

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

MICHELLE CARDOSO COIMBRA

**CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS E DOS ÓLEOS EXTRAÍDOS DA
POLPA E AMÊNDOA DE GUARIROBA (*Syagrus oleracea*), JERIVÁ
(*Syagrus romanzoffiana*) E MACAÚBA (*Acrocomia aculeata*)**

São José do Rio Preto, SP

2010

MICHELLE CARDOSO COIMBRA

**CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS E DOS ÓLEOS EXTRAÍDOS DA POLPA E
AMÊNDOA DE GUARIROBA (*Syagrus oleracea*), JERIVÁ (*Syagrus
romanzoffiana*) E MACAÚBA (*Acrocomia aculeata*)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos (Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos).

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Neuza Jorge
UNESP - São José do Rio Preto
Orientador

Prof^a. Dr^a. Sabria Aued Pimentel
Instituto Adolfo Lutz

Prof^a. Dr^a. Mieko Kimura
UNESP - São José do Rio Preto

São José do Rio Preto, 08 de abril de 2010.

Aos meus pais, Edna e Aristides,
por todo apoio e confiança,

dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar, concedendo-me persistência, intuição e, sobretudo, sabedoria para compreensão do que quero, do que posso e do que consigo;

À querida orientadora, Prof^a. Dr^a. Neuza Jorge, pelo privilégio e oportunidade concedidos, e, sobretudo, pela confiança, orientação e apoio para realização deste trabalho;

À todas as colegas do laboratório e companheiras nas pesquisas, em especial Carol, Simara, Patrícia e Débora, pelo apoio nas análises;

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, com quem convivi durante o mestrado, pela constante demonstração de amizade;

Ao Técnico do Laboratório de Óleos e Gorduras, Luiz, pelo apoio, carinho, amizade e dedicação;

À Fapesp, pela concessão da bolsa de estudos; e à CNPq pela concessão de auxílio pesquisa;

À toda minha família, especialmente meus queridos pais, a quem tanto amo e me orgulho e sempre me deram muito carinho, estímulo e dedicação em todos os momentos da minha vida;

Aos grandes amigos que conquistei no mestrado, Aline, Catharina, Eliane, Gisele, Juliana, Livia, Luana, Marcos e Vidianny;

Aos amigos Thiago, Simara, Angela e Nilton pela ajuda na busca e coleta dos frutos;

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| RESUMO | 8 |
| ABSTRACT | 9 |
| INTRODUÇÃO | 10 |
| | |
| Capítulo 1 – Compostos fenólicos, carotenóides, tocoferóis e ácidos graxos presentes em óleos extraídos de frutos de palmeiras tropicais..... | 12 |
| RESUMO | 13 |
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. ALIMENTOS FUNCIONAIS | 14 |
| 3. COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE | 15 |
| 3.1. <i>Compostos fenólicos</i> | 16 |
| 3.2. <i>Carotenóides</i> | 17 |
| 3.3. <i>Tocoferóis</i> | 20 |
| 4. ÁCIDOS GRAXOS | 22 |
| 5. PALMEIRAS TROPICAIS | 23 |
| 5.1 <i>Palmeira guariroba (Syagrus oleracea, Becc)</i> | 26 |
| 5.2 <i>Palmeira jerivá (Syagrus romanzoffiana)</i> | 27 |
| 5.3 <i>Palmeira macaúba (Acrocomia aculeata)</i> | 27 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 28 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 29 |
| | |
| Capítulo 2 – Composição centesimal dos frutos das palmeiras guariroba, jerivá e macaúba | 35 |
| RESUMO | 36 |
| 1. INTRODUÇÃO | 37 |
| 2. OBJETIVOS | 38 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 39 |
| 3.1. <i>Material</i> | 39 |
| 3.2. <i>Métodos</i> | 39 |
| 3.3. <i>Análise estatística</i> | 40 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 40 |

| | |
|--|-----------|
| 5. CONCLUSÕES | 45 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 45 |
| ANEXOS | 48 |

| | |
|--|-----------|
| Capítulo 3 – Caracterização do óleo extraído da polpa e amêndoa de guariroba, jervá e macaúba | 49 |
| RESUMO | 50 |
| 1. INTRODUÇÃO | 51 |
| 2. OBJETIVOS | 52 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 52 |
| 3.1. <i>Material</i> | 52 |
| 3.2. <i>Métodos</i> | 53 |
| 3.3. <i>Análise estatística</i> | 54 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 54 |
| 5. CONCLUSÕES | 64 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 64 |
| ANEXOS | 67 |

| | |
|---|-----------|
| Capítulo 4 – Perfil de ácidos graxos e compostos bioativos dos óleos das polpas e amêndoas de guariroba, jervá e macaúba | 69 |
| RESUMO | 70 |
| 1. INTRODUÇÃO | 71 |
| 2. OBJETIVOS | 72 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 72 |
| 3.1. <i>Material</i> | 72 |
| 3.2. <i>Métodos</i> | 73 |
| 3.3. <i>Análise estatística</i> | 74 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 74 |
| 5. CONCLUSÕES | 86 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 87 |
| ANEXOS | 91 |

RESUMO

Os alimentos funcionais são definidos como produtos que contêm em sua formulação compostos bioativos que, ao serem incluídos em uma dieta usual, modulam processos metabólicos ou fisiológicos, resultando em redução do risco de doenças e manutenção da saúde. A demanda por óleos vegetais com constituintes bioativos, que os caracterizam como alimentos funcionais, vem aumentando nos últimos anos. Por ser um campo de estudo relativamente recente, há necessidade de um maior número de pesquisas sobre os óleos vegetais que contêm substâncias biologicamente ativas. Assim, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar os óleos extraídos de frutos de palmeiras tropicais, a fim de identificar compostos bioativos para avaliar a possível aplicação destes óleos especiais em alimentos. Foram analisados os óleos extraídos dos frutos das palmeiras guariroba, jervá e macaúba para conhecer as propriedades físico-químicas dos mesmos, além do perfil de ácidos graxos, teor de compostos fenólicos e carotenóides totais e composição de tocoferóis. Foi realizada também a determinação da composição centesimal dos frutos. Os resultados foram submetidos a análises de variância e testes de Tukey para as médias a 5% empregando o programa ESTAT versão 2.0. Pelos resultados, verificou-se que as polpas e amêndoas das três espécies apresentaram composições centesimais distintas; as polpas são constituídas majoritariamente por carboidratos, já as amêndoas, por lipídios. Os óleos extraídos das polpas e amêndoas também apresentaram características diferentes, sendo os óleos das polpas mais insaturados e com maior teor de carotenóides e tocoferóis. Já os óleos das amêndoas mostraram-se menos alterados por processo oxidativos e com conteúdo mais elevado de compostos fenólicos totais. Ambos apresentaram características físico-químicas compatíveis com outros óleos vegetais consumidos no Brasil.

