

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

RAQUEL BARBOSA DA SILVA

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E POTENCIAL DE USO DE FRUTOS DE
***Acrocomia intumescens* Drude (ARECACEAE)**

RECIFE

2018

RAQUEL BARBOSA DA SILVA

**COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E POTENCIAL DE USO DE FRUTOS DE
Acrocomia intumescens Drude (ARECACEAE)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Biologia Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Fernando
Morais de Oliveira

**RECIFE
2018**

Catálogo na Fonte:
Bibliotecário Bruno Márcio Gouveia, CRB-4/1788

Silva, Raquel Barbosa da

Composição nutricional e potencial de uso de frutos de *Acrocomia intumescens* Drude (Arecaceae) / Raquel Barbosa da Silva. – 2018.

77 f. : il.

Orientador: Antônio Fernando Moraes de Oliveira.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, 2018.

Inclui referências e apêndice.

1. Plantas Oleaginosas 2. Palmeira I. Oliveira, Antônio Fernando Moraes de (orientador) II. Título.

584.5

CDD (22.ed.)

UFPE/CB – 2018 - 103

RAQUEL BARBOSA DA SILVA

**COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E POTENCIAL DE USO DE FRUTOS DE
Acrocomia intumescens Drude (ARECACEAE)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Biologia Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Fernando
Morais de Oliveira

Aprovada em: 26/02/2018

Comissão examinadora:

Prof. Dr. Antonio Fernando Moraes de Oliveira (Orientador)/UFPE

Profa. Dra. Jarcilene Silva de Almeida Cortez/UFPE

Profa. Dra. Laise de Holanda Cavalcante Andrade – Titular interno/UFPE

Profa. Dra. Suzene Izídio da Silva/UFRPE

Profa. Dra. Mariana de Oliveira Barbosa/Secretaria de Educação – PE

A todos que me fizeram chegar até aqui!

Dedico

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por ter me dado a Vida, meu caminho a seguir e por que não dizer pelas provas, porque sem elas eu não teria me tornado a pessoa que sou hoje e não teria chegado até aqui sentindo o mesmo gosto de vitória.

À minha mãe, Norma, pelo amor incondicional nesses 33 anos de vida.

Ao meu orientador, Antonio Fernando Moraes de Oliveira, pela eterna paciência nesses 10 anos e pela oportunidade de todo aprendizado e experiência, tanto acadêmica quanto pessoal.

Aos amigos do Laboratório de Ecologia Aplicada e Fitoquímica (LEAF), pelos muitos momentos de conversa, cafés e descontração e principalmente pela ajuda sempre quando achava que não ia conseguir.

À Profa e prima Jailane Aquino, por ter aberto as portas da UFPB, por toda a ajuda nas análises e toda sua amizade e confiança.

Aproveitando... A todos os técnicos dos laboratórios que passei na UFPB, meu muito obrigado!

Aos meus estagiários Edvaldo Vieira (hoje Mestre em Nutrição), Rayza Santos (hoje mestranda em Ciências Biológicas) e Maêstra Oliveira que sempre foram de extrema importância para a conclusão desse trabalho e pela confiança de ser colaboradora na formação de vocês. Sem a dedicação de vocês teria sido bem mais difícil!

Aos meus mais que amigos, que dividiram os perrengues de campo comigo, Larissa Trigueiros e Rafael Farias... A vocês o meu muitíssimo obrigado... Pela amizade que cresceu ainda mais nesses quatro anos e por escreverem umas belas páginas no livro de casos de coleta e pelo ombro amigo de sempre!

Aos meus professores do curso, por colocar mais uma fileirinha de tijolos na minha formação, grata.

Aos professores membros da banca de qualificação pela enorme contribuição neste trabalho!

Ao meu Amor e companheiro, Diego dos Passos pela paciência e por ter tornado esse último ano mais leve e mais doce (liretamente). Obrigada por todo apoio desde a primeira conversa, desde aquele 1º de maio de 2016.

Aos meus padrinhos, Jairo e Marlene, por todo o crédito sempre depositado em mim e por todo apoio.

Aos meus amigos (olha o Ráaaaaa aí, gente!) que entenderam toda minha loucura, que torceram sempre por mim, que ouviram meus lamentos todas as vezes que achei que não ia conseguir e que me deram colo quando necessário, em especial Andreza Mendes, Cinthya Galvão, Juliana Vieira, Maêstra Oliveira (sim, essa está em todos os cantos) e Marlos Fonseca. Obrigada meus amores, e vocês sabem o quanto de amor tem nessas linhas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Enfim... A todos que de certa forma colaboraram para tornar mais esse sonho realidade, que por ventura esqueci-me de citar, muito obrigada.

Raquel Silva

“Nunca deixe alguém dizer que você não pode fazer alguma coisa. Se você tem um sonho, corra atrás dele. As pessoas não conseguem vencer e dizem que você também não vai vencer. Se quiser alguma coisa, corra atrás.”
(Steve Conrad – A procura da felicidade)

RESUMO

No Brasil muitas espécies vegetais são utilizadas na alimentação e em diversos setores industriais. Neste contexto encontramos espécies da família Arecaceae. Dentro da família, o gênero *Acrocomia* vem se destacando por apresentar espécies com grande potencial, como por exemplo, *Acrocomia intumescens* Drude, que, de acordo com estudos prévios, é uma espécie promissora para o mercado alimentício e tecnológico. O objetivo deste trabalho foi caracterizar física e quimicamente os frutos e o óleo de polpa e amêndoa de *Acrocomia intumescens* oriundos de nove populações localizadas em três municípios do estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. Para condução da pesquisa, metodologias usuais de composição centesimal, carotenoides totais, perfil de ácidos graxos e características físico-químicas do óleo foram utilizadas. As análises constataram que os frutos de *Acrocomia intumescens* é uma fonte rica de lipídios ($\cong$ 40% para polpa e 50% para amêndoa, respectivamente), proteínas ($\cong$ 8% e 19% para polpa e amêndoa, respectivamente) e carboidratos (com valores que variam entre $\cong$ 4 e 12% entre as populações), principalmente na sua amêndoa, com teores superiores aos alimentos convencionais. A polpa dos frutos de *Acrocomia intumescens* é rica em carotenoides ($\cong$ 200 μ g/g) e o óleo é rico em ácidos graxos benéficos a saúde, como o ácido oleico ($\cong$ 70%). Ainda sobre o óleo, este apresenta propriedades físico-químicas interessantes para diversos setores da indústria e dentro dos parâmetros determinados pela legislação vigente, porém por ser caracteristicamente insaturado é de fácil oxidação e necessita de estudos que melhorem sua estabilidade. Análises de similaridade mostraram que as populações estudadas podem ser agrupadas de acordo com o perfil de ácidos graxos, principalmente na amêndoa, cujo ácido láurico se mostra como marcador de população. Por fim, sendo *A. intumescens* uma espécie com uso alimentício tradicional e com propriedades nutricionais interessantes, uma maior divulgação da mesma se faz necessário, visto que esta pode auxiliar na complementação alimentar das comunidades do entorno onde ocorre. Além disso, o perfil de ácidos graxos e as propriedades físico-químicas dos seus óleos são excelentes para uso nas indústrias alimentícia, de sabões, cosmética e energética.

Palavras-chave: Macaíba. Oleaginosas. Palmeiras.

ABSTRACT

In Brazil, many species of the flora are used in food and in various industrial sectors. In this context we find species of the family Arecaceae. Within the family, the genus *Acrocomia* has been outstanding for presenting species with great potential, such as *Acrocomia intumescens* Drude, which, according to previous studies, is a promising species for the food and technology market. The objective of this work was to characterize physically and chemically the fruits and oil of pulp and almond of *Acrocomia intumescens* from nine populations located in three municipalities of the state of Pernambuco, northeastern Brazil. To conduct the research, usual methodologies of centesimal composition, total carotenoids, fatty acid profile and physicochemical characteristics of the oil were used. The results showed that *Acrocomia intumescens* is a rich source of lipids ($\cong 40\%$ for pulp and 50% for almond, respectively), proteins ($\cong 8\%$ and 19% for pulp and almond, respectively) and carbohydrates which vary between $\cong 4$ and 12% among populations), especially in their almond, with higher levels than conventional foods. The fruit pulp of *Acrocomia intumescens* is rich in carotenoids ($\cong 200\mu\text{g} / \text{g}$) and the oil is rich in health fatty acids, such as oleic acid ($\cong 70\%$). Still on the oil, this presents interesting physicochemical properties for several sectors of the industry and within the parameters determined by the current legislation, but being characteristically unsaturated is of easy oxidation and needs studies that improve its stability. Similarity analyzes showed that the studied populations can be grouped according to the profile of fatty acids, mainly in the almond, whose lauric acid is shown as population marker. Finally, *A. intumescens* being a species with traditional food use and with interesting nutritional properties, a greater diffusion of the same is necessary, since this one can help in the alimentary complementation of the communities of the surroundings where it occurs. In addition, the fatty acid profile and physicochemical properties of its oils are excellent for use in the food, soap, cosmetics and energy industries.

Key-words: Crops. Macaíba. Palms.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE; A) ASPECTO GERAL; B) INFLORESCÊNCIA; C) INFRUTESCÊNCIA	22
FIGURA 2 – MUNICÍPIOS DE COLETA DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE NO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL	37
FIGURA 3 – FRUTOS MADUROS (A E B), ENDOCARPOS (C) E AMÊNDOAS (D) DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE	41
FIGURA 4 – CORRELAÇÕES DE ÁCIDOS GRAXOS DE POLPA E AMÊNDOA DE DOIS COMPONENTES PRINCIPAIS (PC1 X PC2) DE ANÁLISE DE COMPONENTE PRINCIPAL (PCA) DE POPULAÇÕES DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE LOCALIZADAS EM TRÊS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL	60
FIGURA 5 – DENDOGRAMAS DE UPGMA BASEADOS NO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA POLPA (A) E AMÊNDOA (B) DE POPULAÇÕES DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE LOCALIZADAS EM TRÊS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL	61
FIGURA 6 – CROMATOGRAMAS DOS ÁCIDOS GRAXOS DE POLPA (A) E AMÊNDOA (B) DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE DE JABOATÃO DOS GUARARAPES	75
FIGURA 7 – CROMATOGRAMAS DOS ÁCIDOS GRAXOS DE POLPA (A) E AMÊNDOA (B) DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE DE IGARASSU	76
FIGURA 8 – CROMATOGRAMAS DOS ÁCIDOS GRAXOS DE POLPA (A) E AMÊNDOA (B) DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE DE TRIUNFO	77

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CHECK LIST DE ALGUMAS ESPÉCIES DE ARECACEAE ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS SEGUNDO A LITERATURA	26
TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS E FISIOGRÁFICAS DOS MUNICÍPIOS DE PERNAMBUCO ONDE FORAM COLETADOS OS FRUTOS DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE (ARECACEAE)	38
TABELA 3 – DIÂMETRO (CM) E PESO (G) DE FRUTOS, ENDOCARPOS E AMÊNDOAS DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE DE POPULAÇÕES LOCALIZADAS EM TRÊS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL	42
TABELA 4 – BIOMASSA DOS FRUTOS DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE (ARECACEAE) ORIUNDOS DE TRÊS MUNICÍPIOS LOCALIZADOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL	43
TABELA 5 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E ENERGIA DE POLPA E AMÊNDOA DOS FRUTOS DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE (ARECACEAE) DE TRÊS MUNICÍPIOS LOCALIZADOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL	45
TABELA 6 – CAROTENOIDES TOTAIS DE POLPA E AMÊNDOA DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE (ARECACEAE) DE TRÊS MUNICÍPIOS LOCALIZADOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL	48
TABELA 7 – TEOR DE ÓLEO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA POLPA E AMÊNDOA DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE (ARECACEAE) DE TRÊS MUNICÍPIOS LOCALIZADOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL	51
TABELA 8 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO ÓLEO DA POLPA E AMÊNDOA DE <i>ACROCOMIA INTUMESCENS</i> DRUDE (ARECACEAE) DE TRÊS MUNICÍPIOS LOCALIZADOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL	55
TABELA 9 – CARREGAMENTOS DA MATRIZ DE CORRELAÇÃO DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) BASEADOS NO PERFIL	

DE ÁCIDOS GRAXOS DE TRÊS POPULAÇÕES DE <i>ACROCOMIA</i> <i>INTUMESCENS</i> DRUDE (ARECACEAE) DE TRÊS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL	59
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO	16
1.1.1 Arecaceae: aspectos gerais	16
1.1.2 Arecaceae: aspectos econômicos	18
1.1.3 <i>Acrocomia intumescens</i> Drude	21
1.1.4 Espécies vegetais nativas: alimentação, nutrição e potencial econômico	23
1.1.5 Plantas alimentícias não convencionais	24
1.1.6 Química de alimentos de origem vegetal	27
1.1.6.1 Carboidratos	27
1.1.6.2 Lipídios	29
1.1.6.3 Óleos vegetais	31
1.1.6.4 Proteínas	33
1.1.7 Compostos bioativos em alimentos de origem vegetal	34
1.1.7.1 Carotenoides	34
1.2 OBJETIVOS	36
1.2.1 Objetivo geral	36
1.2.2 Objetivos específicos	36
1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
1.3.1 Coleta e processamento do material vegetal	37
1.3.2 Análises biométricas	38
1.3.3 Composição centesimal	38
1.3.4 Carotenoides totais	39
1.3.5 Perfil de ácidos graxos	39
1.3.6 Análises físico-químicas do óleo	40
1.3.7 Análises estatísticas	40
3 ANÁLISES DOS RESULTADOS	41
3.1 Análises biométricas	41
3.2 Composição centesimal	44
3.3 Carotenoides totais	48
3.4 Perfil de ácidos graxos	50
3.5 Análises físico-químicas do óleo	53

3.6 Análises de similaridade química entre as populações	58
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
REFERÊNCIAS	63
APÊNDICE A – CROMATOGRAMAS	75

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, ainda que seja o detentor da maior diversidade biológica do mundo, com cerca de 30% da diversidade de fauna e flora conhecidas, exhibe poucas espécies nativas exploradas economicamente. Espécies frutíferas brasileiras, por exemplo, são fontes potenciais de alimento (AVIDOS; FERREIRA, 2000; LAGO *et al.*, 2006) e ainda assim são subexploradas. Estudos vêm mostrando que muitas espécies não convencionais apresentam teores de nutrientes superiores aos de muitas plantas convencionais (KINUPP, 2007), porém, em sua maioria, não são conhecidas por parte dos consumidores (ERICE, 2011).

Dentre as espécies subexploradas, muitas pertencem à família Arecaceae, plantas conhecidas popularmente como palmeiras. Ainda que pouco exploradas no Brasil, as palmeiras são conhecidas pelos diversos produtos que podem gerar, sendo a família considerada como um dos recursos vegetais mais importantes para o homem (MIRANDA *et al.*, 2001).

Economicamente, algumas palmeiras apresentam potencial oleaginoso, sendo usadas na alimentação pelo seu valor nutritivo (CLEMENT *et al.*, 2005). Outras são fontes potenciais de carotenoides com atividade pró-vitâmica A (OLIVEIRA; ROCHA, 2008). As espécies de Arecaceae ocorrentes em Pernambuco são muito pouco estudadas sobre seu real aproveitamento (RUFINO *et al.*, 2008), seja do ponto de vista econômico ou seja do ponto de vista científico, visto que poucos estudos tratam da química, toxicidade e etnobotânica das espécies dessa família.

As Arecaceae compreendem 2.700 espécies, distribuídas em 240 gêneros. No Brasil, concentram-se 35 gêneros e 380 espécies e em Pernambuco tem-se o registro de 18 espécies, distribuídas em sete gêneros (MEDEIROS-COSTA, 2002; LORENZI *et al.*, 2010).

Na família, espécies do gênero *Acrocomia* destacam-se como oleaginosas promissoras para a produção de biodiesel e como alimentícia, como por exemplo, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. (COIMBRA; JORGE, 2011; FERRARI; AZEVEDO-FILHO, 2012). *Acrocomia sclerocarpa* Mart. é outra espécie do gênero que já imprimiu seu potencial econômico, assim como *Acrocomia totai* Mart., espécie muito utilizada por populações do Paraguai, ambas com potencial oleaginoso (MARKLEY, 1955; FORTES; BAUGH, 1999).

Acrocomia intumescens Drude, conhecida popularmente por macaíba, é uma palmeira ocorrente no Nordeste e endêmica do Brasil onde habita a Mata Atlântica e os Brejos de

Altitude nos estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco, Paraíba e Ceará (LORENZI et al., 2010; LEITMAN et al., 2015). Apresenta um intumescimento no terço médio do estipe e espinhos que cobrem desde a base até a coroa na juventude (SILVA, 2007; LORENZI et al., 2010).

A espécie tem grande uso por comunidades locais, mas ainda é pouco estudada. Em um dos poucos trabalhos, Pageù *et al.* (2015) avaliou a organização social e produtiva do extrativismo da espécie em uma comunidade do Ceará e observou que *A. intumescens* apresenta importância econômica, social e ecológica para a comunidade estudada. Outros trabalhos existentes mostram que a folha pode ser utilizada como ração animal e seu óleo como medicinal na forma de tônico, devido às atividades antiinflamatória e antioxidante (MOTOIKE *et al.*, 2013). Quanto à alimentação, outros estudos mostram a espécie como fonte potencial de lipídios, proteínas e carotenoides, além de ácidos graxos de interesse na indústria alimentícia, energética e cosmética (BORA; ROCHA, 2004; SILVA *et al.*, 2015). Ainda assim, seu uso atualmente é como ornamental, como demonstrado por Silva *et al.*, (2007), sendo a macaibeira a segunda espécie mais utilizada em parques da cidade do Recife.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

1.1.1 Arecaceae: aspectos gerais

Com vestígios que remontam 120 milhões de anos, as palmeiras figuram entre os grupos de plantas mais antigas do globo. É um dos grupos vegetais com características mais singulares, sendo facilmente reconhecidas (LORENZI *et al.*, 2010).

As Arecaceae são plantas predominantes na flora tropical (HENDERSON, 1995), entretanto no Oligoceno e Mioceno algumas espécies ocorriam em regiões Subtropicais, especialmente na Europa Ocidental, existindo ainda hoje espécies tolerantes ao frio (UHL; DRANSFIELD, 1987; LORENZI *et al.*, 2010). A maior diversidade de gêneros e espécies ocorre nas regiões tropicais da Ásia, Ilhas do Pacífico e Américas, com o continente africano apresentando uma pobreza de espécies (LORENZI *et al.*, 2004). As palmeiras se desenvolvem em diversos tipos de habitat, desde terras de mata firme, matas inundadas, cerrados, caatinga e ambientes degradados (MIRANDA *et al.*, 2001).

Arecaceae são plantas monocotiledôneas e pertencem a uma das maiores famílias botânicas do mundo, compreendendo 2.700 espécies, distribuídas em 240 gêneros (LORENZI

et al., 2010). Nas Américas há representantes de 67 gêneros e de aproximadamente 1.440 espécies (HENDERSON, 1995). No território brasileiro encontram-se 35 gêneros e 380 espécies (MEDEIROS-COSTA, 2002), que estão presentes em vários ecossistemas.

As regiões de Campos Rupestres de Minas Gerais, Goiás e Bahia possuem a maior diversidade de gêneros de palmeiras presentes no país, porém a maior concentração de indivíduos ocorre na chamada “zona dos cocais” que abrange desde o Norte e Nordeste até o Centro-Oeste. Esta zona se caracteriza pelos babaçuais, carnaubais e buritizais, e mais em direção ao Pantanal, os carandazais. No restante do território brasileiro, ocorrem diversos aglomerados de outras espécies em regiões localizadas, cada uma com sua palmeira específica. Pelo fato da família estar bem distribuída no território brasileiro, alguns grupos indígenas utilizaram o termo “Pindorama” para designar os territórios ocupados pela família (LORENZI *et al.*, 2010). Apesar da maioria das espécies nativas do Brasil não se enquadrarem em listas de extinção, seu uso sem um manejo adequado as torna vulneráveis (RUFINO *et al.*, 2008).

A família tem representatividade na flora, tanto no litoral quanto no interior de vários estados do Nordeste brasileiro, e algumas delas são praticamente restritas a essa região do país, como é o caso de *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (MEDEIROS-COSTA, 2002) e *Acrocomia intumescens* Drude. No estado de Pernambuco são citados sete gêneros e 18 espécies, das quais 16 possuem importância econômica. As espécies nativas do estado são encontradas nas regiões fisiográficas Litoral, Zona da Mata, Agreste e Sertão e ocorrem em ecossistemas que apresentam grande diversidade florística e ameaçados, como é o caso da Mata Atlântica, da Caatinga e dos Brejos de Altitude (MEDEIROS-COSTA, 2002).

O hábito da família é diversificado, sendo encontradas árvores, arbustos, sendo raros os casos das trepadeiras (JOLY, 2002). Apresentam morfologia característica e diversificada dentre as monocotiledôneas. O caule é do tipo estipe, simples ou ramificado na base, às vezes subterrâneo, apresentando no ápice o capitel; podem ser lisos ou revestidos pelas bases foliares, além de espinhos e tecido fibroso em algumas espécies. A altura dos indivíduos da família pode variar de meio até mais de 50 metros, conforme a espécie e o ambiente que ela se desenvolve (LORENZI *et al.*, 2010).

A folha consiste em bainha, pecíolo e lâmina, podendo ser simples, pinatipartida ou flabeliforme, apresentando na região central a raque. A filotaxia é alterna espiralada ou

dística, com as folhas agrupadas no ápice, formando o capitel; a venação pode ser palminérvea ou paralelinérvea (SOUZA; LORENZI, 2008; LORENZI *et al.*, 2010).

A inflorescência pode ser do tipo espiga, racemo ou panícula, ramificada ou não e se encontra envolvida por uma espata comumente lenhosa. As flores são pouco vistosas, por serem muito pequenas e sem coloração atraente. São unissexuadas, actinomorfas e diclamídeas heteroclamídeas; na família ocorrem nectários em algumas espécies (SOUZA; LORENZI, 2008; LORENZI *et al.*, 2010).

