e gorduras de frutos consumidos na região amazônica por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC);
- Analisar o potencial da atividade anti-acetilcolinesterásica em óleos e gorduras de frutos consumidos na região amazônica.

CAPÍTULO 1 – Fatty acid profile and bioactivity from *Annona hypoglauca* seeds oil

Plants from *Annona* (Annonaceae) genus are present in tropical regions, where they have economic and medicinal potential. Information on the fatty acids profile and bioactivity from seed oil of *Annona* species are incipient. The objective of this work was to investigate *Annona hypoglauca* seeds oil in terms of its yield, composition and biological activity (acetylcholinesterase enzyme inhibition, bactericidal and fungicidal activity). Fatty acids profiles were determined by Gas Chromatography equipped with Flame Ionization Detector. Oil yield reached about 15% and the major constituents detected were ω -9 oleic acid (42.65%) and ω -6 linoleic acid (29.63%). *A. hypoglauca* oil was potent for acetylcholinesterase inhibition (79.55%), and presented high and selective bioactivity against *Candida albicans*.

Key words: *Annona hypoglauca*, ω -9 oleic acid, ω -6 linoleic acid, acetylcholinesterase, *Candida albicans*

INTRODUCTION

The Annonaceae family consists of about 112 genera and 2,440 species (Couvreur et al., 2011), occurring in tropical regions. Brazil has 33 native genera with about 250 species (Souza and Lorenzi, 2008). Species from *Annona* genus present various activities such as anthelmintic (Ferreira et al., 2013), antioxidant (Julián-Loeza et al., 2011), antidiabetic (Florence et al., 2014), anticancer (Wang et al., 2014), antiacetylcholinesterase (Tsai and Lee, 2010), antimicrobial (Jamkhande et al., 2014), among others. Activity has been reported for various parts of the plant such as roots (Jamkhande et al., 2014), stem bark (Dutra et al., 2014), leaves (Matsumoto et al., 2014), fruit pulp (Clerici and Carvalho Silva, 2011) and seeds (Ribeiro et al., 2014). A huge diversity of substances associated to a range of medicinal and nutritional (Pareek et al., 2011) benefits has also been described. *Annona hypoglauca* species has in extracts of its wood antitumor activity against breast adenocarcinoma has been described for *A. hypoglauca* (Suffredini et al., 2007). Other screenings have shown cytotoxic activity against tumor cell lines such as prostate, lung, colon, central nervous system, leukemia,

among others (Rinaldi, 2007). Activity of *A. hypoglauca* against the bacterium *Streptococcus mutans* has also been reported (Barnabé et al., 2014). The information on biological activities of *A. hypoglauca* is incipient. This work was addressed to study *A. hypoglauca* seeds oil in terms of its yield, composition and biological activities, which included examination on whether acetylcholinesterase was inhibited by the oil and its possible bactericidal and fungicidal actions.

MATERIALS AND METHODS

Source and processing of A. hypoglauca seeds

The plant was identified by Ricardo de Oliveira Perdiz (Studies Center of Amazonian Biodiversity, CENBAM, Brazil) and deposited in UFRR Herbarium (UFRR 3654). The fruits were obtained in Mucajaí city, Roraima, taken to the Environmental Chemistry Laboratory (Research Center, Post-Graduate Course in Science and Technology – NPPGCT-UFRR) and washed. Seeds were removed, washed, and dried at room temperature and then were placed in a drying oven at 40°C with air circulation. Seeds were ground and sieved on a 20 to 40 mesh fabric to obtain a homogeneous granulation (Jorge and Luzia, 2012).

A. hypoglauca oil seeds processing

The oil was obtained by extraction from hexane solvent in a Soxhlet apparatus for 6 h. The solvent was evaporated on rotaevaporator and the oil (10.0328 g) was properly packaged in an amber vial under nitrogen atmosphere and stored in a freezer (Jorge and Luzia, 2012).

Hydrolysis and methylation of lipids

An aliquot (10 mg) of *A. hypoglauca* oil was transferred to a 2 mL cryotube, which contained 100 µL of a mixture made of ethanol (95%) and KOH 1 mol L⁻¹ (5%). After vortexing for 10 s, esters in the oil were hydrolyzed in a microwave oven (Panasonic Piccolo) at 80 W (power 2) for 5 min. After cooling and neutralization with 400 µL of hydrochloric acid 20%, 20 mg NaCl and 600 µL of ethyl acetate were added. Afterwards, free fatty acids were obtained by using an

adapted protocol of the one reported by Christie (adapted from Christie, 1989). Thus, after vortexing for 10 s and rest for 5 min, aliquots (300 μL) of the ethyl acetate layer was taken, placed in microcentrifuge tubes and dried by evaporation. Free fatty acids were methylated using 100 μL of BF_3 /methanol (14%) and the reaction mixture was heated for 10 min in a water-bath at 60 $^\circ\text{C}$. After dilution with 400 μL methanol, fatty acid methyl esters were analyzed by Gas Chromatography.

Oil analysis by GC-FID

Free fatty acids were resolved by Gas Chromatography using HP7820A (Agilent) system equipped with flame ionization detector. An Innowax column (HP) 15 m \times 0.25 mm \times 0.20 μm was used and the following temperature gradient: 100 $^\circ\text{C}$ min and 0.7 $^\circ\text{C}$ min^{-1} up to 240 $^\circ\text{C}$; injector (1/30 split) to 250 and 260 $^\circ\text{C}$ detector. Hydrogen was used as carrier gas (3 mL min^{-1}) and injection volume was 1 μL . The data acquisition program used was EZChrom Elite Compact (Agilent). The peaks were identified using FAME Mix C14-C22, CRM18917 Supelco fatty acid methyl esters standard.

Biological screening

AChE inhibition assay

Aliquots of a working solution (25 μL) (sample in DMSO 10 mg mL^{-1}) were added to microplate wells and positive and negative controls were also prepared. To the first five wells of a column (positive control) 25 μL of an eserine solution prepared at 10 mg mL^{-1} (31 mM ; 2.7 mM in the whole reaction mixture 275 μL) in Tris/HCl at pH 8.0) was added. Then, 25 μL of acetylthiocholine iodide (ATChI, Sigma A5751) 15 mM ; the reaction mixture, 125 μL of 5',5-dithio-bis (2-nitrobenzoate) (DTNB, Sigma D8130) (3 mM) and 50 μL of Tris/HCl (50 mM , pH 8) containing 0.1% (m/v) bovine serum albumin was added to each well. Absorbance was measured at 405 nm every 1 min for 8 times. Then 25 μL (0.226 U mL^{-1}) of Electric eel AChE (type VI-S) provided by Sigma (C3389-500UN) in Tris/HCl was added to each well. Absorbance was measured at 405 nm by 10 times (Frank and Gupta, 2005; Ellman et al., 1961).

Filamentous fungi assay

Filamentous fungi used in this test were *Aspergillus flavus* (CCT 4952) and *Fusarium proliferatum* (CML 3287). DMSO was used for sample preparation and the concentration of sample in the assay was 250 mg mL⁻¹. Sabouraud broth was used for fungal growth. A spore suspension at a concentration of 5 × 10⁻⁵ spores mL⁻¹ was used after spores counting on a Neubauer chamber. The sample incubation time was 48 h after which absorbance was read at 490 nm on a microtitre plate reader. Data were processed using the Outlier method, Grubbs test with 95% significance level. The percentage of inhibition was calculated by using the formula. % inhibition = $100 - \frac{AC - AC}{AH - AM} \times 100$ AC = absorbance of the sample; AC = absorbance of control sample; AH = absorbance of microorganisms control and AM = absorbance culture medium control.

Antibacterial and antifungal assay

Escherichia coli (ATCC 25922), *Salmonella tiphymurium* (ATCC 14028), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) and *Streptococcus sanguinis* (ATCC 49456) and *Candida albicans* (ATCC 18804) were used in the assay following the procedures for Minimum Inhibitory Concentration (MIC) described below. Concentrations assayed were 500, 250, 125, 62.5, 31.25, 15.6, and 3.9 µg mL⁻¹ (Zacchino and Gupta, 2007). Samples were weighed and dissolved in DMSO to 50 mg/mL. Forty µL of this solution was added to a flask containing 960 µL of BHI (Brain Heart Infusion) broth (working solution). A pre-inoculum was prepared in which the bacteria and the yeast, stored under refrigeration, were transferred with a platinum loop to test tubes containing 3 mL of freshly made BHI broth. The tubes were incubated at 37 °C for 18 h. Then, the preinoculum (500 µL) was transferred to tubes containing 4.5 mL of sterile distilled water. The tubes were homogenized and the concentration adjusted to 0.5 of McFarland turbidity standard (108 CFU mL⁻¹), thereby obtaining the inocula used in the bioassays. Assays were performed in 96-microwell plates in duplicate. One hundred µL of BHI broth was added to each well. In the first well 100 µL of working solution was also added. The solution was homogenized and 100 µL transferred to the next well and so on until the last well, from where 100 µL was discarded. Then, 100

μL of microorganism inocula was added to wells. Eight different concentrations of each sample were tested. A positive control devoid of the working solution allowed us to examine microorganism growth. A negative control, which lacked the inoculum permitted us to discount the color coming from the working solution. A control plate containing 100 μL of BHI culture medium and 100 μL of sterile distilled water were added to the experiment as a control of BHI broth sterility. Microorganism growth was measured in ELISA plate reader (492 nm) immediately after ending the experiment (0 h). They were incubated at 37 °C and read again after 24 h of experiments, ending the test.

RESULTS AND DISCUSSION

Fatty acids profile and quantification by gas chromatography using flame ionization detector (GCFID)

Extraction of *A. hypoglauca* seeds provided 15.05% yield in oil. This oil was subjected to hydrolysis and methylation before being analyzed by GC-FID. Table 1 shows the identified fatty acids (%) from seed oil of *A. hypoglauca*. The relative abundance of fatty acids in seeds of other oil-making plants is also shown. The ω-9 in *A. hypoglauca* is higher than the corn oil and canola and ω-6 higher than the olive oil and ω-3 was similar to the concentration in olive oil and superior to the corn oil, canola was superior. These unsaturated fatty acids are important to human health, because they act on reducing blood lipid, cholesterol, but the human body does not produce such acid (Lopez-Huertas, 2010; Simopoulos, 2006).

Table 1. Composition and quantification of fatty acids in *A. hypoglauca* seeds oil (percentage in the mixture of fatty acids).

Fatty acids	Retention time (min)	Amount (%)			
		<i>A. hypoglauca</i>	Olive (Carvajal Zarrabal et al., 2014)	Corn (Carvajal Zarrabal et al., 2014)	Canola (Carvajal Zarrabal et al., 2014)
Lauric acid (C12:0)	1.56	0.09	0	0	0
Myristic acid (C14:0)	2.86	0.13	0	0	0
Palmitic acid (C16:0)	4.74	16.35	11.32	7.19	7.50
Palmitoleic acid (C16:1)	4.90	0.55	0.11	0.02	0.20
Stearic acid (C18:0)	6.87	6.65	4.34	4.51	3.30
Oleic acid (ω-9) (C18:1)	7.07	42.65	74.12	32.08	32.0
Linoleic acid (ω-6) (C18:2)	7.56	29.63	7.64	54.26	37.0
α-Linolenic acid (ω-3) (C18:3)	8.20	0.65	0.61	0.10	7.70
Eicosanoic acid (C20:0)	8.98	0.50	0	0	0
Behenic acid (C22:0)	11.04	0.11	0	0	0

Bioactivity of *A. hypoglauca*

Inhibition of acetylcholinesterase

But fatty acids can go beyond reducing blood lipids and reduce cardiovascular problems. The fatty acids present in vegetable oils or fish fats may have anti-inflammatory activities (Calder, 2005; Calder, 1998; Zhao et al., 2005), mainly against neuroinflammation. The neuroinflammation can lead to brain disorders such as Alzheimer's disease (AD) and Parkinson's disease, but there is a relationship between the use of polyunsaturated fatty acids present in oils or fats at low risk of developing these disorders (Bazinet and Layé, 2014). Thus, seek for new therapeutic agents from natural products such as extracts, essential oils and fixed oils with potential for inhibition of acetylcholinesterase (AChE) to treat people with AD is a modern challenge (Mukherjee et al., 2007). In this way, in testing the capacity of AChE inhibition, *A. hypoglauca* seed oil showed to be able to inhibit 79.55% of AChE activity. According to Vinutha et al. (2007) inhibitions values higher than 50% indicate potent inhibition; agents providing values below 30% are considered weak inhibitors and those leading to 30 to 50% inhibition are considered moderate inhibitors. The best known and prevailing neurodegenerative diseases are Parkinson and Alzheimer (AD). Symptoms of the latter include a regression of various physiological functions, causing difficulties in language, memory, emotional or personality behavior, and cognitive abilities (Singh et al., 2013). Since the number of people afflicted of AD increases exponentially, it is estimated that in 2050 about 115 million people might be affected by AD around the world (WHO, 2012).

Bioassays with filamentous fungi

A. hypoglauca oil showed low inhibition of fungi viability (*A. flavus*, 11.69%; and *F. proliferatum*, 3.69%, Table 2). These unsatisfactory results discarded the use of the oil as a means to control these filamentous fungi. *A. flavus* and *F. proliferatum* are phytopathogenic fungi that generate large economic damage. For *A. flavus*, for example, various types of grains contaminated with the mycotoxin aflatoxin lead to aspergillosis in humans with severe effects on the

respiratory tract (Hedayati et al., 2007). In turn, *F. proliferatum* can produce rot in some crops, such as corn on the cob; more recently, it has been reported that the fungus causes rot of soybean root (Chang et al., 2015).

Bioassay with *C. albicans*

When testing the capacity of *A. hypoglauca* seeds oil against *C. albicans* outstanding results were obtained (Table 2). In some concentrations, oil from seeds of *A. hypoglauca* was superior to the inhibition promoted by the standard utilized. It is worth noting that inhibition caused by the oil was greater than 94% in the concentration of 15.625 $\mu\text{g L}^{-1}$, while at the same concentration miconazole and nystatin only reached 92% inhibition (Table 2). *C. albicans* is an opportunistic pathogen host in humans. The patient may even need to be hospitalized because of *C. albicans* infection called candidemia. People with low immunity, the elderly, patients with cancer, diabetes, surgery, among, others, have increased risk of fungal infections (Giolo and Svidzinski, 2010).

Bioassays with bacteria

The antibacterial activity test using the *A. hypoglauca* seed oil against *E. coli*, *S. typhimurium*, *S. aureus* and *S. sanguinis* showed notable inhibition, except for *E. coli* which was poorly inhibited: 31% with 500 $\mu\text{g L}^{-1}$ oil and 27% with 3.90625 $\mu\text{g L}^{-1}$. The antibacterial activity against *S. typhimurium* was greater. Using 500 $\mu\text{g L}^{-1}$ of seed oil the inhibition extent reached 78% and at the lowest concentration tested (3.90625 $\mu\text{g L}^{-1}$) the inhibition level was rather high (64%). *E. coli* and *S. typhimurium* are Gram(-) bacteria that may cause diarrhea, intense fever and even death. They are transmitted principally by fecal-oral contamination, very common in countries without basic sanitation, as well as the improper handling of food (Moura et al., 2012; Butler, 2011). The activity of the oil against *S. aureus* was not satisfactory, since less than 30% inhibition was observed at all concentrations used. Similarly, *S. sanguinis* inhibition was below 40% at all concentrations. The low inhibition of *A. hypoglauca* seed oil towards some bacterial strains and high inhibition against *C. albicans* is indicative of a selective action mechanism, which deserves further investigation. *S. aureus* and *S. sanguinis* are Gram(+) bacteria which also cause grave health problems for

humans, for instance skin infections and pneumonia (*S. aureus*), periodontal disease and severe endocarditis (*S. sanguinis*) (Evans et al., 2014; Sung et al., 2008). The WHO (World Health Organization) (2014) pointed out that there is global concern about the indiscriminate use of antibiotics, because this makes it that fungi and bacteria develop resistance to current drugs. Thus, it is necessary to look for new drugs that meet this need.

Table 2. Bioactivity of oil from *A. hypoglauca* seeds against fungi and bacteria.

Concentration ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	% Oil inhibition against yeast		
	<i>C. albicans</i>	Miconazole (%)	Nystatin (%)
500	91.08	92.33	93.30
250	90.61	91.05	90.77
125	91.01	90.71	90.14
62.5	90.02	90.55	90.18
31.25	91.09	91.15	90.92
15.625	94.57	91.61	91.49
9.375	91.45	91.52	91.26
3.90625	91.27	91.28	91.42

Concentration ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	% Oil Inhibition against filamentous fungi	
	<i>A. flavus</i>	<i>F. proliferatum</i>
250	11.69%	3.69%

Concentration ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	% Oil inhibition against bacteria gram(-)			
	<i>E. coli</i>	Ampicillin (%)	<i>S. Typhimurium</i>	Ampicillin (%)
500	30.867	100.0	77.637	100.0
250	21.169	100.0	7.234	100.0
125	17.737	100.0	24.939	100.0
62.5	15.499	100.0	59.829	100.0
31.25	16.792	96.270	57.241	100.0
15.625	18.781	95.375	17.277	100.0
9.375	22.910	94.529	56.930	100.0
3.90625	26.789	79.559	63.763	100.0

Concentration ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	% Oil inhibition against bacteria gram(+)			
	<i>S. aureus</i>	Ampicillin (%)	<i>S. sanguinis</i>	Ampicillin (%)
500	24.902	100.0	17.658	100.0
250	28.937	100.0	14.117	3.223
125	23.917	100.0	19.110	2.678
62.5	20.177	100.0	14.389	0.000
31.25	12.106	100.0	7.490	0.000
15.625	8.268	86.713	18.021	0.000
9.375	13.780	34.744	20.835	0.000
3.90625	5.807	14.862	25.465	0.000

CONCLUSION

The oil from *A. hypoglauca* seed can be considered as an alternative source of vegetable oil. It can be used as raw material in the pharmaceutical and food industries, as it is constituted by essential fatty acids, where ω -9 and ω -6 unsaturated fatty acids occur in high proportion. Of note was the potent inhibition that the oil exerted on AChE, about 80% of the activity was suppressed. Although the bioactivity against filamentous fungi (*A. flavus* and *F. proliferatum*) was low, it was excellent for inhibiting the yeast *C. albicans*, exceeding 90%. At some concentrations, the activity of the oil was superior to that displayed by clinically used standards. The inhibition level did not reach 50% against *E. coli* and was above 77% for *S. typhimurium*. The inhibition of Gram-positive bacteria, *S. aureus* and *S. sanguinis* was unsatisfactory. The excellent bioactivity of the oil against *C. albicans* may be related to selectivity and this is the most outstanding action detected for this oil.

CONFLICT OF INTERESTS

The author(s) did not declare any conflict of interest.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to CAPES for a fellowship and to CCT (Sao Paulo) and CML (UFLA, MG) for donation of microorganisms.

REFERENCES

- Barnabé M, Saraceni CHC, Dutra-Correa M, Suffredini IB (2014). The influence of Brazilian plant extracts on *Streptococcus mutans* biofilm. *J. Appl. Oral Sci.* 22: 366-372.
- Bazinet RP, Layé S. (2014). Polyunsaturated fatty acids and their metabolites in brain function and disease. *Nat. Rev. Neurosci.* 15: 771-785.
- Butler T (2011). Treatment of typhoid fever in the 21st century: promises and shortcomings. *Clin. Microbiol. Infect.* 17: 959-963.
- Calder PC (1998). Immunoregulatory and anti-inflammatory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Braz. J. Med. Biol. Res.* 31(4):467-90.
- Calder PC (2005). Polyunsaturated fatty acids and inflammation. *Biochem. Soc. Trans.* 33:423-7.
- Carvajal-Zarrabal O, Nolasco-Hipolito C, Aguilar-Uscanga MG, Santiesteban GM, Hayward-Jones PM, Barradas-Dermitz DM. (2014). Effect of Dietary Intake of Avocado Oil and Olive Oil on Biochemical Markers of Liver Function in Sucrose-Fed Rats. *BioMed Res. Int.* 2014: 1-8.
- Chang KF, Hwang SF, Conner RL, Ahmed HU, Zhou Q, Turnbull GD, Strelkov S E, McLaren DL, Gossen BD. (2015). First report of *Fusarium proliferatum* causing root rot in soybean (*Glycine max L.*) in Canada. *Crop Prot.* 67: 52-58.
- Christie WW (1989). Gas chromatography and lipids, The Oily Press: Ayr, 184 pp.
- Clerici MTPS, Carvalho-Silva LB (2011). Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown in Brazil. *Food Res. Int.* 44: 1658-1670.
- Couvreur TLP, Pirie MD, Chatrou LW, Saunders RMK, Su YCF., Richardson JE, Erkens RHJ (2011). Early evolutionary history of the flowering plant family Annonaceae: steady diversification and boreotropical geodispersal. *J. Biogeogr.* 38: 664-680.
- Dutra LM, Bomfim LM, Rocha SLA, Nepel A, Soares MBP, Barison A, Costa EV, Bezerra DP (2014). ent-Kaurane diterpenes from the stem bark of *Annona vepretorum* (Annonaceae) and cytotoxic evaluation. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 24: 3315-3320.
- Ellman GL, Courtney KD, Jr Andres V, Feather-Stone RM (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.* 7: 88-95.
- Evans K, Stone V, Chen L, Ge X, Xu P (2014). Systematic study of genes influencing cellular chain length in *Streptococcus sanguinis*. *Microbiology* 160:307-315.
- Ferreira LE, Castro PMN, Chagas ACS, França SC, Belebony RO (2013). In vitro anthelmintic activity of aqueous leaf extract of *Annona muricata* L. (Annonaceae) against *Haemonchus contortus* from sheep. *Exp. Parasitol.* 134:327-332.
- Florence NT, Benoit MZ, Jonas K, Alexandra T, Désiré DDP, Pierre K, Théophile D (2014). Antidiabetic and antioxidant effects of *Annona muricata* (Annonaceae), aqueous extract on streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Ethnopharmacol.* 151:784-790.
- Frank B, Gupta S (2005). A review of antioxidants and Alzheimer's disease. *Ann. Clin. Psychiatry* 17: 269-286.
- Giolo MP, Svidzinski TIE (2010). Fisiopatogenia, epidemiologia e diagnóstico laboratorial da candidemia. *J. Bras. Patol. Med. Lab.* 46: 225-234.
- Hedayati MT, Pasqualotto AC, Warn PA, Bowyer P, Denning DW. (2007). *Aspergillus flavus*: human pathogen, allergen and mycotoxin producer. *Microbiology* 153: 1677.
- Jamkhande PG, Wattamwar AS, Pekamwar SS, Chandak PG (2014) Antioxidant, antimicrobial activity and *in silico* PASS prediction of *Annona reticulata* Linn. root extract. *Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci.* 3:140-148.
- Jorge N, Luzia DMM (2012). Caracterização do óleo das sementes de *Pachira aquatica* Aublet para aproveitamento alimentar. *Acta Amazon.* 42: 149-156.
- Julián-Loeza AP, Santos-Sánchez NF, Valadez-Blanco R, SánchezGuzmán BS, Salas-Coronado R (2011). Chemical composition, color, and antioxidant activity of three varieties of *Annona diversifolia* Safford fruits. *Ind. Crops Prod.* 34:1262-1268.
- Matsumoto S, Varela RM, Palma M, Molinillo JMG, Lima IS, Barroso CG, Macías FA. (2014). Bio-guided optimization of the ultrasoundassisted extraction of compounds from *Annona glabra* L. leaves using the etiolated wheat coleoptile bioassay. *Ultrason. Sonochem.* 21: 1578-1584.