Palavras-chave: óleos vegetais, alimentos funcionais, palmeiras, ácidos graxos.

ABSTRACT

Functional foods are defined as products that contain in their formulation bioactive compounds that, when included in a usual diet, modulate metabolic or physiological processes, reducing the risk of disease and health maintenance. The demand for vegetable oils with bioactive components, which characterize them as functional foods, has increased in recent years. Because it is a field of study relatively recently, there is a need for more research on vegetable oils that contain biologically active substances. The present work aims to characterize the oil extracted from fruit of tropical palms, to identify bioactive compounds for possible application of these special oils in foods. The oils extracted from fruits of guariroba, jervá and macaúba palms were analyzed through the physicalchemical properties, fatty acids profile, total phenolic compounds, carotenoids and tocopherol composition. The proximate composition of the fruits was also performed. The results were submitted to analysis of variance and tukey test for the medium to 5% using the ESTAT program version 2.0. The results showed that the pulp and kernels of the three species have different proximate composition, the pulps are composed mainly of carbohydrate, and kernels, for lipids. The oils extracted from the pulp and kernels also had different characteristics, the pulp oils were more unsaturated and had more contents of carotenoids and tocopherols. The kernels oils were less altered by oxidative process and with higher content of total phenolic compounds. Both showed physicalchemical properties consistent with other vegetable oils consumed in Brazil.

Keywords: vegetable oils, functional foods, palms, fatty acids.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vem sendo observado um crescente interesse no estudo de alimentos que, além de desempenharem a função puramente nutritiva, apresentam propriedades funcionais, tais como prevenir ação de radicais livres, hipercolesterolemia, hipertensão e outros. Na composição destes alimentos encontram-se compostos bioativos que, mesmo em pequenas quantidades, podem exercer efeitos preventivos em distúrbios fisiológicos.

Entre esses compostos bioativos merecem destaque os carotenóides, os tocoferóis e os compostos fenólicos, que possuem potente atividade antioxidante, atuando como substâncias que retardam ou impedem a ação de radicais livres no organismo. O conteúdo de ácidos graxos insaturados do alimento, especialmente os ácidos graxos essenciais, também exerce um efeito positivo no organismo, atuando no controle do colesterol sanguíneo e prevenindo doenças coronárias.

Os alimentos de origem vegetal constituem umas das principais fontes de compostos biologicamente ativos e de ácidos graxos poliinsaturados, o que tem dado suporte para muitos estudos na tentativa de encontrar espécies vegetais ricas em tais compostos. Dentre essas espécies, as palmeiras merecem destaque, sendo foco de muitos estudos que visam elucidar a composição de seus frutos e do óleo extraído desses frutos.

As palmeiras guariroba (*Syagrus oleracea*), jervá (*Syagrus romanzoffiana*) e macaúba (*Acrocomia aculeata*) são três espécies tropicais ainda pouco estudadas quanto à qualidade e constituintes dos óleos que podem ser extraídos das suas polpas e amêndoas. Sabe-se que a introdução de óleos vegetais na dieta traz excelentes benefícios ao organismo, auxiliando na prevenção de doenças cardiovasculares, na manutenção de níveis saudáveis do colesterol, melhorando a função cerebral, combatendo os radicais livres e outras disfunções.

Além disso, as espécies de palmeiras mostram-se como promissoras fontes de compostos bioativos e de ácidos graxos essenciais. Por esta razão, torna-se importante um estudo para investigar, quantificar e caracterizar a presença de tais compostos nos óleos vegetais extraídos dos frutos das palmeiras guariroba, jervá e macaúba, tendo como norte a possibilidade de empregá-las na elaboração de alimentos funcionais.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar os frutos de palmeiras tropicais e a composição dos óleos extraídos destes.

Para tanto, os objetivos específicos do trabalho foram:

- Determinar a composição em umidade, proteínas, cinzas, matéria graxa, carboidratos e fibra alimentar total da polpa e a amêndoa dos frutos das palmeiras guariroba, jerivá e macaúba;
- Caracterizar o óleo da polpa e da amêndoa dos frutos, separadamente, quanto aos teores de ácidos graxos livres, índices de peróxidos, refração, iodo, saponificação, matéria insaponificável e estabilidade oxidativa;
- Avaliar o óleo extraído da polpa e da amêndoa destes frutos quanto ao perfil de ácidos graxos, compostos fenólicos e carotenóides totais, e composição de tocoferóis, com o intuito de avaliar a possível aplicação desses óleos como ingredientes funcionais.

Capítulo 1

Compostos fenólicos, carotenóides, tocoferóis e ácidos graxos presentes em óleos extraídos de frutos de palmeiras tropicais

RESUMO

Os alimentos funcionais, além das suas funções nutricionais básicas, como fonte de energia e de substrato para a formação de células e tecidos, possuem em sua composição um ou mais compostos capazes de agir no sentido de modular os processos metabólicos, melhorando as condições de saúde, promovendo o bem-estar das pessoas e prevenindo o aparecimento precoce de doenças degenerativas, que levam a uma diminuição da longevidade. Tais compostos, fisiologicamente ativos, devem estar presentes nos alimentos funcionais em quantidades suficientes e adequadas para produzir o efeito fisiológico desejado. Várias classes de substâncias, naturalmente presentes nos alimentos, apresentam propriedades funcionais fisiológicas comprovadas, como é o caso dos compostos fenólicos, carotenóides, tocoferóis e ácidos graxos mono e poliinsaturados. Cada vez mais cresce a busca por alimentos, principalmente de origem vegetal, que se caracterizam pela presença de tais substâncias benéficas ao organismo. Muitas pesquisas apontam espécies de palmeiras como importantes fontes de compostos bioativos e de ácidos graxos essenciais, o que torna importante mais estudos quanto a caracterização dessas espécies.

Palavras-chave: palmeiras, compostos fenólicos, carotenóides, tocoferóis, ácidos graxos.

1. INTRODUÇÃO

Os alimentos funcionais são assim chamados por conterem compostos bioativos que podem agir no organismo de forma benéfica, reduzindo o risco de doenças e colaborando para manutenção da saúde. Entre esses compostos bioativos merecem destaque os compostos fenólicos, carotenóides e tocoferóis, que possuem potente atividade antioxidante, atuando como substâncias que retardam ou impedem a ação de radicais livres no organismo.