O fruto apresenta diversidade na forma, tamanho e cor, sendo ele do tipo drupa ou raramente uma baga, em geral com uma semente (SOUZA; LORENZI, 2008; LORENZI *et al.*, 2010). Consiste em três camadas: o epicarpo, parte externa, que forma a casca, lenhosa ou não; o mesocarpo, que forma a polpa, que pode ser fibrosa ou carnosa; e o endocarpo pode ser membranoso ou lenhoso e protege a semente em desenvolvimento (LORENZI *et al.*, 2010).

Os frutos das palmeiras em geral apresentam uma única semente, sendo a mesma dura e densa (LORENZI *et al.*, 2010), com endosperma oleaginoso (JOLY, 2002), no qual está inserido o embrião. As sementes não entram em período de dormência, pois perdem rapidamente a umidade, perdendo a viabilidade em curto espaço de tempo (LORENZI *et al.*, 2010). A propagação das espécies da família ocorre principalmente por meio de sementes, que apresentam uma germinação lenta, irregular e de baixa porcentagem (BROSCHAT, 1994).

As espécies de Arecaceae, em sua maioria, não apresentam atividade cianogênica. Porém podem apresentar alcaloides e protocianidinas. Os flavonoides presentes são derivados do kampferol, quercetina, tricina e luteolina. Saponinas e sapogeninas são pouco reportados para a família, assim como éteres metílicos de triterpenos (HEIN de BALSAC *et al.*, 1931; SHIMOKOMAKI *et al.*, 1975; HABORNE *et al.*, 1994; LUBRANO *et al.*, 1994; BROTONS *et al.*, 1995; GARCIA *et al.*, 1995; LUBRANO; ROBIN, 1997; LEWIS; ZONA, 2000).

1.1.2 Arecaceae: aspectos econômicos

As Arecaceae se destacam-se pelo grande número de espécies com importância econômica. São exploradas na produção de óleo, amido, ceras e fibras, porém outros usos estão a elas associados, como material para construção de barcos, pontes e casas (SANTELLI

et al., 2006) e no paisagismo, pela beleza de suas folhagens e seu porte (SOUZA; LORENZI, 2008; LORENZI *et al.*, 2010).

Numerosas espécies de palmeiras são utilizadas na alimentação como, por exemplo, *Cocos nucifera* L. (coqueiro), que pode ser consumido tanto *in natura* como processado e seus frutos imaturos (coco-verde) servem de bebida bastante apreciada ao longo do litoral brasileiro; do endosperma dos seus frutos maduros (coco-seco), obtém-se o leite, utilizado na culinária em várias partes do Brasil (SOUZA; LORENZI, 2008; LORENZI *et al.*, 2010).

O palmito também é bastante consumido, sendo *Euterpe edulis* Mart. (palmito-juçara), *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. (guariroba) e *Euterpe oleracea* Mart. (açai) as espécies mais utilizadas para a obtenção (LORENZI *et al.*, 2010). A espécie *Euterpe oleracea* é também explorada para produção de polpa, a partir dos frutos, popularmente conhecido como açai. Há ainda os frutos de *Elaeis guineensis* Jacq. (dendê), espécie africana e amplamente cultivada, e *Orbignya phalerata* Mart. (babaçu), que produzem óleo muito utilizado na culinária (JOLY, 2002; SOUZA; LORENZI, 2008).

Várias espécies são fornecedoras de alimentos, mas de forma extrativista, como *Attalea speciosa* Mart. ex. Spreng. (babaçu-do-maranhão), que é utilizada para a extração de óleo, *Bactris gasipaes* Kunth (pupunha), cujos frutos cozidos são muito apreciados e *Astrocaryum aculeatum* G. Mey. (tucumã), cujo mesocarpo é consumido de várias formas (LORENZI *et al.*, 2010).

Outro valor econômico das palmeiras vem do seu fornecimento de fibras, sendo *Attalea funifera* Mart. ex. Spreng. (piaçava) a espécie com maior produção. Outras espécies utilizadas em menor escala são *Leopoldinia piassaba* Wallace ex Archer (piaçava), na região do Alto Rio Negro (Amazonas) e *Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore (carnaúba), na região Nordeste, sendo esta última utilizada de forma extrativista (LORENZI *et al.*, 2010).

Um dos principais usos na alimentação das Arecaceae se deve ao seu potencial oleaginoso. Dentre elas destacam-se *Bactris gasipaes* e *Acrocomia aculeata* (macaúba), que fornecem grandes teores de óleo em seu mesocarpo (caracteristicamente rico em ácido oléico e/ou palmítico), amêndoa (geralmente rica em ácido láurico) ou ambos (CLEMENT *et al.*, 2005). Os frutos de *Elaeis guineensis* apresentam uma produtividade de 5 toneladas de óleo de mesocarpo por hectare, sendo um dos melhores exemplos de produtividade da família (HARTLEY, 1988). Como já brevemente citado acima, o óleo das sementes de Arecaceae é

geralmente rico em ácido láurico, um ácido graxo saturado (CLEMENT *et al.*, 2005), como por exemplo, o óleo de coco (*Cocos nucifera*), que apresenta uma produtividade de 0,5t de óleo por hectare (CHILD, 1974; CUENCA, 1994). Seguindo essa linha o gênero *Orbignya* é citado na literatura como representante que detém o maior número de espécies utilizadas para obtenção de óleo, e a espécie *Orbignya phalerata* é considerada aquela com óleo de maior teor de ácido láurico (RUFINO *et al.*, 2008).

Os frutos das Arecaceae também são considerados bastante nutritivos, apresentando em sua composição açúcares, proteínas e vitaminas em quantidades significativas (CLEMENT *et al.*, 2005). As espécies tropicais nativas do Brasil têm frutos especialmente ricos em carotenoides precursores de vitamina A (ALMEIDA *et al.*, 1998), como *Orbignya phalerata* e *Mauritia flexuosa* L. (buriti), esta última considerada uma das maiores fontes de carotenos, com altos teores de β -caroteno, apresentando 6.490 mg de retinol por 100 g de polpa (OLIVEIRA; ROCHA, 2008). Essa riqueza de carotenoides está evidente nas espécies, pois muitas apresentam frutos com coloração que varia do amarelo ao vermelho, cores geralmente associadas à presença de carotenoides, (SIMMONS, 1975; RODRIGUÉZ-AMAYA, 1985; GROSS, 1991). Carotenoides são convertidos em vitamina A após sua ingestão, porém também estão associados à diminuição de diversas doenças degenerativas e câncer sem haver conversão prévia em vitamina A, sendo esta a função antioxidante dos carotenoides (OLIVEIRA; ROCHA, 2008). Dentre as espécies de palmeiras com potencial antioxidante estão *Orbignya phalerata*, *Euterpe oleracea*, *E. edulis*, *Copernicia prunifera*, *Mauritia flexuosa* e *Syagrus oleracea* (RUFINO *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2005).

Segundo Rufino *et al.* (2008), no estado de Pernambuco, apesar da ocorrência de palmeiras potencialmente promissoras, como *Acrocomia intumescens* Drude (macaíba), *Attalea oleifera* Barbosa Rodrigues (pindoba), *Bactris ferruginea* Burret (coco-de-fuso), *Copernicia prunifera* (carnaúba), *Syagrus cearensis* Noblick (catolé) e *Syagrus x costae* Glassman (catolé) (MEDEIROS-COSTA, 2002), poucos são os estudos, restritos praticamente à taxonomia e distribuição geográfica. Apenas um estudo é dedicado à composição nutricional de seis espécies ocorrentes no estado, sendo três nativas (SILVA *et al.*, 2015) e outro dedicado a etnobotânica de duas espécies da família (RUFINO *et al.*, 2008).

1.1.3 *Acrocomia intumescens* Drude

Conhecida popularmente como macaíba, macaúba ou palmeira barriguda, *Acrocomia intumescens* é uma palmeira solitária que alcança 8 m de altura na maturidade (Figura 1). Seu caule apresenta intumescimento no terço médio e é revestido de espinhos nas plantas jovens e liso nas maduras, mas nunca apresenta bases foliares persistentes, como ocorre em *Acrocomia aculeata*. Apresenta um número médio de 25 folhas no capitel, sendo as mesmas decíduas, formando uma copa globosa, característica do nome do gênero; as pinas são dispostas regularmente ou são agrupadas ou crispadas, apresentando vários planos de inserção; apresenta bainha, pecíolo e raque portando espinhos. Suas inflorescências são interfoliares, com flores pistiladas nas bases dos ramos, formando tríades e flores estaminadas nos dois terços superiores dos mesmos, imersas em alvéolos. O fruto é do tipo drupa globosa a subglobosa, de epicarpo duro e lenhoso, com cobertura tomentosa (LORENZI *et al.*, 2004; LORENZI *et al.*, 2010).

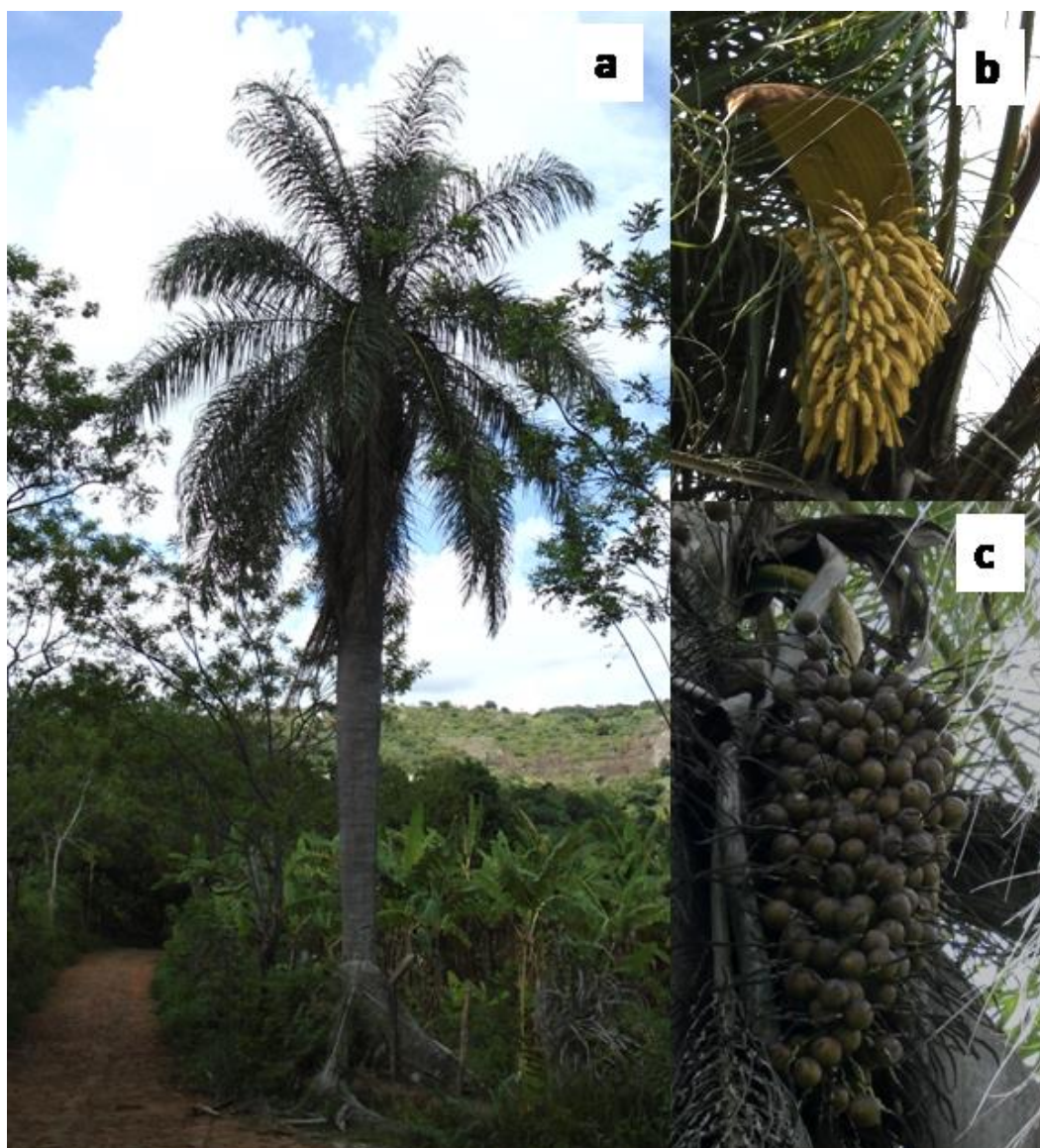
Quanto à polinização, foi observado que a mesma é feita por meio de besouros (cantarofilia) em indivíduos de florestas secundárias do estado de Pernambuco. A dispersão é feita por animais, porém, por apresentar sementes grandes e se encontrar bem urbanizada, pode ser realizada por seres humanos ou animais domésticos (KIMMEL *et al.*, 2010).

Algumas características de *A. intumescens*, como por exemplo, o estipe intumescido, folhas decíduas no ponto de inserção da bainha e não acima desta (ocorrente em *A. aculeata*), juntamente com sua área de ocorrência bem delimitada, sugere que *A. intumescens* é uma espécie distinta, ao contrário do que afirmam alguns estudos e autores, que por vezes a colocam como sinônimo de *A. aculeata* (LORENZI *et al.*, 2010). *Acrocomia intumescens* habita a Mata Atlântica e mata de brejos de altitude do Nordeste, ocorrendo ao longo do sul de Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Bahia (LORENZI *et al.*, 2004; LORENZI *et al.*, 2010).

A espécie tem grande uso por comunidades locais, mas ainda é pouco estudada, apesar do mesocarpo dos frutos de *A. intumescens* ser comestível. Em um dos poucos trabalhos, Pageù *et al.* (2015) avaliou a organização social e produtiva do extrativismo da espécie em uma comunidade do Ceará e observou que *A. intumescens* apresenta importância econômica, social e ecológica para a comunidade estudada. Outros trabalhos existentes mostram que a folha pode ser utilizada como ração animal e seu óleo como medicinal na forma de tônico, devido às atividades antiinflamatória e antioxidante (MOTOIKE *et al.*, 2013). Quanto à

alimentação, outros estudos mostram a espécie como fonte potencial de lipídios, proteínas e carotenoides, além de ácidos graxos de interesse na indústria alimentícia, energética e cosmética (BORA; ROCHA, 2004; SILVA *et al.*, 2015). Ainda assim, seu uso atualmente é como ornamental, como demonstrado por Silva *et al.*, (2007), sendo a macaibeira a segunda espécie mais utilizada em parques da cidade do Recife.

Figura 1 – *Acrocomia intumescens* Drude; a) Aspecto geral; b) Inflorescência; c) Infrutescência



Fonte: O autor (2016)

1.1.4 Espécies vegetais nativas do Brasil: alimentação, nutrição e potencial econômico.

O Brasil detém a maior diversidade biológica do mundo, possuindo cerca de 30% da diversidade conhecida (AVIDOS; FERREIRA, 2000). Inúmeras espécies são utilizadas na alimentação, encontrando-se o nosso país dentre os três maiores produtores mundiais. Por ano, cerca de 39 milhões de toneladas de frutas são destinadas ao mercado (LAGO *et al.*, 2006), porém a maioria das espécies mais consumidas são exóticas.

As espécies frutíferas nativas do Brasil se apresentam como boas fontes de proteínas, fibras, energia, vitaminas, cálcio, fósforo e ácidos graxos (SILVA *et al.*, 1994; SANO; ALMEIDA, 1998; MARIN, 2006) e o seu aproveitamento constitui fonte de alimentos e economia para o país (RAMOS *et al.*, 2008). Assim, o mercado de fruticultura no país tem grandes chances de expansão, já que o Brasil ainda tem muitas espécies nativas pouco exploradas economicamente, mas que já apresentam estudos para inserí-las no mercado nacional (LAGO *et al.*, 2006).

Frutos nativos do Brasil apresentam características peculiares como sabor único e elevados teores de nutrientes essenciais, assim como também são considerados fontes de compostos bioativos. Os frutos são consumidos *in natura* ou processados, demonstrando a boa aceitação da população. Por esse motivo, tem-se aumentado o interesse pelos diversos segmentos da sociedade em estudar e elevar estas espécies a categorias de outras já consagradas na economia (ALMEIDA, 1998; AVIDOS; FERREIRA, 2000; RAMOS *et al.*, 2008).

Conhecer a composição nutricional dos alimentos de origem vegetal consumidos no Brasil é de fundamental importância para uma boa educação nutricional, para o controle da qualidade dos alimentos e para avaliar a ingestão de nutrientes por indivíduos ou populações. Além de subsidiar programas epidemiológicos ligados à nutrição, esses dados auxiliam a agricultura e a indústria alimentícia na produção de novos produtos e promovem o apoio a programas de conservação da diversidade biológica. Por ser um país de dimensões continentais, um estudo regionalizado é fundamental para uma orientação nutricional baseada nas tradições, cultura e diversidade biológica existente em cada região e grupos humanos existentes (NEPA, 2011).

1.1.5 Plantas alimentícias não convencionais

Segundo o conceito modificado por Kinupp (2007), plantas alimentícias *senso lato*:

“[...] são aquelas que possuem uma ou mais partes (e ou derivados desta) que podem ser utilizados na alimentação humana, tais como: raízes tuberosas, tubérculos, bulbos, rizomas, cormos, ramos tenros, folhas, brotos, flores, frutos e sementes ou ainda látex, resina e goma, ou que são usadas para a obtenção de óleos e gorduras comestíveis.”

Plantas alimentícias não convencionais (PANCS) são aquelas que apresentam ocorrência espontânea ou silvestre, sendo muitas delas desconhecidas por grande parte da população ou negligenciadas pelos órgãos de pesquisa e do poder público (KINUPP, 2007; KINUPP; LORENZI, 2015). São espécies menosprezadas por grande parte da população, porém apresentam grande importância ecológica, econômica e alimentícia.

Para que se tenha um real aproveitamento do potencial da biodiversidade, alguns fatores são destacados: disponibilidade da matéria-prima, tecnologia de processamento e mercado. Havendo os dois primeiros é possível usufruir desse potencial. No nosso país, esse potencial encontra-se subutilizado, o que se deve ao padrão cultural, que privilegia espécies exóticas em detrimento das nativas (KINUPP; LORENZI, 2015).

A produção mundial de alimentos está acima da necessária para atender toda a população. Porém o desperdício e a má distribuição de alimentos ditos como convencionais e a não utilização ou subutilização de espécies vegetais nativas com potencial alimentício, aumentam o desequilíbrio do sistema, que agrava o problema da fome mundial. As PANCS que se encontram subutilizadas têm potencial para melhorar a fonte de renda familiar e pequenos mercados locais, além de restaurantes (KINUPP; LORENZI, 2015). Por ano, estima-se que são perdidos valores entre uma ou duas toneladas por hectare de recursos vegetais que poderiam ser empregados na alimentação (RAPOPORT *et al.*, 1997; DÍAZ-BETANCOURT *et al.*, 1999).

Além dessa problemática, o uso dessas PANCS por comunidades rurais ou de subúrbio vem sendo abandonado por vários motivos sócio-ecológicos, dentre eles a diminuição da transmissão oral do conhecimento sobre essas plantas. Por conta disso e por um fácil acesso a mídia, estes produtos vêm sendo tratados como obsoletos ou como símbolos de pobreza, se perdendo com o tempo (RAPOPORT *et al.*, 1998; RAPOPORT; LADIO, 1999). Outro motivo levantado por Grossman (1998) é a melhoria das condições de renda, fato que tem facilitado o acesso aos alimentos processados ou industrializados.

Para mudar esse conceito ou pré-conceito da população em relação às plantas alimentícias não convencionais, principalmente no que se refere a fatores culturais, a divulgação e a valoração desses recursos devem ser melhoradas a fim de que esses recursos vegetais possam contribuir para a soberania alimentar das populações. (DAM, 1984; NYOK *et al.*, 2001).

Dentre essas plantas tidas como não convencionais algumas espécies de palmeiras foram relatadas por alguns autores (Tabela 1), como por exemplo, *Astrocaryum aculeatum*, *Bactris gasipaes*, *Bactris setosa* Mart., *Butia capitata* (Mart.) Becc., *Euterpe edulis*, *Mauritia flexuosa*, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman e *Acrocomia aculeata* (KINUPP, 2007; KINUPP; LORENZI, 2015). Um estudo realizado por Silva *et al.* (2015) demonstrou que três espécies nativas e utilizada apenas por populações locais (*Syagrus coronata* Glassman, *S. cearensis* Noblick e *Acrocomia intumescens*) apresentam teores de proteínas, lipídios, carboidratos e carotenoides em quantidades satisfatórias, podendo contribuir para uma melhor alimentação das comunidades do entorno de ocorrência das mesmas. Além destas, o gênero *Acrocomia* apresenta espécies promissoras. A espécie *Acrocomia intumescens*, por exemplo, ocorre de forma ampla e espontânea no estado de Pernambuco e com uso popular bem estabelecido. Estudos preliminares feitos por Bora e Rocha (2004) e Silva *et al.* (2015), demonstraram seu valor nutricional, podendo a mesma ser incluída no processo de valorização das espécies nativas.