- Moura MRSAL, Mello MJG, Calábria WB, Germano EM, Maggi RRS, Correia JB (2012). The frequency of *Escherichia coli* and its sensitivity to antimicrobials in children aged under five years admitted to hospital for treatment of acute diarrhea. *Rev. Bras. Saude Mater. Infant.* 12(2):173-182.
- Mukherjee PK, Kumar V, Mal M, Houghton PJ. (2007). Acetylcholinesterase inhibitors from plants. *Phytomedicine* 14:289-300.
- Pareek S, Yahia EM, Pareek OP, Kaushik RA (2011). Postharvest physiology and technology of *Annona* fruits. *Food Res. Int.* 44:1741- 1751.
- Ribeiro LP, Akhtar Y, Vendramim JD, Isman MB. (2014). Comparative bioactivity of selected seed extracts from Brazilian *Annona* species and an acetogenin-based commercial bioinsecticide against *Trichoplusia ni* and *Myzus persicae*. *Crop Prot.* 62: 100-106.
- Rinaldi MVN (2007). Avaliação da Atividade Antibacteriana e Citotóxica dos Alcalóides Isoquinolínicos de *Annona hypoglauca* Mart. Master Dissertation in Pharmaceutical Drugs, Post-Graduate Program in Drug and Medicines, Pharmaceutical Drugs Area, Fac. Pharmac. Sciences, USP, São Paulo, 125 pp.
- Singh M, Kaur M, Kukreja H, Chugh R, Silakari O, Singh D (2013). Acetylcholinesterase inhibitors as Alzheimer therapy: from nerve toxins to neuroprotection. *Eur. J. Med. Chem.* 70:165-188.
- Souza VC, Lorenzi H (2008). Botânica Sistemática: Guia ilustrativo para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em AGP II. 2ª Edição, Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 703 pp.
- Suffredini IB, Paciencia ML, Frana SA, Varella AD, Younes RN (2007). In vitro breast cancer cell lethality of Brazilian plant extracts. *Pharmazie* 62:798-800.
- Sung JM-L, Lloyd DH, Lindsay JA (2008). *Staphylococcus aureus* host specificity: comparative genomics of human versus animal isolates by multi-strain microarray. *Microbiology* 154: 1949-1959.
- Tsai S-F, Lee S-S (2010). Characterization of Acetylcholinesterase Inhibitory Constituents from *Annona glabra* Assisted by HPLC Microfractionation. *J. Nat. Prod.* 73:1632-1635.
- Vinutha B, Prashanth D, Salma K, Sreeja SL, Pratiti D, Padmaja R, Radhika S, Amit A, Venkateshwarlu K, Deepak M (2007). Screening of selected Indian medicinal plants for acetylcholinesterase inhibitory activity. *J. Ethnopharmacol.* 109:359-363.
- Wang DS, Rizwani GH, Guo H, Ahmed M, Hassan SZ, Hassan A, Chen ZS, Xu RH (2014). *Annona squamosa* Linn: cytotoxic activity found in leaf extract against human tumor cell lines. *Pak. J. Pharm. Sci.* 27: 1559-1563.
- WHO, World Health Organization(2014). Antimicrobial resistance. Media Center, Fact Sheet, Number 194, April, 2014. Accessed in April 6, 2015: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/en/>. WHO, World Health Organization (2012).
- World Health Organization and Alzheimer's Disease International. Dementia: a public health priority. 2012, pp. 112.
- Zacchino AS, Gupta MP. *Manual de técnicas in vitro para la detección de compuestos antifúngicos*. Corpus Editorial y Distribuidora: Rosario, v. 85, 2007, 176.
- Zhao G, Etherton TD, Martin KR, Vanden Heuvel JP, Gillies PJ, West SG, Kris-Etherton PM (2005). Anti-inflammatory effects of polyunsaturated fatty acids in THP-1 cells. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 336(3):909-917.

CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE ÓLEOS E GORDURAS BRUTOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS POR RMN ¹H

RESUMO

As plantas nativas da Amazônia brasileira são de grande importância alimentar na região, pois são ricas em óleos e gorduras benéficas aos seres humanos. Algumas das espécies apresentam o perfil de ácidos graxos por técnicas cromatográficas, porém as que são analisadas por técnica espectroscópica de Ressonância Magnética Nuclear de ¹H (RMN ¹H) são incipientes. Por esta razão, os objetivos deste trabalho são os de verificar o perfil de ácidos graxos e caracterizar as propriedades físico-químicas dos óleos e gorduras brutas de frutos da Amazônia brasileira por RMN ¹H: açaí (polpa), ata-brava (semente), bacaba (polpa do fruto verde), buriti (polpa), buritirana (polpa), murici amarelo (semente), murici vermelho (semente), piaçaba braba (polpa), tucumzinho (polpa), pupunha vermelha (polpa) e amarela (polpa). Estes óleos foram obtidos por extrator de Soxhlet usando hexano como solvente. Os óleos e gorduras obtidos pela rotoevaporação do solvente foram aplicados em equipamento de RMN ¹H, um espectrômetro Bruker Avance DPX 200 (200 MHz). Assim, com os espectros obtidos foi possível quantificar os ácidos graxos insaturados ômega (ω-9, ω-6 e ω-3) oleico, linoleico e linolênico, respectivamente, bem com suas propriedades físico-químicas. Foi observado que o ω-9 tem maior concentração entre as amostras, seguido de ω-6 e ω-3. As propriedades físico-químicas indicam que tais óleos e gorduras presentes nos frutos amazônicos supracitados confirmam que são viáveis para o consumo e apresentam boa qualidade.

Palavras-chave: AGPI, AGMI, ácido oleico, ácido linoleico, ácido linolênico, Espectroscopia, propriedades físico-químicas

CHAPTER 2 – CHEMICAL CHARACTERIZATION OF CRUDE OILS AND FATS OF AMAZONIAN FRUITS BY ^1H NMR

ABSTRACT

Native plants of the Brazilian Amazon are very important food in the region, as they are rich in oils and fats beneficial to humans. Some of the species have the profile of fatty acids by gas chromatography, but those that are analyzed by spectroscopic technique ^1H Magnetic Resonance Nuclear (^1H NMR) are incipient. For this reason the objectives of this work are to check the fatty acid profile and the physicochemical properties of crude oils and fats in fruits of Brazilian Amazon: *açaí* (pulp), *ata-brava* (seed), *bacaba* (pulp of ripe fruit), *buriti* (pulp), *buritirana* (pulp), *murici amarelo* (seed), *murici vermelho* (seed), *piçaba braba* (pulp), *tucumzinho* (pulp), *pupunha vermelha* (pulp) and *amarela* (pulp). These oils were obtained by Soxhlet extractor using hexane as a solvent. The oils and fats obtained by solvent rotoevaporation, were applied in ^1H NMR equipment, a Bruker Avance DPX 200 spectrometer (200 MHz). So, with the spectra obtained was possible to quantify unsaturated fatty acids omega (ω -9, ω -6 and ω -3) oleic, linoleic and linolenic acids, respectively, as well as their physicochemical properties. It was observed that the ω -9 has a higher concentration among the samples, followed by ω -6 and ω -3. The physicochemical properties indicate that these oils and fats present in the aforementioned Amazonian fruits confirm that are edible and of good quality.

Palavras-chave: PUFA, MUFA, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid, Spectroscopy, physical-chemical properties

INTRODUÇÃO

Os óleos são compostos, majoritariamente, por triacilglicerois e, estes, podem apresentar tamanhos e ligações químicas diferentes, fornecendo os ácidos graxos saturados e insaturados (SALINERO et al., 2012). Para analisar os óleos há diversos instrumentos, como os de técnicas cromatográficas. No caso da técnica espectroscópica, Ressonância Magnética Nuclear de ^1H (RMN ^1H), inicialmente, segundo Vigli et al. (2003), era utilizada em análises do óleo de oliva para verificar sua qualidade e a autenticidade, enquanto Knothe e Kenar (2004), Salinero et al. (2012) e Ok (2014) destacam, atualmente, os benefícios de se utilizar esta técnica para análise de óleos, os quais permite analisá-los de forma rápida e em grandes quantidades, como também não é invasiva e não destrutiva, não requer outras análises, quantificação de perfil de ácidos graxos, fornecimento de propriedades físico-químicas de óleos, redução de gastos de tempo e dinheiro, entre outros benefícios.

O objetivo deste trabalho foi o de estudar o perfil de ácidos graxos insaturados (ácidos linolênico (C18:3, ômega-3, ω -3 ou n-3), linoleico (C18:2, ômega-6, ω -6 ou n-6) e oleico (C18:1, ômega-9, ω -9, n-9)) nos triacilglicerois e as propriedades físico-químicas: índices de iodo (II), acidez (IA) e saponificação (IS) através da espectroscopia de RMN ^1H dos óleos e gorduras brutas de polpas e sementes de frutos do estado de Roraima: Açai (*Euterpe oleracea*), ata brava (*Annona hypoglauca*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), buriti (*Mauritia flexuosa*), buritirana (*Mauritia aculeata*), murici amarelo (*Byrsonima crassifolia*), murici vermelho (*B. coccolobifolia*), pupunha variedades amarela e vermelha (*Bactris gasipaes*), piaçava brava (*Barcella odora*), tucumanzinho (*Astrocaryum acaule*).

METODOLOGIA

Preparo das Amostras e Obtenção de Óleos e Gorduras

Os frutos açai (polpa), ata brava (semente), bacaba (polpa do fruto verde), buriti (polpa), buritirana (polpa), murici amarelo (semente), murici vermelho (semente), piaçava brava (polpa), tucumanzinho (polpa), pupunha vermelha (polpa) e amarela (polpa) foram obtidos em diversas regiões e comércios do estado de Roraima, Brasil.

As sementes e polpas foram secas em estufa de circulação de ar a 50 °C por 48 horas para retirada da umidade, posteriormente foram moídas e peneiradas entre 20-40 *Mesh* (Bertel indústria Metalurgica Ltda), para obtenção de pó homogêneo, em seguida obteve-se os óleos e gorduras brutos com hexano em extrator de Soxhlet, estes foram acondicionados em frasco âmbar sob atmosfera de nitrogênio para posterior análise. O solvente foi reaproveitado por rotoevaporador (SANTOS et al., 2015; SEREMETA et al., 2015).

Espectroscopia de RMN ¹H

Os espectros de RMN ¹H (Apêndice A) foram registrados em espectrômetro Bruker Avance DPX 200, operando a 4,7 Tesla, correspondente à frequência de ressonância de 200,13 MHz para o núcleo ¹H, equipado com uma cabeça de sonda de detecção direta a 300 K. As amostras foram analisadas em tubos de RMN de cinco milímetros Wilmad®. As amostras de RMN foram preparadas por dissolução de 0,5 mL de óleo em 0,5 mL de CDCl₃. Os desvios químicos são apresentados em ppm, utilizando o TMS como padrão interno. Parâmetros típicos para os espectros de RMN ¹H: 30° pulso, 16 scans, td 33 K, ~ 4s tempo de aquisição e 4,14 KHz janela espectral. Para o processamento, no FID foi aplicada transformada de Fourier com uma linha ampliação de 0,3 Hz.

Análises dos Espectros de RMN ¹H de Óleos e Gorduras

Espectros de RMN ¹H (Apêndice A) das amostras foram verificados no *software* SpinWorks 4.2 e analisados seus deslocamentos químicos de acordo com Guillén e Ruiz (2003), assim foi possível quantificar a concentração dos ácidos graxos insaturados oleico, linoleico e linolênico pelas equações propostas por Garcia (2006) e as propriedades físico-químicas pelas equações propostas por Reda (2004), Reda e Carneiro (2006) e Garcia (2006). Os deslocamentos químicos apresentam sinais característicos dos ácidos graxos supracitados (ver Apêndice A: *Piaçava Brava (Barcella odora)*, bem como a possibilidade de se calcular as propriedades físicas dos mesmos. A seguir equações matemáticas utilizadas para determinar a quantidade em % dos ômega 3, 6 e 9, bem como as propriedades físico-químicas:

Determinação da quantidade (%) de ω_3 , ω_6 e ω_9

a) Cálculo de % ω_3 (18:3):

- $[(B/A)/2,25].100$

b) Cálculo de % ω_6 (18:2):

- $D = D_{18:3} + D_{18:2}$
- $R_{D18:3/A} = [(\%18:3)*3]/100$
- $[(D_{18:2}/A)/1,5]*100$

c) Cálculo de % ω_9 (18:1):

- $C = C_{18:3} + C_{18:2} + C_{18:1}$
- $R_{D18:3/A} = [(\%18:3)*3]/100$
- $D_{18:3} = (R_{D18:3/A}) * A$
- $R_{C18:2/A} = [(\%18:2)*3]/100$
- $C_{18:2} = (R_{C18:2/A}) * A$
- $C_{18:3} + C_{18:2} + C_{18:1}$
- $[(C_{18:1}/A)/3]*100$

OBS: As letras A, B, C e D são referentes aos sinais apresentados nos espectros. Ver anexo.

Propriedades Físico-químicas

I) Índice de iodo

$$II = \frac{126,91 \times 100 \times V}{MM} \quad (1)$$

Onde: V corresponde aos hidrogênios oleofínicos. E pode ser calculado pela equação 2.

$$V = \frac{(J+K)-A_p}{A_p} \quad (2)$$

Onde: A_p corresponde a área de um próton. E pode ser calculado pela equação 3.

$$A_p = \frac{(I+H)}{4} \quad (3)$$

II) Índice de saponificação

$$IS = [MM \times (-0,2358)] + 398,42 \quad (4)$$

$$MM = 119,7 + (7,036 \times T) + (5,983 \times V) \quad (5)$$

Para encontrar o T da equação 5, observe a equação abaixo:

$$T \text{ (Hidrogênio total)} = (I+J) + A + D + E + C + F + G + (B + H)/A_p$$

As letras que vão de A a K são os sinais apresentados no espectro de RMN de 1H , em anexo

III) Relação de hidrogênios olefínicos/alifáticos

Este parâmetro é calculado a fim de ser obter o índice de acidez de um óleo vegetal. Também pode indicar o grau de insaturação e estado oxidativo de óleo vegetal, sendo mais preciso que o índice de peróxido (CARNEIRO; REDA; CARNEIRO, 2005).

$$R_{o,a} = \frac{V}{A+B} \quad (6)$$

IV) Índice de acidez

$$IA = 3,0597 \times (R_{o,a})^2 - 6,3181 \times (R_{o,a}) + 3,3381 \quad (7)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espectrômetro de RMN ^1H forneceu espectros (Apêndice A), assim possibilitou suas análises e, conseqüentemente, quantificar os ácidos linolênico, linoleico e oleico e as propriedades físico-químicas dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Concentração dos ômega 3 (ω -3), 6 (ω -6) e 9 (ω -9) e as propriedades físico-químicas em óleos e gorduras de sementes e de polpas de frutos amazônicos por RMN de ^1H

Frutos Amazônicos	Amostra Analisada	Concentração de Ômega (%)			Razão (%) ω -6/ ω -3	Propriedades Físico-Químicas				
		ω -3	ω -6	ω -9		II (g I ₂ /100g)	IA (mg KOH/g)	IS (mg KOH/g)	MM (g/mol)	R _{o,a}
Ata braba	Semente	0,65	29,45	43,21	45,31	89,60	0,14	177,34	937,58	1,18
Açaí	Polpa	0,8	7,8	65,2	9,75	78,55	0,16	175,34	901,21	1,14
Bacaba (fruto verde)	Polpa	0,56	4,33	44,78	7,73	63,62	0,19	212,67	787,73	0,84
Buriti	Polpa	1,00	2,91	67,14	2,91	71,85	0,10	206,62	813,42	0,94
Buritirana	Polpa	1,4	1,8	69,4	1,28	81,10	0,15	178,79	858,09	0,89
Murici Amarelo	Semente	0,31	29,89	38,07	96,42	90,27	0,15	207,68	808,89	1,19
Murici Vermelho	Semente	0,51	29,51	33,59	57,86	85,22	0,10	212,39	788,94	1,12
Piaçaba braba	Polpa	1,62	1,60	52,88	0,99	63,62	0,19	227,76	723,73	0,84
Pupunha Amarela	Polpa	0,60	4,89	38,37	8,15	33,74	0,22	244,99	650,67	0,71
Pupunha Vermelha	Polpa	2,44	10,66	26,18	4,37	70,47	0,12	168,63	974,50	0,91
Tucumanzinho	Polpa	0,67	2,61	75,38	3,89	84,24	0,09	178,24	956,65	1,10

ω -3: Ômega 3; ω -6: : Ômega 6; ω -9: : Ômega 9; II: Índice de Iodo; IA: Índice de Acidez; IS: Índice de Saponificação; MM: massa molecular média do óleo ou gordura; R_{o,a}: Ratio of olefinic to aliphatic (Proporção de olefinas para alifáticos)

Os ácidos graxos saturados (sem duplas ligações) e insaturados (com vários números de duplas ligações), como os ômega 3, 6 e 9 (Tabela 1), os quais estão estruturados nos triacilgliceróis (TAGs) na forma de tri ésteres de ácidos graxos com glicerol (SOLOMONS; FRYHLE, 2006). Esses TAGs estão em grande quantidade nos lipídios, na qual é uma macromolécula orgânica que pode ser fragmentada (em moléculas menores) pela ação das secreções biliar e pancreática, o qual pode ser envolto por estas secreções e assim entrarem pela corrente sanguínea pelas microvilosidades do intestino delgado (BARRETT et al., 2012).

O ômega 9 (ω -9), ou ácido oleico, é um ácido graxo monoinsaturado e sua estrutura química analisada em RMN ^1H fornece deslocamentos químicos, no espectro, característicos (GUILLÉN; RUIZ, 2003). Assim, é possível verificar que este ácido varia entre 26,18 a 75,38% nas amostras estudadas (Tabela 1), esse comportamento de variação também é observado em óleos comestíveis não amazônicos analisados Guillén e Ruiz (2003).

A concentração de ω -9 do óleo bruto de tucumanzinho (75,38%), comparada às análises de Guillén e Ruiz (2003), se assemelha à média de concentração de ω -9 do óleo de bagaço da azeitona (76%) e pouco inferior às médias de concentrações deste monoinsaturado dos óleos de oliva extra virgem (80,8%), oliva (79,4%), nozes virgem (82,4%) e refinado (78,1%).

Os benefícios do ácido oleico parecem estar sempre associados a outro ácido graxo, o linolênico, e aos polifenóis, como sinergismo, através da alimentação no consumo de azeite de oliva (ω -9), peixes (ω -3) e vinho tinto (ou azeitonas) (polifenóis). Mas, o destaque é maior para o ácido oleico, como os efeitos benéficos sobre o câncer, doenças autoimunes, reumáticas, anti-inflamatório, antidiabético, redução da arteriosclerose coronária, entre muitos outros (SALES-CAMPOS et al., 2013; LOU-BONAFONTE et al., 2012; CARRILLO; CAVIA; ALONSO-TORRE, 2012; PAUWELS, 2011; BERMUDEZ et al., 2011; VASSILIOU et al., 2009; SALES; OLIVIERO; SPINELLA, 2009; COLOMER; MENÉNDEZ, 2008; MENENDEZ; LUPU, 2006).

Já o ômega 6 (ω -6) é um ácido graxo poliinsaturado e seus deslocamentos químicos apresentam características do ácido linoleico em espectro de RMN ^1H (GUILLÉN; RUIZ, 2003), desta forma foi possível quantificar sua concentração nos óleos amazônicos não refinados (GARCIA, 2006), variando de 1,60 a 10,66% e de cerca de 30%, que de acordo com as observações de uma das tabelas disponibilizadas por Guillén e Ruiz (2003) é possível notar esse comportamento.

A principal importância do consumo do ácido linoleico é a redução de risco cardiovascular (CV), de acordo com Poli e Visioli (2015) quanto maior o consumo de ω_6 , menor são os riscos de doenças CV. Outros benefícios deste ácido são apresentados por Knowles e Watkinson (2014), a saber: bioatividade sobre a dermatite e eczema, artrite reumatoide, a síndrome pré-menstrual e na prevenção de doenças cardíacas e acidente vascular cerebral, mas não pode ser utilizado como antiinflamatório, pois o mesmo não apresenta essa característica.

Um outro poliinsaturado é o ômega 3 (ω_3), cuja concentração nos óleos brutos de frutos amazônicos variou entre 0,31 a 2,44% (Tabela 1), essa variação e com valores tão baixos é comum em muitos óleos, vegetais como apontado nos estudos de Guillén e Ruiz (2003), exceto canola, soja, nozes e linhaça. Simopoulos (2004) cita uma série de benefícios atribuídos ao ω_3 , como a prevenção e o tratamento de doença da artéria coronária, hipertensão, diabetes, artrite, outras doenças renal, inflamatórias e autoimunes, câncer e muitos outros.

Os ácidos linoleico e linolênico são de grande importância aos humanos, como vimos anteriormente, e são considerados ácidos graxos essenciais, pois os mesmos só podem ser obtidos pela alimentação, os humanos não têm a capacidade de sintetizá-los (SIMOPOULOS, 2006; SOUZA; MATSUSHITA; VISENTAINER, 1998).

De acordo com Simopoulos (2006; 2004) o consumo dos ácidos graxos ω_6 e ω_3 deve ser feito de forma equilibrada e que a ingestão do ω_6 não seja tão alta, pois o excesso pode desenvolver doenças como cardiovasculares, câncer, autoimunes e inflamatórias. Por esta razão a FAO (2010) recomenda a ingestão mínima de ω_6 em 2,5% e de ω_3 em 0,5% e o valor ideal total de ácidos graxos poli-insaturados (ω_6 e ω_3) varie entre 6 e 11%

Os ácidos graxos insaturados presentes em óleos e gorduras podem ser confirmados sua presença ao se observar o índice de iodo das amostras (Tabela 1) as quais estão em consonância com a literatura, pois de acordo com Guillén e Ruiz (2003), esse índice expressa o grau de insaturação de óleos e gorduras, bem como, as proporções de diferentes grupos *acil* em amostras, o que confirma os ácidos oleico, linoleico e linolênico.

De acordo com Mailer e Beckingham (2006) do Department of Primary Industries, Austrália, o índice de acidez indica a boa qualidade na obtenção e manuseio do óleo, bem como apresenta a degradação do óleo ou se o mesmo foi adulterado, afirmaram, ainda, que o valor atribuído ao índice deve ser menor ou

igual a 0,8% para óleos de oliva extra virgem, deste modo, observou-se na Tabela 1 todos estão abaixo desse valor.

Quanto ao índice de saponificação observa-se que os óleos brutos amazônicos (Tabela 1) estão em equilíbrio com o mesmo, pois de acordo com Reda (2004) o valor da saponificação é inversamente proporcional a massa molecular média da gordura (MM). Este índice é utilizado para se observar o tamanho da cadeia do ácido graxo.

Os valores de $R_{o,a}$ (Tabela 1) dos óleos e gorduras brutos obtidos de sementes e polpas de frutos amazônicos variam de 0,71 a 1,19, assim estão em consonância com o valor estipulado por Reda, Carneiro e Carneiro (2005) que deve ser igual ou superior a 0,66, indicando, portanto, o grau de insaturação.

CONCLUSÃO

Os óleos e gorduras brutos amazônicos apresentam as maiores concentrações em ω -9, seguida de ω -6 e pequenas concentrações de ω -3. Quanto ao ω 9 a amostra de tucumanzinho apresenta concentração próxima ao azeite de oliva. Os óleos ricos em ω -9 podem apresentar muitos benefícios à saúde dos seres humanos. Quanto à caracterização físico-química todas as amostras encontram-se dentro dos valores permitidos para o consumo humano.

REFERÊNCIAS

BARRETT, K. E.; BARMAN, S. M.; BOITANO, S.; BROOKS, H. L. **Ganong's review of medical physiology**. 24th ed. New York: McGraw-Hill Medical, 2012. 429-449 p.

BERMUDEZ, B.; LOPEZ, S.; ORTEGA, A.; VARELA, L. M.; PACHECO, Y. M.; ABIA, R.; MURIANA, F. J. G. Oleic Acid in Olive Oil: From a Metabolic Framework Toward a Clinical Perspective. **Current Pharmaceutical Design**, v. 17, p. 831-843, 2011.

CARNEIRO, P. I. B.; REDA, S. Y.; CARNEIRO, E. B. B. ¹H NMR Characterization of Seed Oils from Rangpur Lime (*Citrus limonia*) and "Sicilian" Lemon (*Citrus limon*). **Annals of Magnetic Resonance**, v. 4, n. 3, p. 64-68, 2005.

CARRILLO, C.; CAVIA, M. DEL M.; ALONSO-TORRE, S. Role of oleic acid in immune system; mechanism of action; a review. **Nutrición Hospitalaria**, v. 27, n. 4, p. 978-990, 2012.

COLOMER, R.; MENÉNDEZ, J. A. Mediterranean diet, olive oil and cancer. **Clinical and Translational Oncology**, v. 8, n. 1, p. 15-21, 2006.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fats and fatty acids in human nutrition** – Report of an expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper n. 91, 2008. Geneva: FAO, 2010. 180 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i1953e.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 11 abr. 2016

GARCIA, C. M. **Transesterificação de óleos vegetais**. 2006. 136 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Unicamp. Campinas, São Paulo: 2006.

GUILLÉN, M. D.; RUIZ, A. Rapid simultaneous determination by proton NMR of unsaturation and composition of acyl groups in vegetable oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 105, n. 11, p. 688-696, 2003.

LOU-BONAFONTE, J. M.; FITÓ, M.; COVAS, M.-I.; FARRÀS, M.; OSADA, J. HDL-Related Mechanisms of Olive Oil Protection in Cardiovascular Disease. **Current Vascular Pharmacology**, v. 10, n. 4, p. 392-409, 2012.