O conteúdo de ácidos graxos insaturados do alimento, especialmente os ácidos graxos essenciais, também exerce um efeito positivo no organismo, atuando no controle do colesterol sanguíneo e prevenindo doenças coronárias. Os alimentos de origem vegetal constituem umas das principais fontes de compostos biologicamente ativos e de ácidos graxos poliinsaturados, o que tem dado suporte para muitos estudos na tentativa de encontrar espécies vegetais ricas em tais compostos.

Dentre essas espécies, as palmeiras merecem destaque, sendo foco de muitos estudos que visam elucidar a composição de seus frutos e do óleo extraído desses frutos. As palmeiras têm-se mostrado como promissoras fontes de compostos bioativos, muitos estudos apontam o potencial antioxidante dos frutos e a composição em ácidos graxos do óleo extraído da polpa e da amêndoa de diversas espécies.

O objetivo deste trabalho é mostrar diferentes estudos que apontam as palmeiras como ricas fontes de compostos bioativos, além de elucidar a importância e a ação protetora de tais compostos no organismo humano.

2. ALIMENTOS FUNCIONAIS

Além de nutrir, os alimentos possuem componentes ativos que atuam no organismo, produzindo efeitos benéficos à saúde (PRATES; MATEUS, 2002). O estudo desses componentes ativos conduziu ao conceito de alimentos funcionais. O termo “alimentos funcionais” foi inicialmente definido no Japão, na década de 80, como alimentos similares em aparência aos alimentos convencionais, usados como parte de uma dieta normal, e que aportam benefícios fisiológicos e/ou reduzem o risco de doenças crônicas, além de suas funções básicas nutricionais.

O consumo regular de alimentos funcionais pode, potencialmente, reduzir as chances de ocorrência de certos cânceres, doenças do coração, osteoporose, problemas intestinais e muitos outros problemas de saúde (BRANDÃO, 2002). Sendo assim, os alimentos funcionais provêm à oportunidade de combinar produtos comestíveis de alta flexibilidade com moléculas biologicamente ativas, como estratégia para consistentemente corrigir distúrbios metabólicos, resultando em redução dos riscos de doenças e manutenção da saúde (WALZEM, 2004).

Os alimentos funcionais constituem uma das prioridades de pesquisa em todo mundo com a finalidade de elucidar as propriedades e os efeitos que estes produtos podem apresentar na promoção da saúde (OLIVEIRA et al., 2002).

Kruger e Mann (2003) definem os ingredientes funcionais como um grupo de compostos que apresentam benefícios à saúde, tais como ácidos graxos poliinsaturados, alicinas, vitaminas antioxidantes (como os tocoferóis e carotenóides), glucosinolatos, compostos fenólicos, compostos sulfurados e nitrogenados. Esses compostos biologicamente ativos podem ser encontrados em muitos vegetais e em seus óleos, extraídos da polpa e da amêndoa.

3. COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Compostos bioativos como os compostos fenólicos, carotenóides e tocoferóis possuem potente atividade antioxidante, atuando como substâncias que retardam ou impedem a ação de radicais livres no organismo. São conhecidas como radicais livres as moléculas orgânicas e inorgânicas que contêm um ou mais elétrons não pareados. Essa configuração faz dos radicais livres moléculas altamente instáveis, com meia-vida curtíssima e quimicamente muito reativas (HALLIWELL, 1994).

No organismo, a presença dos radicais livres é crítica para a manutenção de muitas funções fisiológicas normais (POMPELLA, 1997). Algumas espécies de radicais livres são: oxigênio singlete ($^1\text{O}_2$), radical superóxido (O_2^\bullet), hidroxila (OH^\bullet), óxido nítrico (NO^\bullet), peroxinitrito (ONOO^\bullet) e radical semiquinona (Q^\bullet). Os radicais livres podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana durante os processos de transferência de elétrons que ocorrem no

metabolismo celular e pela exposição a fatores exógenos, como ozônio, radiações gama e ultravioleta, medicamentos, dieta e cigarro (YU; ANDERSON, 1997).

O desequilíbrio entre radicais livres (moléculas oxidantes) e substâncias antioxidantes resulta na indução de danos e morte celular (ANDERSON, 1996). Os danos oxidativos induzidos nas células e tecidos têm sido relacionados com várias doenças, incluindo doenças degenerativas, tais como cardiopatias, aterosclerose, problemas pulmonares, artrite, disfunção cerebral, diabetes, catarata, envelhecimento, esclerose múltipla, câncer, inflamações crônicas e doenças do sistema imune (STAHL; SIES, 1997).

O estresse oxidativo também tem sido um fator de destaque na fisiopatologia da síndrome metabólica. Há evidências de que a maior produção de radicais livres está inversamente correlacionada à ação insulínica. A síndrome metabólica constitui um fator de risco cardiovascular, sendo caracterizada pela associação de hipertensão arterial sistêmica, obesidade abdominal, tolerância à glicose prejudicada, hipertrigliceridemia e baixas concentrações sanguíneas de HDL. Uma alimentação adequada, com alimentos ricos em substâncias antioxidantes, associada a outras modificações no estilo de vida, tais como prática regular de atividade física e abandono do tabagismo, contribui para um melhor controle da doença, prevenindo suas complicações e aumentando a qualidade de vida (FORD et al., 2003).

Basicamente, os antioxidantes provindos de uma dieta natural fortalecem o sistema de defesa naturalmente presente no organismo, reduzindo o estresse oxidativo e o risco de doenças crônicas causadas por radicais livres (HUI et al., 2006). Compostos fenólicos, carotenóides e tocoferóis possuem atividade antioxidante, funcionando como mecanismos de defesa, já que atuam como agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas por radicais livres nas células.

3.1. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos de fontes vegetais podem ser divididos em dois grupos: os flavonóides e os não flavonóides, sendo que ambos são metabólitos secundários presentes em frutas e vegetais. Os denominados de flavonóides são os que apresentam a estrutura química descrita como $C_6-C_3-C_6$ (Figura 1). Já os denominados de não flavonóides possuem estrutura química C_6-C_1 (ácido gálico e

elágico), C₆-C₃ (ácidos caféico) ou C₆-C₂-C₆ (resveratrol). Alguns dos compostos fenólicos mais estudados são: ácido caféico, ácido gálico, ácido elágico, resveratrol e antocianinas (MELO; GUERRA, 2002).