Tabela 1 – Check list de algumas espécies de Arecaceae alimentícias não convencionais segundo a literatura

Espécie	Nome popular	Forma de uso
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Macaúba, bocaiúva	<i>In natura</i> , geléias, mousses, doces, sorvetes e óleo
<i>Aiphanes aculeata</i> Willd.	Rabo-de-peixe, cariota-de-espinho	<i>In natura</i> , geléias, sucos e molhos
<i>Astrocaryum aculeatum</i> G. Mey.	Tucumã	<i>In natura</i> , como recheio (tapioca, sanduíches) e sorvete
<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Uricuri, bacuri	<i>In natura</i> , geléias, mousses e sorvetes
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	Babaçu	Óleo da amêndoa; amêndoas cruas ou torradas; “leite” da amêndoa; farinha do mesocarpo
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Pupunha	Mesocarpo cozido; farinha do mesocarpo; palmito
<i>Bactris setosa</i> Mart.	Tucum	Sucos, licores, amêndoa <i>in natura</i>
<i>Butia lallemantii</i> Deble & Marchiori	Butiazinho	<i>In natura</i> , geléias, doces, sucos, licores e sorvetes
<i>Butia odorata</i> (Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi	Butiá	<i>In natura</i> , geléias, sucos, infusões com aguardente, licores, doces e sorvetes
<i>Butia paraguayensis</i> (Barb. Rodr.) L.H. Bailey	Butiá-do-cerrado	<i>In natura</i> , geléias, sucos doces, mousses, licor e sorvete
<i>Butia purpuracens</i> Glassman	Palmeira-jataí	<i>In natura</i> , geléias, mousses, sucos, licores, sorvetes e doces
<i>Butia yatai</i> (Mart.) Becc.	Butiá-yataí, yataí	Geléias, doces e sorvetes
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Juçara, palmito-juçara	Palmito e polpa
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Açaí, açaí-do-Pará	Polpa, “vinho”, geléias, bombons, licores, sorvetes e picolés
<i>Mauritia flexuosa</i> L.	Buriti	Doces, sucos, geléias e sorvetes
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	Bacaba	Suco (“vinho-de-bacaba”)
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Patauá	Suco (“vinho-de-patauá”)
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	Catolé, guariroba	Palmito, polpa e amêndoas <i>in natura</i> , farinha da amêndoa, óleo, vitaminas, sorvetes e refrescos
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	<i>In natura</i> , geléias, mousses, refrescos, licores, doces

Fonte: Kinupp, 2007; Kinupp e Lorenzi, 2015

1.1.6 Química de alimentos de origem vegetal

1.1.6.1 Carboidratos

Os vegetais possuem em sua composição diferentes compostos químicos que se apresentam de forma variada entre as espécies, além da variação entre os órgãos de uma mesma planta. Observar a composição dos alimentos é importante para avaliar a sua contribuição nutricional para a dieta humana (DAMODORAN *et al.*, 2010).

Os alimentos vegetais fornecem energia para o organismo principalmente na forma de carboidratos. Outros vegetais são ricos em vitaminas, minerais e fibras, sendo poucos os que contribuem para o suprimento de proteínas na dieta (DAMODORAN *et al.*, 2010).

Os carboidratos representam um dos maiores grupos de substâncias orgânicas naturais, e, em adição às proteínas, formam a base constituinte de um organismo (BOBBIO e BOBBIO, 1992). São convertidos pela fotossíntese, a cada ano, 100 bilhões de toneladas de CO₂ e H₂O em celulose e outros carboidratos (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; NELSON; COX, 2011) e perfazem 90% de toda matéria orgânica seca em um vegetal. Por isso, são frequentes em alimentos, podendo ser tanto naturais como aditivados e são consumidos em grande quantidade (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

Os carboidratos constituem o grupo de nutrientes básicos com grande importância na alimentação desde longa data, mesmo os não-digeríveis, importantes para uma dieta equilibrada. É uma das principais fontes de economia e energia para o corpo humano (BOBBIO; BOBBIO, 1992), oferecendo 70-80% de toda a caloria necessária à dieta em todo o mundo (BeMILLER; HUBER, 2010). Além disso, são responsáveis por tornar os alimentos mais atrativos em se tratando de sabor e aspecto (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Como o próprio termo sugere, carboidratos são compostos formados por carbono e hidrogênio em composição elementar C_x(H₂O)_y, porém a maioria dos carboidratos é formada por oligômeros ou polímeros de açúcares simples (BeMILLER; HUBER, 2010). Uma definição de carboidratos sugere que são poli-hidroxiáldeídos, poli-hidroxiketonas, poli-hidroxiálcoois, poli-hidroxi-ácidos e seus derivados simples e os polímeros que são unidos por ligações do tipo hemiacetal (BOBBIO; BOBBIO, 1992) ou substâncias que por hidrólise liberam esses compostos (NELSON; COX, 2011).

Carboidratos podem ser classificados em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. Os monossacarídeos são aqueles que não podem ser hidrolisados a açúcares menores; como exemplo, temos a glicose e a frutose (BOBBIO; BOBBIO, 1992). São classificados quanto ao número de átomos de carbono, que podem variar de 3 a 9, e quanto ao tipo de grupo carbonila, em aldose e cetose. São chamados de açúcares simples, pois não podem ser divididos em carboidratos menores, sendo as unidades monoméricas para os carboidratos maiores (BeMILLER; HUBER, 2010). Neste grupo encontra-se a D-glicose, composto orgânico mais abundante, que pode ser encontrado na forma livre; além disso, é o único monossacarídeo encontrado nos polissacarídeos amido, celulose e glicogênio, do qual se constituem fontes (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

Oligossacarídeos são açúcares formados de 2 a 20 unidades de açúcar unidas por ligação glicosídica (BeMILLER; HUBER, 2010). São compostos importantes na determinação das estruturas dos polissacarídeos. Os mais importantes oligossacarídeos são os dissacarídeos, e dentre eles podemos destacar a maltose, a celobiose, a lactose e a sacarose, porém apenas os dois últimos são de ocorrência livre na natureza (BOBBIO; BOBBIO, 1992). A maioria dos dissacarídeos é formada por hidrólise de polissacarídeos, sendo assim poucos possuem ocorrência natural (BeMILLER; HUBER, 2010). Os dissacarídeos podem ser redutores, quando apenas uma hidroxila está envolvida na ligação glicosídica, ou não redutores, quando os dois grupos hemiacetais estão envolvidos na ligação. Dentre os oligossacarídeos, a rafinose é, depois da sacarose, o mais encontrado na natureza; é um trissacarídeo não redutor, conhecido também como galactosilasacarose, encontrado no melaço da cana-de-açúcar não refinado (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

Grande parte dos carboidratos que encontramos na natureza está na forma de polissacarídeos (NELSON; COX, 2011). Polissacarídeos são macromoléculas de ocorrência natural formada por um grande número de monossacarídeos ou seus derivados, que se unem por meio de ligações glicosídicas. São compostos de alto peso molecular que diferem dos oligossacarídeos de alto peso molecular pela presença de ramificações e pelo tamanho da molécula. Podem apresentar cadeia linear ou sofrer ramificações e raramente são cíclicos (BOBBIO; BOBBIO, 1992). Podem ser homoglicanos, quando todos os monômeros são do mesmo tipo, ou heteroglicanos, quando os monômeros são açúcares diferentes (BOBBIO; BOBBIO, 1992; BeMILLER; HUBER, 2010).

Por conta da sua conformação molecular, os polissacarídeos hidratam facilmente e são utilizados na indústria alimentícia para espessar e/ou geleificar soluções aquosas ou para modificar a textura de alguns alimentos líquidos ou semissólidos. O amido é o polissacarídeo vegetal de reserva e que mais se destaca na alimentação, pois apresenta características químicas e físicas e aspectos nutricionais interessantes. Ele fornece de 70 a 80% das calorias consumidas pela população em todo o mundo, está presente na preparação de vários produtos alimentícios, além de ser utilizado como ligante, geleificante, estabilizante, dentre outros (BeMILLER; HUBER, 2010). O amido é constituído de amilose (de cadeia linear) e amilopectina (de cadeia ramificada) e esta proporção entre os dois polissacarídeos influencia na viscosidade e na capacidade gelificante do amido (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

Apesar de não digerível pelo trato digestivo humano e não contribuir com nutrientes e calorias, a celulose também é importante na alimentação, pois serve como fibra dietética. Sua não digestibilidade consiste na sua conformação, já que é um homopolímero linear, insolúvel e de alto peso molecular. Outros polissacarídeos utilizados na alimentação são as gomas, carragenanas, agar, pectinas e os alginatos, atuando como espessantes e geleificantes (BeMILLER; HUBER, 2010).

1.1.6.2 Lipídios

Os lipídios são importantes na manutenção da saúde, produzindo efeitos metabólicos e fisiológicos importantes (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2005). Também se constitui como uma das principais fontes de energia, fornecendo de 2 a 3 vezes mais calorias do que carboidratos e proteínas (BOBBIO; BOBBIO, 1992), fornecendo de 20 a 30% da ingestão diária de calorias recomendada (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2005). Além disso, melhoram a qualidade sensorial dos alimentos, são responsáveis pelo transporte das vitaminas lipossolúveis, além de serem fontes de ácidos graxos essenciais (CASTRO *et al.*, 2004; FUENTES *et al.*, 2010).

Lipídios são compostos com características químicas diversas que apresentam em comum a solubilidade em solventes orgânicos (McCLEMENTS; DECKER, 2010). Podem ser classificados em lipídios simples, quando por hidrólise total dão origem a ácidos graxos e alcoóis, sendo representados pelos óleos e gorduras e as ceras; lipídios compostos, quando além de ácidos graxos e alcoóis, apresentam outros compostos na molécula, sendo

representados por fosfolipídios, ceras e sulfolipídios; e os lipídios derivados, que são substâncias obtidas da hidrólise de lipídios simples e compostos, representados pelos ácidos graxos, alcoóis, hidrocarbonetos, vitaminas lipossolúveis, pigmentos e compostos nitrogenados (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

Os alimentos são formados por moléculas lipídicas, os óleos e as gorduras, que são ésteres de ácidos graxos de elevado peso molecular e glicerol, sendo denominados, portanto de glicerídios. Apresentam seu estado físico conforme a temperatura ambiente, sendo os óleos líquidos à temperatura ambiente e as gorduras, sólidas (BOBBIO; BOBBIO, 1992; McCLEMENTS; DECKER, 2010). Todos os óleos e gorduras utilizados na alimentação são misturas de triglicerídios e outras substâncias encontradas em quantidades variáveis; a diferença reside apenas quanto à natureza do ácido graxo que se encontra esterificado ao glicerol (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

Lipídios são formados por ácidos graxos, que por definição são ácidos monocarboxílicos alifáticos com cadeias hidrocarbonadas que variam de 4 a 36 átomos de carbono (BOBBIO; BOBBIO, 1992; NELSON; COX, 2011). Em sua maioria, apresentam ocorrência natural e um número par de átomos de carbono em sua constituição, já que durante o alongamento da cadeia são adicionados carbono aos pares (McCLEMENTS; DECKER, 2010; NELSON; COX, 2011); quando insaturados geralmente se encontram na configuração *cis* (BOBBIO; BOBBIO, 1992). Grande parte apresenta de 14 a 24 átomos de carbono (NELSON; COX, 2011; McCLEMENTS; DECKER, 2010), porém nas gorduras de plantas e animais terrestres há a prevalência de ácidos entre 16 e 18 átomos de carbono (BOBBIO; BOBBIO, 1992). Cadeias menores são geralmente encontradas em óleos de plantas tropicais e na gordura do leite (McCLEMENTS; DECKER, 2010).

Quase todos os ácidos graxos encontrados em vegetais e animais (>99%) encontram-se esterificados com o glicerol. Por apresentarem toxicidade, ácidos graxos livres não são comuns em tecidos vivos, por esta razão a grande maioria encontra-se esterificado, diminuindo assim a ação tóxica. Ácidos graxos assim esterificados podem ser mono-, di- ou triacilgliceróis, quanto a substituição da hidroxila do glicerol. Em alimentos, os mais comuns são os triacilgliceróis; mono- e diacilgliceróis são utilizados, em menor escala, como aditivos (McCLEMENTS; DECKER, 2010).

Os lipídios encontrados nos alimentos podem apresentar uma variedade de composição em ácidos graxos; em óleos vegetais, principalmente os de sementes, há o

predomínio de ácidos graxos insaturados, em especial o da série C18. Alguns, porém, podem conter uma quantidade significativa de ácidos graxos saturados, como por exemplo, a manteiga de cacau e alguns óleos de plantas tropicais. Óleos de palma e coco apresentam cadeia intermediária com ácidos graxos de C8:0 a C14:0 com o C12:0 como majoritário (McCLEMENTS; DECKER, 2010).

Na dieta, os lipídios estão geralmente associados negativamente à saúde, fato esse atribuído por sua alta densidade calórica de 9 kcal g⁻¹. Outra associação com a saúde deve-se ao fato da capacidade de modular os níveis de colesterol LDL do sangue, sendo os ácidos graxos saturados aumentando os níveis de LDL e os ácidos graxos insaturados diminuindo-os, levando, com isso, ao desenvolvimento de dietas estratégicas para a redução do LDL (McCLEMENTS; DECKER, 2010).

Outra categoria de ácidos graxos de relevância na saúde são os ácidos graxos *trans*. Sua importância reside no fato dos mesmos aumentarem os níveis do colesterol LDL e da diminuição do HDL. O comportamento dos ácidos graxos *trans* está ligado à sua configuração geométrica, que são idênticos aos ácidos graxos saturados (McCLEMENTS; DECKER, 2010).

Apesar de sua negatividade, alguns ácidos graxos são benéficos à saúde. Dentre eles, os da família ômega (ω), em especial o ômega-3 (ω -3), importante no metabolismo celular (McCLEMENTS; DECKER, 2010) e do ômega-9 (ω -9), que recentemente têm-se atribuído sua importância na redução de doenças coronarianas devido à redução do LDL sanguíneo (HUANG; SUMPIO, 2008; LIN; HUEY, 2009). Os fitoesteróis também apresentam importância na saúde, por reduzir o LDL em 8 a 15%, sendo os principais fitoesteróis encontrados nos alimentos o sistosterol, o campesterol e o estigmasterol. Por apresentarem baixa absorção pelo trato gastrointestinal, sua atividade se dá pelo fato que eles podem inibir a absorção do colesterol biliar e da dieta. Outros tipos de lipídios são encontrados nos alimentos de origem vegetal, como as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e os carotenoides (McCLEMENTS; DECKER, 2010).

1.1.6.3 Óleos vegetais

Os óleos vegetais apresentam de uma a quatro insaturações nas cadeias de seus ácidos graxos, sendo por isso líquidos à temperatura ambiente, diferindo das gorduras animais, que

por apresentarem predominância de ácidos graxos saturados, são geralmente sólidas à temperatura ambiente (MORETTO *et al.*, 2002). Apresentam também dois componentes: o glicerídeo e o não-glicerídeo. O componente glicerídeo corresponde aos ácidos graxos. Já os não-glicerídeos correspondem aos lipídios fosfatados, fitoesteróis, ceras, hidrocarbonetos incolores, carotenoides, tocoferóis, lactonas e metilcetonas (FARIA *et al.*, 2002). São classificados em acilgliceróis, ceras, fosfolipídios, esfingolipídios, glicolipídios, lipídios terpênicos (incluindo carotenoides e esteróis) (CONN; STUMPF, 2001).

Os óleos vegetais são compostos por triglicerídeos, que por sua vez são formados por glicerol e ácidos graxos, compostos monocarboxílicos alifáticos (IUPAC, 1997); geralmente apresentam número par de carbonos e cadeia reta que podem ser saturadas ou apresentar até seis insaturações (CONN; STUMPF, 2001). São classificados quanto ao número de átomos de carbono, podendo ser de cadeia curta (4 a 6 carbonos), média (8 a 12 carbonos), longa (14 a 18 carbonos) e muito longa (20 ou mais carbonos) (MATAIX, 2002; POMPEIA, 2002).

São classificados também de acordo com a presença ou não de insaturações em saturados (SFA) e insaturados (IFA); os insaturados são ainda subclassificados em monoinsaturados (MUFA) e poliinsaturados (PUFA). Os monoinsaturados são conhecidos como chamados de ômega-9 (ω -9), tendo como representante principal o ácido oleico (C18:1) e os poliinsaturados são chamados ômega-3 (ω -3) (ácido α -linolênico, C18:3) e ômega-6 (ω -6) (ácido linoleico e araquidônico, C18:2 e C20:2) (MATAIX, 2002). A família ômega-6 e 3 são os chamados ácidos graxos essenciais por não serem sintetizados pela espécie humana e também desempenharem papéis importantes na fisiologia (HORNSTRA, 2001), sendo sua carência responsável por deficiências de ordem dermatológica, visual e neurológica (POMPEIA, 2002).

Até a década de 60 a principal fonte de óleo para o consumo humano era a gordura animal. Com a expansão do cultivo da palma e da soja a oferta de óleo de origem vegetal foi aumentada (OSAKA; BATALHA, 2008). No mundo as principais oleaginosas que respondem por 77% do que é consumido são a palma, a soja e canola, sendo a palma a mais consumida, respondendo por 33% do total. Em segundo lugar vem a soja, respondendo por 28% do consumo e em seguida a canola com 16% (NUNES, 2013).

No Brasil, além do setor alimentício, a demanda da produção de óleo tem sua origem na intensificação das políticas públicas de aumento de sua matriz energética, incentivado pelo

governo através do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), criado em 2005 (NUNES, 2013).

No mundo a maior parte do biodiesel produzido vem do óleo de soja, através do metanol e catalisador alcalino (CANAKCI; VAN-GERPEN, 2001), porém todos os óleos fixos podem ser esterificados a biodiesel (FERRARI *et al.*, 2005). No Brasil existem muitas espécies utilizadas na produção de biodiesel, como amendoim, soja, algodão, dendê e mamona, e muitas outras com potencial promissor, destacando algumas palmeiras, o pinhão manso, o pinhão bravo, o milho e o gergelim (POMPELLI *et al.*, 2011).

Dentre as Arecaceae mais estudadas atualmente destacam-se espécies do gênero *Acrocomia*, como por exemplo, *A. aculeata*, cujos estudos a colocam como oleaginosa promissora (RAMOS, 2010). Outra espécie que vem sendo estudada para este fim é a *A. emensis* (BARROS *et al.*, 2013). Seguindo esse fluxo, *A. intumescens* se mostra mais uma espécie do gênero com potencial para a produção de biodiesel, já que se mostra como uma oleaginosa promissora, principalmente levando em consideração o histórico do gênero.

1.1.6.4 Proteínas

Componentes essenciais às células e necessárias a praticamente todas as funções fisiológicas, as proteínas são polímeros de alto peso molecular compostas por 20 aminoácidos unidos por meio das ligações peptídicas (BOBBIO; BOBBIO, 1992; DAMODORAN, 2010). São as macromoléculas mais abundantes nas células e em todas as partes destas (NELSON; COX, 2011). Elas podem ser categorizadas por meio da sua função biológica e praticamente todas podem ser utilizadas como proteínas alimentares (DAMODORAN, 2010).

Proteínas alimentares são definidas como aquelas que apresentam fácil digestão, são atóxicas, com potencial nutricional, com funcional utilização em processos alimentícios, disponíveis em abundância e cultiváveis por agricultura sustentável. As principais fontes de proteínas alimentares são leite, carne, ovos, cereais, leguminosas e oleaginosas (DAMODORAN, 2010).

A diferença de valor nutritivo das proteínas se dá por fatores como conteúdo de aminoácidos essenciais e digestibilidade, sendo a necessidade diária de proteína dependente do tipo e da composição dessas proteínas. Chamamos de proteínas de alta qualidade aquelas

que contêm todos os aminoácidos essenciais em teores maiores que os de referência da FAO/OMS/ONU e apresentam digestibilidade igual ou melhor que a do leite e da clara de ovo. Nesse comparativo, as proteínas de origem animal são de melhor qualidade que as de origem vegetal (DAMODORAN, 2010).

Proteínas dos cereais e leguminosas geralmente são deficientes em ao menos um aminoácido essencial. Alguns cereais são ricos em lisina e pobres em metionina, já algumas leguminosas são ricas em metionina e pobres em lisina. Essa deficiência pode ser melhorada misturando-a com uma proteína rica em aminoácidos essenciais. Por exemplo, uma dieta baseada em cereais e leguminosas que sejam adequadas nutricionalmente em outros aspectos, é adequada para a manutenção do organismo (DAMODORAN, 2010).

A digestibilidade da proteína também é importante para a sua qualidade, já que afeta a sua biodisponibilidade no organismo. Fatores como a conformação proteica, processamento e fatores antinutricionais afetam a digestibilidade das proteínas (DAMODORAN, 2010).

As proteínas exercem grande influência sobre os atributos sensoriais dos alimentos. O papel funcional de uma proteína nos alimentos inclui solubilidade, viscosidade, gelificação, elasticidade, emulsificação, formação de espuma, dentre outros. Essa funcionalidade está ligada às propriedades físico-químicas das mesmas, que geram influência no desempenho das proteínas nos sistemas alimentares (DAMODORAN, 2010).

1.1.7 Compostos bioativos em alimentos de origem vegetal

1.1.7.1 Carotenoides

Carotenoides são tetraterpenoides, lipossolúveis, de coloração que varia do vermelho ao amarelo (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). São classificados quimicamente em carotenos, compostos de hidrocarbonetos apenas, com variados graus de insaturações, e em xantofilas, quando apresentam ao menos uma molécula de oxigênio em sua estrutura (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2004a; AMBRÓSIO *et al.*, 2006). As xantofilas apresentam diversos derivados, que podem conter grupos hidroxilas, epóxi, aldeídos e ceto. Por apresentarem grande número de insaturações, os carotenoides são facilmente oxidados. Além disso, são sensíveis à luz, ao calor excessivo e à exposição a ácidos (AMBRÓSIO *et al.*, 2006; HO *et al.*, 2010).

Compreendem um conjunto de cerca de 600 compostos citados e caracterizados oriundos de bactérias, fungos, algas e plantas superiores (FONTANA *et al.*, 2000). Tecidos vegetais são fontes de carotenoides e apresentam uma diversidade dos mesmos. Fontes ricas de carotenoides são os vegetais que variam do vermelho ao amarelo, além de folhas verdes e algumas raízes. Algumas fontes notáveis são o tomate (licopeno), cenoura (α e β -carotenos), pimentas vermelhas (capsantina), abóboras (β -caroteno), milho (luteína e zeaxantina) e batata doce (β -caroteno) (HO *et al.*, 2010). Porém os maiores destaques são frutos de duas espécies de palmeiras: *Mauritia flexuosa* (buriti) e *Elaeis guineensis* (dendê); as duas espécies são as maiores fontes de carotenoides pró-vitâmnicos A encontradas no Brasil (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997). Outras palmeiras como *Astrocaryum aculeatum* (tucumã), *Acrocomia aculeata* (macaúba) e *Bactris gasipaes* (pupunha) também são fontes regionais de carotenoides (AMBRÓSIO *et al.*, 2006).

Nas células vegetais os carotenoides estão localizados nos cloroplastos e cromoplastos. Nos cloroplastos estão associados a proteínas e geralmente são mascarados pela clorofila. Sua função primordial nos vegetais é atuar como pigmento fotoprotetor e como estabilizador de membrana. São depositados de forma cristalina ou como gotículas de óleo nos cromoplastos (KURZ *et al.*, 2008).