KNOWLES, J.; WATKINSON, C. Extraction of omega-6 fatty acids from speciality Seeds. **Lipid Technology**, v. 26, n. 5, p. 107-110, 2014.

MAILER, R.; BECKINGHAM, C. Testing olive oil quality: chemical and sensory methods. **NSW Department of Primary Industries**, Primefact 231, p. 1-5, 2006.

MENENDEZ, J. A.; LUPU, R. Mediterranean dietary traditions for the molecular treatment of human cancer: anti-oncogenic actions of the main olive oil's monounsaturated fatty acid oleic acid (18:1n-9). **Current Pharmaceutical Biotechnology**, v. 7, n. 6, p. 495-502, 2006.

OK, S. Fast screening of turkish olive oil by NMR spectroscopy for geographical determination and discrimination purposes. **Grasas y Aceites**, v. 65, n. 2, p. 1-11, 2014.

OLIVEIRA, V. B.; YAMADA, L. T.; FAGG, C. W.; BRANDÃO, M. G.L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 170-179, 2012.

PAUWELS, E. K. J. The Protective Effect of the Mediterranean Diet: Focus on Cancer and Cardiovascular Risk. **Medical Principles and Practices**, v. 20, p. 103-111, 2011.

POLI, A.; VISIOLI, F. Recent evidence on omega 6 fatty acids and cardiovascular risk. **European Journal Lipid Science and Technology**, v. 117, p. 1847-1852, 2015.

PONTES-ARRUDA, A. Biological benefits of an oleic acid-rich lipid emulsion for parenteral nutrition. **Clinical Nutrition Supplements**, v. 4, n. 1, p. 19-23, 2009.

REDA, S. Y. Estudo **Comparativo de Óleos Vegetais Submetidos a Estresse Térmico**. 2004. 153 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Alimentos, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa: Ponta Grossa, 2004, 153 p.

SALES, C.; OLIVIERO, F.; SPINELLA, P. The mediterranean diet model in inflammatory rheumatic diseases. **Reumatismo**, v. 61, n. 1, p. 10-14, 2009.

SALES-CAMPOS, H.; SOUZA, P. R.; PEGHINI, B. C.; SILVA, J. S.; CARDOSO, C. R. An Overview of the Modulatory Effects of Oleic Acid in Health and Disease. **Mini Reviews in Medicinal Chemistry**, v. 13, n. 2, p. 201-10, 2013.

SALINERO, C.; FEÁS, X.; MANSILLA, J. P.; SEIJAS, J. A.; VÁZQUEZ-TATO, M. P.; VELA, P.; SAINZ, M. J. ¹H-Nuclear Magnetic Resonance Analysis of the Triacylglyceride Composition of Cold-Pressed Oil from *Camellia japonica*. **Molecules**, v. 17, n.6, p. 6716-6727, 2012.

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

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 Fatty Acids and Antioxidants in Edible Wild Plants. **Biological Research**, v. 37, n. 2, p. 263-277, 2004.

SIMOPOULOS, A. P. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 60, n. 9, p. 502-507, 2006.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**, v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

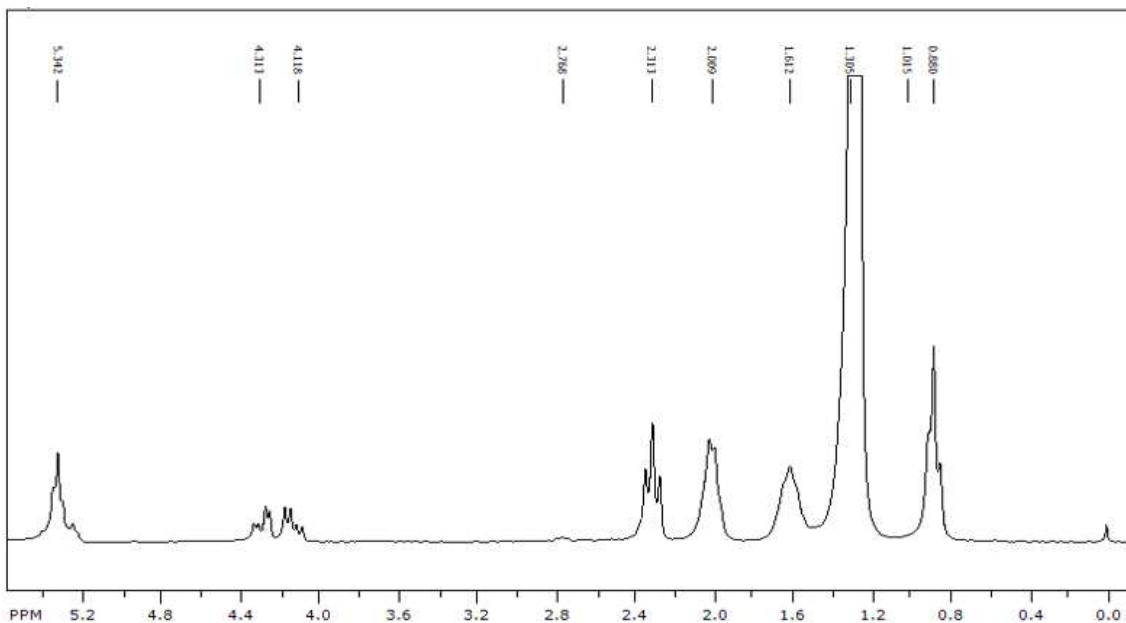
SpinWorks Version 4.2.0, 2015. Kirk Marat, University of Manitoba.

VASSILIOU, E. K.; GONZALEZ, A.; GARCIA, C.; TADROS, J. H.; CHAKRABORTY, G.; TONEY, J. H. Oleic acid and peanut oil high in oleic acid reverse the inhibitory effect of insulin production of the inflammatory cytokine TNF- α both *in vitro* and *in vivo* systems. **Lipids in Health and Disease**, v. 8, n. 25, p. 1-10, 2009.

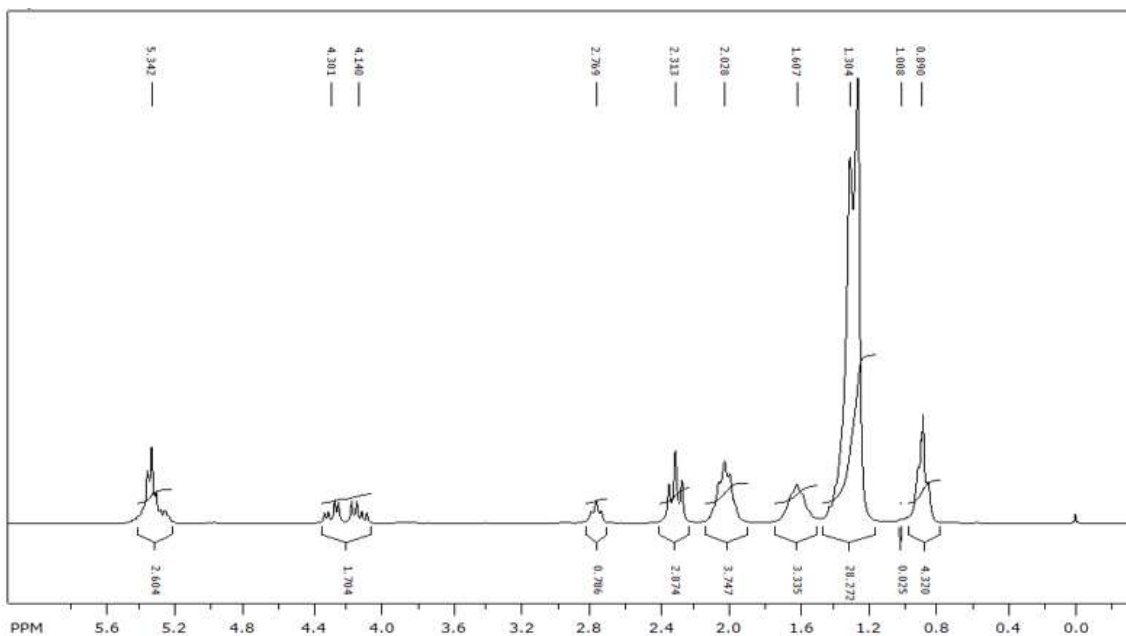
VIGLI, G.; PHILIPPIDIS, A.; SPYROS, A.; DAIS, P. Classification of Edible Oils by Employing ^{31}P and ^1H NMR Spectroscopy in Combination with Multivariate Statistical Analysis. A Proposal for the Detection of Seed Oil Adulteration in Virgin Olive Oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n.19, p. 5715-5722, 2003.

APÊNDICE A – Espectros de RMN ¹H de óleos e gorduras de frutos consumidos na região amazônica

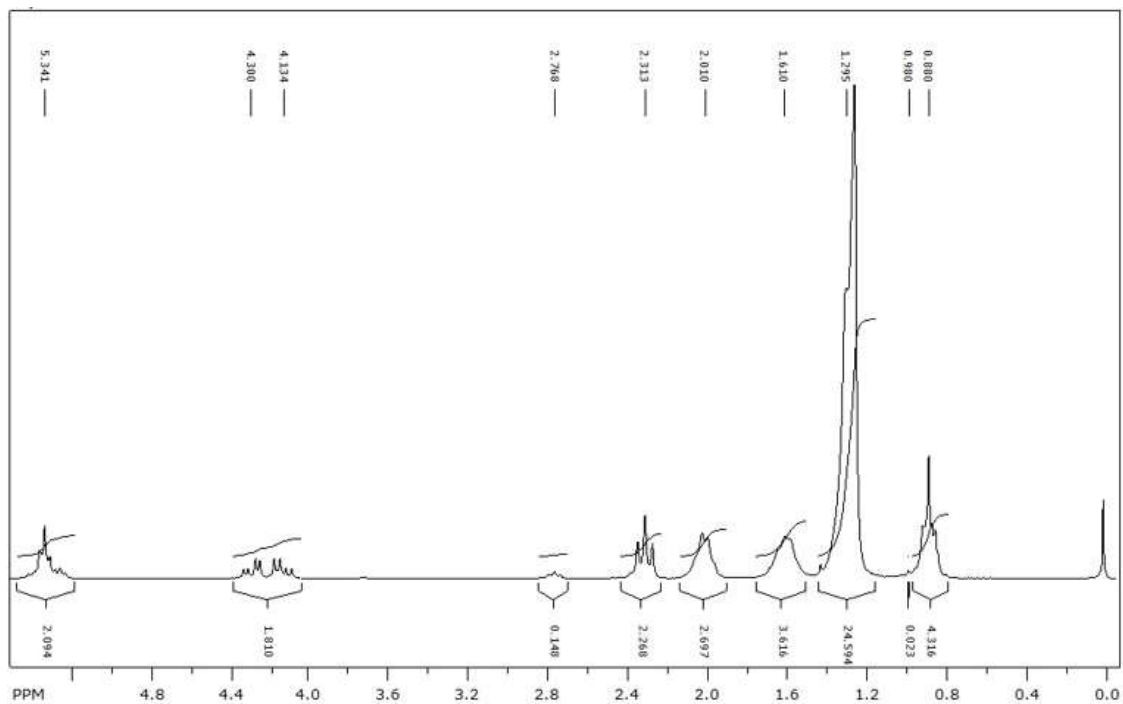
Açaí (*Euterpe oleracea*)



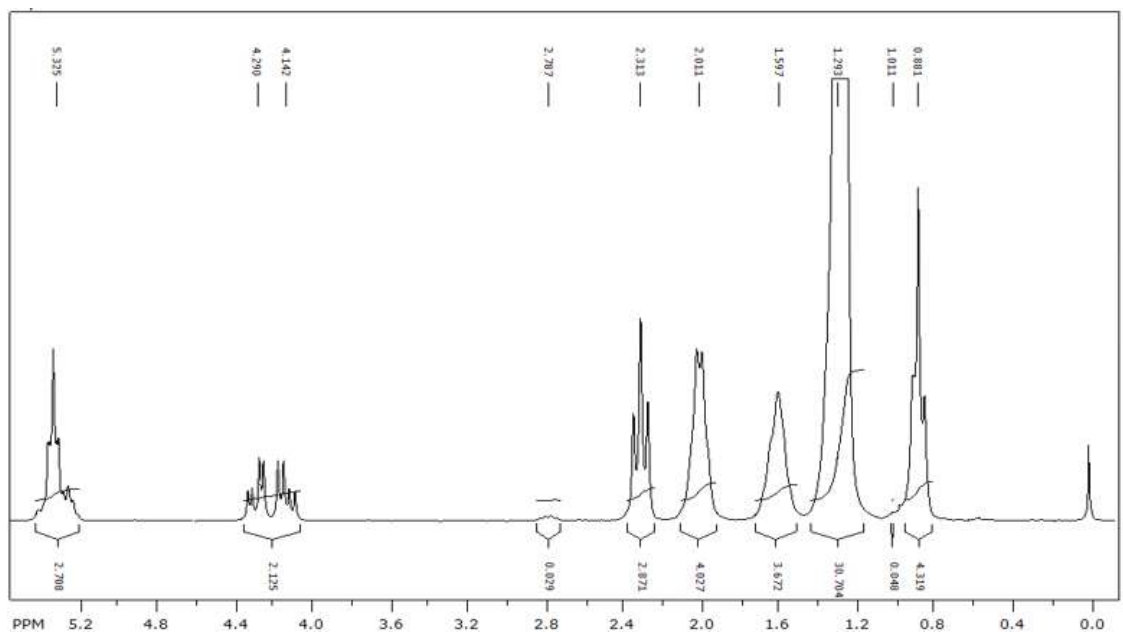
Ata Brava (*Annona hypoglauca*)



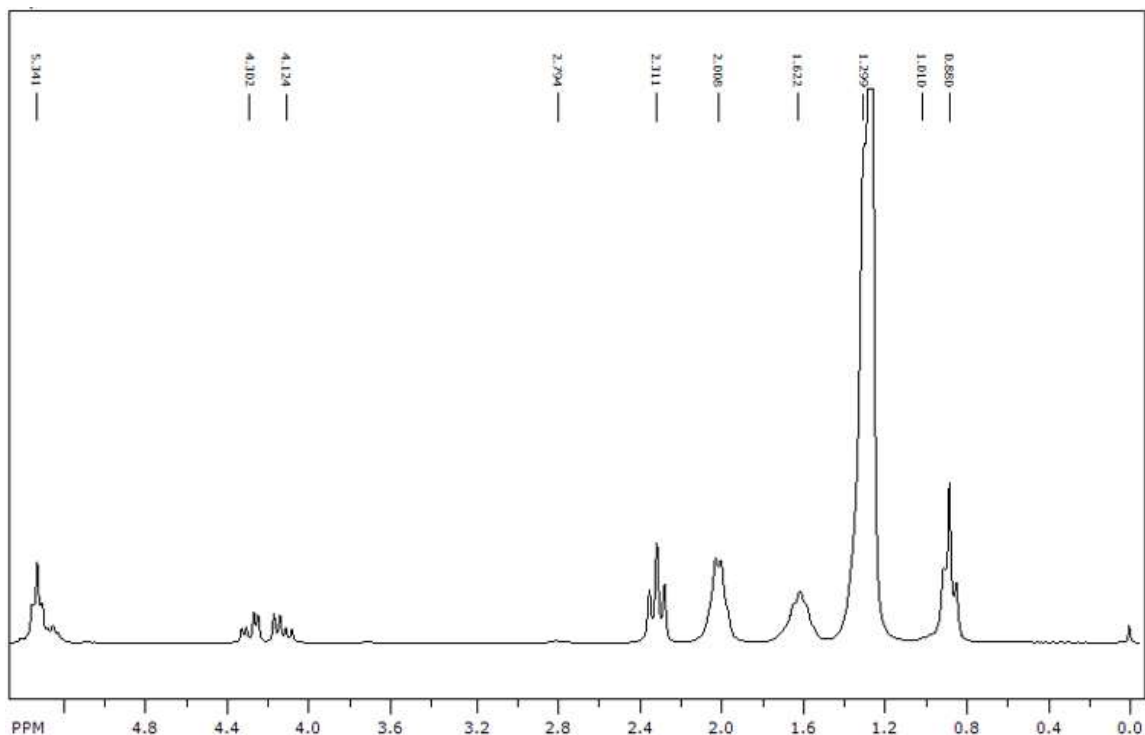
Bacaba, fruto verde (*Oenocarpus bacaba*)



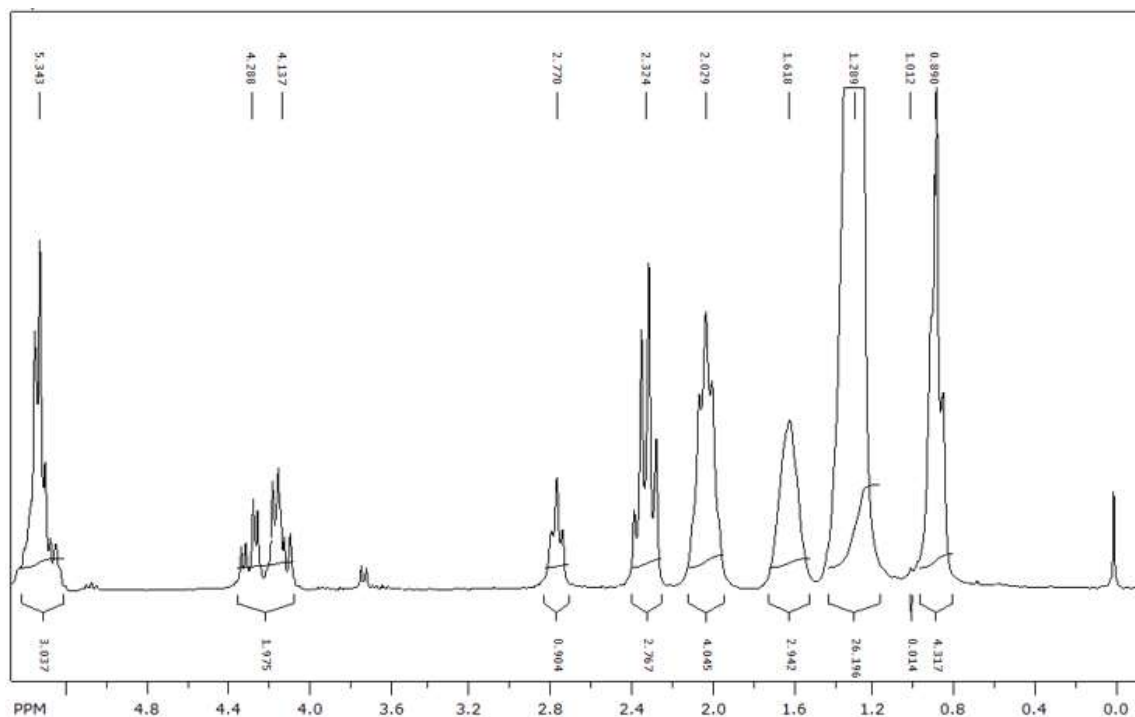
Buriti (*Mauritia flexuosa*)



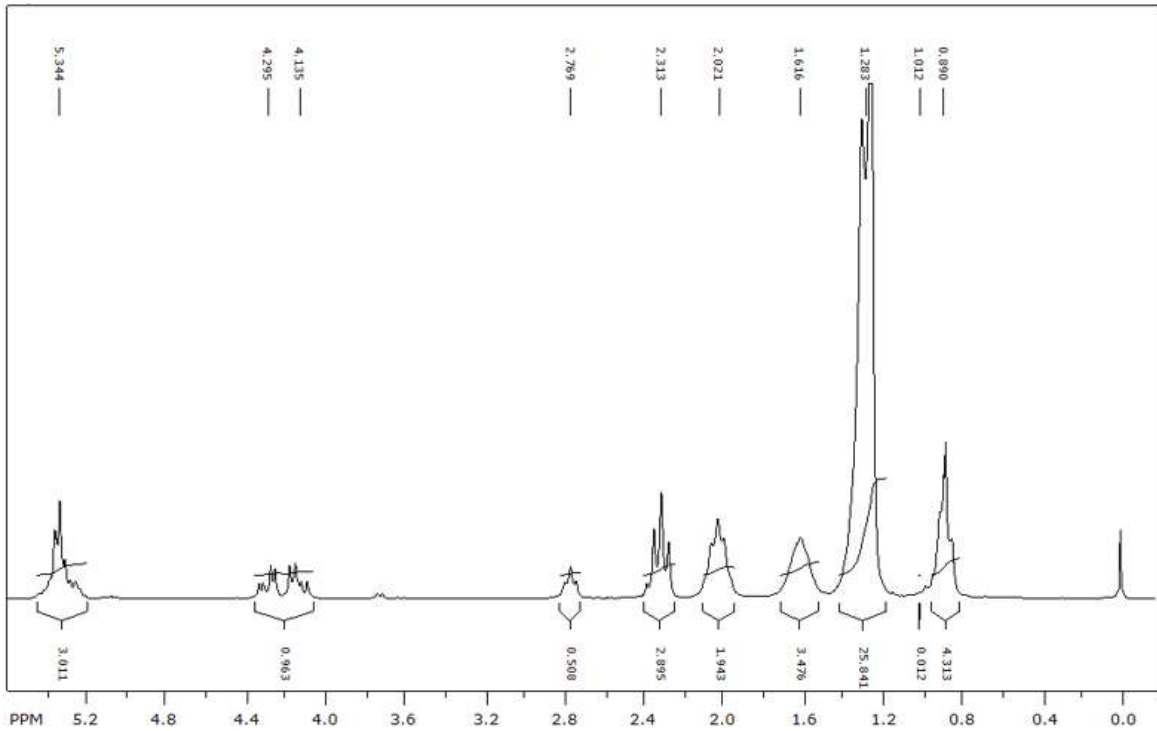
Burতিরানা (*Mauritia aculeata*)



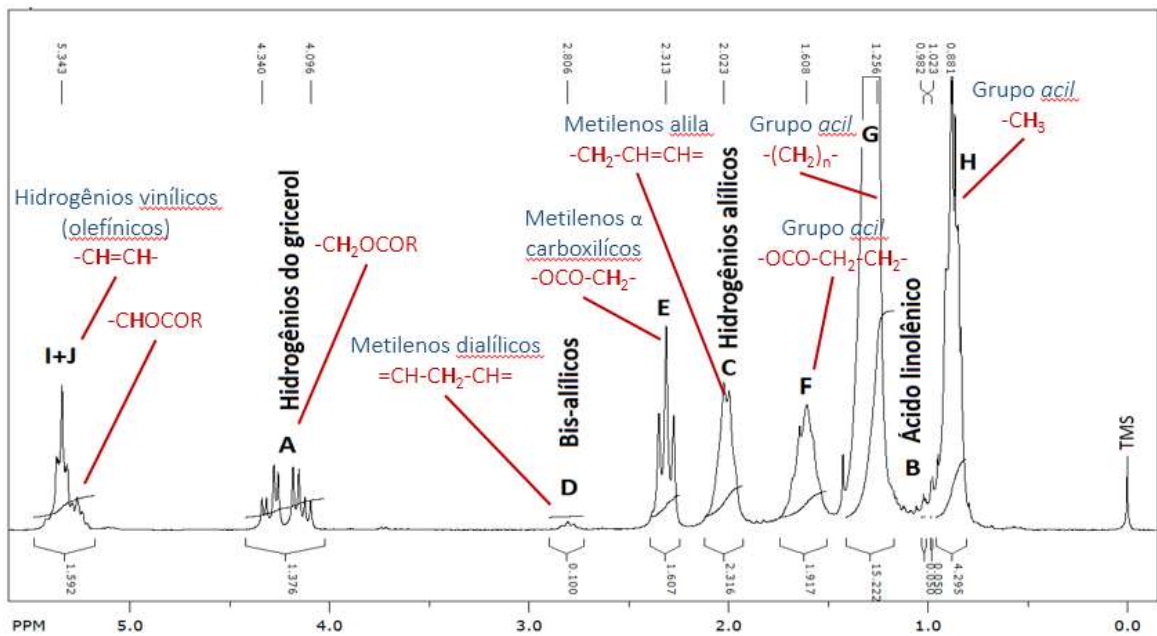
Murici Amarelo (*Byrsonima crassifolia*)