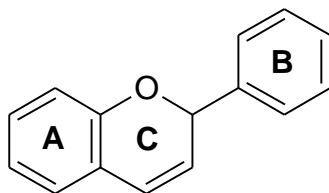


Figura 1 - Estrutura química dos compostos flavonóides.

A distribuição dos flavonóides nos vegetais depende de diversos fatores de acordo com o filo, a ordem e a família do vegetal, bem como da variação das espécies. Os flavonóides são formados da combinação de derivados sintetizados da fenilalanina e ácido acético. Os padrões de distribuição dependem do grau de acesso à luminosidade, especialmente raios ultravioleta, pois a formação dos flavonóides é acelerada pela luz (AHERNE; O'BRIEN, 2002).

A determinação dos níveis de compostos fenólicos totais em tecidos vegetais é a etapa inicial de qualquer investigação de funcionalidade fisiológica para posterior estímulo ao consumo, visando à prevenção de doenças crônico-degenerativas (ANTOLOVICH; PRENZLER; RYAN, 2000).

Entre os compostos fenólicos mais freqüentemente encontrados em vegetais estão as antocianinas, os flavonóis, as catequinas e os taninos. Muitos destes compostos apresentam uma grande gama de efeitos biológicos, incluindo ações antioxidantes, antimicrobiana, antiinflamatória, antiplaquetária e vasodilatadora. Eles podem inibir enzimas, destacando-se a prostaglandina sintetase, a lipoxigenase e a ciclooxigenase, todas relacionadas diretamente com a tumorigênese. Também têm poder de induzir enzimas do sistema desintoxicante como a glutathione transferase (AHERNE; O'BRIEN, 2002).

A reconhecida ação antioxidante dos flavonóides torna esses compostos capazes de inibir a peroxidação de lipídios e a oxidação de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), além de reduzirem significativamente as tendências a doenças trombóticas (RAUHA et al., 2000). Em pesquisas epidemiológicas alguns compostos fenólicos apresentam-se associados com a proteção contra doenças do envelhecimento e prevenção de enfermidades cardiovasculares, cancerígenas

e doenças neurológicas, o que também pode ser justificado pela sua ação antioxidante.

A atividade antioxidante de compostos fenólicos é principalmente devida às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio triplete e singlete ou decompondo peróxidos (ZHENG; WANG, 2001).

3.2. Carotenóides

Os carotenóides estão entre os pigmentos mais encontrados na natureza com uma produção estimada em 100 milhões de toneladas por ano. Já foram identificados em organismos fotossintetizantes e não fotossintetizantes, plantas superiores, algas, fungos, bactérias e em alguns animais. São responsáveis pelas cores do amarelo ao vermelho de frutas, vegetais, fungos e flores (MALDONADO-ROBLEDO, 2003).

A estrutura básica dos carotenóides é de um tetraterpeno (C_{40}) formado por oito unidades isoprenóides (C_5H_8) unidas por ligações tipo “cabeça-cauda”, com exceção da posição central onde a ligação é “cauda-cauda” (RODRIGUES-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008). Dos mais de 600 carotenóides conhecidos, aproximadamente 50 são precursores da vitamina A.

O carotenóide precursor possui pelo menos um anel de β -ionona não substituído, com cadeia lateral poliênica com um mínimo de 11 carbonos. Os principais carotenóides pró-vitâmicos A são: β -caroteno, α -caroteno, γ -caroteno e β -criptoxantina; entre os não pró-vitâmicos estão a luteína, zeaxantina e licopeno. O β -caroteno é o mais abundante em alimentos e o que apresenta a maior atividade de vitamina A (100% de atividade), enquanto γ -caroteno, α -caroteno, β -zeacaroteno, β -criptoxantina e α -criptoxantina apresentam apenas 50% de atividade.

A transformação dos carotenóides pró-vitâmicos em vitamina A ocorre por clivagem simétrica (mecanismo principal), onde o carotenóide é dividido ao meio, formando duas moléculas de retinol no caso do β -caroteno ou uma molécula no caso dos demais carotenóides pró-vitâmicos A, que são posteriormente transformadas em retinol. Alternativamente, pode ocorrer clivagem assimétrica em que segmentos são retirados de uma das extremidades da

molécula do carotenóide, formando apocarotenóides e eventualmente retinal, como mostrado na Figura 2 (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006).

A ingestão insuficiente de vitamina A ou de seus precursores, durante um período expressivo, leva à cegueira e tem resultado em altas taxas de mortalidade (60%), principalmente em crianças (RODRIGUEZ-AMAYA, 2004). Populações em risco de deficiência de vitamina A, em geral, dependem de carotenóides pró-vitamínicos A para atingirem as recomendações diárias indicadas para essa vitamina (ROCK et al., 1998). A ingestão de pró-vitamina A tem a vantagem de esta ser apenas bioconvertida pelo organismo quando há carência, evitando-se a hipervitaminose.

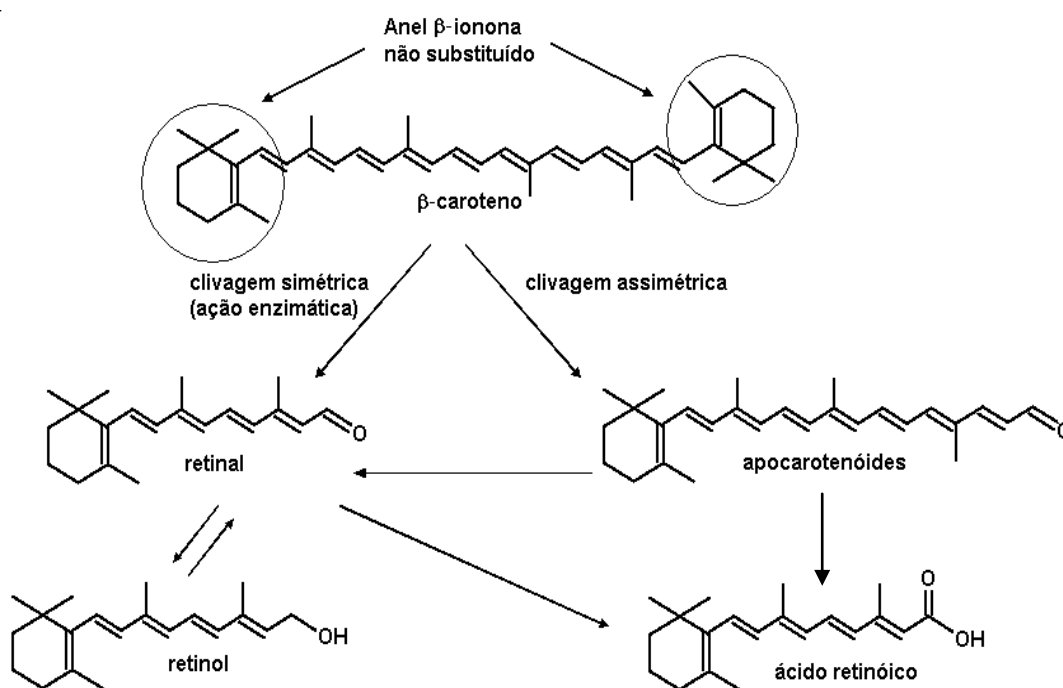


Figura 2 - Transformação de β-caroteno em vitamina A.