Diversos fatores influenciam no teor de carotenoides nos frutos e vegetais, dentre eles, a variabilidade genética, o estágio de maturação do fruto, armazenamento pós-colheita, processamento e preparo (CAPECKA *et al.*, 2005; HO *et al.*, 2010). Outros fatores incluem o clima, pesticidas e adubos, além do tipo de solo (HO *et al.*, 2010).

Nos alimentos, os carotenoides são encontrados em soluções aquosas, na qual apresenta uma biodisponibilidade de 50% ou formando matrizes em conjunto com fibras, proteínas e polissacarídeos, no entanto, sua biodisponibilidade nesse caso se reduz a 10% (SHILS *et al.*, 2003). Nos óleos vegetais frequentemente são encontrados o β -caroteno (geralmente majoritário), α -caroteno, γ -caroteno, licopeno e fitoeno, além das xantofilas zeaxantina e luteína (FERRARI, 2001).

A função principal dos carotenoides na dieta é seu potencial de precursor de vitamina A. Os compostos com atividade pró-vitamina A correspondem a 50 de um total de cerca de 600 moléculas de carotenoides (RODRIGUEZ-AMAYA, 2002). O principal precursor de vitamina A é o β -caroteno (100% de conversão) (GROSS, 1991), fato este devido aos seus dois anéis de β -inona (HO *et al.*, 2010), com cadeia lateral poliênica com um mínimo de 11

carbonos (AMBRÓSIO *et al.*, 2006). Apenas poucos carotenoides apresentam atividade pró-vitamínica A, fato esse devido à relação da atividade a estrutura da molécula, que deve apresentar uma estrutura retinoide (anel de β -inona). O β -caroteno se destaca no grupo pelo seu maior percentual de conversão e por sua ampla distribuição na natureza (RODRIGUEZ-AMAYA, 2002). Ainda assim, outros carotenoides de ingestão comum, como o α -caroteno (53%), a β -criptoxantina (57%), γ -caroteno (42-50%) e β -zeacaroteno (20-40%) também são precursores importantes da vitamina A (GROSS, 1991).

Outra função dos carotenoides é atuar inibindo radicais livres. O sistema conjugado rico de elétrons é responsável por essa atividade (SILVA *et al.*, 2010). Para tanto, o número de insaturações tem papel importante, sendo a atividade máxima encontrada nas moléculas que apresentam nove ou mais ligações duplas conjugadas (RODRIGUEZ-AMAYA, 2002). Porém nem todo carotenoide é igualmente eficaz para este fim, sendo o licopeno amplamente reconhecido como eficaz na desativação do oxigênio singlete (HO *et al.*, 2010).

No Brasil, o Ministério da Saúde recomenda que a ingestão diária de vitamina A seja de 375-400 mg de retinol/dia para lactentes, 400-500 mg de retinol/dia para crianças e 600 mg de retinol/dia para adultos (BRASIL, 1998).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Determinar a composição química dos frutos e o potencial para produção de biodiesel do óleo de *Acrocomia intumescens* e identificar se há diferenças de produtividade em populações de *A. intumescens* no estado de Pernambuco.

1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar as características biométricas, a composição centesimal e o conteúdo de carotenoides totais de polpa e amêndoa de *Acrocomia intumescens* oriundas de três populações do estado de Pernambuco.

- Avaliar o teor de óleo, o perfil de ácidos graxos e os parâmetros físico-químicos do óleo de polpa e amêndoa de *Acrocomia intumescens* oriundas de três populações do estado de Pernambuco.

1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1.3.1 Coleta e processamento do material vegetal

Frutos maduros de *A. intumescens* foram coletados em três municípios do estado de Pernambuco: Jaboatão dos Guararapes, Igarassu e Triunfo. As duas primeiras estão localizadas na Região Metropolitana do Recife, capital do Estado, próximas ao litoral, enquanto que a última se localiza no Sertão do Pajeú, região semiárida do Estado (Figura 2). As condições fisiográficas das três localidades estão na Tabela 2. Em cada município foram selecionadas três populações e de cada população foram coletados 30 frutos de três indivíduos, totalizando 90 frutos por localidade estudada. Logo após coleta os frutos foram despulpados e polpa e endocarpos estocados à -20 °C.

Figura 2 – Municípios de coleta de *Acrocomia intumescens* Drude no estado de Pernambuco, Brasil



Fonte: Google, modificado (2017)

Tabela 2 – Características climáticas e fisiográficas dos municípios de Pernambuco onde foram coletados os frutos de *Acrocomia intumescens* Drude (Arecaceae)

Características climáticas e fisiográficas	Município		
	Jaboatão	Igarassu	Triunfo
Clima*	Tropical As'	Tropical As'	Tropical de altitude Cw'a
Precipitação anual (mm) †	1923,2	1359,6	925,9
Precipitação média anual (mm) †	29,2	60,8	9,0
Média da precipitação ^{a†}	85,1	66,7	3,0
Distância do mar (Km)*	0	0	402
Altitude (m)*	76	19	1004
Temperatura média (°C) †	27,1	25,5	23,6
Temperatura mínima (°C) †	23,5	21,6	17,5
Temperatura máxima (°C) †	31,3	29,3	30,0
Temperatura média ^{a†}	26,9	24,6	25,9

* Fonte: IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017)

† Fonte: INMET, Instituto Nacional de Meteorologia (2017)

^aMédia dos três meses anteriores a coleta

Fonte: O autor (2017)

1.3.2 Análises biométricas

Os dados biométricos foram obtidos por meio de paquímetro digital Zaas 10004-3344 150 mm para diâmetros equatorial e longitudinal dos frutos, endocarpos e sementes. A massa fresca do fruto, da casca, da polpa, do endocarpo (mais amêndoa) e da amêndoa foi obtida através de pesagens com balança analítica Tecnal Mark 210A. Também foi observado o número de sementes por endocarpo, além da porcentagem de polpa e rendimento de polpa.

1.3.3 Composição centesimal

O teor de óleo foi estimado de acordo com a diferença do peso seco da polpa e da amêndoa e peso do óleo após extração em Soxhlet durante 8 horas com *n*-hexano (AHMAD *et al.*, 1981). O teor de umidade foi avaliado por gravimetria em estufa a 105 °C (método 930.15, AOAC, 2000). Cinzas foram determinadas por gravimetria após incineração em forno mufla a 550 °C (método 930.03, AOAC, 2000). O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método Micro Kjeldahl (AOAC, 1984), sendo o fator de multiplicação de 6,25 para

proteína da polpa e 5,30 para amêndoa (JONES, 1941). Carboidratos totais na polpa e na amêndoa foram estimados pela diferença entre a somatória dos teores de umidade, cinzas, óleo e nitrogênio em relação a 100% (CREPALDI *et al.*, 2001).

1.3.4 Carotenoides totais

Para análise de carotenoides totais, um grama (1 g) de óleo da polpa e da amêndoa foi diluído em 100 mL de éter de petróleo e posteriormente teve sua absorbância mensurada em espectrofotômetro (Biospectro SP-22) a 450 nm. Após mensuração os carotenoides totais foram estimados através da fórmula (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004):

$$\text{Carotenoides totais } (\mu\text{g/g}) = \frac{A \times \text{volume (mL)} \times 10^4}{A_{1\text{ cm}}^{1\%} \times \text{peso amostra (g)}}$$

Onde: A = absorbância; volume = volume total do extrato; $A_{1\text{ cm}}^{1\%}$ = coeficiente de absorção do β -caroteno em éter de petróleo (2592).

O conteúdo de carotenoides totais foi expresso em equivalentes de β -caroteno ($\mu\text{g/g}$). A atividade equivalente de retinol foi calculada utilizando o fator de conversão de 1 μg de retinol para cada 12 μg de β -caroteno e foram expressos em $\mu\text{g RAE}/100 \text{ g}$ (IOM, 2001).

1.3.5 Perfil de ácidos graxos

Para a análise do perfil de ácidos graxos, os óleos (25 mg) foram submetidos a hidrólise através da adição de 1,5 mL de solução metanólica de KOH (0,5 M). As amostras foram agitadas em Vortex por 30 segundos e submetidas a banho-maria por 10 minutos. Após esse procedimento foram acrescentados 2,5 mL de tiofluoreto de boro (BF_3) em metanol (14%) e mantidas em banho-maria por 30 minutos. As amostras foram acrescentadas de 1,5 mL de solução aquosa de NaCl (1%) e 1 mL de *n*-heptano e centrifugados a 3.000 rpm por 5 minutos. O sobrenadante (ésteres metílicos) foi recolhido e estocado em tubos âmbar e analisado em cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massas (Shimadzu QP 5050).

Foi utilizada uma coluna capilar de sílica fundida DB-5, J & B (5% fenil, 95% metilsiloxano, 30 m x 0,25 mm I.D., 0,25 μm), tendo o forno aquecido a partir de 150°C (3 min) com temperatura aumentando 10 °C min^{-1} até 280°C (15 min). As temperaturas do

injetor e detector foram fixadas em 300 °C. Hélio foi usado como gás de arraste com um fluxo de 1 cm³. O espectrômetro de massas foi operado por impacto eletrônico a 70 eV. Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram identificados por comparação com padrões (SupelcoTM Fame Mix 47885-U, Bellefonte, Pennsylvania) e com espectros da biblioteca Wiley 275 (Wiley, New York). A quantificação dos ácidos graxos foi feita pela medida da área de cada pico equivalente.

1.3.6 Análises físico-químicas do óleo

O óleo obtido da polpa e amêndoa foi analisado quanto à viscosidade cinemática e densidade (ASTM, 2012), acidez e índice de refração (método no. 969.18, AOAC, 1990), índice de peróxido (método 965.33.12, AOAC, 2000), estabilidade oxidativa (método 12b-92, AOCS, 1997) e ácidos graxos livres (AKBAR *et al.*, 2009). O índice de saponificação (SN) e o valor de iodo (IV) foram calculados usando as equações 1 e 2, respectivamente (KALAYASIRI *et al.*, 1996) e o índice de cetano pela equação 3 (KRISNANGKURA, 1986).

$$\text{(Eq. 1) SN} = \frac{\sum (560 \times A_i)}{MW_i} \quad \text{(Eq. 2) IV} = \frac{\sum (254 \times D \times A_i)}{MW_i} \quad \text{(Eq. 3) CN} = 46.3 + \frac{5458}{SN} - 0.225 \times IV$$

Onde: A_i é a percentagem de ácidos graxos; MW_i é o peso molecular; D é o número de duplas ligações; SN, IV e CN representam o número de saponificação, o valor de iodo e o índice de cetano, respectivamente. Após a determinação da saponificação e dos valores de ácido, o valor de éster foi calculado a partir da diferença entre estes.

1.3.7 Análises estatísticas

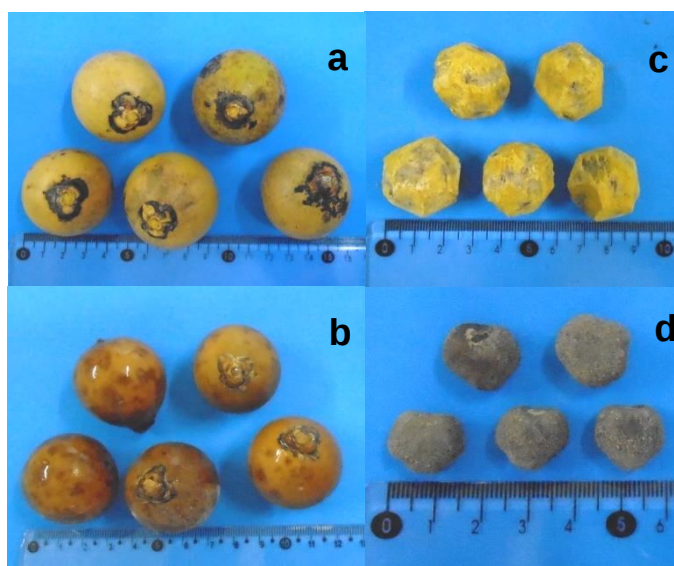
As características biométricas, a composição centesimal, o teor de carotenoides e o perfil de ácidos graxos foram analisados em. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e analisados com o Statistica 7.0 (Stasoft, Palo Alto, CA, USA), análise de componente principal pelo SPSS Ver. 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) e análise fenética (distância Euclidiana e UPGMA) pelo NTSYS software, Ver. 2.11X.

3 ANÁLISES DOS RESULTADOS

3.1 Análises biométricas

O fruto da macaíba é uma drupa globosa, de coloração amarela na maturidade. Apresenta epicarpo duro e seco e mesocarpo carnoso, por vezes fibroso, de coloração amarela quando maduro; o endocarpo é duro e espesso, de coloração marrom enegrecida e a semente é cordiforme, de tegumento marrom e coloração esbranquiçada (Figura 3).

Figura 3 – Frutos maduros (a e b), endocarpos (c) e amêndoas (d) de *Acrocomia intumescens* Drude



Fonte: O autor (2016)

Independente da área de coleta, os frutos inteiros, endocarpos e sementes de *A. intumescens* mostraram-se uniformes quanto ao comprimento (diâmetro equatorial e longitudinal). O peso médio dos frutos foi de 55,33, 42,08 e 39,23 g para as populações de Jaboatão dos Guararapes, Igarassu e Triunfo, respectivamente, havendo uma discreta diferença entre as populações, com as de Jaboatão dos Guararapes apresentando o maior peso médio. Quanto aos endocarpos, o peso médio também apresentou uma discreta diferença, com as populações de Jaboatão dos Guararapes e Igarassu apresentando pesos maiores (Tabela 3).

Tabela 3 – Diâmetro (cm) e peso (g) de frutos, endocarpos e amêndoas de *Acrocomia intumescens* Drude de populações localizadas em três municípios do estado de Pernambuco, Brasil

Parâmetros analisados	Municípios		
	Jaboatão	Igarassu	Triunfo
Fruto inteiro			
Diâmetro equatorial	4,67 ± 0,02a	4,18 ± 0,70a	4,16 ± 0,05a
Diâmetro longitudinal	4,71 ± 0,03a	4,34 ± 0,53a	4,31 ± 0,06a
Peso	55,33 ± 0,60a	42,08 ± 1,74b	39,23 ± 0,04b
Endocarpo			
Diâmetro equatorial	3,19 ± 0,00a	2,88 ± 0,43a	2,69 ± 0,03a
Diâmetro longitudinal	2,64 ± 0,04a	2,39 ± 0,35a	2,25 ± 0,02a
Peso	17,99 ± 0,51a	14,15 ± 5,43a	11,44 ± 0,46b
Amêndoa			
Diâmetro equatorial	1,77 ± 0,29a	1,09 ± 0,77a	1,88 ± 0,40a
Diâmetro longitudinal	1,16 ± 0,21a	1,60 ± 1,13a	1,70 ± 0,19a
Peso	1,99 ± 0,20a	1,52 ± 1,07a	2,13 ± 0,00a

Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Teste Tukey, nível de significância: 0,05. Os valores são médias de três repetições ($\pm$ DP).

Fonte: O autor (2017)

Quanto aos dados biométricos de biomassa, os frutos coletados em Jaboatão dos Guararapes apresentaram maior quantidade de massa fresca de polpa (23,36 g), seguido de Igarassu (16,76 g). As populações de Triunfo foram as que apresentaram a menor quantidade de massa fresca da polpa (13,91 g). Também foi de Jaboatão dos Guararapes o maior percentual e rendimento de polpa entre os municípios estudados, dando a estas populações um maior destaque para a obtenção e produção de polpa (Tabela 4).

Tabela 4 – Biomassa dos frutos de *Acrocomia intumescens* Drude (Arecaceae) oriundos de três municípios localizados no estado de Pernambuco, Brasil

Parâmetros	Municípios		
	Jaboatão	Igarassu	Triunfo
Massa fresca da casca (g)	11,31±0,08a	9,37±1,20a	8,96±0,03a
Massa fresca da polpa (g)	23,36±0,10a	16,76±0,56b	13,91±1,03c
Porcentagem de polpa (%)	42,21±0,05a	39,82±0,26a	35,45±0,04b
Rendimento de polpa (g/fruto)	26,03±0,91a	18,56±0,58b	18,83±0,06b
Número de sementes por endocarpo (unid.)	1,20±0,01a	1,20±0,03a	1,25±0,00a

Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente ($p < 0.05$). Teste Tukey, nível de significância: 0,05. Os valores são médias de três repetições ($\pm$ DP).

Fonte: O autor (2017)

Dados de análise biométrica são importantes, pois fornecem subsídios para avaliar a variabilidade genética de populações de uma dada espécie e como ela se comporta frente aos fatores ambientais, facilitando a escolha do local de plantio ou extração dos frutos de acordo com o local de maior produtividade, diminuindo os custos de produção e auxiliando no uso sustentável das espécies avaliadas (CARVALHO *et al.*, 2003; CHUBA *et al.*, 2008). Nesse sentido, Rivas e Balirani (2004) discorrem sobre a importância de dados biométricos de produtividade de polpa, pois permitem identificar populações com maior quantidade da mesma para a indústria, facilitando seu aproveitamento agroindustrial. Isso também serve para as características da semente que favorecem a sua seleção (CARVALHO *et al.*, 2003; CHUBA *et al.*, 2008), o que é útil para uma espécie pouco estudada como *A. intumescens*. No nosso estudo observamos que as populações de Jaboatão dos Guararapes são as mais interessantes quando a proposta de coleta for a polpa; já para a semente, as populações de todos os municípios apresentam igual produtividade, tanto em tamanho e peso, quanto de número de sementes por endocarpo.

Após as análises dos dados biométricos, foi observado que os frutos de *A. intumescens* não apresentam variabilidade fenotípica dos frutos entre as populações dos municípios. Uma grande variabilidade poderia causar um impacto maior na produtividade dos frutos, que poderia influenciar na característica dos óleos oriundos das populações, dentre outras características comerciais.

As três populações estudadas possuem características biométricas de diâmetro e peso superiores as encontradas por Vianna *et al.* (2017) para *A. intumescens*. Vale salientar que estes autores estudaram populações de *A. intumescens* localizadas em áreas de Floresta Atlântica (cidade do Recife), áreas estas muito próximas a Jaboatão dos Guararapes, o que não justificaria tanta discrepância dos dados. Ainda segundo estes, a biometria de frutos das espécies de *Acrocomia*, incluindo *A. intumescens*, revelou a existência de variação morfológica dentro e entre populações, o que não corrobora com nossos achados. As populações de *A. intumescens* oriundas de Pernambuco também apresentaram características biométricas dos frutos acima do referido para *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex. Mart. (SANJENEZ-ARGANDOÑA; CHUBA, 2011; CICONINI *et al.*, 2013; BRANDÃO *et al.*, 2014).

3.2 Composição centesimal

Os frutos de *A. intumescens* apresentaram teores consideráveis de lipídios e proteínas, com destaque para a amêndoa, com teores elevados para os dois parâmetros, nas populações estudadas (Tabela 5). A umidade da polpa variou entre 35,42% (Igarassu) a 40,97% (Triunfo).

Os percentuais de umidade das amêndoas não apresentam significância, com teores variando entre 14,24% (Triunfo) e 16,19% (Jaboatão dos Guararapes). Não houve diferença significativa em relação aos teores de cinza entre as populações dos municípios, porém a polpa apresentou conteúdo de minerais acima do da amêndoa, representando quase o dobro do conteúdo encontrado na semente. Quanto ao teor de óleo, *A. intumescens* pode ser considerada uma oleaginosa em potencial, visto que polpa e amêndoa apresentaram elevados teores de lipídios, nos três municípios. A polpa apresentou um menor conteúdo lipídico em relação à amêndoa, que chegou a 56,67% nas populações de Jaboatão dos Guararapes. O menor conteúdo de óleo foi observado na polpa dos frutos oriundos de Triunfo, do qual foi obtido 31,88%. Os frutos apresentaram teores elevados de proteínas, variando pouco entre as populações, com exceção da polpa de Triunfo que apresentou menos da metade do conteúdo protéico (3,61%) observado nas demais populações (8,64% e 8,10% para Jaboatão dos Guararapes e Igarassu, respectivamente). Houve uma pequena variação no percentual de proteínas da amêndoa, com Jaboatão dos Guararapes apresentando o menor conteúdo (16,49%) e Igarassu o maior (21,88%). Os carboidratos variaram na polpa entre 8,55%

(Jaboatão dos Guararapes) e 19,75% (Triunfo). Já para as amêndoas, os valores não apresentaram variação, ficando o teor por volta dos 9% (Tabela 5).

Tabela 5 – Composição centesimal e energia de polpa e amêndoa dos frutos de *Acrocomia intumescens* Drude (Arecaceae) de três municípios localizados no estado de Pernambuco, Brasil

	Municípios de coleta		
Parâmetros	Jaboatão	Igarassu	Triunfo
	Polpa		
Umidade (%)	35,96 ± 0,03a	35,42 ± 0,95a	40,97 ± 0,03b
Cinzas (%)	3,63 ± 0,45a	4,95 ± 0,02a	3,79 ± 0,04a
Proteínas (%)	8,64 ± 0,00a	8,10 ± 0,07a	3,61 ± 0,00b
Lipídios (%)	43,22 ± 0,05a	41,30 ± 0,92a	31,88 ± 0,54b
Carboidratos (%)	8,55 ± 0,76a	10,23 ± 0,08a	19,75 ± 0,08b
Energia (kJ/100 g)	1.891,37±0,05a	1.839,71±0,01a	1.576,68±0,02b
	Amêndoa		
Umidade (%)	16,19 ± 0,04a	14,34 ± 1,36a	14,24 ± 0,02a
Cinzas (%)	2,11 ± 0,02a	1,84 ± 0,08a	1,93 ± 0,19a
Proteínas (%)	16,49 ± 0,56a	21,88 ± 0,06b	19,98 ± 5,43b
Lipídios (%)	56,67 ± 0,01a	52,08 ± 0,99a	54,42 ± 1,16a
Carboidratos (%)	8,54 ± 0,09a	9,86 ± 0,22a	9,43 ± 0,79a
Energia (kJ/100 g)	2.522,30 ± 0,09a	2.466,54 ± 0,01b	2.513,51 ± 0,07a

Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente ($p < 0.05$). Teste Tukey, nível de significância: 0,05. Os valores são médias de três repetições ($\pm$ DP).