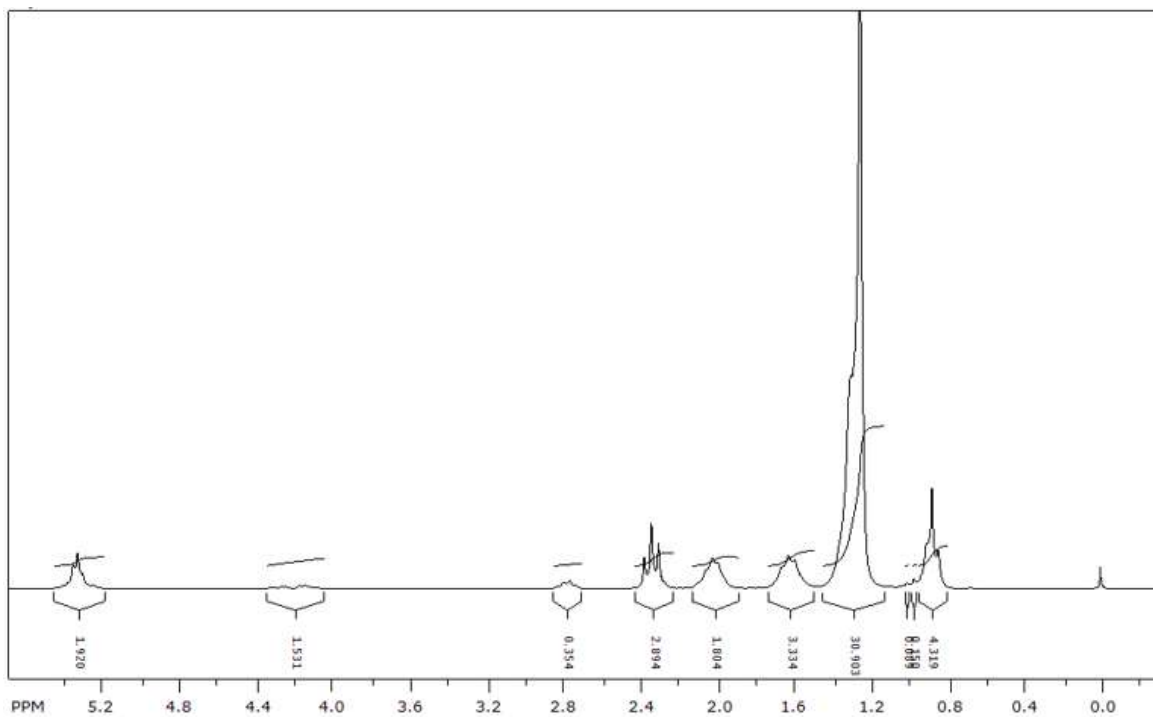
Murici Vermelho (*Byrsonima coccolobifolia*)



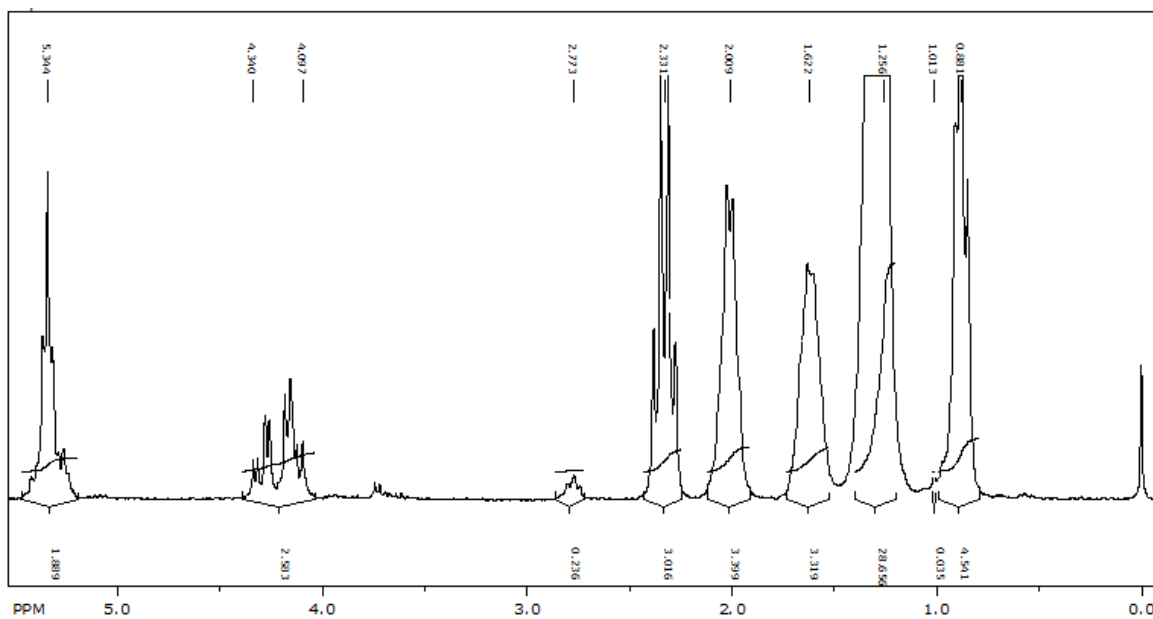
Piaçaba Brava (*Barcella odora*)



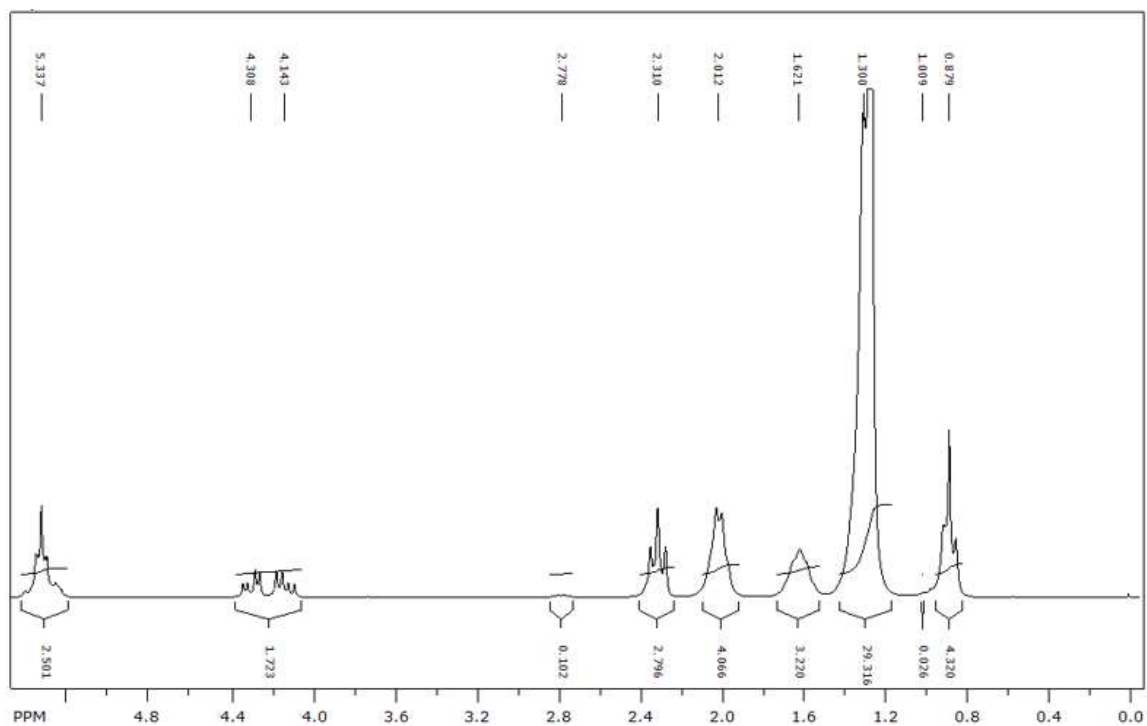
Pupunha, variedade Vermelha (*Bactris gasipaes*)



Pupunha, variedade Amarela (*Bactris gasipaes*)



Tucumanzinho (*Astrocaryum acaule*)



CAPÍTULO 3 – IDENTIFICAÇÃO DOS GRUPOS FUNCIONAIS CARACTERÍSTICOS EM ÓLEOS E GORDURAS BRUTOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS POR ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO

RESUMO

O uso de espectroscopia de infravermelho tem se tornado mais frequente, possuindo diversas aplicações, uma delas é sua utilização para análise de óleos e gorduras vegetais gerando um padrão de controle a fim de se evitar adulterações ou até mesmo saber se uma amostra sofreu oxidação, ou apenas identificar a composição lipídica dos óleos e gorduras vegetais. Assim, por esta razão, o objetivo deste trabalho foi o de verificar a composição de triacilgliceróis em óleos e gorduras não refinados de sementes e de polpas de frutos obtidos em Roraima: açaí (polpa), ata-brava (semente), bacaba (polpa do fruto verde), buriti (polpa), buritirana (polpa), murici amarelo (semente), murici vermelho (semente), piaçaba braba (polpa), tucumanzinho (polpa), pupunha vermelha (polpa) and amarela (polpa), as quais são plantas comuns na flora do estado de Roraima. Os espectros foram registrados a partir de uma película de óleo ou gordura entre dois discos de KBr para cada amostra em um equipamento FTIR Shimadzu. Assim, foi possível observar faixas de absorção características dos grupos funcionais de triglicéridos, geralmente presentes em óleos e gorduras. As faixas de absorção cerca de 3000 cm^{-1} indicam uma relação com as insaturações dos ácidos graxos.

Palavras-Chave: Espectroscopia, ácidos graxos, ácido oleico, ácido linoleico, ácido linolênico.

CHAPTER 3 – IDENTIFICATION OF FUNCTIONAL GROUPS CHARACTERISTIC IN CRUDE OILS AND FATS OF AMAZON FRUITS BY INFRARED SPECTROSCOPY

ABSTRACT

The use of IR spectroscopy has become more frequent, there are diverse applications, one of them is use for analysis of oils and fats generating a control pattern in order to prevent tampering or even whether a sample has undergone oxidation, or only identify the lipid composition of oils and fats. So for this reason, the aim of this study was to verify the triacylglycerols composition of crude oils and fats from seeds and pulp Amazonian fruits obtained in Roraima: *açaí* (pulp), *atabrava* (seed), *bacaba* (pulp of ripe fruit), *buriti* (pulp), *buritirana* (pulp), *murici amarelo* (seed), *murici vermelho* (seed), *piaçaba braba* (pulp), *tucumanzinho* (pulp), *pupunha vermelha* (pulp) and *amarela* (pulp), which are common plants in the flora of the Roraima state. Spectra were recorded from a film of oil or gordura between two KBr discs for each sample on a FTIR Shimadzu. Thus, it was possible to obtain characteristic spectra of oils and fats with its characteristic absorption bands of triglycerides and unsaturated fatty acids.

Keywords: Spectroscopy, fatty acids, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid

INTRODUÇÃO

Os óleos são compostos, majoritariamente, por triacilgliceróis e, estes, podem apresentar tamanhos e ligações químicas diferentes, fornecendo ácidos graxos saturados (com ligações químicas simples) e insaturados (com uma ou mais ligações duplas) (SALINERO et al., 2012). E para análise desses óleos ou gorduras pode ser feita por cromatografia a gás acoplado ao detector de ionização de chama (CG-DIC) (SANTOS et al., 2015), Ressonância Magnética Nuclear de ^1H (RMN ^1H) (OK, 2014; SALINERO et al., 2012; KNOTHE; KENAR, 2004; VIGLI et al., 2003), Infravermelho (IV) (ALBUQUERQUE; GUEDES; MOREIRA, 2003), entre outros.

A espectroscopia de infravermelho é uma importante ferramenta no controle de qualidade dos óleos vegetais, bem como identificação e se há ou não adulteração do óleo (PAIVA et al., 2015; REDA, 2004). Outros benefícios são destacados por Wójcicki et al. (2015) como: análise de forma rápida e em grandes quantidades, não invasiva, não destrutiva, dispensa outras análises, quantificação de perfil de ácidos graxos, redução no gasto financeiro, etc.

A região Amazônica tem uma grande variedade de espécies vegetais que são utilizadas alimento, medicamento, construção de casas, artesanatos, roupas, entre muitos outros (SANTOS et al., 2015; SANTOS; ALVES; RUÍZ-MÉNDEZ, 2013; BEREAU et al., 2003). Muitas dessas espécies vegetais apresentam óleos e gorduras que são obtidos facilmente e são de grande importância para a indústria de alimentos ou o consumo *in natura*, pois é fonte principal, e natural, de energia (ALBUQUERQUE; GUEDES; MOREIRA, 2003). Geralmente, as informações quanto à composição química desses óleos são obtidas por CG-DIC e RMN ^1H .

Assim, o objetivo deste trabalho foi o de verificar a composição de triacilgliceróis em óleos e gorduras brutas de sementes e polpas de frutos amazônicos comuns na flora do estado de Roraima, a saber: Açaí (*Euterpe oleracea*), ata brava (*Annona hypoglauca*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), buriti (*Mauritia flexuosa*), buritirana (*Mauritia aculeata*), murici amarelo (*Byrsonima crassifolia*), murici vermelho (*B. coccolobifolia*), piaçava brava (*Barcella odora*), pupunha das variedades amarela e vermelha (*Bactris gasipaes*), tucumanzinho (*Astrocaryum acaule*).

MATERIAL E MÉTODOS

Preparação das Amostras e Obtenção de Óleos e Gorduras

Os frutos de açai (polpa), ata brava (semente), bacaba (polpa do fruto verde), buriti (polpa), buritirana (polpa), murici amarelo (semente), murici vermelho (semente), piaçaba braba (polpa), pupunha das variedades amarela (polpa) e vermelha (polpa) e tucumanzinho (polpa), foram obtidos em diversas regiões e comércios do estado de Roraima.

As sementes e polpas foram secas em estufa de circulação de ar a 50 °C por 48 horas para retirada da umidade, logo foram moídas e peneiradas entre 20-40 *Mesh* (Bertel indústria Metalurgica Ltda), para obtenção de pó homogeneizado, em seguida obteve-se os óleos e gorduras brutos com hexano em extrator de Soxhlet, estes foram acondicionados em frasco âmbar sob atmosfera de nitrogênio para posterior análise. O solvente foi reaproveitado por rotoevaporador (SANTOS et al., 2015; SEREMETA et al., 2015).

Obtenção dos Espectros de Absorção

As amostras foram analisadas na região do infravermelho utilizando o equipamento IRPrestige-21 Fourier Transform spectrophotometer Shimadzu, operando modo FT. As amostras foram aplicadas às janelas de KBr. As condições da análise: Modo de medição: Absorbância; número de *scans*: 16; resolução: 4 cm⁻¹; faixa de comprimento de onda: 393-4000 cm⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os espectros de infravermelho das 11 amostras podem ser visualizados no Apêndice A e observados os grupos funcionais das estruturas químicas dos óleos e gorduras brutos de frutos amazônicos (ver mais detalhes em Apêndice A em Tucumanzinho (*Astrocaryum acaule*)), os quais apresentaram semelhanças na maioria dos espectros. Os grupos funcionais surgem em bandas de absorção características e para tornar viável a interpretação dos espectros os principais grupos

funcionais presentes em óleos e gorduras são apresentados por Lerma-García et al. (2010) na Tabela 1.

Tabela 1 - Regiões espectrais característicos de óleos

Identificação	Faixa de Absorção (cm ⁻¹)	Grupo Funcional	Modo de Vibração
1	3029–2989	=C–H (<i>trans</i>)	Estiramento
		=C–H (<i>cis</i>)	Estiramento
2	2989–2946	–C–H (CH ₃)	Estiramento (Assimétrico)
3	2946–2881	–C–H (CH ₂)	Estiramento (Assimétrico)
4	2881–2782	–C–H (CH ₂)	Estiramento (Simétrico)
5	1795–1677	–C=O (éster)	Estiramento
		–C=O (ácido)	Estiramento
6	1486–1446	–C–H (CH ₂)	Torção (tesoura)
7	1371–1330	O–H	Torção (no plano)
8	1043–1006	–C–O	Estiramento
9	1006–929	–HC=CH– (<i>trans</i>)	Torção (fora do plano)
10	754–701	–(CH ₂) _n –	Deformação angular de cadeia
11	701–640	O–H	Torção (fora do plano)

Fonte: García et al. (2010).

Como pode ser observado (Apendice A), há poucas diferenças entre os grupos funcionais e suas intensidades. A interpretação da absorção de bandas fornece informações sobre a estrutura da molécula e seus grupos funcionais, os quais são característicos de óleos e gorduras. Lerma-García e seus colaboradores (2010) apresentam na Tabela 1 as faixas de absorções onde ocorrem os grupos funcionais, bem como seu modo de vibração. Deste modo, as amostras analisadas atendem à literatura, exceto na faixa sugerida pelos autores que devem ser 1795 a 1677 cm⁻¹, característico de estiramento dos grupos funcionais -C=O de éster e de ácido, pois geralmente tem ocorrido entre 1590 e 1595 cm⁻¹, certamente por se tratar de óleos e gorduras brutos, ou seja, não refinados.

A faixa de absorção cerca de 3000 cm⁻¹ apresenta pequeno aumento de intensidade entre as amostras e menor intensidade nessa faixa foi observado no espectro da pupunha de variedade amarela. Esta faixa indica a proporcionalidade em relação ao número de insaturações presentes na amostra (ver Apêndice e

Tabela 1). A representação dessa faixa de absorção encontra-se os grupos funcionais =C-H (estiramento) e -C-H (estiramento simétrico e assimétrico).

Os espectros das amostras analisados apresentam faixas que atendem à literatura (Tabela 1), exceto na faixa sugerida pelos autores que deveriam ser entre 1795 a 1677 cm^{-1} , característico dos grupos funcionais -C=O de éster e -C=O de ácido, contudo a faixa de absorção desses grupos funcionais tem sido observada entre 1595 a 1590 cm^{-1} , certamente por se tratar de óleos e gorduras brutos.

De acordo Castilho-Almeida et al. (2012), outros estiramentos e torções são vistos ao longo da faixa do comprimento de onda entre 4000 a 400 cm^{-1} , os quais são grupos funcionais diversos característicos em óleos e gorduras.

CONCLUSÃO

As faixas de absorção dos grupos funcionais indicam características de triglicéridos, tipicamente presentes em óleos e gorduras. Os triglicéridos são compostos por ácidos graxos e a faixa de absorção cerca de 3000 cm^{-1} aponta relação com as insaturações dos ácidos graxos. Foi observada uma exceção às faixas entre 1595 - 1590 cm^{-1} , que deveriam ser entre 1795 - 1677 cm^{-1} , muito provavelmente foi devido às amostras serem óleos e gorduras brutos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. L. S.; GUEDES, I.; ALCANTARA Jr., P.; MOREIRA, S. G. C. Infrared absorption spectra of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil. **Vibrational Spectroscopy**, v. 33, n. 1-2, p. 127-131, 2003.

BEREAU, D.; BENJELLOUN-MLAYAH, B.; BANOUB, J.; BRAVO, R. FA and Unsaponifiable Composition of Five Amazonian Palm Kernel Oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 80, n. 1, p. 49-53, 2003.

CASTILHO-ALMEIDA, E. W.; SANTOS, H. F.; MIRANDAO, A. M.; JORIO, A.; FERREIRA, E. H. M.; ACHETE, C. A.; ARMOND, R. A. S. Z.; ANCONI, C. P. A.; ALMEIDA, W. B. Estudo teórico e experimental de espectros infravermelho de ésteres de ácido graxo presentes na composição do biodiesel de soja. **Química Nova**, v. 35, n. 9, p. 1752-1757, 2012.

GUILLÉN, M. D.; CABO, N. Relationships between the Composition of Edible Oils and Lard and the Ratio of the Absorbance of Specific Bands of Their Fourier Transform Infrared Spectra. Role of Some Bands of the Fingerprint Region. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 1788-1793, 1998.

OK, S. Fast screening of turkish olive oil by NMR spectroscopy for geographical determination and discrimination purposes. **Grasas y Aceites**, v. 65, n. 2, p. 1-11, 2014.

PAIVA, E. M.; ROHWEDDER, J. J. R.; PASQUINI, C.; PIMENTEL, M. F.; PEREIRA, C. F. Quantification of biodiesel and adulteration with vegetable oils in diesel/biodiesel blends using portable near-infrared spectrometer. **Fuel**, v. 160, n. 15, p. 57-63, 2015.

REDA, S. Y. **Estudo Comparativo de Óleos Vegetais Submetidos a Estresse Térmico**. 2004. 153 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Alimentos, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa: Ponta Grossa, 2004.

SALINERO, C.; FEÁS, X.; MANSILLA, J. P.; SEIJAS, J. A.; VÁZQUEZ-TATO, M. P.; VELA, P.; SAINZ, M. J. ^1H -Nuclear Magnetic Resonance Analysis of the Triacylglyceride Composition of Cold-Pressed Oil from *Camellia japonica*. **Molecules**, v. 17, n. 6, 6716-6727, 2012.

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

SANTOS, R. C.; MELO FILHO, A. A.; CHAGAS, E. A.; TAKAHASHI, J. A.; FERRAZ, V. P.; FERNÁNDEZ, I. M.; RIBEIRO, P. R. E.; MELO, A. C. G. R.; HOLANDA, L. C. Chemical composition, antimicrobial and antiacetylcholinesterase activities of essential oil from *Lantana camara* (Verbenaceae) flowers. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 9, n. 35, p. 922- 928, 2015.

SANTOS, M. F. G.; MAMEDE, R. V. S.; RUFINO, M. S. M.; BRITO, E. S.; ALVES, R. E. Amazonian Native Palm Fruits as Sources of Antioxidant Bioactive Compounds. **Antioxidants**, v. 4, n. 3, p. 591-602, 2015.

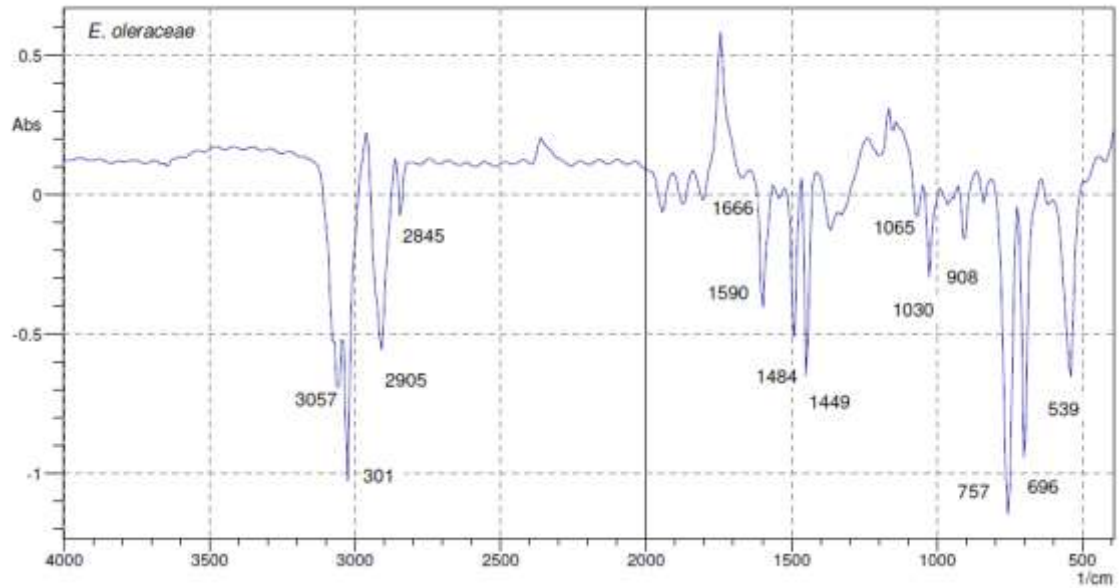
VIGLI, G.; PHILIPPIDIS, A.; SPYROS, A.; DAIS, P. Classification of Edible Oils by Employing ^{31}P and ^1H NMR Spectroscopy in Combination with Multivariate Statistical Analysis. A Proposal for the Detection of Seed Oil Adulteration in Virgin Olive Oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 19, p. 5715-5722, 2003.

WÓJCICKI, K.; KHMELINSKII, I.; SIKORSKI, M.; SIKORSKA, E. Near and mid infrared spectroscopy and multivariate data analysis in studies of oxidation of edible oils. **Food Chemistry**, v. 187, p. 416-423, 2015.