Entre as principais estratégias utilizadas no combate à deficiência de vitamina A nos países em desenvolvimento estão a suplementação medicamentosa, a fortificação de alimentos e mudanças na alimentação, incluindo maior consumo de vegetais ricos em carotenóides (CAMPOS; ROSADO, 2005).

Além da atividade de vitamínica A, outras funções biológicas têm sido relacionadas aos carotenóides, inclusive os não pró-vitamínicos. Esses compostos são reconhecidos por sua ação antioxidante, através da desativação

de radicais livres e principalmente, seqüestro de oxigênio singlete. Os carotenóides seqüestram o oxigênio singlete de duas maneiras: pela transferência física de energia de excitação do oxigênio singlete para o carotenóide ou por meio de uma reação química do carotenóide com o oxigênio singlete. Em condições normais no organismo, por exemplo, 95% da desativação do oxigênio singlete é física, restando somente 5% para reagir quimicamente, o que torna os carotenóides antioxidantes mais efetivos (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

Dessa forma, esses compostos podem atuar na modulação do metabolismo carcinógeno, aumento da resposta imune, inibição da proliferação celular, aumento dos canais de comunicação intercelular, que parecem estabilizar as células iniciadas, as quais são células com material genético alterado que podem resultar em mutação e, conseqüentemente, evitam a transformação em células malignas (TROSKO; CHANG, 2001).

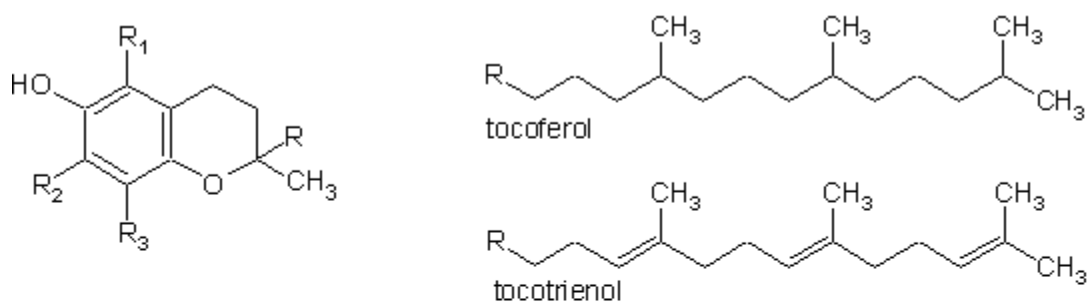
Além disso, os carotenóides são capazes de auxiliar na proteção de várias doenças degenerativas como câncer, degeneração macular, catarata, doenças cardiovasculares e desordens de fotossensibilidade. A oxidação de LDL-colesterol é fator crucial para o desenvolvimento da aterosclerose e o β -caroteno atua inibindo o processo de oxidação da lipoproteína (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006).

3.3. *Tocoferóis*

O termo vitamina E é considerado como um nome genérico descrevendo as bioatividades de derivados de tocoferóis e tocotrienóis; vitaminas lipossolúveis que possuem alta capacidade antioxidante especificamente contra a peroxidação lipídica em membranas biológicas (ALMEIDA et al., 2006). A Vitamina E natural é composta por oito substâncias diferentes, e essas substâncias pertencem a dois grupos de compostos.

O primeiro grupo é derivado do tocol e apresenta uma cadeia lateral saturada contendo 16 átomos de carbono. Este grupo inclui quatro dos oito compostos, sendo eles o α -tocoferol, β -tocoferol, γ -tocoferol e o δ -tocoferol. A diferença entre estas moléculas reside na quantidade de grupos metila que substituem o anel aromático do tocol (HOPE; KRENNRICH, 2000), como pode ser observado na Figura 3.

O segundo grupo de substâncias com atividade biológica de Vitamina E é derivado do tocotrienol. Este grupo inclui as restantes quatro moléculas que fazem parte da Vitamina E, sendo elas o α -tocotrienol, β -tocotrienol, γ -tocotrienol e o δ -tocotrienol. A diferença entre estas moléculas e as suas homólogas anteriores é o fato de estas possuírem uma cadeia lateral insaturada contendo 16 átomos de carbono. À semelhança dos isômeros de tocoferol, a diferença entre os vários isômeros de posição (α , β , γ , δ) reside apenas no fato de as substituições de grupos metila serem feitas em locais diferentes do anel aromático (HOPE; KRENNRICH, 2000), como mostrado na Figura 3.



onde:

α -toco: $R_1 = R_2 = R_3 = CH_3$

β -toco: $R_1 = R_3 = CH_3$; $R_2 = H$

γ -toco: $R_2 = R_3 = CH_3$; $R_1 = H$

δ -toco: $R_1 = R_2 = H$; $R_3 = CH_3$

Figura 3 - Estrutura química tocoferol e tocotrienol.

A vitamina E, na forma de α -tocoferol, encontra-se em grande quantidade nos lipídios e evidências sugerem que esse composto impede ou minimiza os danos provocados pelos radicais livres associados com doenças específicas, incluindo o câncer, artrite, catarata e o envelhecimento (HEINONEN et al., 1998). O α -tocoferol tem a capacidade de impedir a propagação das reações em cadeia induzidas pelos radicais livres nas membranas biológicas, essa ação antioxidante deve-se principalmente à sua capacidade de doar hidrogênios aos radicais livres, inibindo assim a ação oxidativa desses compostos (TRABER, 1997).