Fonte: O autor (2017)

Silva *et al.* (2015) observaram que os frutos de *A. intumescens* apresentaram 62,20% de umidade na polpa e 14,80% na amêndoa de amostras oriundas do Litoral pernambucano. Para polpa, esse valor foi superior ao do presente estudo para todas as populações estudadas, porém, no estudo citado, os frutos estavam imaturos, contribuindo para a diferença encontrada, já que o fruto imaturo de *A. intumescens* visivelmente apresenta maior conteúdo de água na polpa. Este fato foi constatado por Brandão *et al.* (2014) ao analisar o teor de umidade de

frutos para *A. aculeata* em diferentes estágios de maturação. Já em um outro estudo realizado por Bora e Rocha (2004) no estado da Paraíba (nordeste do Brasil), os teores de umidade foram 8,90% e 4,80% para polpa e amêndoa, respectivamente, sendo portanto, inferiores ao presente estudo e ao de Silva *et al.* (2015). Em um estudo realizado com *A. aculeata*, Ramos *et al.* (2008), observaram que a polpa dos frutos apresentou 52,99% de umidade, valor maior que o encontrado no presente estudo. Já os valores observados por Coimbra e Jorge (2011), também para *A. aculeata*, foram quase dez vezes mais baixos, que os valores de *A. intumescens*, tanto para polpa quanto para a amêndoa.

O teor de cinzas diz respeito ao percentual de matéria inorgânica, ou seja, de minerais presentes na amostra. Os valores para cinzas estão dentro do esperado para a espécie, como mostram os estudos realizados por Bora e Rocha (2004) e Silva *et al.* (2015), cujos valores oscilaram entre 2 e 3% de conteúdo mineral para as duas partes do fruto em questão. Ramos *et al.* (2008) demonstraram que a polpa de *A. aculeata* apresenta três vezes menos mineral fixo que *A. intumescens* analisada no presente estudo; já as análises de Coimbra e Jorge (2011) demonstraram que *A. aculeata* apresenta em torno de 2% de cinzas tanto na polpa quanto na amêndoa, valores estes também inferiores ao presente estudo.

Acrocomia intumescens apresenta um conteúdo de cinzas superior à outras palmeiras, como *Euterpe edulis* Mart. (RIBEIRO *et al.*, 2011), *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude (VALILLO *et al.*, 2004), *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (CREPALDI *et al.*, 2001), tanto para polpa, como para a amêndoa, o que faz dela uma fonte potencial de minerais na família.

Os valores de óleo encontrados no presente estudo foram superiores aos dois estudos anteriores para lipídios de *A. intumescens*. Bora e Rocha (2004) observaram que os teores lipídicos foram 34,60% e 49,20% para polpa e amêndoa, respectivamente. Já Silva *et al.* (2015) obtiveram valores ainda menores, relatando 29,60% e 27,40% para polpa e amêndoa. Assim como já esclarecido para umidade, os valores estão acima do estudo de Silva *et al.* (2015) devido ao estágio de maturação dos frutos, que também influencia na quantidade de óleo armazenado pela planta. Os valores de teor de óleo encontrados por Coimbra e Jorge (2011) para frutos de *A. aculeata* se situam abaixo do encontrado para *A. intumescens*, demonstrando que a ela pode ser mais uma espécie do gênero utilizada como fonte de óleo vegetal.

Dentro da família, *A. intumescens* apresenta um conteúdo lipídico em polpa e amêndoa maior que algumas espécies encontradas no nordeste, como *Syagrus coronata* (licuri) e *S. cearensis* Noblick (catolé) (SILVA *et al.*, 2015). O teor de óleo da polpa também é superior ao de *Euterpe edulis* (palmito-juçara) (RIBEIRO *et al.*, 2011) e sua amêndoa é mais oleaginosa que *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-real-australiana) (VALILLO *et al.*, 2004) e *Butia eriospatha* (butiá) (Mart. ex Drude) Becc. (SGANZERLA, 2010).

As análises do presente estudo demonstraram que o conteúdo protéico das populações analisadas estão acima do observados em estudos anteriores. Bora e Rocha (2004) obtiveram 3,80% e 8,50% para polpa e amêndoa, respectivamente; Silva *et al.* (2015) observaram para polpa e amêndoa os valores de 2,50% e 11,70%. *Acrocomia intumescens* apresentou um teor de proteína na amêndoa inferior a *A. aculeata*, cujo valor foi de 28,61% encontrado por Coimbra e Jorge (2011); para a polpa, os valores foram semelhantes. Os valores de proteínas encontrados são condizentes com os já observados para outras espécies da família (SILVA *et al.*, 2015), bem como sementes importantes na alimentação, como a soja (FRANCO, 2008).

Comparando o teor de proteínas da amêndoa com os de grãos e sementes, podemos observar em *A. intumescens* valores superiores ao da aveia (14,00%), da castanha de caju (17,89%), da castanha-do-Pará (17,00%) e do grão-de-bico (16,50%), inferior ao da soja (36,10%) e da semente de girassol (25,37%) e próximo ao do feijão preto (20,74%). Considerando alimentos de origem animal reconhecidamente fontes protéicas, a amêndoa de *A. intumescens* se destaca frente à carne bovina (16,20%), à clara do ovo de galinha (10,80%) e apresenta um valor próximo ao da carne de frango (19,70%) (FRANCO, 2008).

Considerando os maiores teores de carboidratos da polpa e amêndoa das populações analisadas no presente estudo, os mesmos estão abaixo e acima para as duas partes analisadas respectivamente, dos estudos de Bora e Rocha (2004) e Silva *et al.* (2015), cujos valores se situam em torno dos 40% e 4% para polpa e amêndoa, nessa ordem. Em relação a *A. aculeata*, a polpa de *A. intumescens* apresenta menor teor de carboidratos; já sua amêndoa é mais rica nesse macronutriente que *A. aculeata* (COIMBRA; JORGE, 2011).

O conteúdo de carboidratos totais de *A. intumescens* é semelhante ao de algumas palmeiras nativas, como *Syagrus coronata* e *S. cearensis* (SILVA *et al.*, 2015) e superior a de algumas outras, como *Euterpe edulis* (RIBEIRO *et al.*, 2011) e *E. oleraceae* Mart. (NASCIMENTO, 2008), fazendo dela uma espécie com quantidades significativas de carboidratos.

Levando em consideração lipídios, proteínas e carboidratos, a espécie apresenta um elevado conteúdo calórico em ambas as partes do fruto analisadas, com aproximadamente 1.800 kJ/100 g na polpa e 2.500 kJ/100 g na amêndoa, podendo ser utilizada na alimentação de forma a auxiliar a dieta. Comparar com o valor calórico de outras spp.

3.3 Carotenoides totais

Os teores de carotenoides totais em equivalentes de β -caroteno da polpa encontrados nas amostras de Jaboatão dos Guararapes (265,23 $\mu\text{g/g}$) foram superiores aos dos frutos provenientes de Igarassu (129,24 $\mu\text{g/g}$) e Triunfo (106,69 $\mu\text{g/g}$) chegando ao redor dos 50% nos dois casos (Tabela 6). Interpretação

Para as amêndoas, não houve variação no conteúdo de carotenoides e este é considerado baixo, o que já era esperado, visto que a coloração do óleo é de um amarelo claro, quase esbranquiçado, ao contrário da polpa que apresenta a coloração característica dos carotenoides. A atividade equivalente de retinol também foi maior na polpa que na amêndoa, principalmente principalmente nas amostras de Jaboatão dos Guararapes, onde essa atividade é considerada alta (Tabela 6).

Tabela 6 – Carotenoides totais de polpa e amêndoa de *Acrocomia intumescens* Drude (Arecaceae) de três municípios localizados no estado de Pernambuco, Brasil

Parte do fruto	Carotenoides totais ($\mu\text{g/g}$)/município		
	Jaboatão	Igarassu	Triunfo
Polpa	265,23 $\pm$ 0,17a	129,24 $\pm$ 1,20b	106,69 $\pm$ 0,09c
Amêndoa	33,06 $\pm$ 0,03a	33,58 $\pm$ 0,69a	33,64 $\pm$ 1,18a
RAE Total ($\mu\text{g}/100\text{g}$)			
Polpa	2.210,25 $\pm$ 0,12a	1.077,00 $\pm$ 0,01b	889,08 $\pm$ 0,07c
Amêndoa	275,50 $\pm$ 0,04a	279,83 $\pm$ 0,88a	280,33 $\pm$ 1,23a

Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente ($p < 0.05$). Teste Tukey, nível de significância: 0,05. Os valores são médias de três repetições ($\pm$ DP).

Fonte: O autor (2017)

Silva *et al.* (2015) demonstraram que a polpa de *A. intumescens* apresenta 138,0 µg/g de carotenoides totais, sendo portanto inferior ao presente estudo, porém este mesmo trabalho nos mostra que para a amêndoa a espécie apresentou 1,9 µg/g de carotenoides totais, o que é bastante inferior que os dados do presente estudo. Coimbra e Jorge (2011) avaliando os carotenoides de *A. aculeata*, encontraram os valores de 300,01 µg/g para a polpa, demonstrando que a espécie apresenta quantidade superior de carotenoides que *A. intumescens* e 1,82 µg/g para a amêndoa, estando portanto abaixo do encontrado para a espécie do presente estudo.

Por serem apolares, os lipídios auxiliam na absorção de carotenoides, e espécies de palmeiras apresentam vantagens na biodisponibilidade desse composto por serem em sua maioria oleaginosas em potencial, (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004). *Acrocomia intumescens* apresentou uma RAE de 1643,83 µg/100 g, valor próximo dos já relatados para palmeiras como *Bactris gasipaes* Kunth e quase duas vezes o valor do apresentado por *Astrocaryum aculeatum* G. Mey. (de ROSSO; MERCADANTE, 2007). Por outro lado, o valor é quase três vezes menor do que o apresentado por *Mauritia flexuosa* L., considerado o fruto com o maior teor de carotenoides provitamínicos A (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004). Considerando outras duas palmeiras nativas do estado de Pernambuco e utilizadas popularmente na alimentação, *A. intumescens* apresentou um RAE de mais de duas vezes do apresentado por *Syagrus cearensis* e *S. coronata* (SILVA *et al.*, 2015).

Relacionando os valores encontrados para a polpa de *A. intumescens* com alimentos já tradicionalmente reportados como fontes desse nutriente, temos que a mesma apresenta teores de carotenoides maiores que os encontrados em cenoura (62 µg/g) (NIIZU; RODRIGUEZ-AMAYA, 2005) e abóbora (57 µg/g) (AZEVEDO-MELEIRO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2005).

Mais que o conteúdo total de carotenoides, a biodisponibilidade deve ser avaliada e considerada. Ramos *et al.* (2008) demonstraram que o β -caroteno da polpa de *A. aculeata* é altamente biodisponível em comparação com o β -caroteno puro, principalmente se o veículo de ingestão for seu óleo. Este fato pode ser ampliado para as outras espécies do gênero, porém a biodisponibilidade dos carotenoides de *A. intumescens* merece ser avaliada.

Analisando todos os dados coletados de *Acrocomia intumescens*, pode-se observar que em alguns parâmetros houve variação e em outros não, mesmo as amostras sendo de localidades e regiões distintas. Quanto a isso, Pedron *et al.* (2004) recordam que as

características físicas e químicas dos frutos em geral estão diretamente relacionadas às condições climáticas, ao estágio de maturação, ao local de cultivo e à época da colheita dos mesmos, explicando e dando suporte às variações encontradas no presente estudo.

Os três municípios de coleta apresentam características fisiográficas e climáticas distintas, principalmente Triunfo, que apresenta temperaturas médias mais baixas, menor pluviosidade e está localizada numa altitude maior. Mesmo estando ambas na Região Metropolitana do Recife, Jaboatão dos Guararapes e Igarassu, apresentam diferenças, mesmo essas sendo mais discretas que as encontradas entre elas e Triunfo; Jaboatão dos Guararapes apresenta maior pluviosidade e temperaturas anuais e está localizado numa altitude mais elevada. Essas características locais podem contribuir para as diferenças biométricas e químicas dos frutos das populações dessas localidades, principalmente em relação aos lipídios, cujo teor pode aumentar em elevadas temperaturas (BARBOSA *et al.*, 2014).

3.4 Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos de *A. intumescens* caracterizou-se pelo predomínio dos ácidos oleico e láurico (Tabela 8). Este perfil é típico ao encontrado em outras Arecaceae como *Attalea phalerata* Mart. ex. Spreng (ouricuri) (HIANE *et al.*, 2003), *Euterpe oleracea* Mart. (açai) (NASCIMENTO *et al.*, 2008), *Mauritia flexuosa* L. (buriti), *Oenocarpus bataua* Mart. (patauá) (DARNET *et al.*, 2011) e em outras populações de *A. intumescens* (SILVA *et al.*, 2015). O perfil é claramente distinto entre a polpa e amêndoa.

Independente da população estudada, os principais ácidos graxos identificados na polpa de *A. intumescens* foram os ácidos oleico (C18:1, majoritário) e palmítico (C16:0). Por outro lado, o perfil de ácidos graxos da amêndoa de *A. intumescens* é caracterizado pela presença dos ácidos oleico e láurico, em populações de dois municípios (Jaboatão dos Guararapes e Igarassu), e do ácido láurico num terceiro município (Triunfo). Este último é a mais distante e que apresenta maiores diferenças climáticas e fisiográficas, como por exemplo, menor pluviosidade e temperaturas médias anuais e está localizado numa maior altitude (Tabela 7).

Tabela 7 – Teor de óleo e perfil de ácidos graxos da polpa e amêndoa de *Acrocomia intumescens* Drude (Arecaceae) de três municípios localizados no estado de Pernambuco, Brasil

Óleo/ Ácidos graxos (%)	Polpa		
	Jaboatão	Igarassu	Triunfo
Óleo	43,22 ± 0,05a	41,30 ± 0,95a	31,88 ± 0,54b
Láurico (C12:0)	0,03 ± 0,02a	0,07 ± 0,01a	0,07 ± 0,05a
Mirístico (C14:0)	0,07 ± 0,01a	0,10 ± 0,04a	0,13 ± 0,07a
Miristoleico (C14:1)	0,03 ± 0,00a	0,01 ± 0,03a	0,02 ± 0,01a
Palmítico (C16:0)	12,95 ± 0,01a	14,06 ± 0,01a	19,82 ± 0,04b
Palmitoleico (C16:1)	2,40 ± 0,01a	3,30 ± 0,00a	2,97 ± 0,01a
Esteárico (C18:0)	1,33 ± 0,50a	1,20 ± 0,05a	1,62 ± 0,01a
Oleico (C18:1)	74,43 ± 0,01a	66,40 ± 0,03b	67,41 ± 0,17b
Linoleico (C18:2)	4,53 ± 0,03a	9,91 ± 0,60b	5,25 ± 0,01a
Linolênico (C18:3)	3,57 ± 0,41a	4,44 ± 0,05a	2,49 ± 1,69a
Araquídico (C20:0)	0,28 ± 0,00a	0,19 ± 0,59a	0,07 ± 0,00b
Lignocérico (C24:0)	0,32 ± 0,01a	0,26 ± 0,09a	0,11 ± 0,00b
Σ Saturados	14,98 ± 0,02a	15,88 ± 0,00a	21,82 ± 0,09b
Σ Insaturados	84,96 ± 0,00a	84,06 ± 0,00a	78,14 ± 0,01b

Óleo/Ácidos graxos (%)	Amêndoa		
	Jaboatão	Igarassu	Triunfo
Óleo	56,67 ± 0,01a	52,08 ± 0,99a	54,42 ± 1,16 ^a
Láurico (C12:0)	32,40 ± 0,00a	26,09 ± 0,98a	41,36 ± 0,01b
Mirístico (C14:0)	9,80 ± 0,01a	8,94 ± 0,52a	12,80 ± 0,00b
Miristoleico (C14:1)	0,34 ± 0,00a	0,01 ± 0,01b	0,06 ± 0,01b
Palmítico (C16:0)	8,64 ± 0,02a	10,72 ± 0,30a	10,87 ± 0,03a
Palmitoleico (C16:1)	0,04 ± 0,21a	0,01 ± 0,03a	0,06 ± 0,15a
Esteárico (C18:0)	3,54 ± 0,00c	5,27 ± 0,13a	3,41 ± 0,21a
Oleico (C18:1)	39,46 ± 0,01a	42,41 ± 0,12a	27,43 ± 0,02b
Linoleico (C18:2)	5,36 ± 0,03a	5,04 ± 0,00a	3,65 ± 0,03a
Linolênico (C18:3)	0,31 ± 0,60a	0,24 ± 0,05a	0,19 ± 1,23a
Araquídico (C20:0)	0,02 ± 0,00a	0,07 ± 0,01a	0,09 ± 0,00a
Lignocérico (C24:0)	0,05 ± 0,00a	1,69 ± 0,98b	0,02 ± 0,01a
Σ Saturados	54,45 ± 0,01a	52,78 ± 0,01a	68,55 ± 0,07b
Σ Insaturados	45,51 ± 0,00a	47,70 ± 0,01a	31,39 ± 0,00b

Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente ($p < 0.05$). Teste Tukey, nível de significância: 0,05. Os valores são médias de três repetições ($\pm$ DP).

Fonte: O autor (2017)

Nossos resultados mostram que o percentual de ácido oleico diminui à medida que a população estudada se encontra numa altitude maior. Isto é mais evidente na amêndoa de *A. intumescens*. Em contraste, o percentual de ácido láurico é maior nas populações localizadas em altitude maior. Estes dados demonstram que a biossíntese de ácidos graxos de *A. intumescens*, assim como em outras espécies é mediada por fatores abióticos, no nosso caso, altitude e temperatura. Segundo Trémolières *et al.* (1982), a biossíntese do ácido oleico em sementes é favorecida por elevadas temperaturas, o que pode explicar a diminuição da concentração desse ácido graxo nas amostras de Triunfo, município localizado a 1.004 m de altitude cuja temperatura média anual é de 23,6 °C (Tabela 2). A mesma população apresentou uma elevada concentração de ácido láurico, sendo este o majoritário. Quanto a isso, Barbosa *et al.* (2014) observaram que a altitude influenciou o conteúdo de ácidos graxos saturados em *Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton. Sendo Triunfo um município localizado a 1.004 m ao nível do mar, esta pode ser a explicação ao aumento do teor de ácido láurico das sementes de *A. intumescens*.

Considerando a porcentagem de ácidos graxos saturados e insaturados, o óleo da polpa, por apresentar um maior teor de ácidos insaturados, devido ao predomínio do ácido oleico, é menos viscoso à temperatura ambiente, enquanto que na amêndoa, a presença do ácido saturado láurico, em maior quantidade, torna o óleo mais viscoso que o da polpa, nas mesmas condições, principalmente àqueles oriundos da população de Triunfo.

A ocorrência majoritária dos ácidos láurico e oleico em diferentes partes do fruto de *A. intumescens* confere a esta espécie algumas potencialidades industriais ainda subutilizadas. Óleos com elevadas concentrações de ácido láurico, por exemplo, são bem requeridos na indústria alimentícia, na produção de biscoitos, margarinas e sorvetes, além de ser utilizados na produção de detergentes e sabões (ARKCOLL, 1988; BORA *et al.*, 2003). Fisiologicamente, o ácido láurico traz vários benefícios a saúde humana. Diferente de outros ácidos graxos de cadeias longas (≥ 14 carbonos), ele é transportado diretamente para o fígado e convertido em energia e outros metabólitos (corpos cetônicos) em vez de ser armazenado como gordura. Os corpos cetônicos gerados a partir de seu metabolismo são usados principalmente pelo cérebro e coração como uma forma intermediária de energia. O ácido láurico e o monoglicerídeo monolaurina apresentam significativos efeitos antimicrobianos contra bactérias gram positivas, fungos e vírus (DAYRIT, 2015).

Outro ácido graxo de destaque em *A. intumescens* é o ácido oleico. Este ácido apresenta mais estabilidade sob aquecimento do que ácidos poliinsaturados, fazendo com que

os óleos onde predominam sejam mais procurados atualmente (BRINKMANN, 2000). Além de conferir estabilidade, estudos comprovam que o ômega 9 (ω -9 – ácido oleico) auxilia na redução do LDL sanguíneo, favorecendo o HDL, diminuindo assim os níveis plasmáticos de colesterol e como consequência, os riscos de doenças cardíacas relacionadas. Atualmente o ω -9 vem sendo adicionado em óleos e outros alimentos, bem como pesquisas na busca de alimentos ricos nesse ácido graxo vem aumentando (LIN; HUEY, 2009; HUANG; SUMPIO, 2008), deixando claro, mais uma vez, a importância da espécie em questão.

Além da importância na alimentação, o ácido oleico é importante para a indústria cosmética, como por exemplo, como aditivo em base de sabões e sabonetes, em cremes e emulsões por apresentar propriedades lubrificantes, emolientes e hidratantes. Também é utilizado em bronzeadores e produtos solares e pós-solares, por apresentar propriedades protetivas e regeneradoras aos danos provocados pelos raios solares (DEUS, 2008). Espécies ricas em ácido oleico também são muito importantes para a indústria de bioenergia.

3.5 Análises físico-químicas do óleo

Os dados das características físico-químicas dos óleos de *Acrocomia intumescens* estão descritos na Tabela 8. A densidade dos óleos variou de 880 a 900 kg m⁻³ na polpa e de 860 a 870 kg m⁻³ na amêndoa de *A. intumescens*. Os valores de densidades obtidos para *A. intumescens* são inferiores aos relatados para *A. aculeata* (macaúba) (SILVA *et al.*, 2016; IHA *et al.*, 2014) e para os óleos de sementes de *Ricinus communis* L. (mamona) (937 kg m⁻³) e *Jatropha curcas* L. (pinhão-manso) (913 kg m⁻³), espécies utilizadas como matéria-prima para biodiesel (NAYAK; PATEL, 2010; SALIMON *et al.*, 2010).