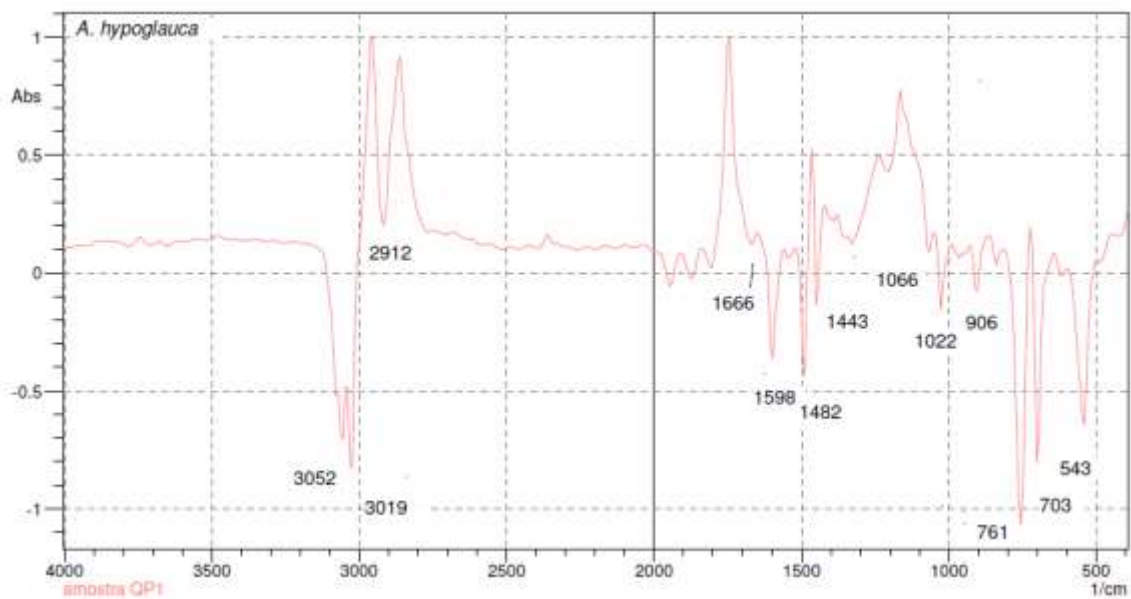
YANG, H.; IRUDAYARA, J. Characterization of Semisolid Fats and Edible Oils by Fourier Transform Infrared Photoacoustic Spectroscopy. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 77, n. 3, p. 291-295, 2000.

APÊNDICE A - Espectros de infravermelho de óleos e gorduras brutos de frutos amazônicos

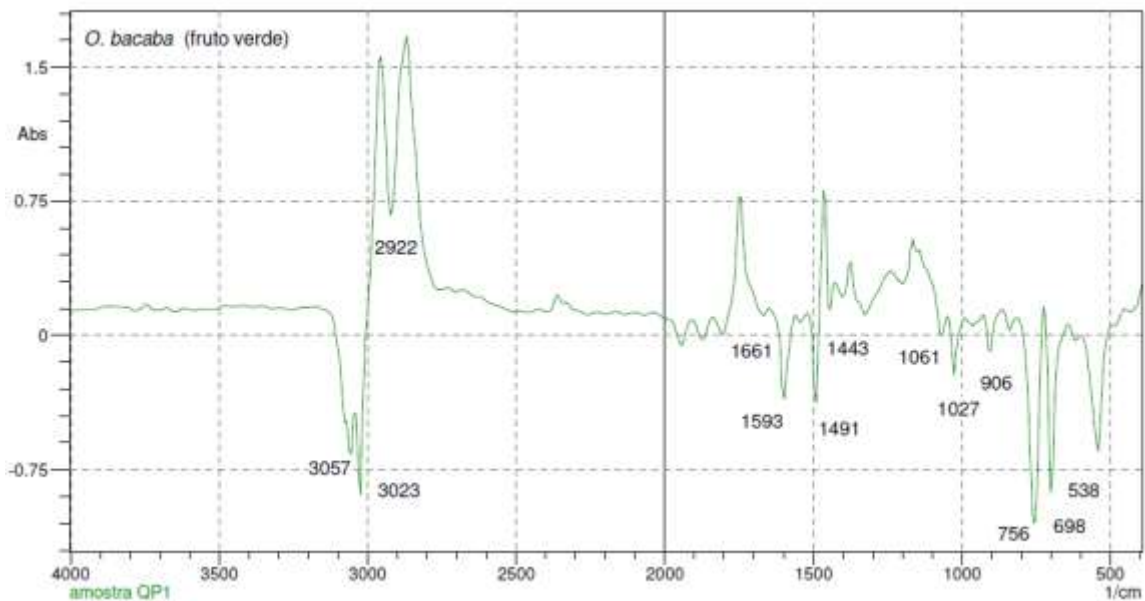
Açaí (*Euterpe oleracea*)



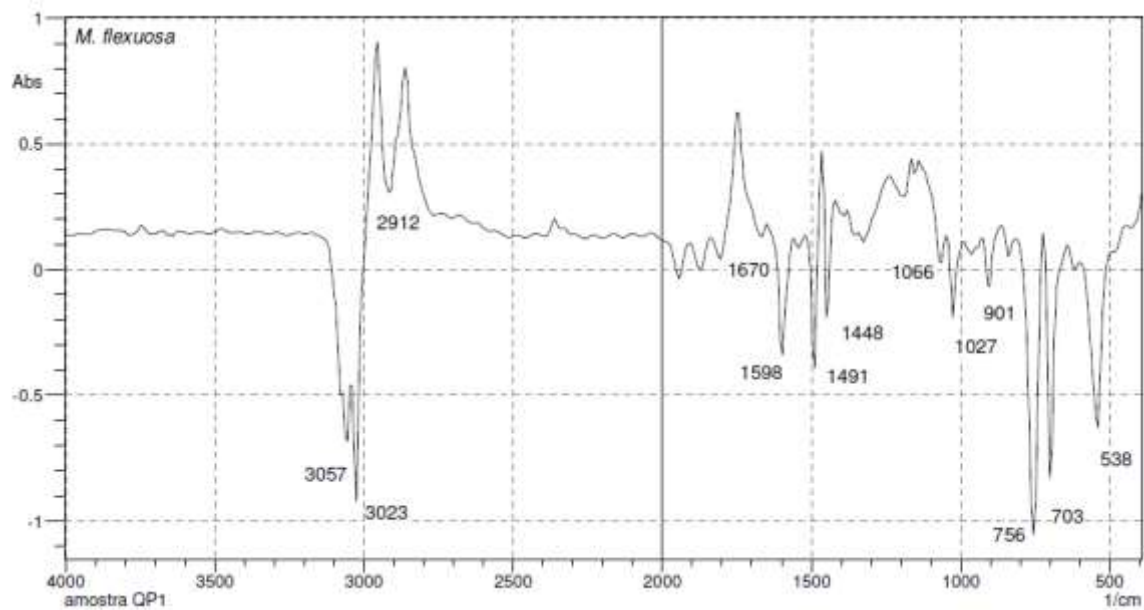
Ata brava (*Annona hypoglauca*)



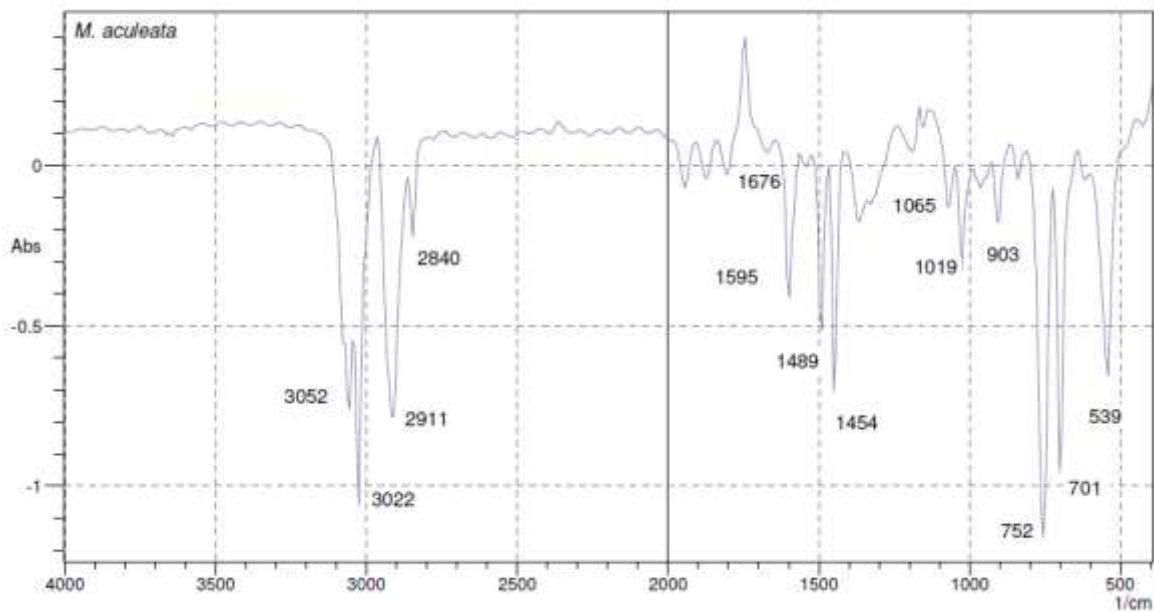
Bacaba, fruto verde (*Oenocarpus bacaba*)



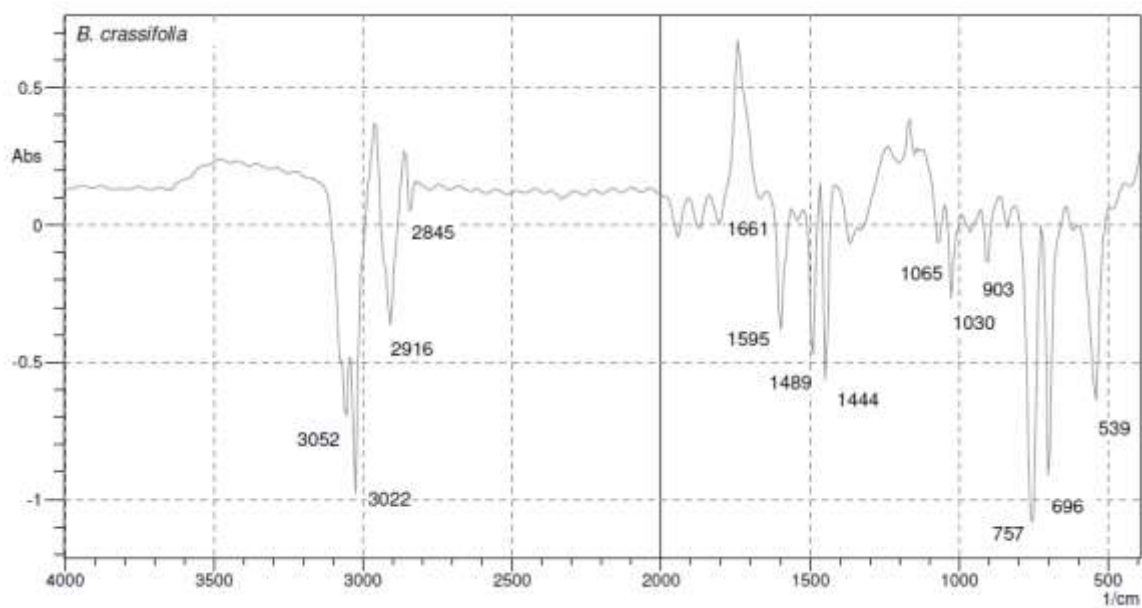
Buriti (*Mauritia flexuosa*)



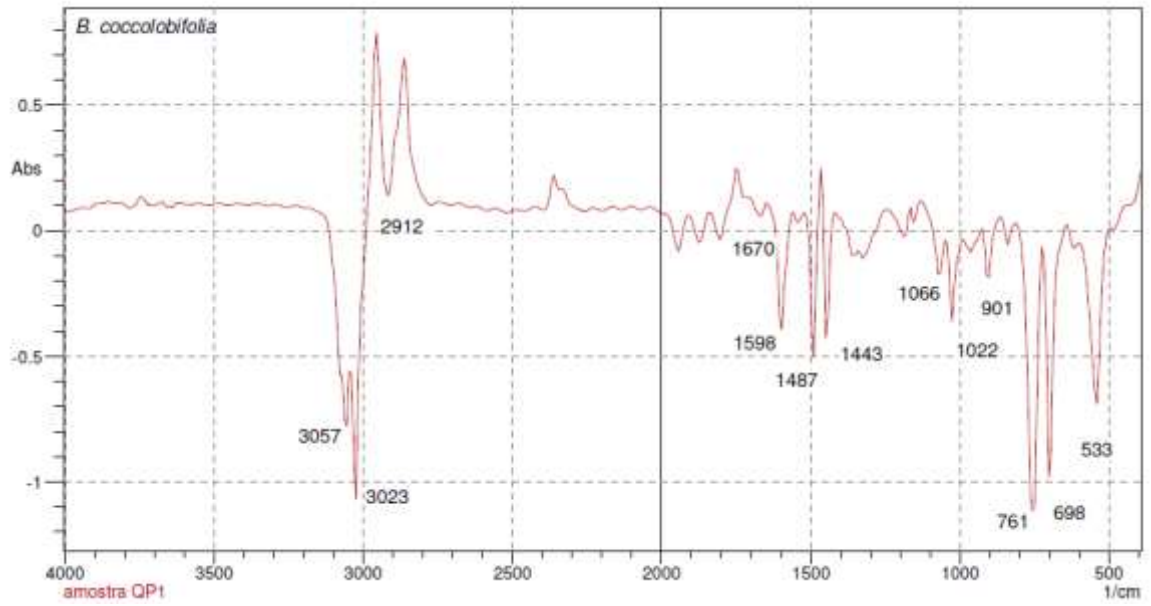
Buritirana (*Mauritia aculeata*)



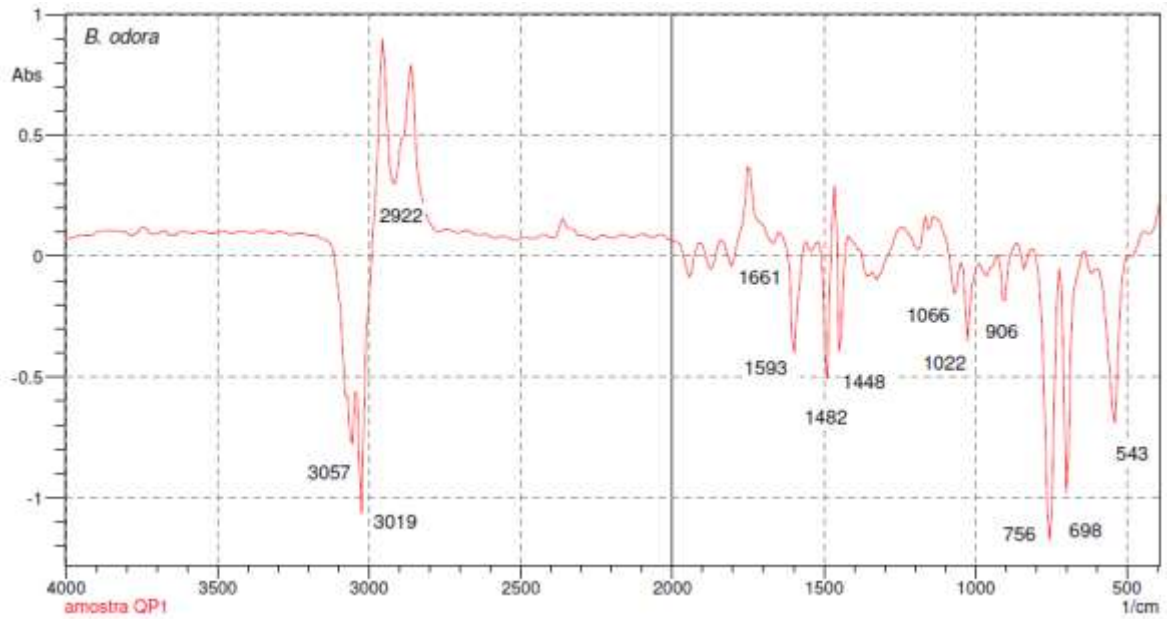
Murici Amarelo (*Byrsonima crassifolia*)



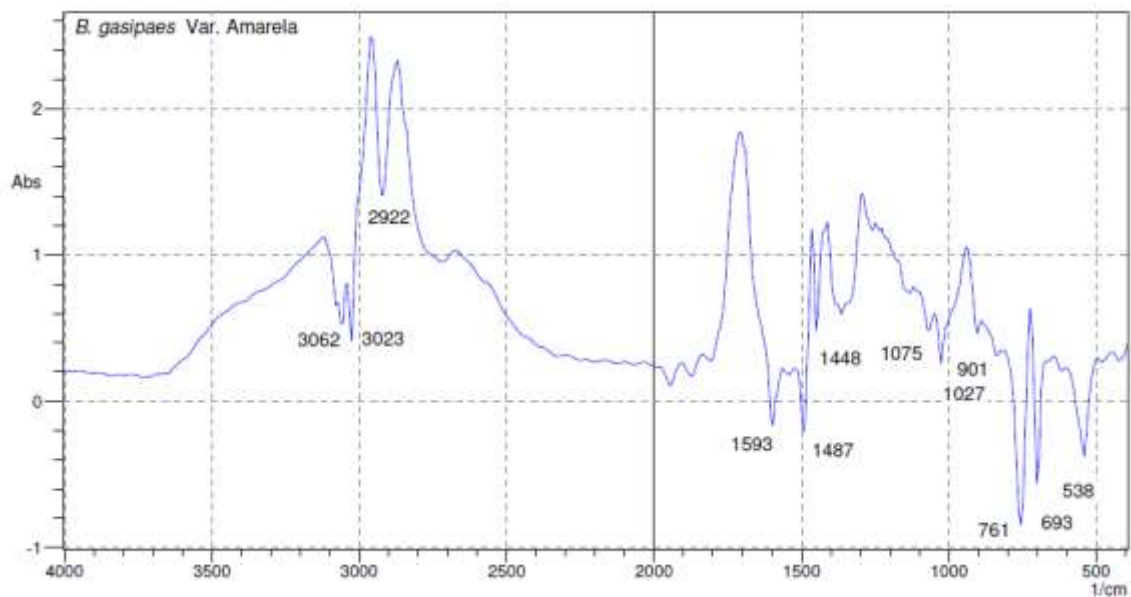
Murici Vermelho (*Byrsonima coccolobifolia*)



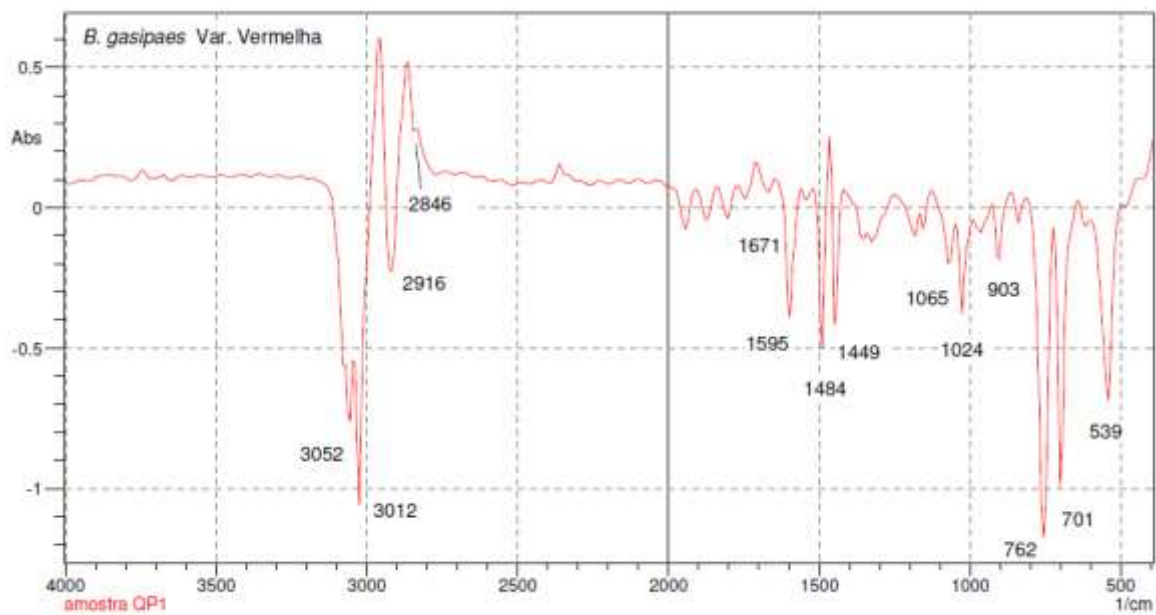
Piaçaba brava (*Barcella odora*)



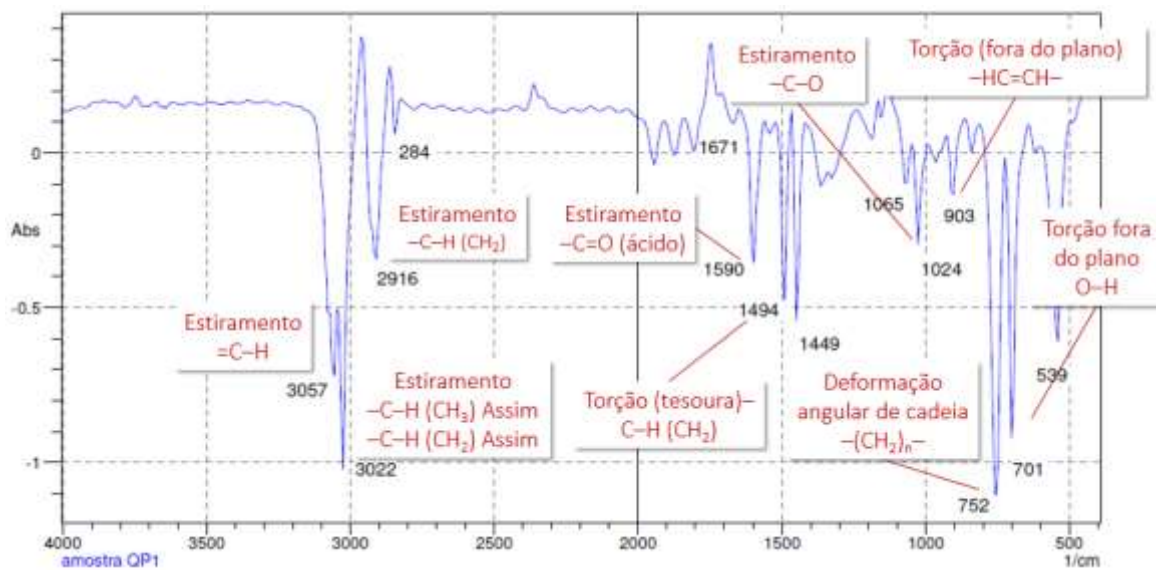
Pupunha, variedade Amarela (*Bactris gasipaes*)



Pupunha, variedade Vermelha (*Bactris gasipaes*)



Tucumanzinho (*Astrocaryum acaule*)



CAPÍTULO 4 – ANTI-ACETILCOLINESTERASE DE ÓLEOS E GORDURAS BRUTOS DE FRUTOS AMAZÔNICOS

RESUMO

As espécies frutíferas da Amazônia são consumidas por diversas formas e finalidades, sendo estas: Açaí (*Euterpe oleracea*), ata brava (*Annona hypoglauca*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), buriti (*Mauritia flexuosa*), buritirana (*Mauritia aculeata*), murici amarelo (*Byrsonima crassifolia*), murici vermelho (*B. coccolobifolia*), piaçava brava (*Barcella odora*), pupunha variedades amarela e vermelha (*Bactris gasipaes*) e tucumanzinho (*Astrocaryum acaule*) são espécies comuns na flora do estado de Roraima. As espécies supracitadas carecem de informações quanto à concentração de inibição da enzima acetilcolinesterase (AChE), e quanto ao perfil de ácidos graxos saturados e insaturados, bem como o teor de α -tocoferol (α -Toc) são incipientes. Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi o de realizar uma bioprospecção dos frutos amazônicos, acima citados, quanto ao potencial inibitório de AChE, como também o perfil de ácidos graxos saturados (AGS) e insaturados (AGI), por Cromatografia a Gás acoplado ao Detector de Ionização de Chamas (CG-FID), e o teor de α -Toc por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC). A maioria dos óleos apresentaram altas concentrações de AGI: ômega 9 (27,29 a 74,05%), seguidos de ômega 6 (1,8 a 31,81%) e ômega 3 (0,32 a 2,69%). Quanto ao AGS, o de maior concentração foi o ácido palmítico (16,35-44,54%). Já o teor de α -Toc a maioria dos óleos apresentaram bons resultados, a ata brava e o açaí local indicam 644,27 e 1.101,11 mg.L⁻¹, respectivamente. A inibição do AChE foi satisfatória, pois todos apresentaram a inibição enzimática.