Diversos estudos epidemiológicos e ensaios clínicos indicam que uma elevada ingestão ou níveis plasmáticos elevados de vitamina E associam-se à redução dos riscos de doença cardiovascular, melhoram a condição imune,

modulam condições degenerativas importantes associadas com envelhecimento, protegem os tecidos do olho, pele, fígado, mamas, testículos e sistema nervoso central que são mais sensíveis à oxidação, diminuem o risco trombótico inibindo a agregação e a adesividade plaquetária (SOUZA; SOUZA NETO; MAIA, 2003). Experimentos com animais mostram que os tocotrienóis podem inibir a enzima HMGCoA redutase, que atua na síntese do colesterol (KHOR; CHIENG; ONG, 1995).

4. ÁCIDOS GRAXOS

Além do conteúdo de compostos bioativos, a composição em ácidos graxos dos óleos vegetais também é de grande importância, principalmente os poliinsaturados das famílias ômega-3 e ômega-6, aos quais se atribuem numerosos benefícios ao organismo humano, como a redução do colesterol sanguíneo. A família ômega-3 (ω -3 ou n-3) compreende o ácido graxo essencial α -linolênico, já a família ômega-6 (ω -6 ou n-6) compreende o ácido graxo essencial linoléico (LIRA et al., 2004).

O ácido α -linolênico e o ácido linoléico são ácidos graxos essenciais porque as duplas ligações situadas no terceiro e sexto átomos de carbono não podem ser produzidas pelo organismo humano, de forma que os ácidos graxos essenciais devem ser obtidos a partir da dieta. O ácido linolênico, no organismo, pode ser alongado e dessaturado pelo sistema enzimático para produzir os ácidos docosahexaenóico e eicosapentaenóico, da mesma forma, o ácido linoléico é precursor do ácido araquidônico (CONNOR, 2000).

O ácido linoléico pode ser encontrado em abundância nos óleos de milho, girassol, soja, dentre outros óleos vegetais. Enquanto, o ácido α -linolênico é encontrado em concentrações elevadas na semente de linhaça (*Linum usitatissimum*), a qual apresenta teores que variam de 44,6 a 51,5% do total dos ácidos graxos (CARTER, 1993).

Entre as principais funções desses ácidos graxos estão o depósito de energia e a conformação das membranas celulares, além disso, são precursores de um conjunto de substâncias denominadas eicosanóides, as quais possuem atividades fisiológicas e farmacológicas. Essas substâncias abrangem as tromboxanas e prostaglandinas, que possuem efeitos hipotensores; as

prostaciclina, que inibe a agregação plaquetária e aumenta o HDL-colesterol; e os leucotrienos. O equilíbrio entre a produção de prostaglandinas e tromboxanas inibe o aparecimento de doenças cardiovasculares (TURATTI; GOMES; ATHIÉ, 2002).

Os ômega-3 e ômega-6 vêm sendo alvo de diversos estudos epidemiológicos, pois reduzem os triglicerídios séricos, melhoram a função plaquetária, promovem redução na pressão arterial e nos níveis de colesterol e de lipoproteínas de baixa densidade no sangue, além de prevenir alguns tipos de câncer (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2001).

O principal ácido graxo monoinsaturado é o ácido oléico (C18:1), que pertence à família dos ômega-9 (ω -9 ou n-9), pois a ligação dupla localiza-se entre os carbonos 9 e 10, a partir do grupo metila. Estudos apontam que o ácido oléico exerce um efeito neutro sobre a colesterolemia, no entanto, tem-se observado que dietas ricas em ácido oléico aumentam o HDL-colesterol e podem reduzir o nível de LDL-colesterol, esses ácidos graxos também estão associados à redução da incidência de doenças cardíacas (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2002).

5. PALMEIRAS TROPICAIS

Os alimentos de origem vegetal constituem umas das principais fontes de compostos biologicamente ativos e de ácidos graxos poliinsaturados, o que tem dado suporte para muitos estudos na tentativa de encontrar espécies vegetais ricas em tais compostos. Dentre essas espécies, as palmeiras merecem destaque, sendo foco de estudos que visam elucidar a composição de seus frutos e do óleo extraído dos mesmos.

As palmeiras representam os maiores símbolos das florestas tropicais por que grande parte das espécies existentes ocorre exclusivamente nos trópicos, representando uma das maiores famílias de plantas, tanto em riqueza quanto em abundância, ocupando quase todos os *habitats*. Acredita-se que existam 3.500 espécies em 240 gêneros de palmeiras em todo o mundo, sendo amplamente distribuídas em áreas bem drenadas, mas raras em áreas muito secas ou frias. Nos trópicos, existem 550 espécies e 67 gêneros. No Brasil, estão distribuídas 119 espécies pertencentes a 39 gêneros (DONATTI, 2004).

Essas espécies tiveram grande importância na subsistência dos povos indígenas, algumas são importantes na subsistência de povos tradicionais até hoje, e outras são economicamente importantes no mercado mundial. Atualmente o potencial das palmeiras está sendo novamente colocado em foco, especialmente sua aplicação para a produção de biodiesel (CLEMENT; LLERAS; VAN-LEEUEWEN, 2005).

A maioria das palmeiras usadas como alimentos pelos primeiros povos possui quantidades importantes de amido, proteínas, vitaminas e óleo, em diferentes proporções. Algumas palmeiras oferecem quantias importantes de óleo na polpa do fruto (mesocarpo), outras na amêndoa, e outras em ambos. Tratando-se do óleo do mesocarpo, este tende a ser rico em ácido oléico (monoinsaturado) e/ou palmítico (CLEMENT; LLERAS; VAN-LEEUEWEN, 2005). Esses vegetais destacam-se do ponto de vista natural, econômico e ecológico. Fazem parte da alimentação do homem na forma de fruto, palmito e produtos elaborados, como doces, bebidas e óleos (PEREIRA, 1996).

As palmeiras têm-se mostrado como promissoras fontes de compostos bioativos, sendo que muitos estudos apontam o potencial antioxidante dos frutos e a composição em ácidos graxos do óleo extraído da polpa e da amêndoa de diversas espécies.

Em estudo realizado por Biglari, Alkarkhi e Easa (2008) foram analisados a atividade antioxidante e o conteúdo de compostos fenólicos de frutos da tamareira (*Phoenix dactylifera*). Foram encontrados altos índices de compostos fenólicos, dentre os quais os flavonóides eram os de maior destaque. Os resultados também apontaram forte correlação entre a atividade antioxidante e o conteúdo de compostos fenólicos e flavonóides desses frutos.

O açaí é o fruto da palmeira conhecida como açazeiro, cujo nome científico é *Euterpe oleracea*. Estudos demonstram que esse fruto é rico em compostos fenólicos, como as antocianinas, cuja presença está também diretamente relacionada com a atividade antioxidante. De acordo com Bobbio et al. (2000), o conteúdo de antocianinas na polpa do açaí é de 50 mg/100 g de polpa, e na casca é de 263 mg/100 g de casca.