Todavia, os valores obtidos estão relacionados com a razão entre ácidos graxos saturados e insaturados (GUNSTONE, 1996), ou seja, aquelas localidades que apresentam maior teor de ácidos graxos saturados (ex. ácidos láurico e palmítico) mostraram os menores valores de densidades. Consequentemente, as amostras da população de Jaboaão, com maior teor de ácidos graxos insaturados (ex. ácido oleico), apresentaram os maiores índices de densidade.

Os dados de viscosidade cinemática são mostrados na Tabela 9. A viscosidade dos óleos da polpa de *A. intumescens* foi similar para as populações de Jaboaão dos Guararapes e Triunfo (16,44 e 18,88 mm² s⁻¹, respectivamente) e bem inferior aos das populações de

Triunfo ($7,50 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$). Para a amêndoa, as populações estudadas mostraram diferentes valores de viscosidade com a população de Jaboatão dos Guararapes apresentando novamente os maiores valores ($40,29 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$). Este último é semelhante ao obtido para *A. aculeata* e outras palmeiras, como *S. Coronata* (licuri), *Orbignya speciosa* (Mart.) Barb. Rodr. (babaçu) e *Cocos nucifera* (côco) (IHA *et al.*, 2014; LAFONT *et al.*, 2015; PONTE *et al.*, 2017).

O índice de acidez ou valor ácido expressa a quantidade (mg) de hidróxido de potássio necessária para neutralizar 1,0 g de amostra. O valor ácido pode ser aumentado devido a presença de água e ácidos graxos livres na amostra em virtude da formação de compostos ácidos, como aldeídos, cetonas e alcoóis (DEMIRBAS, 2008). Os valores de ácidos obtidos foram semelhantes entre as populações e entre as partes do fruto estudadas (Tabela 8) e estão próximos ao relatado por Bora e Rocha (2004) para indivíduos de *A. intumescens* ocorrentes no estado da Paraíba (nordeste do Brasil).

O índice de refração, tanto da polpa quanto da amêndoa, foram semelhantes entre as populações dos municípios analisados (Tabela 8). O índice de refração está ligado ao número de carbonos e grau de insaturação dos ácidos graxos, sendo de grande utilidade no controle da hidrogenação. Assim, ele é amplamente utilizado como critério para a qualidade e identidade dos óleos (RAMOS *et al.*, 2009). Os índices de refração referidos na Tabela 9 são semelhantes aos relatados para outras populações de *A. intumescens* (BORA; ROCHA, 2004) e de outras Arecaceae como *Astrocaryum vulgare* Mart. (tucumã) (FERREIRA *et al.*, 2008), *A. aculeata* (COIMBRA; JORGE, 2011), *Orbygnia phalerata* Mart. (babaçu) (SANTOS *et al.*, 2016) e *C. nucifera* (PONTE *et al.*, 2017).

Tabela 8 – Características físico-químicas do óleo da polpa e amêndoa de *Acrocomia intumescens* Drude (Arecaceae) de três municípios localizados no estado de Pernambuco, Brasil

Propriedade físico-química	Polpa		
	Jaboatão	Igarassu	Triunfo
Densidade 15 °C (kg m ⁻³)	900	890	880
Viscosidade cinemática 40 °C (mm ² s ⁻¹)	16,44	7,50	18,88
Valor ácido (mg KOH g ⁻¹)	1,5	1,4	1,2
Índex de refração 40 °C	1,43	1,43	1,43
Estabilidade oxidativa (h, 110 °C)	16,62	16,45	18,28
Índice de iodo (g I ₂ 100 g ⁻¹ oil)	85,68	90,99	75,10
Número de cetano	58,99	58,47	61,77
Índice de saponificação (mg KOH g ⁻¹)	169,80	166,25	167,72
Ácidos graxo livres (% ác. oleico)	3,49	3,35	0,87
Valor de ester (mg KOH g ⁻¹)	168,36	164,85	166,52
Ácido linoleico (% m/m)	4,53	9,91	5,25
Índice de peróxidos (meq/ Kg)	3,39	4,36	41,99
Propriedade físico-química	Amêndoa		
	Jaboatão	Igarassu	Triunfo
Densidade 15 °C (kg m ⁻³)	870	860	870
Viscosidade cinemática 40 °C (mm ² s ⁻¹)	40,29	23,45	13,42
Valor ácido (mg KOH g ⁻¹)	1,20	1,60	2,00
Índex de refração 40 °C	1,43	1,43	1,43
Estabilidade oxidativa (h, 110 °C)	2,46	2,98	3,29
Índice de iodo (g I ₂ 100 g ⁻¹ oil)	45,03	46,84	33,52
Número de cetanos	50,24	51,03	64,68
Índice de saponificação (mg KOH g ⁻¹)	385,69	355,60	209,37
Ácidos graxos livres (% ác. oleico)	0,12	0,16	0,10
Valor de ester (mg KOH g ⁻¹)	384,89	354,00	207,37
Ácido linoleico [% (m/m)]	5,36	5,04	3,65
Índice de peróxidos (meq/Kg)	72,40	141,24	131,07

Fonte: O autor (2017)

Para a utilização industrial do óleo, o conhecimento da estabilidade oxidativa é de suma importância, já que esse parâmetro define o tempo de estocagem do óleo em questão, além de determinar quais antioxidantes deverão ser acrescentados aos mesmos para melhorar a vida útil (MITTELBACH; GANG, 2001). Para estabilidade oxidativa, o padrão mínimo são de 6 h de exposição para que os peróxidos sejam detectados. Em nosso estudo, o óleo da amêndoa de *A. intumescens* apresenta mais suscetibilidade à oxidação do que o da polpa; entre as populações houve pouca diferença para ambas as partes do frutos analisadas (Tabela 8). O óleo da amêndoa da macaíba é menos estável que o de *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (IHA *et al.*, 2014).

O índice de iodo mede o grau de insaturação de óleos e gorduras, sendo, portanto, uma propriedade que quantifica as insaturações. A sua unidade é expressa em gramas de iodo necessários para reagir com 100 g de amostra (KNOTHE, 2002). Quanto maior o índice de iodo, mais insaturado é o óleo e isto influencia na propensão à oxidação; quanto mais insaturado, mais oxidável é o óleo. O óleo da polpa das amostras de Jabotão dos Guararapes e Igarassu apresentaram maior índice, significando uma maior insaturação em sua composição; quanto a amêndoa, houve variação entre as populações, sendo de Jabotão dos Guararapes e Igarassu os menores índices (Tabela 8).

Os valores obtidos em nossos estudos são maiores do que os relatado para amêndoa e polpa de populações de *A. intumescens* ocorrentes no estado da Paraíba (BORA; ROCHA, 2004), ainda que o perfil de ácidos graxos entre estas populações sejam muito semelhantes. Por outro lado, nossos achados são semelhantes ao reportado por Coimbra e Jorge (2011) para *A. aculeata*, tanto para polpa como para a amêndoa. Para outras Arecaeae, nossos índices são maiores para a amêndoa de *A. intumescens* do que para *Syagrus oleracea* e *S. romanzoffiana*. Esta discrepância é devida ao perfil lipídico mais saturado destas espécies, tendo o ácido láurico como majoritário (COIMBRA; JORGE, 2011).

O número de cetano indica o tempo entre a injeção do óleo e a ignição do motor. Um alto número de cetanos indica que o óleo é altamente inflamável, com um tempo menor de ignição e com mínima formação de fumaça (SAMPAIO *et al.*, 2002; MADHURI *et al.*, 2015). Ácidos graxos saturados apresentam alto número de cetano, bem como ácidos graxos monoinsaturados (AZAM *et al.*, 2005; RAMOS *et al.*, 2009). Todos os óleos analisados nas três populações apresentaram alto número de cetano (Tabela 8). Isso se deve ao perfil lipídico dos mesmos, que apresentam alta porcentagem de ácido oleico e láurico em sua composição.

Os valores de cetano para a polpa e amêndoa foram próximos aos encontrados por Coimbra e Jorge (2011) para *Syagrus oleracea* (guariroba) e *S. romanzoffiana* (jerivá). Nossos resultados também são próximos aos valores de cetano da amêndoa de *Attalea speciosa* e *Butia capitata* (FARIA *et al.*, 2008; FERREIRA *et al.*, 2012). Os valores de cetano de *A. intumescens* também estão próximos aos encontrados para *Jatropha curcas* e *J. molissima* (pinhão-bravo) (FOIDL *et al.*, 1996; SILVA *et al.*, 2014).

Os índices de saponificação apresentou apenas uma diferença na amêndoa das populações de Triunfo em relação as demais (Tabela 8). O índice de saponificação varia de acordo com o peso molecular dos constituintes do óleo. Quanto menor o peso molecular, maior será o índice de saponificação. Com exceção do óleo da polpa de Triunfo, os valores encontrados estão de acordo com Amaral (2007) no qual foram feitas as análises em *A. aculeata*, já em outro estudo com a mesma espécie, para a amêndoa, nossos dados foram superiores (COIMBRA; JORGE, 2011).

Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 270/2005 da Anvisa, que regulamenta os óleos, gorduras e cremes vegetais, para soja, o índice de saponificação é de 189 a 195 mg KOH g⁻¹, sendo os óleos da amêndoa acima deste. Quanto a polpa, a mesma resolução da Anvisa (2005) nos mostra que o óleo de *Elaeis guineensis* Jacq. apresenta este índice, variando de 190 a 209 mg KOH g⁻¹, ficando a macaíba abaixo deste. Para a polpa, Ferreira *et al.* (2008) e Bora *et al.* (2001) obtiveram valores de saponificação para *Astrocaryum vulgare* de 202,71 e 110,5 mg KOH g⁻¹, respectivamente.

Coimbra e Jorge (2011), estudando *S. oleracea* e *S. romanzoffiana*, obtiveram para saponificação valores de 160 e 113 mg KOH g⁻¹, respectivamente, para a polpa e 226 e 216 mg KOH g⁻¹, respectivamente, para a amêndoa. Para *Cocos nucifera*, Ponte *et al.* (2017) apresentaram um valor de 272,6 mg KOH g⁻¹ na amêndoa. Ainda para a amêndoa, Santos *et al.* (2016) obtiveram um valor de 245,0 mg KOH g⁻¹ para *Orbignya phalerata*.

Todos os valores de ácidos graxos livres, com exceção da polpa das amostras de Jaboaão dos Guararapes e Igarassu, estão dentro do padrão de acidez que é em torno dos 2% de ácido oleico (ANVISA, 2005). Os índices obtidos ficaram próximo aos encontrados por Coimbra e Jorge (2011) para a amêndoa de *A. aculeata*. Para outras palmeiras do gênero *Syagrus* o percentual de ácidos graxos livres para a polpa foram semelhante aos nossos achados (COIMBRA; JORGE, 2011).

O teor de éster representa o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para saponificar os ésteres presentes em 1 g de óleo. Este valor é uma medida da quantidade de glicerídio presente em uma amostra de óleo. Nas amostras analisadas, os valores éster foram semelhantes entre as populações sendo mais expressivos na amêndoa (Tabela 8). Os valores de éster obtido estão dentro do esperado para espécies oleaginosas (COUTINHO *et al.*, 2016).

O teor de ácido linolênico para uso como biodiesel deve ser no máximo de 12%. Valores maiores quando do aquecimento de biodiesel resultam na polimerização de glicerídios, levando à formação de precipitados, à deterioração do lubrificante e à redução da estabilidade do biodiesel armazenado (RAMOS *et al.*, 2009). Nossos resultados mostram que, todas as populações estudadas possuem valores dentro dos limites permitidos para biodiesel (Tabela 8).

O índice de peróxidos é utilizado para medir o nível de oxidação de óleos e gorduras. Valores altos de peróxidos estão relacionados à degradação do óleo, que pode ser resultado do estágio de maturação do fruto, bem como seu armazenamento, processamento e processo de extração. Observa-se na Tabela 8 que apenas os óleos da polpa das amostras de Jaboaão dos Guararapes e Igarassu apresentaram um valor em torno de 4 meq/Kg. Os óleos dos demais municípios, incluindo todos da amêndoa, possuem valores acima do padrão que é de 15 meq/Kg para óleos comestíveis, segundo a RDC 270/2005.

Os valores encontrados para a polpa de Jaboaão dos Guararapes e Igarassu estão de acordo com o descrito por Amaral (2007) para *A. aculeata*. Nossos resultados indicam a necessidade de estudos de práticas de conservação pós-colheita do fruto, bem como do óleo de *A. intumescens*. Além do mais, a presença de peróxidos elevada nos óleos provoca alterações nas características sensoriais dos mesmos, além de alterações na viscosidade e outras reações de oxidação, como por exemplo, a formação de polímeros (MORETO; FETT, 1998).

3.6 Análises de similaridade química entre as populações

Duas análises multivariadas foram realizadas para checar a similaridade química entre as populações de *A. intumescens*. Uma PCA foi gerada a partir dos dados do perfil de ácidos graxos e o resultado dos componentes principais mais representativos é mostrado na Tabela 9.

Tabela 9 – Carregamentos da matriz de correlação da análise de componentes principais (PCA) baseados no perfil de ácidos graxos de três populações de *Acrocomia intumescens* Drude (Arecaceae) de três municípios do estado de Pernambuco, Brasil

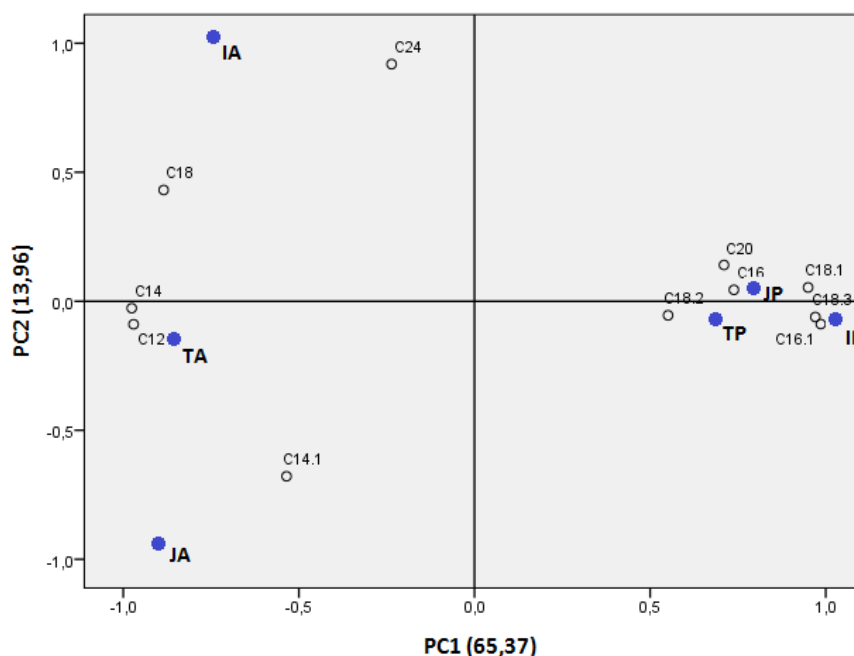
Ácidos graxos	Componente principal	
	1	2
C12:0	-0,969	-0,109
C14:0	-0,975	-0,047
C14:1	-0,521	-0,689
C16:0	0,737	0,059
C16:1	0,987	-0,068
C18:0	-0,894	0,413
C18:1	0,948	0,073
C18:2	0,552	-0,043
C18:3	0,971	-0,041
C20:0	0,707	0,155
C24:0	-0,255	0,914
Auto valor total	7,19	1,53
Variância (%)	65,37	13,96
Cumulativa (%)	65,37	79,33

Fonte: O autor (2017)

Os dois componentes principais explicam 79,33% da variância acumulada, com o PC1 contribuindo com 65,37% e PC2 com 13,96%. Para o componente PC1, C16:1, C:18:3 e C18:1 contribuíram positivamente, enquanto C24:0 contribuiu para o componente PC2.

O gráfico de scores definiu três grupos de acordo com os ácidos graxos de polpa e amêndoa de *A. intumescens*, como estão mostrados na Figura 6. O grupo 1, representado pelas amêndoas de Jaboatão e Triunfo foi definido pelos ácidos graxos C12:0 e C14:1; o grupo 2 representado pela amêndoa de Igarassu foi definido pelos ácidos graxos C18:0 e C24:0 (saturados). Um terceiro grupo formado pelas ácidos graxos dos óleos da polpa dos três municípios foi definido pelo C16:0, C16:1, C18:1, C18:2, C18:3 e C20:0, formando um grupo caracterizado por mais ácidos insaturados. Em outra perspectiva os teores de ácidos oleico e láurico visivelmente separam a composição da polpa e amêndoa e isto independe da população estudada (Figura 4).

Figura 4 – Correlações de ácidos graxos de polpa e amêndoa de dois componentes principais (PC1 x PC2) de análise de componente principal (PCA) de populações de *Acrocomia intumescens* Drude localizadas em três municípios do estado de Pernambuco, Brasil



IA=Igarassu amêndoa; JA=Jaboatão amêndoa; TA=Triunfo amêndoa; IP=Igarassu polpa; JP=Jaboatão polpa; TP=Triunfo polpa.

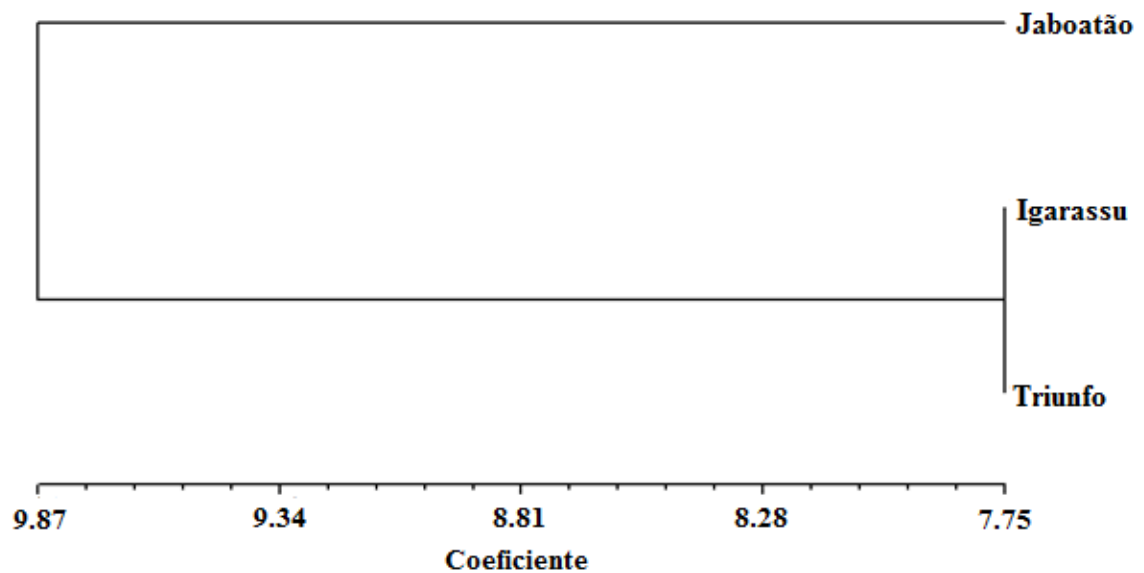
Fonte: O autor (2017)

Outra análise de similaridade baseada em distância Euclidiana e UPGMA resultou no fenograma mostrado na Figura 5a, para a polpa, e Figura 5b, para a amêndoa. A polpa, com predomínio de ácidos graxos insaturados, notadamente o ácido oleico, agrupa as populações de Igarassu e Triunfo, enquanto que o perfil de ácidos graxos da polpa, ligeiramente saturado (ex. ácido láurico) agrupou as população de Jaboatão e Igarassu.

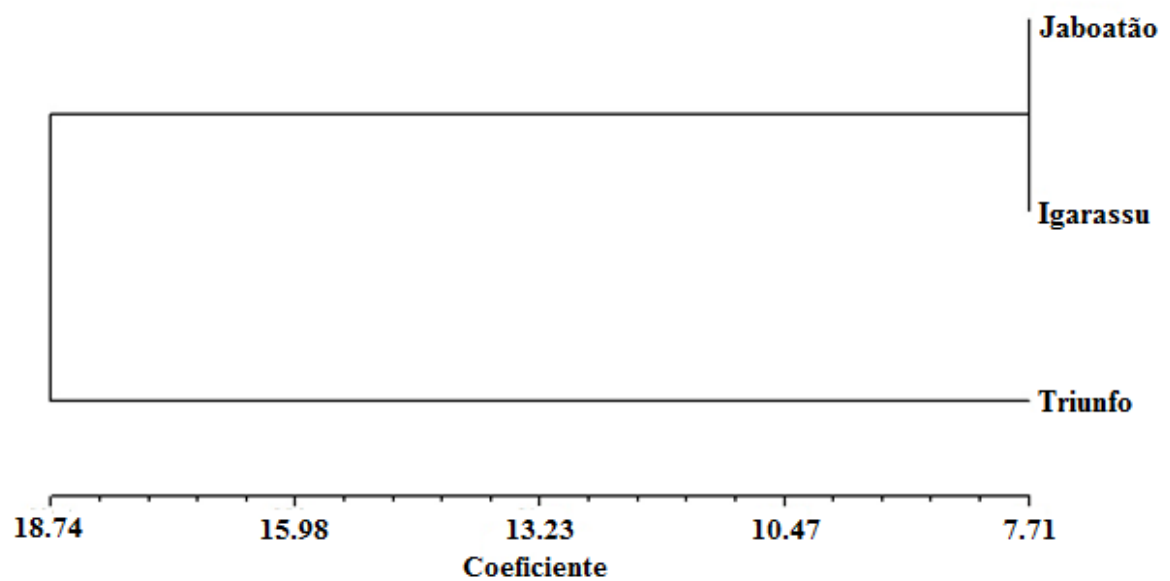
Deste modo, o que define quimicamente as populações estudadas são os teores de ácido oleico e láurico que se distribuem diferentemente entre a polpa e amêndoa. Ainda que as localidades possuam diferenças climáticas como altitude e temperatura, tais variáveis afetam apenas quantitativamente o perfil de ácidos graxos analisados.

Figura 5 – Dendogramas de UPGMA baseados no perfil de ácidos graxos da polpa (a) e amêndoa (b) de populações de *Acrocomia intumescens* Drude localizadas em três municípios do estado de Pernambuco, Brasil

a



b



Fonte: O autor (2017)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acrocomia intumescens não apresentou acentuada diferença fenotípica entre as populações dos municípios estudados no que se diz respeito às características biométricas que possa interferir em sua produtividade geral.