Palavras-chave: ácidos graxos, AGMI, AGPI, α -tocoferol, Alzheimer

CHAPTER 4 – ANTI-ACETYLCHOLINESTERASE OF THE CRUDE OILS AND FATS OF AMAZONIAN FRUITS

ABSTRACT

The fruit trees in the Amazon are consumed in various forms and purposes, these being: *açaí* (*Euterpe oleracea*), *ata brava* (*Annona hypoglauca*), *bacaba* (*Oenocarpus bacaba*), *buriti* (*Mauritia flexuosa*), *buritirana* (*Mauritia aculeata*), *murici amarelo* (*Byrsonima crassifolia*), *murici vermelho* (*B. coccolobifolia*), *piaçaba brava* (*Barcella odora*), *pupunha* yellow and red varieties (*Bactris gasipaes*), *tucumanzinho* (*Astrocaryum acaule*) are common plants in the flora of the Roraima state. The above species lack information as to the concentration inhibiting the enzyme acetylcholinesterase (AChE), and the profile of saturated (SFA) and unsaturated (UFA) fatty acids as well as α -tocopherol (α -Toc) content is incipient. Thus, for this reason the objective of this study was to conduct a bioprospecting of Amazonian fruits mentioned above regarding the potential inhibition of AChE, as well as the SFA and UFA profile by Gas Chromatography coupled to Flame Ionization Detector (GC-FID) and the α -Toc content by Liquid Chromatography High Performance (HPLC). Most oils had high concentrations of UFA: omega-9 (27.29 to 74.05%), followed by omega-6 (1.8 to 31.81%) and omega-3 (0.32 to 2.69%). For SFA, the highest concentration was palmitic acid (16.35 to 44.54%). Since the α -Toc content most oils showed good results, for example *ata brava* and *açaí*, which was the sample with the highest concentration, 644,27 e 1.101,11 mg.L⁻¹, but the α -Toc content in all samples was 7,20-1.101,11 mg.L⁻¹. And AChE inhibition was satisfactory, since all had the enzyme inhibition.

Keywords: fatty acids, MUFA, PUFA, α -tocopherol, Alzheimer

INTRODUÇÃO

A sociedade moderna está experimentando um aumento exponencial da doença de Alzheimer e a estimativa é de mais de 115 milhões de pessoas com a doença até 2050 e, de acordo com estudos prospectivos, muitos podem ser os fatores que estão desencadeando o aumento dessa doença neurodegenerativa, como: doença vascular, diabetes, hipertensão e/ou obesidade da meia-idade, tabagismo, sedentarismo, entre outros. Como a doença de Alzheimer não tem cura, os pacientes fazem uso de medicamentos que inibem a enzima acetilcolinesterase (DYSKEN et al., 2014; SINGH et al., 2013; WHO, 2012).

Os sintomas da doença de Alzheimer incluem uma regressão de várias funções fisiológicas, causando dificuldades na língua, memória, comportamento emocional ou de personalidade, e as capacidades cognitivas (SINGH et al., 2013). A doença de Alzheimer e outros problemas cerebrais estão associados com a liberação da acetilcolina. A colina e acetil coenzima A produzem a acetilcolina, esta é então liberada na fenda sináptica e interage com seus receptores, nicotínicos ou muscarínicos. A acetilcolina degrada-se pela ação da acetilcolinesterase, cujos produtos da reação são a colina e o acetato (MUSTAFA; GAZI, 2014; WHITEHOUSE, 2014; SINGH et al., 2013).

Estudos apontam que muitas plantas apresentam um bom potencial de inibição da enzima, alguns são comestíveis como o caso da marapuama a qual é uma planta comumente encontrada na região amazônica e muito utilizada por idosos. Os benefícios observados por esta planta são diversos (anti-amnésico, neuroprotetor, anticolinesterásico e antidrepressivo), inclusive com efeito sobre o acetilcolinesterase (FERNÁNDEZ et al., 2016; SANTOS et al., 2015; MONTERO et al., 2014; GIRONÉS-VILAPLANA et al., 2012; FIGUERÓ et al., 2010; TREVISAN; MACEDO, 2003).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma bioprospecção do potencial inibitório sobre o acetilcolinesterase, bem como perfil de ácidos graxos e de α -tocoferol de frutos amazônicos de espécies vegetais comuns na flora do estado de Roraima, como: Açaí (*Euterpe oleracea*), ata brava (*Annona hypoglauca*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), buriti (*Mauritia flexuosa*), buritirana (*Mauritia aculeata*), murici amarelo (*Byrsonima crassifolia*), murici vermelho (*B. coccolobifolia*), piaçava brava (*Barcella odora*), pupunha de variedades amarela e vermelha (*Bactris gasipaes*) e tucumanzinho (*Astrocaryum acaule*).

MATERIAL E MÉTODOS

Preparação das Amostras e Obtenção de Óleos e Gorduras

Os frutos de açaí (polpa), ata brava (semente), bacaba (polpa do fruto verde), buriti (polpa), buritirana (polpa), murici amarelo (semente), murici vermelho (semente), piaçaba braba (polpa), pupunha variedade vermelha (polpa) e variedade amarela (polpa) e tucumanzinho (polpa) foram obtidos em diversas regiões e comércios do estado de Roraima.

As sementes e polpas foram secas em estufa de circulação de ar a 50 °C por 48 horas para retirada da umidade, posteriormente foram moídas e peneiradas entre 20-40 *Mesh* (Bertel indústria Metalurgica Ltda), para obtenção de pó homogêneo, em seguida obteve-se os óleos e gorduras brutos com hexano em extrator de Soxhlet, estes foram acondicionados em frasco âmbar sob atmosfera de nitrogênio para posterior análise. O solvente foi reaproveitado por rotoevaporador (SANTOS et al., 2015; SEREMETA et al., 2015).

Composição dos Ácidos Graxos por GC-FID

Dissolveu-se, em tubo criogênico de 2 mL, ~10 mg do óleo extraído das amostras em 100 µL de uma solução de etanol (95%)/ hidróxido de potássio 1 mol.L⁻¹ (5%). Após agitação em vórtex por 10 s, o óleo foi hidrolisado em um forno de micro-ondas doméstico (Panasonic Piccolo), à potência de 80W (Potência 2), durante 5 minutos. Após resfriamento, adicionou-se 400 µL de ácido clorídrico a 20%, uma ponta de espátula de NaCl (~20 mg) e 600 µL de acetato de etila. Após agitação em vórtex por 10 s e repouso por 5 min, uma alíquota de 300 µL da camada orgânica foi retirada, colocada em tubos de microcentrífuga e seco por evaporação, obtendo-se assim os ácidos graxos livres (adaptado de CHRISTIE, 1989). Os ácidos graxos livres foram metiladas com 100 µL de BF₃/metanol (14%) e aquecidas durante 10 minutos em banho de água a 60 °C. Após diluição com 400 µL de metanol, foram analisados por Cromatografia a Gás.

As análises foram realizadas em um Cromatógrafo a Gás HP7820A (Agilent) equipado com detector por ionização de chamas (GC-FID). Utilizou-se uma coluna INNOWAX (HP) 15 m x 0,25 mm x 0,20 µ com gradiente de temperatura: 100 °C, 0

min, 7 °C.min⁻¹ até 240 °C; injetor (*split* de 1/30) a 250 °C e detector a 260 °C. Hidrogênio como gás de arraste (3 mL.min⁻¹) e volume de injeção de 1 µL. Programa de aquisição de dados EZChrom Elite Compact (Agilent). Os picos foram identificados usando FAME Mix C14-C22, CRM18917 Supelco, padrão de ésteres metílicos de ácidos graxos.

Teor de α-Tocoferol por HPLC em Óleos e Gorduras de Frutos Amazônicos

Preparação das Amostras e Análise Cromatográfica

Para evitar a perda de vitaminas, foram usados vidraria de cor âmbar e em ambiente com baixa iluminação e em seguida analisaram-se os óleos e gorduras de frutos consumidos na região amazônica.

Inicialmente os óleos e gorduras foram diluídos em hexano (1:10). Em seguida, 200 µL foram transferidos para um tubo com tampa de rosca, onde 600 µL de metanol e 200 µL de solução padrão interna (300 µg.mL⁻¹ de α-tocoferol em etanol) foram adicionados. Depois de ser misturado em vórtex e centrifugadas a 3000 g por 5 min, as amostras foram filtradas através de microporo de 0,45 µm e injetadas (50 µL), em triplicata, em cromatógrafo (GIMENO et al., 2000).

As análises foram realizadas em Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (HPLC) Shimadzu LC-6AD equipado com detector de UV-Vis. Utilizou-se uma coluna Supelco, a temperatura ambiente. *Loop* de injeção de 20 µL. A fase móvel metanol-água deionizada (91:9, v/v) e a eluição foi realizada a uma taxa de fluxo a 1 mL.min⁻¹ em modo isocrático.

O Programa de aquisição de dados foi o LC Solution. Para determinar o α-tocoferol nas amostras, as soluções-padrão de anteriormente aplicadas e feita sua curva de calibração. As proporções de α-tocoferol nas amostras e as áreas do pico foram calculadas de acordo com o método do padrão externo. A detecção UV-Vis foi feita a 290 nm e cada corrida durou 10 min (adaptado de CASANOVA, 2013; ESCRIVÁ; ESTEVE; FRÍGOLA, 2002; GIMENO, et al., 2000).

Ensaio de Inibição de AChE

As alíquotas de uma solução de trabalho (25 µL) (amostra em DMSO a 10 mg.mL⁻¹) foram adicionadas a poços de microplacas e controles positivos e

negativos foram também preparados. Para os cinco primeiros poços de uma coluna (controle positivo) 25 µL de uma solução de eserina preparada a 10 mg.mL⁻¹ (31 mM; 2,7 mM em toda a mistura de reação 275 µL) foi adicionado em Tris / HCl a pH 8,0). Em seguida, 25 µL de iodeto de acetilcolina (ATChI, Sigma A5751) 15 mM; A mistura de reação, 125 µL de 5',5-ditio-bis (2-nitrobenzoato) (DTNB, Sigma D8130) (3 mM) e 50 µL de Tris / HCl (50 mM, pH 8) contendo 0,1% (m/v) de albumina de soro bovino foram adicionados a cada poço. A absorbância foi medida a 405 nm a cada 1 min durante 8 vezes. Em seguida, 25 µL (0,226 U.mL⁻¹) de acetilcolinesterase (AChE) de *Electrophorus electricus* (*Electric eel*) (tipo VI-S) fornecido pela Sigma (C3389-500UN) em Tris/HCl foi adicionada a cada poço. A absorbância foi medida a 405 nm por 10 vezes (FRANK; GUPTA, 2005; ELLMAN et al., 1961).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ácidos graxos em Óleos e Gorduras de Frutos Amazônicos

As informações fornecidas pelos cromatogramas dos óleos e gorduras brutos de frutos amazônicos (Apêndice A) foram colocados na Tabela 1, desta forma é possível verificar os AGS e AGI presentes nas amostras.

Tabela 1 - Composição de ácidos graxos em óleos e gorduras de frutos amazônicos obtidos em Roraima

Ácidos Graxos (%)	TR min. ^a	Açaí	Buritirana	TR min. ^b	Ata brava	Bacaba verde	Buriti	Murici vermelho	Murici amarelo	Piaçava brava	Pupunha amarela	Pupunha Vermelha	Tucumanzinho
C10:0 (ácido cáprico)	-	-	-	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C12:0 (ácido láurico)	3,96	0,1	-	1,56	0,09	0,20	-	-	0,51	0,46	0,18	0,30	0,20
C14:0 (ácido mirístico)	5,89	0,2	0,1	2,86	0,13	0,19	0,15	0,49	0,50	1,31	0,21	0,31	0,15
C15:0 (pentadecylic acid)	-	-	-	3,74	-	-	-	-	-	-	0,13	0,36	-
C16:0 (ácido palmítico)	7,94	21,0	22,9	4,74	16,35	36,54	21,89	24,05	21,78	32,20	42,46	44,54	14,50
C16:1 (ácido palmitoleico)	8,30	0,4	0,6	4,90	0,55	0,46	0,00	5,26	1,07	4,43	7,95	3,18	0,29
C18:0 (ácido esteárico)	9,88	3,3	1,2	6,87	6,65	5,15	2,57	4,05	4,20	2,48	2,43	5,59	4,32
C18:1 (ácido oleico (ω -9))	10,19	64,9	69,4	7,07	42,65	44,93	67,64	30,63	38,13	53,35	38,42	27,29	74,05
C18:2 (ácido linoleico (ω -6))	10,73	5,4	1,8	7,56	29,63	3,34	2,03	31,81	29,66	1,52	4,89	10,74	2,55
C18:3 (ácido linolênico (ω -3))	11,50	0,6	1,4	8,20	0,65	0,58	1,28	0,54	0,32	1,66	0,65	2,69	0,77
C20:0 (ácido eicosanoico)	11,80	0,7	0,4	8,98	0,50	0,49	0,57	0,62	0,40	0,28	0,13	0,50	0,26
C22:0 (ácido behenico)	-	-	-	11,04	0,11	0,00	0,00	0,32	-	-	-	-	-
Σ Saturados (AGS)		25,3	24,6		17,18	37,42	25,18	29,53	23,19	34,25	43,11	46,01	15,11
Σ Insaturados (AGI)		71,3	73,2		73,48	48,73	70,95	68,24	69,18	61,44	51,91	43,90	77,66
Σ Monoinsaturados (AGMI)		65,3	70,0		43,20	45,39	67,64	35,89	39,20	57,78	46,37	30,47	74,34
Σ Poli-insaturados (AGPI)		6,0	3,2		30,28	3,34	3,31	32,35	29,98	3,66	5,54	13,43	3,32
Razão ω -6/ ω -3		9,0	1,29		45,58	3,34	1,59	58,91	92,69	0,91	7,52	3,99	3,31

TR min^a; TR min^b: Tempo de Retenção em minutos; TR min^a e ^b foram realizados em momentos diferentes. Ácidos Graxos Saturados (AGS): C10:0, C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C18:0, C20:0, C22:0. Ácidos Graxos Insaturados (AGI): C16:1, C18:1, C18:2, C18:3. Ácidos Graxos Monoinsaturados (AGMI): C16:1, C18:1. Ácidos Graxos Poliinsaturados (AGPI): C18:2, C18:3.

Os óleos e gorduras estudados podem ser comparados (Tabela 2) com os mesmos de sua espécie, em outros locais, com óleos comerciais e com peixes, quanto aos ácidos graxos saturados (ácido palmítico) e insaturados (ômega 3, 6 e 9). Apenas as espécies de ata brava, buritirana, piaçava brava e tucumzinho não foram comparadas, pois para os mesmos não foram encontradas tais informações.

Na concentração de ômega 3 presente no açaí, buriti, murici amarelo, as pupunhas amarela e vermelha (Tabela 2) comparado aos das mesmas espécies da Tabela 1, observou-se uma grande proximidade. A concentração de ômega 6 do açaí (Tabela) se apresenta distante do teor do mesmo ácido na mesma espécie em estudo, enquanto há proximidades no buriti, murici amarelo e as pupunhas amarela e vermelha desta tabela com o da Tabela 1. Quanto à concentração de ômega 9 do açaí, buriti, murici amarelo, as pupunhas amarela e vermelha (Tabela 2) comparado aos das mesmas espécies da Tabela 1, observa-se uma grande proximidade.

Tabela 2 - Comparação de concentração dos ômega 3, 6 e 9 e do ácido palmítico (ácido graxo saturado) em óleos e gorduras

Óleos e Gorduras	Ácidos Graxos (%)			
	C16:0	C18:1	C18:2	C18:3
Açaí ^{a-d}	20,4-25,56	52,7-63,9	10,3-12,0	<i>tr</i> -0,95
Buriti ^{e-g}	20,8-24,6	71,6-75,50	2,15-2,70	0,10-2,00
Murici Amarelo ^{h,i}	33,44	40,38-53,3	23,13-34,9	0,94
Pupunha Amarela ^h	54,87	36,97	2,34	0,77
Pupunha Vermelha ^h	58,15	24,82	8,55	2,56
Oliva extra virgem	-	71,4-84,5	4,1-10,7	0,3-1,0
Girassol ^{*j}	-	23,4-260	61,6-65,6	0
Milho ^{*j}	-	28,0-34,6	52,5-57,5	0,3-1,2
Soja ^{*j}	-	23,0-24,4	52,1-53,6	6,7-7,3
Tambaqui ^{**k}	16,16- 20,48	23,17- 26,84	10,81- 16,57	1,81-2,83

tr: traços; *na*: não apresentado; *: análise realizada por RMN ¹H; **Tambaqui é um peixe amazônico. ^aMenezes et al., 2016; ^bSilva; ^cRogez, 2013; ^dNascimento et al., 2008; ^eMedeiros et al., 2015; ^fSantos et. al., 2013; ^gRodrigues et al., 2010; ^hAndrade, 2007; ⁱRezende; Fraga, 2003; ^jGuillén; Ruiz, 2003; ^kMelo Filho; Oliveira; Santos, 2013.

As amostras que se encontram sólidas em temperatura ambiente (Tabela 1) são as que possuem maior concentração de saturados, como as pupunhas amarela (43,11%) e vermelha 46,01%. A bacaba verde tem a aparência intermediária, entre líquido e sólido e sua concentração de saturado é 37,42%. Já o murici amarelo tem concentração de saturados em 23,19%, mas sua aparência também é intermediária, certamente seja pela sua alta concentração de pectina, 746,81 mg em 100 g do fruto (MORZELLE et al., 2015), a qual é matéria prima para sucos e geleias.

A concentração de ômega 9 foi menor em algumas amostras, contudo a concentração do ácido palmítico se mostrou elevada em: pupunha de variedade amarela (ω -9: 38,42%; ácido palmítico: 42,46%) e de variedade vermelha (ω -9: 27,29%; ácido palmítico: 44,54%) e bacaba, fruto verde, (ω -9: 44,93; ácido palmítico: 36,54). Enquanto que os ω -6, ω -9 e ácido palmítico são elevados na ata brava e nos muricis amarelo e vermelho (Tabela 1).

O ômega 9 é majoritário cinco espécies de frutos amazônicos (Tabela 1): piaçava brava (53,35%), açaí (64,9%), buriti (67,64%), buritirana (69,4%) e o tucumanzinho (74,05%). Essas concentrações de ω 9 se assemelham às do azeite de oliva extra virgem (71,4-84,5%, Tabela 2) e superior às dos grãos girassol, milho, soja e do peixe amazônico tambaqui (GUILLÉN; RUIZ, 2003; MELO FILHO; OLIVEIRA; SANTOS, 2013).

Os benefícios do ácido oleico parecem estar sempre associados a outro ácido graxo, o linolênico, e aos polifenóis, como sinergismo, através da alimentação no consumo de azeite de oliva (ω -9), peixes (ω -3) e vinho tinto (ou azeitonas) (polifenóis). Mas, o destaque é maior para o ácido oleico, como: bioatividade sobre o câncer e sobre doenças autoimunes, reumáticas, como também apresenta propriedades antiinflamatória, antidiabética, redutora da arteriosclerose coronária, entre muitos outros (SALES-CAMPOS et al., 2013; Lou-BONAFONTE et al., 2012; CARRILLO; CAVIA; ALONSO-TORRE, 2012; PAUWELS, 2011; BERMUDEZ et al. 2011; VASSILIOU et al., 2009; SALES; OLIVIERO; SPINELLA, 2009; COLOMER; MENÉNDEZ, 2008; MENENDEZ; LUPU, 2006).

Já o ômega 6 é um ácido graxo poliinsaturado (AGPI) (SOLOMONS; FRYHLE, 2006). De acordo com Poli e Visioli (2015), em uma profunda revisão

da literatura, destacaram a principal importância do consumo do ácido linoleico, a redução de risco cardiovascular (CV). Segundo os autores, quanto maior o consumo de ω -6, menor são os riscos de doenças CV. E, vale destacar, que o ômega 6 não possui efeito sobre a inflamação. Outros benefícios deste ácido são apresentados por Knowles e Watkinson (2014), como: bioatividade sobre a dermatite e eczema, artrite reumatoide, a síndrome pré-menstrual e na prevenção de doenças cardíacas e acidente vascular cerebral.

Quanto ao ômega 3, Wu Q. et al. (2015) apresenta diversos benefícios à saúde humana, como: prevenção de doenças cardiovasculares (DEFILIPPIS; SPERLING, 2006), inflamações, condições para um bom desenvolvimento neurológico e função visual. Quanto à função visual, Wu et al. (2015) confirmam que a suplementação da dieta com o ômega 3 melhora a acuidade visual da criança em idade escolar com Quociente de Inteligência (QI) mais baixo e transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). Já Cooper et al. (2016) observaram um pequeno efeito sobre a labilidade emocional e o comportamento de oposição em indivíduos com TDAH.

Ainda quanto aos benefícios do ômega 3, Wu S. et al. (2015), através de uma revisão da literatura, concluíram que um alto consumo de peixe reduz cerca 36% do risco da doença de Alzheimer (DA) e pelo menos 100 g de peixe pode reduzir 11%, mas os autores alertam não haver ainda uma evidência inversa e sua associação à doença. Song et al. (2016) afirmam a bioatividade do ω -3 (ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosahexaenoico (DHA)) sobre as doenças psiquiátricas e neurodegenerativas.

Segundo Bos et al. (2016) o ácido α -linolênico, presente em óleos vegetais, pode metabolizar os ácidos EPA e DHA (presente em peixes), porém em pequenas quantidades, o que o tornaria ineficaz, assim o autor defende o consumo de peixes como o salmão, atum, cavala e sardinha. Porém, Yamagishi et al. (2016) analisaram o sangue de indivíduos japoneses e observaram uma forte relação inversa do ácido α -linolênico no sangue que foi inversamente proporcional a associação do ácido com a desativação da demência.

Mas, para Simopoulos (2006) consumir alimentos que tenham uma taxa baixa de ω -6/ ω -3 é de extrema importância na prevenção de doenças crônicas (KANG, 2005) e cardiovasculares (CANDELA; LÓPEZ; KOHEN, 2011), ou reduções da mortalidade por doenças do coração e do câncer de cólon em

pacientes que tenham a doença, diminuição do risco de cancer de mama e eliminação da inflamação em indivíduos com artrite reumatóide (SIMOPOULOS, 2006), além do supracitado, uma menor taxa ω -6/ ω -3 evita o excesso de peso e a obesidade (SIMOPOULOS, 2016). A FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2010) recomenda que a ingestão mínima de ω -6 em 2,5% e de ω -3 em 0,5% e o valor ideal total de AGPI (ω -6 e ω -3) varie entre 6 e 11%.

Os óleos e gorduras de frutos amazônicos piaçava brava (0,91%), buritirana (1,29%), buriti (1,59%), tucumanzinho (3,31%), bacaba (fruto verde) (3,34%), pupunha vermelha (3,99%) e açaí (9,0%) e possuem taxas reduzidas de ω -6/ ω -3.

α -Tocoferol em Óleos e Gorduras de Frutos Amazônicos

Além dos ácidos graxos em óleos brutos vegetais, podem ser encontradas as vitaminas lipossolúveis: A, D, E e K. Essas vitaminas são obtidas através da alimentação e têm essencial atividade sobre o organismo humano e sua deficiência ou insuficiência pode gerar graves problemas à saúde (GONÇALVES, ESTEVINHO, ROCHA, 2016; ZHAO et al., 2013; MANGIALASCHE et al., 2012; MANNA, KALITA, 2016; KLACK; CARVALHO, 2006).

A vitamina E (Vit. E) é composta por α -, β -, γ - e δ - tocoferóis e α -, β -, γ - e δ - tocotrienóis, os quais são obtidos através da alimentação, e ocorre naturalmente em óleos vegetais (Tabela 3), folhas verdes, laticínios, etc (CRAFT, 2016; MANGIALASCHE et al., 2012; COLOMBO, 2010). De acordo com Gutierres et al. (2012) o α -tocoferol é o mais bioativo dos grupos de tocoferóis e tocotrienóis.

Tabela 3 – Determinação de α -tocoferol em óleos e gorduras de frutos amazônicos

Frutos Amazônicos	Parte Utilizada	α-tocoferol Analisado (mg.L⁻¹)
Ata braba	Semente	644,27 (NE)
Açaí	Polpa	1.101,11
Bacaba (fruto verde)	Polpa	7,318
Buriti	Polpa	156,70
Buritirana	Polpa	166,34 (NE)
Murici Amarelo	Semente	7,2042
Murici Vermelho	Semente	179,52 (NE)
Piaçaba braba	Polpa	8,77 (NE)
Pupunha var. Amarela	Polpa	ND
Pupunha var. Vermelha	Polpa	ND (NE)
Tucumanzinho	Polpa	ND* (NE)

NE: não encontrada literatura; ND: não detectado; *: muito abaixo do limite de detecção para o método.