Sementes de *Archontophoenix alexandrae* (palmeira-da-rainha ou palmeira-real-da-austrália-de-alexandre) foram analisadas quanto à composição química e ao perfil de ácidos graxos do óleo. O estudo apontou alto conteúdo de

ácido oléico (42%) e linoléico (13%) na porção de lipídios insaturados. O teor de α -tocoferol, no óleo, foi equivalente a 4,0 mg/100 g, e de δ -tocoferol a 1,8 mg/100 g, esses valores já conferem ao óleo uma estabilidade oxidativa desejável (VALLILO et al., 2004).

As palmeiras também têm sido identificadas como ricas fontes de carotenóides. Ramos et al. (2007) analisaram a composição em carotenóides da *Acrocomia aculeata* (macaúba ou bocaiúva). O conteúdo de β -caroteno foi de 49 $\mu\text{g/g}$, representando 82% do valor total de carotenóides. Os outros carotenóides em menor concentração foram identificados como γ -caroteno, β -criptoxantina, cis-licopeno e cis-flavoxantina. O estudo ainda apontou que a polpa da macaúba é rica em ácidos graxos insaturados, como ácido oléico, o que pode influenciar na biodisponibilidade dos carotenóides. Comparativamente, outros estudos encontraram teores de β -caroteno de 62 $\mu\text{g/g}$ em cenoura (NIIZU; RODRIGUEZ-AMAYA, 2005), 40 $\mu\text{g/g}$ em melão charantais (CASAGRANDE; KIMURA, 2006) e 57 $\mu\text{g/g}$ em abóbora goianinha (AZEVEDO-MELEIRO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2005), valores esses próximos ao do teor de β -caroteno encontrado na macaúba.

A pupunha (*Bactris gasipaes*) é um fruto tropical da família das palmáceas e representa uma fonte de alimento potencialmente nutritiva pelo seu alto conteúdo de carotenóides biodisponíveis. Andrade, Pantoja e Maeda (2003) identificaram o β -caroteno como o carotenóide majoritário na polpa da pupunha, com valores de 24,60 e 47,10 $\mu\text{g/g}$ de amostra no fruto *in natura* e cozido, respectivamente.

O bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.) pertence à família *Palmae*, sendo amplamente distribuído no Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. A polpa do fruto apresenta cor que varia do amarelo ao laranja, pela presença de carotenóides. Hiane et al. (2003) analisaram a polpa do Bacuri quanto à presença de carotenóides e perfil de ácidos graxos. Os resultados revelaram teor de β -caroteno de 37,5 $\mu\text{g/g}$ e de β -zeacaroteno de 11,68 $\mu\text{g/g}$ de polpa seca. O óleo da polpa apresentou elevado grau de insaturação, sendo que os principais ácidos graxos encontrados foram o ácido oléico (52,90%) e o linoléico (11,80%), que é um ácido graxo essencial.

O buriti (*Mauritia flexuosa*), nativo de áreas pantanosas em todo o norte da América do Sul, possui uma das mais altas concentrações de carotenóides. A análise do óleo extraído da polpa de buriti revelou teor de carotenóides totais de

446 µg/g, sendo que 364 µg/g correspondem ao β-caroteno (GODOY; RODRIGUEZ-AMAYA, 1995). Experimentos realizados a partir do processamento do mesocarpo dessa palmeira para elaborar doces e alimentos ricos em β-caroteno têm sido bem sucedidos em diversas partes do Brasil, mas atendem apenas nichos locais, sem expandir para outras partes do país (CLEMENT; LLERAS; VAN-LEEUEWEN, 2005).

O óleo da polpa de buriti, além do alto teor de carotenóides, apresenta uma quantidade muito alta de tocoferóis principalmente α-tocoferol e β-tocoferol. Segundo Chemyunion (2002), a concentração total de tocoferóis no óleo de buriti é de 1.956 mg/kg, sendo que o α-tocoferol representa 1.099 mg/kg e o β-tocoferol 842 mg/kg.

Bora et al. (2003) estudaram a composição dos óleos da polpa e da semente de frutos da palmeira *Eliaes guineensis* (dendezeiro). A polpa e a semente mostraram-se ricas fontes de lipídios, tendo um conteúdo de 73,2% e 32,6%, respectivamente. O óleo da polpa apresentou-se com alta porcentagem de ácidos graxos mono e poliinsaturados, sendo o ácido oléico predominante.

A indústria de cosméticos também vem mostrando interesse nos óleos extraídos das palmeiras, como o óleo oléico-palmitico e óleo láurico. Dada a similaridade destes óleos com outros disponíveis, acredita-se que a demanda aumenta por tratar-se de componente amazônico, que é um atrativo a mais para os consumidores. Algumas espécies utilizadas para esse fim são o babaçu (*Attalea speciosa*), buriti (*Mauritia flexuosa*), patauá (*Oenocarpus bataua*) e murumuru (*Astrocaryum murumuru*) (CLEMENT; LLERAS; VAN-LEEUEWEN, 2005).

5.1. *Palmeira guariroba (Syagrus oleracea, Becc)*

A guariroba, também conhecida como gueiroba, gariroba, palmito-amargoso, catolé, coco-babão, pati-amargoso, coco-amargoso, é uma palmeira típica da região do cerrado, distribuída nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e São Paulo, e cujo palmito de sabor amargo é muito apreciado (LORENZI, 2000).

É adaptada às condições de maior insolação e baixa precipitação pluviométrica, com *déficit* hídrico no inverno, comum na região dos cerrados, podendo ser utilizada também como planta ornamental, particularmente na arborização urbana, devido à sua beleza e à facilidade de crescimento (BOVI;

TONET; PELINSON, 2000). Sua exploração comercial vem se intensificando nos últimos anos, com o aparecimento de plantações comerciais para o consumo *in natura* e industrializado (CARNEIRO; ROLIM; FERNANDES, 2003).

A palmeira guariroba possui um tronco reto atingindo uma altura de cerca de 20 m. As folhas têm cerca de 3 m de comprimento e cada cacho contém de 10 a 40 frutos. O fruto é de coloração verde-amarelada, com uma amêndoa branca oleaginosa comestível. Da amêndoa podem ser feitos diversos doces caseiros, além de óleos comestíveis bastante apreciados na culinária regional. O óleo extraído dessa amêndoa pode, também, ser empregado na produção de sabões, devido sua alta composição lipídica. O palmito extraído de seu caule principal, o principal atrativo da guariroba, é utilizado como ingrediente de variados pratos e saladas, rendendo diversas iguarias culinárias. Devido a essas inúmeras utilidades e ao fato dessa palmeira ser de fácil cultivo, sua plantação torna-se lucrativa (BORA; MOREIRA, 2003).