Foi comprovada sua excelência como fonte de nutrientes, com teores altos de lipídios, proteínas, assim como de carotenoides, que também apresentaram alta conversão em vitamina A. Com exceção dos carotenoides, as variações populacionais nestes teores não foram acentuadas, indicando que independentemente do local de coleta, suas características químicas são preservadas.

Quanto ao perfil de ácidos graxos, as variações populacionais nos teores não foram acentuadas, mas permitem separar as populações, devido, principalmente, aos teores diferenciados dos ácidos oleico e láurico em diferentes partes do fruto. O perfil de ácidos graxos foi distinto para polpa e amêndoa, porém ambos são excelentes para a indústria alimentícia e energética. Apesar de suas excelentes características físicoquímicas e do perfil de ácidos graxos excelente, por apresentar majoritariamente ácidos graxos insaturados, é um óleo de fácil oxidação, requisitando maiores cuidados e estudos no que diz respeito ao armazenamento.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M. U.; HUSAIN, S. K.; OSMAN, S. M. Ricinoleic acid in *Phyllanthus niruri* seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 58, p. 673-674, 1981.
- AKBAR, E.; YAAKOB, Z.; KAMARUDIN, S.K.; ISMAIL, M.; SALIMON, J. Characteristic and composition of *Jatropha curcas* oil seed from Malaysia and its potential as biodiesel feedstock. *European Journal of Scientific Resource*, v. 29, p. 396-403, 2009.
- ALMEIDA, S. P. *Cerrado: aproveitamento alimentar*. EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuárias dos Cerrados – CPAC, Planaltina – DF. 1998. 188 p.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 14-19.
- AMARAL, F. P. *Estudo das características físico-químicas dos óleos da amêndoa e polpa da macaúba [Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart]*. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2007.
- AMBRÓSIO, C. L. G.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenoides como alternativa contra a hipovitaminose A. *Revista de Nutrição*, v. 19, p. 233-243, 2006.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC 270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento para óleos vegetais, gorduras vegetais e cremes vegetais. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0270_22_09_2005.html>. Acesso em: 22 de maio de 2017.
- AOAC. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 14th. Arlington, VA. 1984.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. *AOAC Official Methods of Analysis of AOAC International*. 15th ed., Arlington, VA. 1990.
- AOAC. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 17th. Maryland: Gaithersburg. 2000.
- AOCS. *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society*. American Oil Chemists Society. Oil Stability Index (OSI). Official Method Cd 12b-92. 1997.
- ARKCOLL, D. Lauric oil resources. *Economic Botany*, v. 42, p. 195-205, 1988.
- ASTM. American Society for Testing and Materials, *D6751 Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels*, ASTM, West Conshohocken, PA, 2012.
- AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos dos cerrados. *Biotechnologia Ciência e Desenvolvimento*, v. 3, p. 36-41, 2000.
- AYETOR, G. K.; SUNNU, A.; PARBEY, J. Effect of biodiesel production parameters on viscosity and yield of methyl esters: *Jatropha curcas*, *Elaeis guineensis* and *Cocos nucifera*. *Alexandria Engineering Journal*, v. 54, p. 1285-1290, 2015.

AZAM, M. M.; WARIS, A.; NAHAR, N. M. Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some nontraditional seed oils for use as biodiesel in India. *Biomass Bioenergy*, v. 29, p. 293-302, 2005.

AZEVEDO-MELEIRO, C. H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoids of endive and New Zealand spinach as affected by maturity, season and minimal processing. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 18, p. 845-855, 2005.

BARBOSA, M. O.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; SILVA, S. I.; OLIVEIRA, A. F. M. Seed oil content and fatty acid composition from different populations of *Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton. *Journal of American Oil Chemical Society*, v. 91, p. 1433-1441, 2014.

BARROS, B. P.; OLIVEIRA, D. A.; MELO-JÚNIOR, A. F.; BRANDÃO, M. M.; ROYO, V. A.; BATISTA, S. C. C.; MENEZES, E. V. Determinação da produtividade do óleo vegetal de *Acrocomia emensis* (Arecaceae): espécie potencial para produção de biodiesel. 8º FAPEG, Unimontes. 2013.

BeMILLER, J. N.; HUBER, K. C. Carboiratos. In: DAMODORAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. (Orgs). *Química de alimentos de Fennema*. 4 ed. Artmed, Porto Alegre, 2010. 900 p.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. *Introdução à química de alimentos*. 2. ed. Varela, São Paulo, 1992. 223p.

BORA, P. S.; NARAIN, N.; ROCHA, R. V. M.; OLIVEIRA-MONTEIRO, A. C.; AZEVEDO-MOREIRA, R. Characterization of the oil and protein fractions of tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) pulp and seed kernel. *Ciência e Tecnologia de alimentos*, v. 3, p. 111-116, 2001.

BORA, P. S.; ROCHA, R. V.; NARAIN, N.; MOREIRA-MONTEIRO, A. C. Characterization of principal nutritional components of Brazilian oil palm (*Elaeis guineensis*) fruits. *Bioresource Technology*, v. 87, p. 1-5, 2003.

BORA, P. S.; ROCHA, R. V. M. Macaíba palm: fatty acids and amino acids composition of fruits. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, v. 4, p. 158-162, 2004.

BRANDÃO, A. A.; NEVES, J. M. G.; SILVA, H. P.; COUTINHO, P. H.; AQUINO, C. F.; SANTOS, P. A.; BRANDÃO, D. S. Caracterização biométrica de frutos de macaúba em diferentes estádios de maturação, provenientes de duas regiões do Estado de Minas Gerais. *Global Science and Technology*, v. 7, p. 15-23, 2014.

BRASIL. Portaria MS nº 33, de 13 de janeiro de 1998. Ingestão Diária Recomendada (IDR) para proteínas, vitaminas e minerais. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 16 de janeiro de 1998.

BRINKMANN, B. Quality criteria of industrial frying oils and fats. *Europe Journal of Lipids Science Technology*, v. 102, p. 539-541, 2000.

BROSCHAT, T. K. Palm seed propagation. *Acta Horticulturae*, v. 360, p. 141-147, 1994.

BROTTONS, J. A.; OLEASERRANO, M. F.; VILLALOBOS, M.; PEDRAZA, V.; OLEA, N. Xenoestrogens released from lacquer coatings in food cans. *Environ Health Perspectives*, v. 103, p. 608-612, 1995.

- CANAKCI, M.; van GERPEN, J. Biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids. *Transactions-American Society of Agricultural Engineers*, v. 44, p. 1429-1436, 2001.
- CAPECKA, E.; MARECZEK, A.; LEJA, M. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. *Food Chemistry*, v. 92, p. 491-497, 2005.
- CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R. F. R.; OLIVEIRA, W. M. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia Insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, p. 326-328, 2003.
- CASTRO, H. F.; MENDES, A. A.; SANTOS, J. C. Modificação de óleos e gorduras por biotransformação. *Química Nova*, v. 27, p. 146-156, 2004.
- CHILD, R. *Coconuts*. London: Longman, 1974. 335 p.
- CHUBA, C. A. M.; TOMMASELLI, M. A. G.; SANTOS, W. L.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J. Parâmetros biométricos dos cachos e frutos da bocaiuva. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*. 2008. CD-ROM.
- CICONINI, G.; FAVARO, S. P.; ROSCOE, R.; MIRANDA, C. H. B.; TAPETI, C. F.; MIYAHIRA, M. A. M.; BEARARI, L.; GALVANI, F.; BORSATO, A. V.; COLNAGO, L. A.; NAKA, M. H. Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Industrial Crops and Products*, v. 45, p. 208-214, 2013.
- CLEMENT, C. R.; LLERAS-PÉREZ, E.; van LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. *Agrociências*, v.9, p. 67-71, 2005.
- COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Characterization of the pulp and the kernel oils from *Syagrus oleracea*, *Syagrus romanzoffiana* and *Acrocomia aculeata*. *Journal of Food Science*, v. 76, p. 1156-1161, 2011.
- CONN, E. E.; STUMPF, P. K. *Introdução à bioquímica*. São Paulo: Edgard Blucher, 8ª reimpressão. 2001.525p.
- COUTINHO, D. J. G.; BARBOSA, M. O.; SOUZA, R. J. C.; SILVA, A. S.; SILVA, S. I.; OLIVEIRA, A. F. M. Biodiesel potential of the seed oils from some Brazilian native Euphorbiaceae species. *Renewable Energy*, v. 91, p. 275-281, 2016.
- CREPALDI, I. C.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. V. C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto do licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). *Revista brasileira de Botânica*, v. 24, p. 155-159, 2001.
- CUENCA, M. A. G. Importância econômica do coqueiro. In: Ferreira, J. M. S.; Warwick, D. R. N.; Siqueira, L. A. (eds.). *A cultura do coqueiro no Brasil*, Embrapa, Brasília.1994.p. 17-56.
- DAM, A. van. ¿Que comeremos dentre de veinte años? *Interciência*, v. 9, p. 35-36, 1984.
- DAMODORAN, S. Aminoácidos, peptídeos e proteínas. In: DAMODORAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. (Orgs). *Química de alimentos de Fennema*. 4 ed. Artmed, Porto Alegre. p. 900. 2010.

DAMODORAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de alimentos de Fennema*. 4 ed. Artmed, Porto Alegre. p. 900. 2010.

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

DAYRIT, F.M. The properties of lauric acid and their significance in coconut oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 92, p. 1-15, 2015.

DEMIRBAS, A. *Biodiesel*. Springer, London. p. 111-119, 2008.

DEUS, T. N. *Extração e caracterização de óleo do pequi (Caryocar brasiliensis Camb.) para o uso sustentável em formulações cosméticas óleo/água (O/A)*. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável). Universidade Católica de Góias, Goiânia, 2008.

DIÁZ-BETANCOURT, M. Weeds as a source for human consumption. A comparison between tropical and temperate Latin America. *Revista Biológica Tropical*, v. 47, p. 329-338, 1999.

ERICE, A. S. *Cultivo e comercialização de plantas alimentícias não-convencionais (PANC's) em Porto Alegre, RS*. Monografia (Ciências Biológicas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 48. 2011.

FARIA, A. A.; LELES, M. I. G.; IONASHIRO, M. Estudo da Estabilidade Térmica de Óleos e Gorduras Vegetais por TG/DTG e DTA. *Ecologia Química*, v. 27, p. 111-119, 2002.

FARIA, J. P.; ARELLANO, D. B.; GRIMALDI, R.; SILVA, L. C. R.; VIEIRA, R. F.; SILVA, D. B.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Caracterização química da ameêndoa de coquinho-azedo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, p. 549-552, 2008.

FERRARI, C. K. B. Oxidative stress pathophysiology: searching for an effective antioxidant protection. *International Medical Journal*, v. 8, p. 175-184, 2001.

FERRARI, R. A.; AZEVEDO-FILHO, J. A. Macauba as Promising Substrate for Crude Oil and Biodiesel Production. *Journal of Agricultural Science and Technology*, v. 2, p. 1119-1126, 2012.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. D. S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja—taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. *Química Nova*, v. 28, p. 19-23, 2005.

FERREIRA, B. S.; FAZA, L. P.; Le HYARIC, M. A comparison of the physicochemical properties and fatty acid composition of Indaiá (*Attalea dubia*) and Babassu (*Orbignya phalerata*) oils. *The Scientific World Journal*, v. 2012, p. 1-4, 2012.

FERREIRA, E. S.; LUCIEN, V. R.; AMARAL, A. S.; SILVEIRA, C. S. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). *Alimentos e Nutrição*, v. 19, p. 427-433, 2008.

FOILDL, N.; FOIDL, G.; SANCHES, M.; MITTELBAACH, M.; HACKEL, S. *Jatropha curcas* L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua. *Bioresouce Technology*, v. 58, p. 77-82, 1996.

FONTANA, J. D.; MENDES, S. V.; PERSIKE, D. S.; PERACETTA, L. F.; PASSOS, M. Carotenoides: cores atraentes e ação biológica. *Biotechnologia Ciência & Desenvolvimento*, v. 2, p. 13, 2000.

FORTES, I. C. P.; BAUGH, P. J. Study of Analytical On-line Pyrolysis of Oils from Macauba Fruit (*Acrocomia sclerocarpa* M) via GC/MS. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 6, p. 469-477, 1999.

Franco, G. *Tabela de composição química dos alimentos*. 9 ed. Atheneu, São Paulo. 2008.

FUENTES, J. A. S.; CAMEY-ORTÍZ, G.; HERNÁNDEZ-MEDEL, M. R.; MENDOZA, F. P.; BAZÚA, C. D. Composition phase behavior and thermal stability of natural edible fat from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seed. *Bioresource Technology*, v. 101, p. 799–803, 2010.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: Cullen, L.J.; Rudran, R.; Padua, C. V. (Orgs). *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba. 2003.

GARCEZ, C. A. G.; DE SOUZA-VIANNA, J. N. Brazilian biodiesel policy: social and environmental considerations of sustainability. *Energy*, v. 34, p. 645-654, 2009.

GARCIA, S.; HEINZEN, H.; HUBBUCH, C.; MARTÍNEZ, R.; de VRIEST, X.; MOYNA, P. Triterpene methyl ethers from Palmae epicuticular waxes. *Phytochemistry*, v.39, p. 1381-1382, 1995.

GROSS, J. *Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids*. Van Nostrand, New York.1991.

GROSSMAN, L. Diet, income and agriculture in an eastern Caribbean village. *Human Ecology*, v. 1, p. 21-42, 1998.

GUNSTONE, F. D. *Fatty Acid and Lipid Chemistry*. First ed., Blackie Academic & Professional, New York, 1996.

HARBORNE, J. B.; SAITO, N.; DETONI, C. H. Anthocyanins of *Cephaelis*, *Cynomorium*, *Euterpe*, *Lavatera* and *Pinanga*. *Biochemical Systematics and Ecology*, v. 22, p. 835-836, 1994.

HARTLEY, C.W.S. The oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.), 3rd Ed. Longman, London.1988.

HEIN de BALSAC, F.; HEIN de BALSAC, H.; MAHEU, J. Oil-bearing palms of Guiana. *Bull Agence Gén Colonies*, v. 24, p. 260-274, 1931.

HENDERSON, A. *The Palms of the Amazon*. Oxford University Press, New York. p. 362. 1995.

HIANE, P. A.; BOGO, D.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS-FILHO, M. M. Carotenoides pró-vitamínicos A e composição em ácidos graxos do fruto e da farinha do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, p. 206-209, 2003.

HO, C. T.; RAFI, M. M.; GHAI, G. Substâncias bioativas: nutracêuticas e tóxicas. In: DAMODORAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. (Orgs). *Química de alimentos de Fennema*. 4 ed. Artmed, Porto Alegre. p. 900. 2010.

HORNSTRA, G. Importance of polyunsaturated fatty acids of the n-6 and n-3 families for early human development. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 103, p. 379-389, 2001.

HUANG, C. L.; SUMPIO, B. E. Olive oil, the Mediterranean diet and cardiovascular health. *Journal of the American College of Surgeons*, v. 207, p. 407–416, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 23 de novembro de 2017.

IHA, O. K.; ALVES, F. C. S. C.; SUAREZ, P. A. Z.; OLIVEIRA, M. B. F.; MENEGHETTI, S. M. P.; SANTOS, B. P. T.; SOLETTI, J. I. Physicochemical properties of *Syagrus coronata* and *Acrocomia aculeata* oils for biofuel production. *Industrial Crops and Products*, v. 62, p. 318-322, 2014.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 23 de novembro de 2017.

IOM - Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc*. National Academy Press, Washington. 2001.

IUPAC. *Compendium of chemical terminology*. 2ª ed. 1997.

JOLY, A. B. *Botânica: introdução à Taxonomia Vegetal*. Companhia Editora Nacional. São Paulo. 2002.

JONES, D.B. Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of protein. Washington, DC: US Department of Agriculture, 1941. p. 22.

KALAYASIRI P, JAYASHKE N, KRISNANGKURA K. Survey of seed oils for use as diesel fuels. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 2, p. 471-74, 1996.

KINUPP, V. F. *Plantas alimentícias não-convencionais da Região Metropolitana de Porto Alegre, RS*. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 562. 2007.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteínas e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. *Ciência e Tecnologia de alimentos*, v. 28, p. 846-857, 2008.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. *Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora. Nova Odessa. p. 768. 2015.

KNOTHE, G. Structure indices in FA chemistry: How relevant is the iodine value? *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 97, p. 847-853, 2002.

KRISNANGKURA, K. A simple method for estimation of Cetane index of vegetable oil methyl esters. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 2, p. 552-53, 1986.

KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD-MS characterization of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. *Food Chemistry*, v. 110, p. 522-530, 2008.

LAFONT, J. J.; ESPITIA, A. A.; SODRÉ, J. R. Potential vegetable sources for biodiesel production: cashew, coconut and cotton. *Mater Renew Sustain Energy*, v. 4, p. 1-7. 2015.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. Produção de geleia de jabolão (*Syzygium cumini* Lamarck): processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, p. 847-852, 2006.

LEWIS, C.E.; ZONA, S. A survey of cyanogenesis in palms (Arecaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*, v. 28, p. 219-228, 2000.

LIN, S. W.; HUEY, S. M. High oleic enhancement of palm olein via enzymatic interesterification. *Journal of Oil Science*, v. 58, p. 549-555, 2009.

LOPES, D. C.; STEIDLE NETO, A. J.; MENDES, A. A.; PEREIRA, D. T. V.; Economic feasibility of biodiesel production from Macauba in Brazil. *Energy Economics*, v. 40, p. 819-824, 2013.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. *Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora. Nova Odessa. 416p. 2004.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KHAN, F.; FERREIRA, E. *Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras)*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora. Nova Odessa. 368 p. 2010.

LUBRANO, C.; ROBIN, J.; KHAIAT, A. Composition en acides gras, sterols, et tocopherols d'huiles de pulpe de fruits de six especes de palmiers de Guyane. *Oleagineux*, v. 49, p. 59-65. 1994.

LUBRANO, C.; ROBIN, J. R. Major compounds study in fruit pulp oils of six Guiana Palms species. *Acta Botanica Gallica*, v. 144, p. 495-499.1997.

MADHURI, R. V. S.; RAO, P. V.; ALECHYA, K. R. M.; SWARNA-KUMARI, A. Properties of vegetable oil and their influence on performance and exhaust emission of a diesel engine – a review. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, v. 6, p. 89-101, 2015.

MAHAN, K. L.; ESCOTT-STUMP, S. *Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia*. 11ª ed. São Paulo, Roca. 2005.

MARKLEY, K. S. The Mbocayá Palm: An Economic Oil Plant of Paraguay. *The Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 32, p. 405-414, 1955.

MATAIX, J. Lípidos alimentarios. In: Mataix, J.; Gil, A. *Libro blanco de los Omega-3*. Instituto Omega-3: Madrid, p. 14-32. 2002.

MARIN, A. M. F. *Potencial nutritivo de frutos do cerrado: composição em minerais e componentes não convencionais*. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana). Universidade de Brasília, Brasília. 121 p. 2006.

McCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Lipídeos. In: DAMODORAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. (Orgs). *Química de alimentos de Fennema*. 4 ed. Artmed, Porto Alegre. 900 p. 2010.

MEDEIROS-COSTA, J. T. As espécies de palmeiras (Arecaceae) do Estado de Pernambuco, Brasil. In: Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. *Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco*. V. 1. SECTMA e Massangana, Recife. pp. 229-236. 2002.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; BRITTON, G.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Relationship between the colour and the chemical structure of carotenoid pigments. *Food Chemistry*, v. 101, p. 1145-1150, 2007.

MICHELIN, S.; PENHA, F.M.; SYCHOSKI, M.M.; SCHERER, R.P.; TREICHEL H.; VALÉRIO, A.; DiLUCCIO, M.; Oliveira, D.; Oliveira, J. V.; Kinetics of ultrasound-assisted enzymatic biodiesel production from Macauba coconut oil. *Renewable Energy*, v. 76, p. 388-393, 2015.

MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A.; BUENO, C. R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M. N. S. *Frutos de palmeiras da Amazônia*. Manaus, Ministério de Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de pesquisa da Amazônia. 2001.

MITTELBACH, M.; GANGL, S. Long storage stability of biodiesel made from rapeseed and used frying oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 78, p. 573-577, 2011.

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

MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L. V. *Introdução à Ciência de Alimentos*. Florianópolis. Editora: UFSC, 255p. 2002.

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

NASCIMENTO, A. D. P.; SOARES, L. A. L.; STRAGEVITCH, L.; DANIELSKI, L. Extraction of *Acrocomia intumescens* Drude oil with supercritical carbon dioxide: Process modeling and comparison with organic solvent extractions. *Journal of Supercritical Fluids*, v. 111, p. 1-7, 2016.

NAYAK, B. B.; PATEL, K. N. Physicochemical characterization of seed and seed oil of *Jatropha curcas* L. collected from Bardoli (South Gujarat), *Sains Malays*, v. 2, p. 951-955, 2010.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger princípios de bioquímica*. 5 ed. São Paulo: Sarvier. 1273 p. 2011.

NEPA/UNICAMP. *Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO*. 4 ed. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco>>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2017. 2011.

NIIZU, P. Y.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. New data on the carotenoid composition of raw salad vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 18, p. 739-749, 2005.

NUNES, A. A. Óleo da polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. ex Mart.) com alta qualidade: processo de refino e termoestabilidade. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Católica Dom Bosco. 126 p. 2013.

NYOK, M. A. Food security and the role of indigenous wild food plants in Southern Sudan. In: KENYATTA, C.; HENDERSON, A. (eds). *The potential of indigenous wild foods*. In: Workshop Proceeding, Kenia. 2001.

OLIVEIRA, A. B.; MENDONÇA, M. S.; ARAÚJO, M. G. P. Aspectos anatômicos do embrião e desenvolvimento inicial de *Oenocarpus minor* Mart.: uma palmeira da Amazônia. *Acta Botânica Brasílica*, v. 24, p. 20-24, 2010.