A quantidade de α -tocoferol no óleo da polpa de açaí varia de 67 a 97,55% (LUBRANO; ROBIN, 1997; DARNET et al., 2011). Quanto a presença do α -tocoferol na bacaba é de 97% (LUBRANO; ROBIN, 1997), no buriti é de 37,2% (DARNET et al., 2011), murici amarelo de 67,25% (SOUSA, 2013) e a pupunha amarela em 96% (LUBRANO; ROBIN, 1997).

Sabe-se que os α -tocoferóis são majoritários nos óleos amazônicos (Tabela 3 e no parágrafo anterior), exceto para o buriti (37,2%), pois o β - e o γ -tocoferóis são majoritários, 57% (DARNET et al., 2011). Ainda na Tabela 3 são apresentados resultados inéditos sobre o teor de α -tocoferol nos óleos das plantas: ata braba, bacaba (fruto verde), buritirana, murici vermelho e piaçaba braba. Tais resultados são satisfatórios, pois contribuirão com informações para uma melhor alimentação dos consumidores locais e pelos benefícios da vitamina E.

De acordo com Colombo (2010), a vitamina E apresenta diversos benefícios ao sistema cardiovascular e baixas concentrações de colesterol no sangue. Segundo Kaempf e Linderkamp (1998) e Craft (2016) a vitamina E

chega aos tecidos através do colesterol LDL, por sua forte afinidade receptora. Para Kaempf e Linderkamp (1998), Azzi et al. (2016) e Järvinen e Erkkilä (2016) uma das principais funções da vitamina E no organismo humano é sua capacidade antioxidante, pois protege as células dos radicais livres.

Para Azzi et al. (2016) relatam que com o uso da vitamina E natural poderiam prevenir ou até mesmo curar doenças, as supostamente geradas pelo estresse oxidativo, como cardiovascular, câncer, cataratas, neurodegenerativas e outras. De acordo com Morris et al. (2015), o α -tocoferol pode surtir efeito sobre a doença de Alzheimer e outros problemas cerebrais, quando houver a ingestão de pequenas doses da vitamina numa dieta alimentar diária e não na forma de suplementação. Tais efeitos são confirmados por Järvinen e Erkkilä (2016) e Mangialasche et al. (2012).

Atividade Anti-Acetilcolinesterase

A doença de Alzheimer e outros problemas cerebrais estão associados com a liberação da acetilcolina. A colina e acetil coenzima A produzem a acetilcolina, esta é então liberada na fenda sináptica e interage com seus receptores, nicotínicos ou muscarínicos. A acetilcolina degrada-se pela ação da acetilcolinesterase, cujos produtos da reação são a colina e o acetato (MUSTAFA; GAZI, 2014; WHITEHOUSE, 2014; SINGH et al., 2013).

Medicamentos, como o donepezil são utilizados em pessoas com a doença de Alzheimer. A função do medicamento é inibir a acetilcolinesterase, conseqüentemente há redução na degradação da acetilcolina e, desta maneira, as concentrações de transmissores na sinapse aumentam (MUSTAFA; GAZI, 2014; WHITEHOUSE, 2014; SINGH et al., 2013).

De acordo com Figueiró et al. (2010), há um número crescente de indivíduos com doenças neurodegenerativas, como no caso da doença de Alzheimer (DA), uma das principais doenças neurodegenerativas, pois seu crescimento é alarmante, pois segundo a Organização Mundial de Saúde, OMS, (WHO, 2012) em 2010 tivemos mais 35 milhões de pessoas no mundo com a doença, a estimativa é que em 2050, tenhamos no mundo mais de 115 milhões de pessoas com a doença de Alzheimer. Estima-se, ainda, cerca de 8 milhões de pessoas com DA a cada ano.

Segundo a OMS (WHO, 2012), as pessoas com DA, e também seus cuidadores, sofrem expressiva e progressivamente com o preconceito de algumas pessoas e com os diversos sintomas em três estágios: inicial, intermediário e tardio, sendo os principais: declínio cognitivo, disfunção da memória, linguagem, percepção, comportamento emocional ou personalidade afetados (SINGH et al., 2013). Assim, a OMS (WHO, 2012) aponta o custo por ano com saúde e assistência social dos afetados, mais de 600 bilhões de dólares por ano em todo o mundo.

Os sintomas supracitados estão associados com a perda colinérgica do cérebro, estresse oxidativo, e a atividade do glutamato excessivo (DYSKEN et al., 2014). Para a OMS (WHO, 2012), não se sabe uma forma de prevenção da DA e da perda da habilidade cognitiva, de modo que seu trato preventivo é inconclusivo e o que se sabe, apresenta base científica incipiente ainda. Sobre a redução dos riscos, estaria ligada à boa saúde cardiovascular, mais educação e maior quantidade de atividades físicas.

Deste modo, buscar por novos produtos que atendam à demanda mundial de pessoas com Alzheimer fez com que Trevisan e Macedo (2003) realizasse uma bioprospecção sobre a inibição do acetilcolinesterase com extratos brutos de 58 plantas brasileiras, onde 11 espécies se mostraram inibidores potentes e oito moderadas, as demais não apresentaram inibição do AChE. Essa análise de medida de potencial é determinada por Vinutha et al. (2007), cujo valores acima de 50% são inibidores potentes, entre 30 e 50% são moderados e abaixo de 30% são inibidores fracos sobre o AChE, para extratos brutos vegetais. Entende-se que os óleos e gorduras brutos de frutos são formas de extratos. Os resultados apresentados na Tabela 4 da bioprospecção de óleos e gorduras de frutos amazônicos inibidores de acetilcolinesterase são inéditos no Brasil e no mundo.

A maioria dos frutos na Tabela 4 são conhecidos, comestíveis e facilmente obtidos em mercado local, porém outros não são tão conhecidos, mas consumidos por algumas populações da região amazônica, como os frutos ata brava, buritirana, piaçaba brava e tucumanzinho.

Tabela 4 - Inibição do acetilcolinesterase de frutos amazônicos

Frutos Amazônicos		% de Inibição	Potencial
Ata braba ^P	Semente	79,55 ± 4,08	Potente
Açaí	Polpa	41,18± 2,09	Moderada
Bacaba (fruto verde)	Polpa	15,67 ± 3,54	Fraco
Buriti	Polpa	28,53 ± 1,68	Fraco
Buriritirana	Polpa	30,18± 1,35	Moderada
Murici Amarelo	Semente	36,30 ± 2,43	Moderada
Murici Vermelho	Semente	44,17± 4,20	Moderada
Piaçaba braba	Polpa	38,24 ± 3,58	Moderada
Pupunha var. Amarela	Polpa	64,27 ± 4,59	Potente
Pupunha var. Vermelha	Polpa	83,91 ± 4,54	Potente
Tucumanzinho	Polpa	44,22± 3,71	Moderada
Galantamina*		90,31	
Eserina		91,77	

^P: artigo publicado pelo autor em 2015: Santos et al. Fatty acid profile and bioactivity from *Annona hypoglauca* seeds oil. African Journal of Biotechnology, 14(30), 2377-2382, 2015. *Galantamina: Padrão clínico utilizado.

A bioprospecção em estudo sobre a inibição de óleos e gorduras brutas de frutos amazônicos sobre o acetilcolinesterase se mostrou, em sua maioria, moderada, seguida de potente e depois fraca inibição (Tabela 4). Apenas os óleos das polpas dos frutos da bacaba (fruto verde) (15,67%) e do buriti (28,53%) se mostraram fracos inibidores da enzima, o buriti ficou muito próximo de inibição moderada.

Os resultados por serem inéditos, não é possível compará-los com a literatura. Um estudo desenvolvido por Gironés-Vilaplana et al. (2012) foi o de verificar se misturas de suco de limão potencializariam a inibição do AChE e assim eram adicionadas à bebida de diferentes frutos, entre eles o açaí. De acordo com os autores apenas o suco de limão apresentou uma boa inibição, mas ao adicionar os frutos, apenas o açaí potencializou a inibição na mistura (suco de limão mais 5% de fruto de açaí).

Algumas plantas encontradas em Roraima têm mostrado um grande potencial inibitório sobre a enzima AChE, *in vitro*, como o óleo da polpa do inajá

(*Maximiliana maripa*), 63,76% de inibição da enzima (FERNÁNDEZ et al., 2016), óleo essencial das flores secas do cambará (*Lantana camara*), com inibição da enzima de 77,15% (SANTOS et al., 2015), frações de extratos do *Combretum laurifolium* com inibição de 46,3 a 65,2% (MONTERO et al., 2014).

Os potenciais de extratos de plantas amazônicas sobre o AChE ultrapassam os bons resultados dos testes *in vitro*. De acordo com Figueró et al. (2010), extratos da planta marapuama (*Ptychopetalum olacoides*), comum na região amazônica, apresentou efeito inibitório sobre o acetilcolinesterase *in vivo* por via oral. De acordo com os autores esta espécie já se mostrou, potencialmente, bioativa com efeito anti-amnésico, neuroprotetor, anticolinesterásico e antidrepressivo.

Mas além dos resultados benéficos do α -tocoferol supracitado, os ácidos graxos podem reduzir os lipídios no sangue e, conseqüentemente, os problemas cardiovasculares. Assim, os ácidos graxos presentes em óleos vegetais ou gorduras de peixe podem ter atividades anti-inflamatórias (CALDER, 2005; CALDER, 1998; ZHAO et al., 2005), contudo, também, pode atuar sobre a neuroinflamação, a qual leva às desordens cerebrais, como a doença de Alzheimer e doença de Parkinson, portanto há uma relação entre o uso de ácidos graxos presentes em óleos ou gorduras com o baixo risco de desenvolvimento destas doenças (BAZINET; LAYE, 2014). Gironés-Vilaplana et al. (2012) apontam que por mais que os efeitos de medicamentos utilizados em tratamentos de doenças neurológicas sejam eficazes, o uso diário de alimentos que proporcionem a inibição do AChE não trará efeitos secundários.

Muitos dos óleos apresentados na Tabela 4 são de consumo comum na região amazônica por populações tradicionais ou não tradicionais. Alguns dos óleos e gorduras (Tabela 4) assemelham-se ao percentual de ácidos graxos, bem como a presença do α -tocoferol do azeite de oliva virgem, como o analisado por Ballus et al. (2014): ácido palmítico (6-12%), ácido oleico (70-84%), ácido linoleico (3,2-11,7%), ácido α -linolénico (0,6-1,4%) e α -tocoferol (29-233 mg.kg⁻¹). Segundo Ballus et al. (2014) e Aiello (2015), o uso do azeite de oliva proporciona saúde aos seres humanos por apresentar ácidos graxos e antioxidante, como os compostos fenólicos e os tocoferóis, entre outros. Para Qosa et al. (2015), o uso precoce do azeite de extra virgem a longo prazo

apresentou efeito protetor contra a doença de Alzheimer e da angiopatia amiloide cerebral em ratos.

Substâncias presentes em alimentos podem atuar sobre espécies reativas ou estimular sistemas de defesa endógenos. Esse efeito protetor tem-se atribuído à presença de compostos com atividade antioxidante, tais como vitaminas, minerais, compostos fenólicos e carotenoides (ALMEIDA et al., 2011). O consumo frequente de frutas e vegetais tem-se associado a um menor risco de doenças em desenvolvimento, como acidente vascular cerebral, diabetes melito, artrite, Parkinson, Alzheimer e câncer (CROWE et al., 2011).

CONCLUSÃO

Os óleos e gorduras presentes em frutos que são consumidos na região amazônica e apresentam um perfil de ácidos graxos benéfico à saúde desses consumidores, possuem em sua composição, elevada concentração do monoinsaturado ômega 9, seguido de menores concentrações dos poli-insaturados ômegas 6 e 3.

Quanto a presença de α -tocoferol em óleos e gorduras dos frutos amazônicos, observou-se elevada concentração no óleo da polpa de açaí e das sementes de ata brava, sendo este último, um dado inédito na literatura. Outras amostras como a buritirana, murici vermelho e a piaçaba brava, apresentaram baixas concentrações de α -tocoferol, e, estas informações são inéditas para estes frutos. Já a pupunha de variedades amarela e vermelha e o tucumanzinho não foram identificadas presença de α -tocoferol.

A inibição do acetilcolinesterase por óleos e gorduras de frutos amazônicos se mostrou muito satisfatória, pois todas as amostras analisadas exibiram resultados positivos, os inibidores mais potentes foram: pupunha de variedades vermelha (83,91%) e amarela (64,27%) e a ata brava (79,55%). Houve também os frutos que apresentaram fraca e moderada inibição. Vale ressaltar o caráter inédito dessa bioprospecção, no Brasil e no mundo, quanto à atividade antiacetilcolinesterásica de óleos e gorduras de frutos amazônicos, seguida do perfil de ácidos graxos e de α -tocoferol.

REFERÊNCIAS

AIELLO, A.; GUCCIONE, G. D.; ACCARDI, G.; CARUSO, C. What olive oil for healthy ageing? **Maturitas**, v. 80, n. 2, p. 117-118, 2015.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.

BALLUS, C. A.; MEINHART, A. D.; SOUZA CAMPOS JR., F. A.; SILVA, L. F. O.; OLIVEIRA, A. F.; GODOY, H. T. A quantitative study on the phenolic compound, tocopherol and fattyacid contents of monovarietal virgin olive oils produced in the southeast region of Brazil. **Food Research International**, v. 62, p. 74-83, 2014.

BERMUDEZ, B.; LOPEZ, S.; ORTEGA, A.; VARELA, L. M.; PACHECO, Y. M.; ABIA, R.; MURIANA, F. J. G. Oleic Acid in Olive Oil: From a Metabolic Framework Toward a Clinical Perspective. **Current Pharmaceutical Design**, v. 17, n. 8, 831-843, 2011.

BOS, D. J.; VAN MONTFORT, S. J. T.; ORANJE, B.; DURSTON, S.; SMEETS, P. A. M. Effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids on human brain morphology and function: What is the evidence? **European Neuropsychopharmacology**, v. 26, n. 3, p. 546-561, 2016.

CANDELA, C. G.; LÓPEZ, L. M. B.; KOHEN, V. L. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. **Nutrición Hospitalaria**, v. 26, n. 2, p. 323-239, 2011.

CARRILLO, C.; CAVIA, M. DEL M.; ALONSO-TORRE, S. Role of oleic acid in immune system; mechanism of action; a review. **Nutrición Hospitalaria**, v. 27, n. 4, p. 978-990, 2012.

CASANOVA, V. B. L. **Desarrollo y Validación de Metodología para la Determinación Simultánea de Vitaminas Liposolubles (A, D y E) en Muestras Biológicas**. 2013. 68 p. Memoria (Ingeniero en Alimentos) - Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería en Alimentos, Universidad Austral de Chile, Valdivia: Chile, 2013.

COLOMER, R.; MENÉNDEZ, J. A. Mediterranean diet, olive oil and cancer. **Clinical and Translational Oncology**, v. 8, n. 1, p. 15-21, 2006.

COOPER, R. E.; TYE, C.; KUNTSI, J.; VASSOS, E.; ASHERSON, P. The effect of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on emotional dysregulation, oppositional behaviour and conduct problems in ADHD: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Affective Disorders**, v. 190, p. 474-482, 2016.

CROWE, F. L.; RODDAM, A. W.; KEY, T. J.; APPLEBY, P. N.; OVERVAD, K.; JAKOBSEN, M. U. *et al.* Fruit and vegetable intake and mortality from ischaemic heart disease: Results from the European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC)-heart study. **European Heart Journal**, v. 32, n. 10, p. 1235-1243, 2011.

DARNET, S.; SERRA, J. L.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. A high-performance liquid chromatography method to measure tocopherols in assai pulp (*Euterpe oleracea*). **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2107-2111, 2011.

DARNET, S. H.; SILVA, L. H. M.; RODRIGUES, A. M. C.; LINS, R. T. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 488-491, 2011.

DEFILIPPIS, A. P.; SPERLING, L. S. Understanding omega-3's. **American Heart Journal**, v. 151, n. 3, p. 564-570, 2006.

DYSKEN, M. W.; GUARINO, P. D.; VERTREES, J. E.; ASTHANA, S.; SANO, M.; LLORENTE, M.; PALLAKI, M.; LOVE, S.; SCHELLENBERG, G. D.; MCCARTEN, J. R.; MALPHURSI, J.; PRIETOI, S.; CHEN, P.; LORECK, D. J.; CARNEY, S.; TRAPP, G.; BAKSHIL, R. S.; MINTZER, J. E.; HEIDEBRINK, J. L.; VIDAL-CARDONA, A.; ARROYO, L. M.; CRUZ, A. R.; KOWALL, N. W.; CHOPRA, M. P.; THIELKE, S. C. S.; TURVEY, C. L.; WOODMAN, C.; MONNELL, K. A.; GORDON, K.; TOMASKA, J.; VATASSERY, G. Vitamin E and memantine in Alzheimer's disease: Clinical trial methods and baseline data. **Alzheimer's & Dementia**, v. 10, n. 1, p. 36-44, 2014.

ESCRIVÁ, A.; ESTEVE, M. J.; FARRE, R.; FRÍGOLA, A. Determination of liposoluble vitamins in cooked meals, milk and milk products by liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 947, n. 2, p. 313-318, 2002.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fats and fatty acids in human nutrition – Report of an expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper n. 91, 2008. Geneva: FAO, 2010. 180 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i1953e.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

FERNÁNDEZ, I. M.; MOZOMBITE, D. M. S.; SANTOS, R. C.; MELO FILHO, A. A.; RIBEIRO, P. R. E.; CHAGAS, E. A.; TAKAHASHI, J. A.; FERRAZ, V. P.; MELO, A. C. G. R.; MALDONADO, S. A. S. Oil in Inajá Pulp (*Maximiliana maripa*): Fatty Acid Profile and Anti-acetylcholinesterase Activity. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 8, n. 2, p. 80-83, 2016.

FIGUEIRÓ, M.; ILHA, J.; POCHMANN, D.; PORCIÚNCULA, L. O.; XAVIER, L. L.; ACHAVAL, M.; NUNES, D. S.; ELISABETSKY, E. Acetylcholinesterase inhibition in cognition-relevant brain areas of mice treated with a nootropic Amazonian herbal (Marapuama). **Phytomedicine**, v. 17, n. 12, p. 956-962, 2010.

GIMENO, E.; CASTELLOTE, A. I.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M.; DE LA TORRE, M. C.; LÓPEZ-SABATER, M. C. Rapid determination of vitamin E in vegetable oils by reversed-phase high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 881, p. 251–254, 2000.

GIRONÉS-VILAPLANA, A.; VALENTÃO, P.; MORENO, D. A.; FERRERES, F.; GARCÍA-VIGUERA, C.; ANDRADE, P. B. New beverages of lemon juice Enriched with the exotic berries maqui, açai, and blacktorn: bioactive components and in vitro biological properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 26, 6571-6580, 2012.

GUILLÉN, M. D.; RUIZ, A. Rapid simultaneous determination by proton NMR of unsaturation and composition of acyl groups in vegetable oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 105, n. 11, p. 688-696, 2003.

KANG, J. **Balance of Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acids Is Important for Health**. In: Simopoulos, A. P. (ed): Nutrition and Fitness: Mental Health, Aging, and the Implementation of a Healthy Diet and Physical Activity Lifestyle. 5th International Conference on Nutrition and Fitness, Athens, June 2004. World Rev Nutr Diet. Basel, Karger, v. 95, p. 93-102, 2005.

LOU-BONAFONTE, J. M.; FITÓ, M.; COVAS, M.-I.; FARRÀS, M.; OSADA, J. HDL-Related Mechanisms of Olive Oil Protection in Cardiovascular Disease. **Current Vascular Pharmacology**, v. 10, n. 4, 392-409, 2012.

LUBRANO, C.; ROBIN, J.-R. Étude des composés majeurs d'huiles de pulpe de fruits de six espèces de palmiers de Guyane. **Acta Botanica Gallica**, v. 144, n. 4, p. 497-499, 1997.

MEDEIROS, M. C.; AQUINO, J. S.; SOARES, J.; FIGUEIROA, E. B.; MESQUITA, H. M.; PESSOA, D. C.; STAMFORD, T. M. Buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) negatively impacts somatic growth and reflex maturation and increases retinol deposition in young rats. **International Journal of Developmental Neuroscience**, v. 6, p. 7-13, 2015.

MELO FILHO, A. A.; OLIVEIRA, H. H.; PANERO, F. S.; SANTOS, R. C. Análisis físico-químico del aceite de filete de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

cultivado en el Estado de Roraima, Brasil. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 4, n. 4, p. 263-272, 2012.

MENENDEZ, J. A.; LUPU, R. Mediterranean dietary traditions for the molecular treatment of human cancer: anti-oncogenic actions of the main olive oil's monounsaturated fatty acid oleic acid (18:1n-9). **Current Pharmaceutical Biotechnology**, v. 7, n. 6, p. 495-502, 2006.

MENEZES, E. M. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 2, p. 311-316, 2008.

MONTERO, I. F.; SILVA, F. S.; COSTA, H. N. R.; MELO FILHO, A. A.; SANTOS, R. C.; COSTA, G. V.; LIMA, C. A. C. Actividad Biológica de *Combretum laurifolium*. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 6, n. 4, p. 233-239, 2014.

MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização Química e Física de Frutos de Curriola, Gabiroba e Murici Provenientes do Cerrado Brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015.

NASCIMENTO, R. J. S.; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 498-502, 2008.

PAUWELS, E. K. J. The Protective Effect of the Mediterranean Diet: Focus on Cancer and Cardiovascular Risk. **Medical Principles and Practice**, v. 20, n. 2, p. 103-111, 2011.

QOSA, H.; MOHAMED, L. A.; BATARSEH, Y. S.; ALQAHTANI, S.; IBRAHIM, B.; LEVINE III, H.; KELLER, J. N.; KADDOUMI, A. Extra-virgin olive oil attenuates amyloid- β and tau pathologies in the brains of TgSwDI mice. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 26, n. 12, p. 1479-1490, 2015.

REZENDE, C. M.; FRAGA, S. R. G. Chemical and aroma determination of the pulp and seeds of murici (*Byrsonima crassifolia* L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 14, n. 3, p. 425-428, 2003.

RODRIGUES, A. M. C.; DARNETB, S.; SILVA, L. H. M. Fatty Acid Profiles and Tocopherol Contents of Buriti (*Mauritia flexuosa*), Patawa (*Oenocarpus bataua*), Tucuma (*Astrocaryum vulgare*), Mari (*Poraqueiba paraensis*) and Inaja (*Maximiliana maripa*) Fruits. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, n. 10, p. 2000-2004, 2010.

SALES, C.; OLIVIERO, F.; SPINELLA, P. The mediterranean diet model in inflammatory rheumatic diseases. **Reumatismo**, v. 61, n. 1, p. 10-14, 2009.

SALES-CAMPOS, H.; Souza, P. R.; Peghini, B. C.; Silva, J. S.; Cardoso, C. R. An Overview of the Modulatory Effects of Oleic Acid in Health and Disease. **Mini Reviews in Medicinal Chemistry**, v. 13, n. 2, p. 201-10, 2013.

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

SANTOS, R. C.; MELO FILHO, A. A.; CHAGAS, E. A.; TAKAHASHI, J. A.; FERRAZ, V. P.; FERNÁNDEZ, I. M.; RIBEIRO, P. R. E.; MELO, A. C. G. R.; HOLANDA, L. C. Chemical composition, antimicrobial and antiacetylcholinesterase activities of essential oil from *Lantana camara* (Verbenaceae) flowers. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 9, n. 35, p. 922- 928, 2015.

SIMOPOULOS, A. P. An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio Increases the Risk for Obesity. **Nutrients**, v. 8, n. 3, p. 1-17, 2016.

SIMOPOULOS, A. P. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 60, n. 9, p. 502–507, 2006.

SINGH, M.; KAUR, M.; KUKREJA, H.; CHUGH, R.; SILAKARI, O.; SINGH, D. Acetylcholinesterase inhibitors as Alzheimer therapy: From nerve toxins to neuroprotection. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 70, p. 165-188, 2013.

SONG, C.; SHIEH, C.-H.; WU, Y.-S.; KALUEFF, A.; GAIKWAD, S.; SU, K.-P. The role of omega-3 polyunsaturated fatty acids eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in the treatment of major depression and Alzheimer's disease: Acting separately or synergistically? **Progress in Lipid Research**, v. 62, p. 41-54, 2016

SOUSA, M. S. B. **Mecanismos de ação antioxidante de extratos de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth)**. 2013. 134 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, USP: São Paulo, 2013.

TREVISAN, M. T. S.; MACEDO, F. V. V. Seleção de plantas com atividade anticolinesterase para tratamento da doença de Alzheimer. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 301-304, 2003.

VASSILIOU, E. K.; GONZALEZ, A.; GARCIA, C.; TADROS, J. H.; CHAKRABORTY, G.; TONEY, J. H. Oleic acid and peanut oil high in oleic acid reverse the inhibitory effect of insulin production of the inflammatory cytokine TNF- α both *in vitro* and *in vivo* systems. **Lipids in Health and Disease**, v. 8, p.1-10, 2009.

YAMAGISHI, K.; IKEDA, A.; CHEI, C.-L.; NODA, H.; UMESAWA, M.; CU, R.; MURAKI, I.; OHIRA, T.; IMANO, H.; SANKAI, T.; OKADA, T.; TANIGAWA, T.; KITAMURA, A.;KIYAMA, M.; ISO, H. Serum α -linolenic and other ω -3 fatty acids,

and risk of disabling dementia: Community-based nested case–control study. **Clinical Nutrition**, p. 1-5, 2016.

WHITEHOUSE, P. J. Acetylcholine. Vol. 19-21; A. K. MUSTAFA, S. K. GAZI. Neurotransmitters; Overview, Vol. 3, 565-572. In: AMINOFF, M. J.; DAROF, R. B. Encyclopedia of the Neurological Sciences, 2nd Edition. Oxford: Elsevier, 2014. 4744 pp.

WHO, World Health Organization. Dementia: A Public Health Priority. WHO Press: Geneva, 2012. Disponível em: <http://www.who.int/mental_health/publications/dementia_report_2012/en/>.

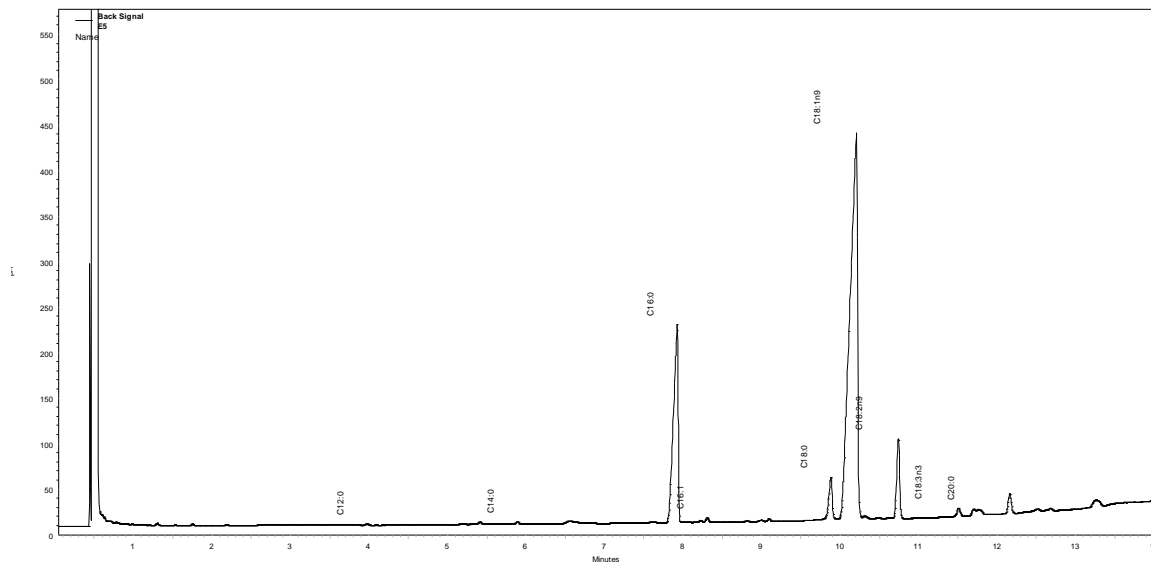
Acesso em: 6 abr. 2015.

WU, Q.; ZHOU, T.; MA, L.; YUAN, D.; PENG, Y. Protective effects of dietary supplementation with natural ω -3 polyunsaturated fatty acids on the visual acuity of school-age children with lower IQ or attention-deficit hyperactivity disorder. **Nutrition**, v. 31, n. 7-8, p. 935-940, 2015.

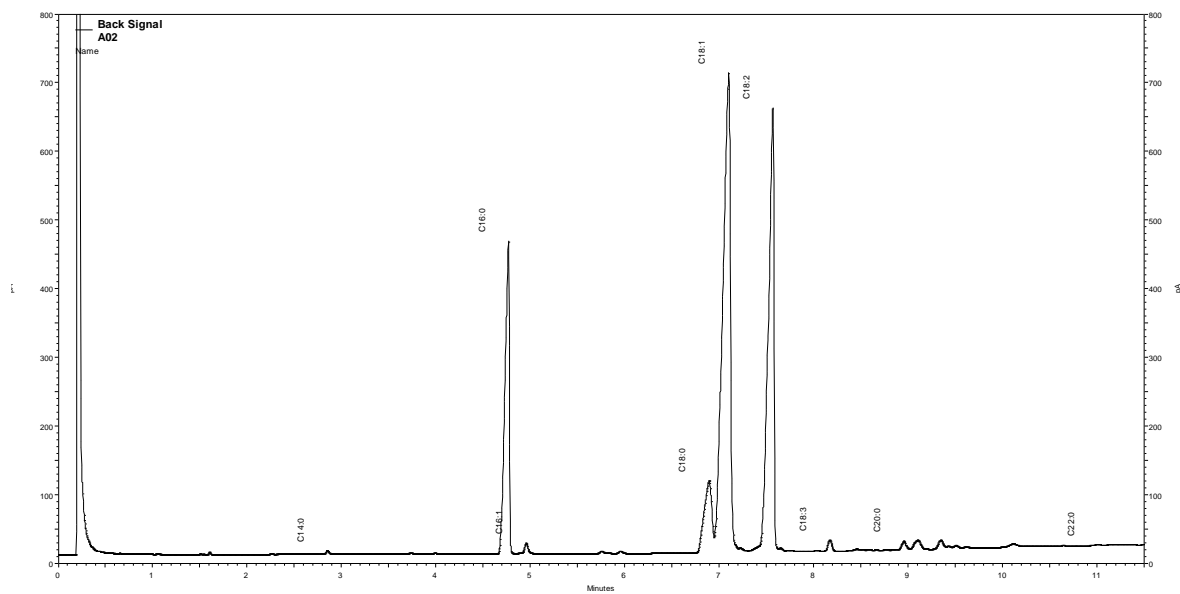
WU, S.; DING, Y.; W, F.; LI, R.; HOU, J.; MAO, P. Omega-3 fatty acids intake and risks of dementia and Alzheimer's disease: A meta-analysis. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 48, p. 1-9, 2015.

APÊNDICE A – Cromatogramas por GC-FID de óleos e gorduras brutas de frutos amazônicos

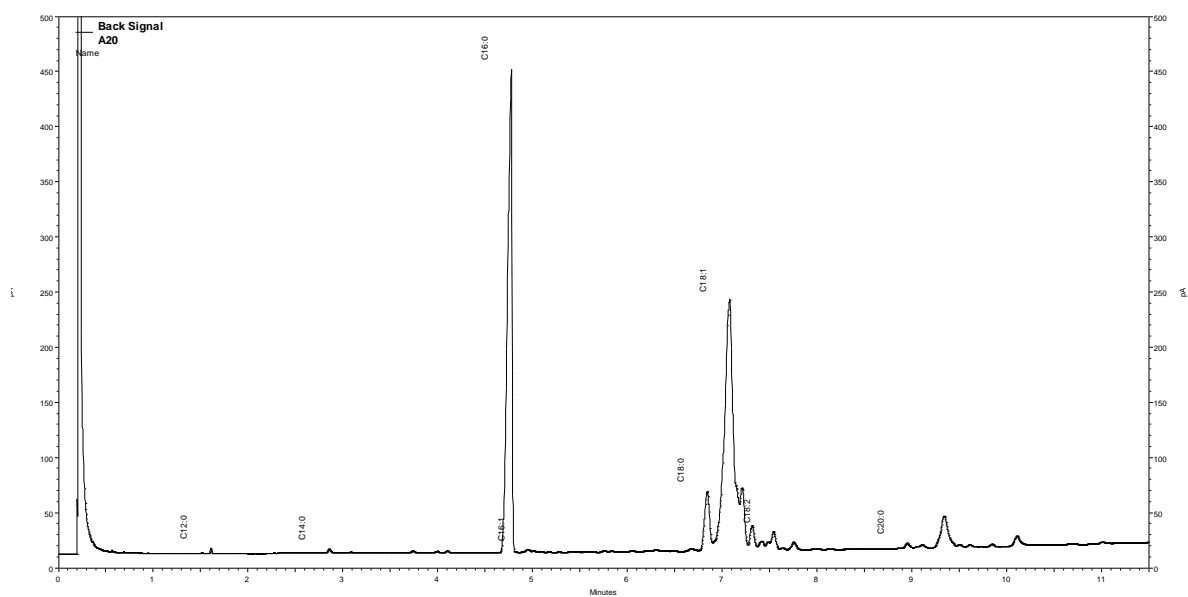
Açaí (*Euterpe oleracea*)



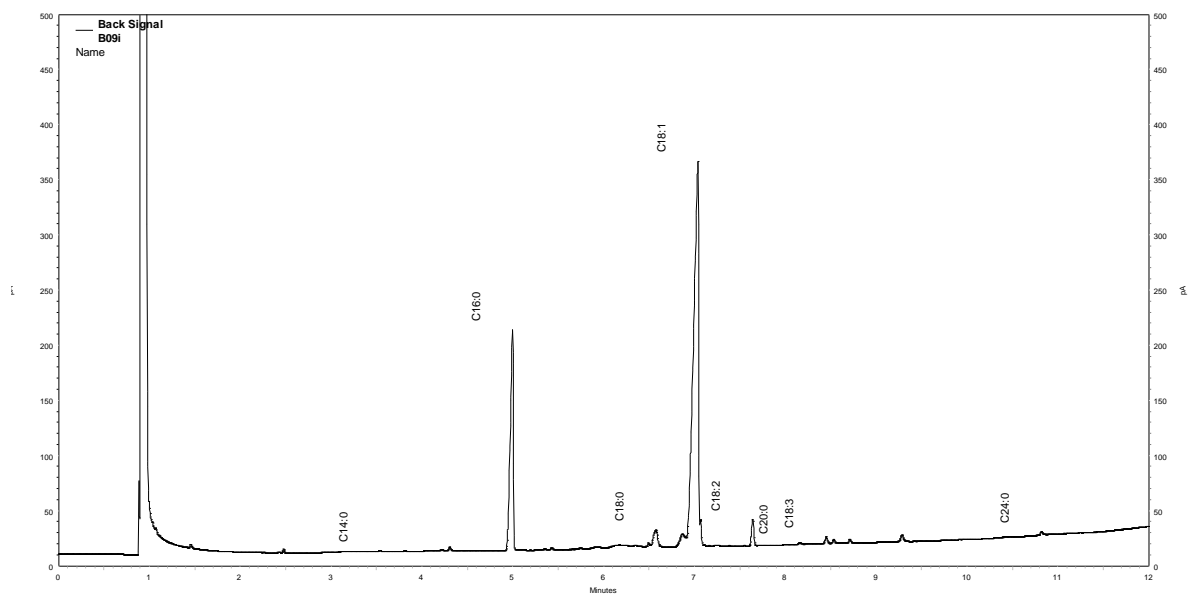
Ata brava (*Annona hypoglauca*)



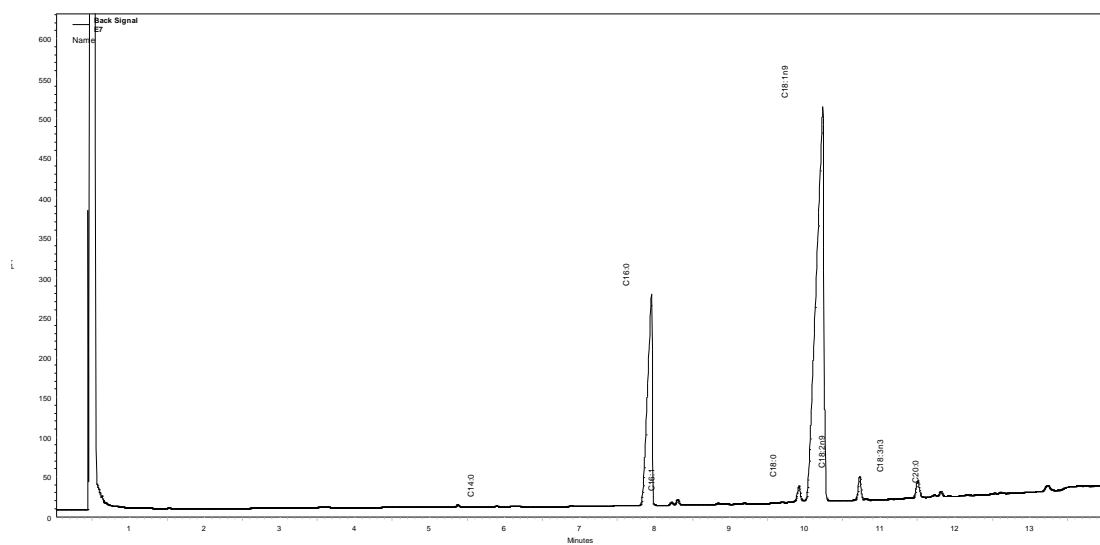
Bacaba, fruto verde (*Oenocarpus bacaba*)



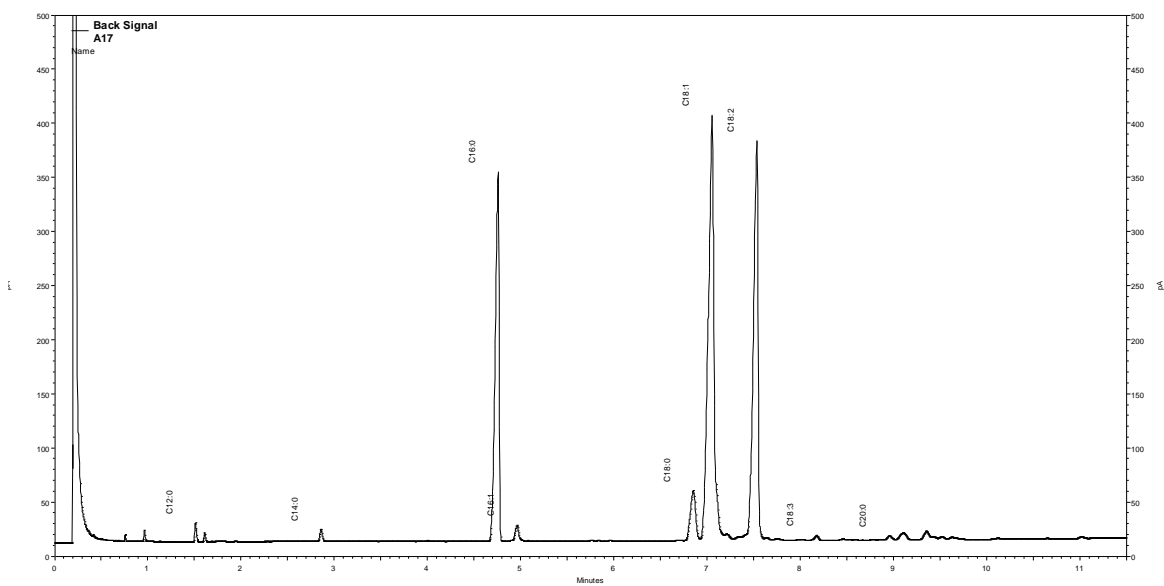
Buriti (*Mauritia flexuosa*)



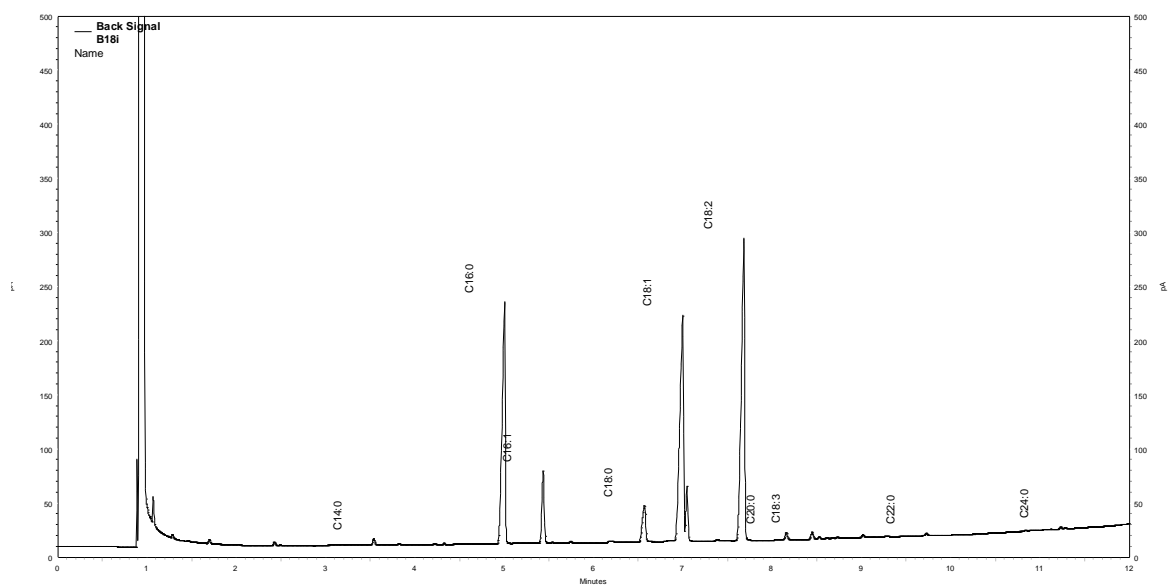
Buriritana (*Mauritia aculeata*)



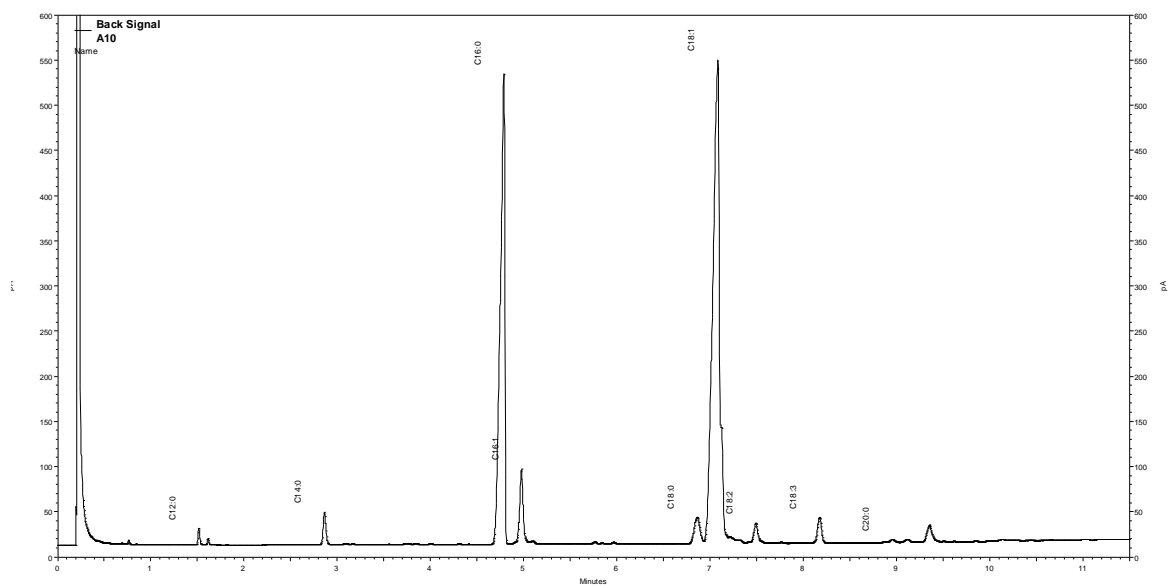
Murici amarelo (*Byrsonima crassifolia*)



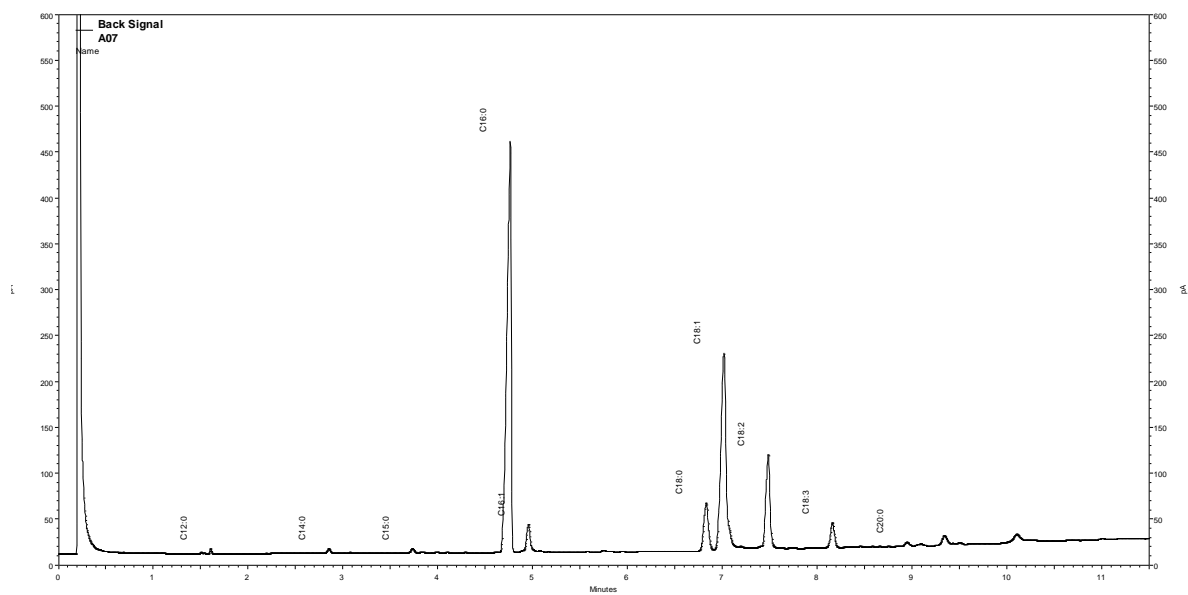
Murici vermelho (*Byrsonima coccolobifolia*)



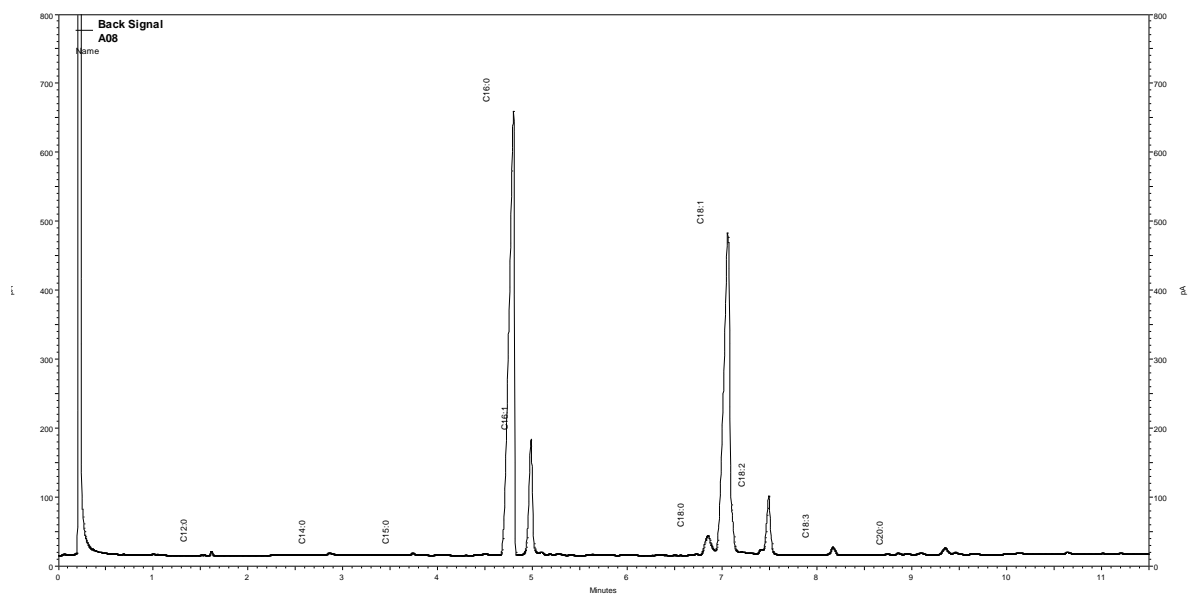
Piaçaba brava (*Barcella odora*)



Pupunha variedade Vermelha (Bactris gasipaes)



Pupunha variedade Amarela (Bactris gasipaes)



Tucumanzinho (*Astrocaryum acaule*)