OLIVEIRA, D. L., ROCHA, C. Alternativas sustentáveis para a merenda escolar com o uso de plantas do cerrado, promovendo educação ambiental. *Revista Eletrônica de Mestrado em Educação Ambiental*, v. 21, p. 35-53. 2008.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. *Tecnologia de alimentos Vol. 1. Componente dos alimentos e processos*. Artmed, Porto Alegre. 294 p. 2005.

OSAKA, M.; BATALHA, M. O. Produção de Biodiesel e Óleo Vegetal no Brasil: realidade e desafio. In: *XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*. Fortaleza – CE. 2008.

PEDRON, F. A.; MENEZES, J. P.; MENEZES, N. L. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente de butiazeiro. *Ciência Rural*, v. 34, p. 585-586, 2004.

POMPÉIA, C. Essencialidade dos ácidos graxos. In: CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKA, C. K.; PROCOPIO, J. *Entendo a gordura: os ácidos graxos*. Barueri: Manole, p. 27-32. 2002.

POMPELLI, M. F.; OROZCO, A. J. J.; OLIVIERA, M. T.; RODRIGUES, B. R. M.; BARBOSA, M. O.; SANTOS, M. G.; DE OLIVEIRA, A. F. M.; ALMEIDA CORTEZ, J. S. Crise energética mundial e o papel do Brasil na problemática de biocombustíveis. *Agronomia Colombiana*, v. 29, p. 231, 2011.

PONTE, F. A. F.; RODRIGUES, J. S.; MALVEIRA, J. Q.; RAMOS-FILHO, J. A. S.; ALBUQUERQUE, M. C. G. Avaliação físico-química de babaçu (*Orbygnia speciosa*) e coco (*Cocos nucifera*) com elevado índice de acidez e dos ácidos graxos (C6 a C16). *Scientia Plena*, v. 13, p. 1-8, 2017.

RAMOS, M. I. L.; RAMOS-FILHO, M. M.; HIANE, P. A.; BRAGA-NETO, J. A.; SIQUEIRA, E. M. A. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, p. 90-94. 2008.

RAMOS, M. I. L. *Polpa de bocaiúva [Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd.]: composição química e biodisponibilidade de carotenoides*. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde). Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

- RAMOS, M. J.; FERNANDEZ, C. M.; CASAS, A.; RODRÍGUEZ, L.; PEREZ, A. Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties. *Bioresource Technology*, v. 1, p. 261-268, 2009.
- RAPOPORT, E. H.; MARGUTTI, L.; SANZ, E. H. *Plantas silvestres comestíveis de la Patagonia Andina*. Exotica I. Universidad Nacional Comahue, INTA-UNICEF. 51 p.1997.
- RAPOPORT, E. H.; LADIO, A.; RAFFAELE, E.; GHERMANDI, L.; SANZ, E. H. Malezas comestibles – Hay Yuyos y Yoyous. *Ciencia Hoy*, v. 9, p. 30-43, 1998.
- RAPOPORT, E. H.; LADIO, A. H. Los bosques andino-patagónicos como fuentes de alimento. *Bosque*, v. 20, p. 55-64, 1999.
- RIBEIRO, L. O.; MENDES, M. F.; PEREIRA, C. S. S. Avaliação da composição centesimal, mineral e teor de antocianinas da polpa do juçai (*Euterpe edulis* Martius). *Revista Eletrônica TECCEN*, v. 2, p. 5-16, 2011.
- RIO, J. C.; EVARISTO, A. B.; MARQUES, G. MARTIN-RAMOS, P.; MARTIN-GIL, J.; GUTIERREZ, A. Chemical composition and thermal behavior of the pulp and kernel oils from macauba palm (*Acrocomia aculeata*) fruit. *Industrial Crops and Products*, v. 84, p. 294-304, 2016.
- RIVAS, M.; BARILANI, A. Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Uruguay. *Agrociência*, v. 8, p. 11-20, 2004.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Os carotenoides como precursores de vitamina A. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 19, p.227-242, 1985.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. *Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed and storage foods*. John Snow, Inc/OMNI Project.1997.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. *A guide to carotenoid analysis in foods*. Washington, DC: ILSI press, p. 64. 2001.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Food carotenoids: analysis, composition and alterations during storage and processing of foods. *Forum of nutrition*, v. 56, p. 35-37, 2002.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. *HavestPlus handbook for carotenoids analysis (Vol 2)*. International Food Police Research Institute, Washington. 2004.
- ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian fruits. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 55, p. 5062-5072, 2007.
- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-XIMENES, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidants capacities of 18 non-tradicional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, v. 121, p. 996-1002, 2005.
- RUFINO, M. U. L.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; SILVA, V. A.; ANDRADE, L. H. C. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phlerata*) em Buíque, PE, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v.22, p. 1141-1149, 2008.

SALIMON, J.; NORR, D. A. M.; NAZRIZAWATI, A. T.; FIRDAUS, M. Y.; NORAISHAH, A. Fatty acid composition and physicochemical properties of malaysian castor bean *Ricinus communis* L. seed oil. *Sains Malays*, v. 2, p. 761- 764, 2010.

SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍLIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. Vegetação e flora da caatinga. Recife, APNE & CNIP. 2002.

SANJENEZ-ARGANDOÑA, E. J.; CHUBA, C. A. M. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, p. 1023-1028, 2014.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. *Cerrado: ambiente e flora*. Empresa Brasileira. 1998.

SANTELLI, P.; CALBO, M.E.R.; CALBO, A.G. Fisiologia pós-colheita de frutos da palmeira *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. (Arecaceae). *Acta Botânica Brasílica*, v.20, p. 523-528, 2006.

SANTOS, D. S.; SILVA, I. G.; BARBOSA, M. C. L.; NASCIMENTO, M. D. S. B.; COSTA, M. C. P. Parâmetros de qualidade físico-química de óleos e análise morfométrica de frutos e sementes de *Orbignya phalerata* Martius por região ecológica. *Eclética Química Journal*, v. 41, p. 74-84, 2016.

SGANZERLA, M. *Caracterização físico-química e capacidade antioxidante do butiá*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, 2010.

SHILS, M.; OLSON, J.; SHIKE, M. *Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença*. São Paulo: Manole. 2003.

SHIMOKOMAKI, M.; ABDALA, C.; FRANCA, J. F.; DRAETTA, I. S.; FIGUEIREDO, I. B.; ANGELUCCI, E. Comparative studies between hearts of sweet palm (*Euterpe edulis* and *E. oleracea*) and the bitter species (*Syagrus oleracea*). I. Chemical composition. Peptides and free amino acids. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, v. 6, p. 69-80, 1975.

SILVA, J. D.; SILVA, D. D.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. D. *Frutas nativas dos cerrados*. EMBRAPA, Brasília – DF. 1994.

SILVA, C. G.; HERDEIRO, R. S.; MATHIAS, C. J.; PANEK, A. D.; SILVEIRA, C. S.; RODRIGUES, V. P.; RENNÓ, M. N.; FALCÃO, D. Q.; CERQUEIRA, D. M.; MINTO, A. B. M.; NOUGUEIRA, F. L. P.; QUARESMA, C. H.; SILVA, J. F. M.; MENEZES, F. S.; ELEUTHERIO, E. C. A. Evaluation of antioxidant activity of Brazilian plants. *Pharmacology Research*, v. 52, p. 229-233, 2005.

SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. *Frutas nativas dos cerrados*. Brasília, DF: EMBRAPA/CPAC. 1994.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, p. 669-682, 2010.

SILVA, S. I.; OLIVEIRA, A. F. M.; NEGRI, G.; SALATINO, A. Seed oil of Euphorbiaceae from the Caatinga, a Brazilian tropical dry Forest. *Biomass Energy*, v. 69, p. 124-134, 2014.

SILVA, R. B.; SILVA-JÚNIOR, E. V.; RODRIGUES, L. C.; ANDRADE, L. H. C.; SILVA, S. I.; HARAND, W.; OLIVEIRA, A. F. M. A comparative study of nutritional composition and potential use of some underutilized tropical fruits of Arecaceae. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 87, p. 1701-1709, 2015.

SILVA, L. N.; CARDOSO, C. C.; PASA, V. M. D. Production of cold-flow quality biodiesel from high-acidity on-edible oils – esterification and transesterification of macauba (*Acrocomia aculeata*) oil using various alcohols. *BioEnergy Research*, v. 9, p. 864-873, 2016.

SIMMONS, W.K. Blindness in nine states of Northeast Brazil. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 28, p. 202, 1975.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. *Botânica sistemática; guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora. Nova Odessa. 640 p. 2008.

STI/MIC. Potencialidades do fruto da *Acrocomia intumescens* para fins energéticos. Brasília: *Simpósio nacional sobre fontes novas e renováveis de energia*. 1988.

TRÉMOLIÈRES, A.; DUBAQ, J. P.; DRAPIER, D. Unsaturated fatty acids in maturing seeds of sunflower and rape: regulation by temperature and light intensity. *Phytochemistry*, v. 21, p. 41-45, 1982.

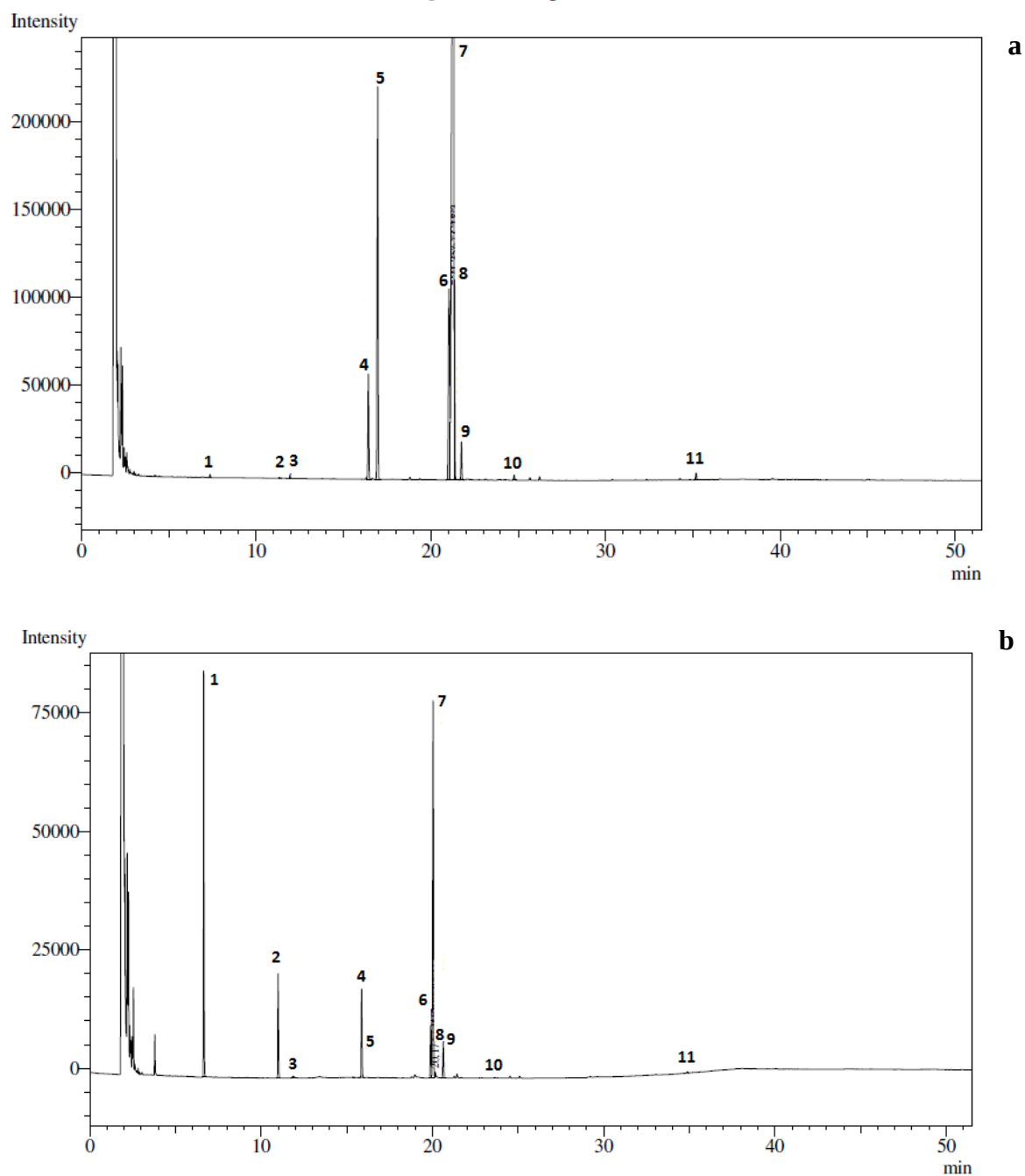
UHL, N. W.; DRANSFIELD, J. *Genera Palmarum: a classification of palms based on the work of Harold E. Moore, Jr.* Allen Press: Laurance, Kansas. 1987.

VALILLO, M. I.; CRESTANA, C. S. M.; AUED-PIMENTEL, S.; TAVARES, M.; KUMAGAI, E.; GARBELOTTI, M. L. Composição química das sementes de *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude (Arecaceae). *Revista Árvore*, v. 28, p. 576-679, 2004.

VIANNA, S. A.; BERTON, L. H. C.; POTT, A.; GUERREIRO, S. M. C.; COLOMBO, C. A. Biometric characterization of fruits and morphoanatomy of the mesocarp of *Acrocomia* species (Arecaceae). *International Journal of Biology*, v. 9, p. 78-92, 2017.

APÊNDICE A – CROMATOGRAMAS

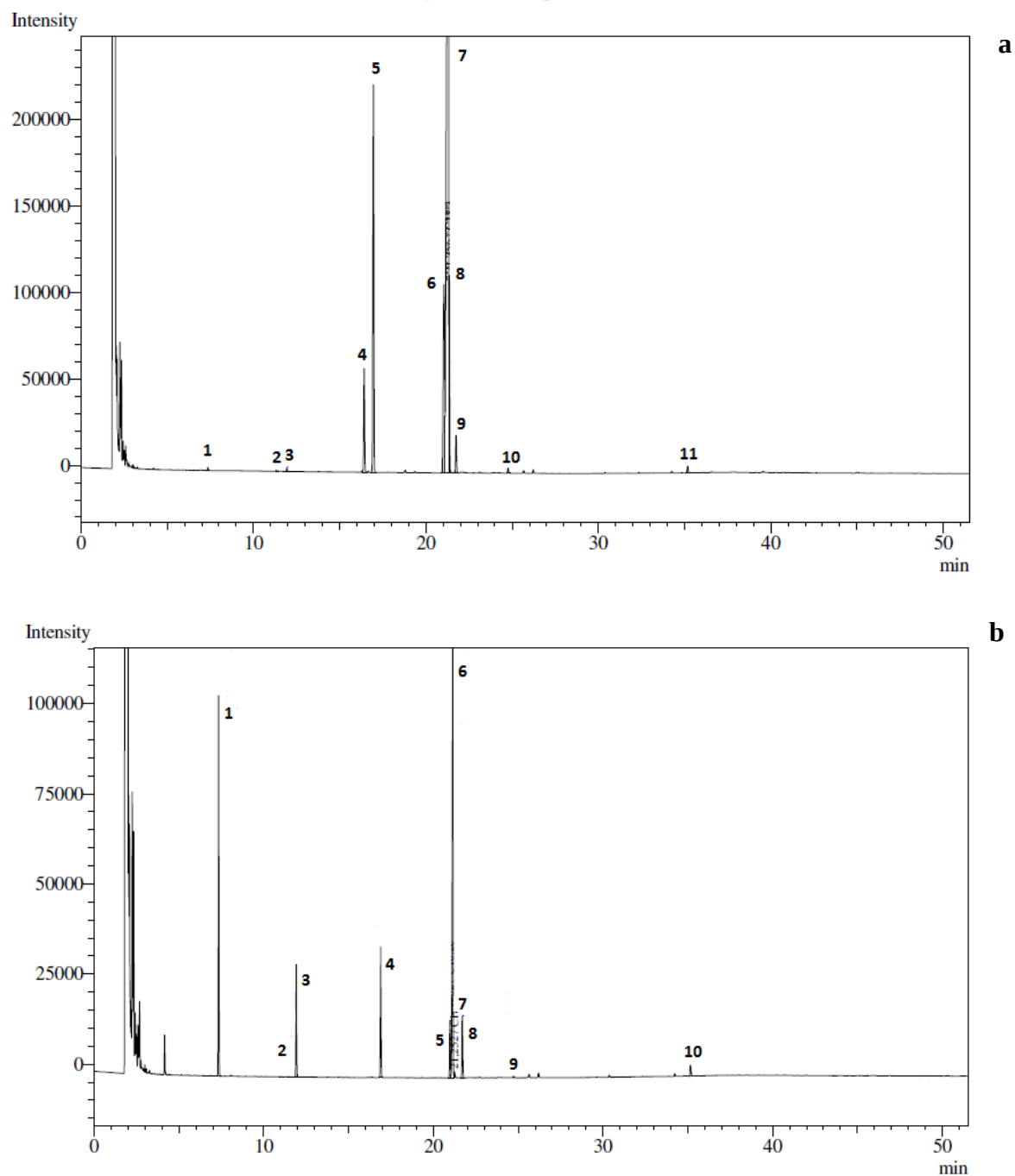
Figura 6 - Cromatogramas dos ácidos graxos de polpa (a) e amêndoa (b) de *Acrocomia intumescens* Drude de Jabotão dos Guararapes



1 – C12:0; 2 – C14:1; 3 – C14:0; 4 – C16:1; 5 – C16:0; 6 – C18:2; 7 – C18:1; 8 – C18:3; 9 – C18:0; 10 – C20:0; 11 – C24:0

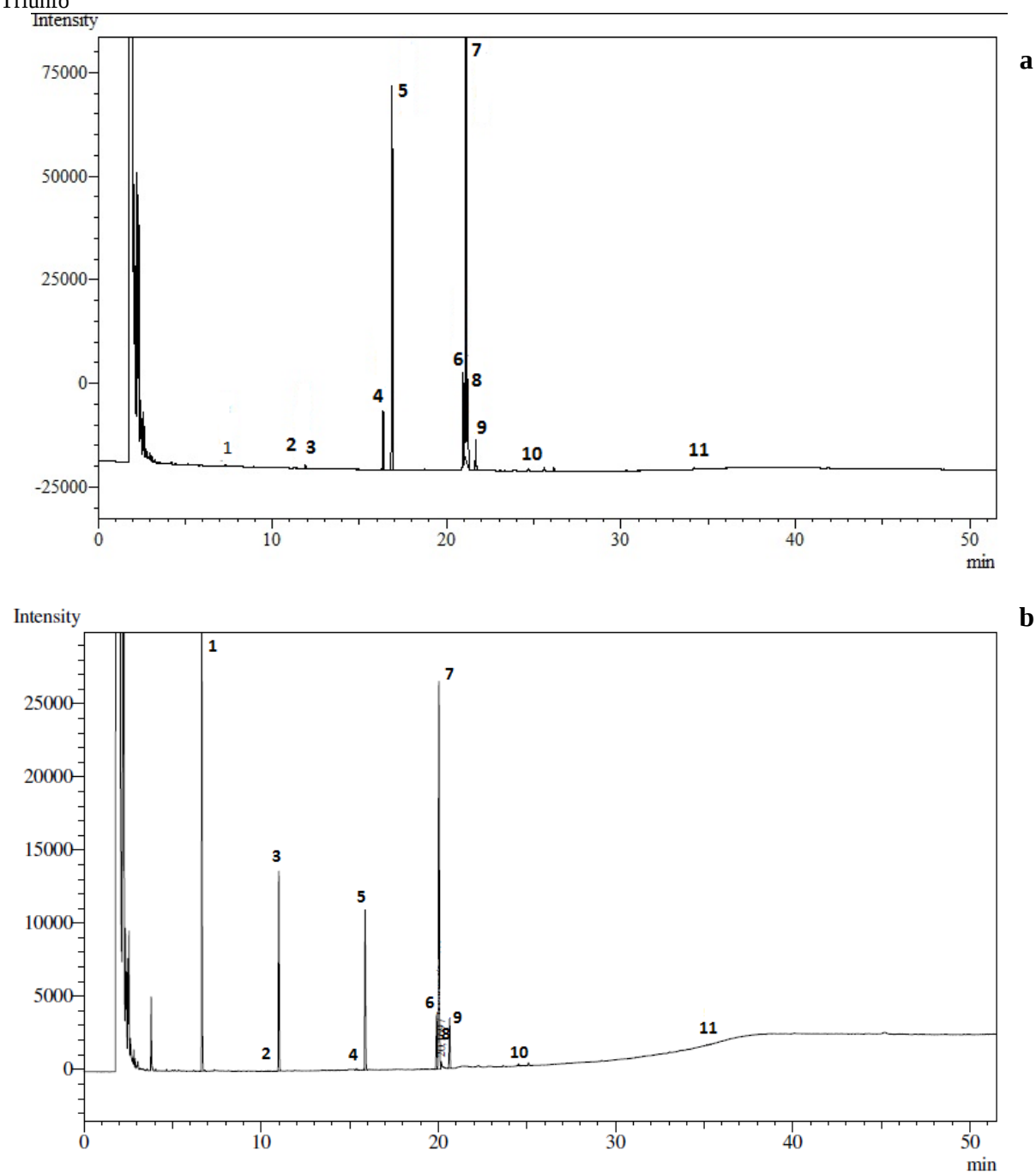
Fonte: O autor (2016)

Figura 7 – Cromatogramas dos ácidos graxos de polpa (a) e amêndoa (b) de *Acrocomia intumescens* Drude de Igarassu



1 – C12:0; 2 – C14:1; 3 – C14:0; 4 – C16:1; 5 – C16:0; 6 – C18:2; 7 – C18:1; 8 – C18:3; 9 – C18:0; 10 – C20:0; 11 – C24:0

Fonte: O autor (2016)

Figura 8 – Cromatogramas dos ácidos graxos de polpa (a) e amêndoa (b) de *Acrocomia intumescens* Drude de Triunfo

1 – C12:0; 2 – C14:1; 3 – C14:0; 4 – C16:1; 5 – C16:0; 6 – C18:2; 7 – C18:1; 8 – C18:3; 9 – C18:0; 10 – C20:0; 11 – C24:0

Fonte: O autor (2016)