5.2. *Palmeira jerivá (Syagrus romanzoffiana)*

A palmeira jerivá é da família Palmae, sendo conhecida popularmente como gerivá, coqueiro-gerivá, coqueiro, coco-de-cachorro, baba-de-boi, coco-de-catarro, coco-de-babão, é uma palmeira de oito a 15 m de altura. Distribuiu-se em toda a América do Sul: no Brasil, desde o sul da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais e Goiás até o Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul; no Paraguai; na Argentina e no Uruguai. Ocorre em diversos *habitats* como florestas subtropicais e de araucárias, floresta atlântica, cerrados, estepes e restingas costeiras, em campos sujos e em florestas secundárias jovens, mas também em florestas secundárias tardias e florestas maduras (LORENZI, 2004).

O fruto amarelo e ovalado não passa de 3 cm na sua parte maior, tanto que são cerca de 100 unidades/kg, chegando à produzir cerca de 140 kg. A parte externa, carnosa, é composta de uma mucilagem adocicada muito apreciada por alguns animais como papagaios e maritacas, ou mesmo pelo ser humano. Floresce e frutifica em diferentes meses do ano, dependendo da região em que se encontra. Internamente possui uma pequena amêndoa bem parecida com a do coco-da-baía. A folha tem a forma perenifólia e é usada como ração para o gado. A palmeira jerivá fornece também o palmito para alimentação humana.

5.3. *Palmeira macaúba (Acrocomia aculeata)*

A macaúba é uma espécie comum de palmeira, economicamente importante, encontrada do Pará até São Paulo e Mato Grosso do Sul, apresentando vários nomes comuns, entre eles, bocaiúva, coco de catarro, macabira, mocajuba e macaíba. Os frutos, constituídos de polpa e uma amêndoa oleaginosa, são encontrados maduros de setembro a dezembro. Apresenta uma amêndoa comestível que pode ser consumida *in natura* ou na forma de doces, como a paçoca e cocada. A polpa também pode ser consumida *in natura*, cozida no leite como mingau para crianças, em sorvetes ou em receitas como biscoitos e bolos (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007).

Das amêndoas também se obtém um óleo transparente e incolor, utilizado na culinária em substituição ao azeite de oliva. Esse óleo ainda pode ser usado para produzir sabão e também como componente para o biodiesel, combustível obtido de fontes renováveis – tais como gorduras animais e óleos vegetais – por intermédio de processos químicos (REVISTA ENCONTRO RURAL, 2007).

A palmeira macaúba apresenta grande potencial para produção de óleo com vasta aplicação nos setores industriais e energéticos, com vantagens sobre as outras oleaginosas, principalmente com relação à sua maior rentabilidade agrícola e produção total de óleo (ROLIM, 1981).

Hiane et al. (2005) analisaram o perfil de ácidos graxos do óleo da polpa *in natura*, da amêndoa e da farinha obtida da polpa do fruto da macaúba. De acordo com a pesquisa, o óleo da polpa *in natura* e da farinha apresentaram alto teor de ácidos graxos insaturados, sendo predominante o ácido oléico. O óleo da amêndoa apresentou principalmente ácido oléico, ácido láurico e ácido palmítico. Estudo realizado por Oliveira et al. (2006) demonstrou que o fruto da macaúba é rico em minerais, apresentando em sua composição 1,725 mg/100 g de potássio, 680 mg/100 g de cálcio, 2 mg/100 g de manganês, 10,1 mg/100 g de ferro e 1,5 mg/100 g de zinco.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas espécies de palmeiras tropicais mostram-se como promissoras fontes de compostos bioativos, tais como fenólicos, carotenóides e tocoferóis, além de conterem quantidades significantes de ácidos graxos essenciais. O

consumo regular dessas substâncias traz inúmeros benefícios à saúde, como comprovado através de vários estudos epidemiológicos.

Por esta razão, torna-se importante estudar a caracterização do fruto e composição do óleo de espécies de palmeiras de diferentes regiões ainda pouco investigadas, tendo como norte a possibilidade de empregá-las em diversas finalidades industriais ou na elaboração de alimentos funcionais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHERNE, S. A.; O'BRIEN, N. M. Dietary flavonols: chemistry, food content, and, metabolism. *Nutrition*, New York, v. 18, n. 1, p. 75-81, 2002.

ALMEIDA, N. M. et al. Tocoferóis do músculo dorsal e cavidade ocular do matrinxã (*Brycon cephalus*) proveniente da Bacia Amazônica em diferentes épocas sazonais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 636-640, 2006.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.

ANDERSON, D. Antioxidant defences against reactive oxygen species causing genetic and other damage. *Mutation Research*, Amsterdam, v. 350, n. 1, p. 103-108, 1996.

ANDRADE, J. S.; PANTOJA, L.; MAEDA, R. N. Melhoria do rendimento e do processo de obtenção da bebida alcoólica de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 23, p. 34-38, 2003.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. AHA Scientific Statement: Summary of the scientific conference on dietary fatty acids and cardiovascular health. Conference summary from the nutrition committee of The American Heart Association. *Circulation*, Baltimore, v. 103, n. 7, p. 1034-1039, 2001.

ANTOLOVICH, M.; PRENZLER, K. R.; RYAN, D. Sample preparation in the determination of phenolic compounds in fruits. *Analyst*, London, v. 125, n. 5, p. 989-1009, 2000.

AZEVEDO-MELEIRO, C. H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoid composition of kale as influenced by maturity, season and minimal processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 85, n. 4, p. 591-597, 2005.

- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Química Nova*, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.
- BIGLARI, F.; ALKARKHI, A. F. M.; EASA, A. M. Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) Fruits from Iran. *Food Chemistry*, London, v. 107, n. 4, p. 1636-1641, 2008.
- BOBBIO, F. O. et al. Identificação e quantificação das antocianinas do fruto do açajeiro (*Euterpe oleracea*) Mart. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 20, n. 3, p. 388-390, 2000.
- BORA, P. S. et al. Characterization of principal nutritional components of Brazilian oil palm (*Eliaes guineensis*) fruits. *Bioresource Technology*, Fayetteville, v. 87, n. 1, p. 1-5, 2003.
- BORA, P. S.; MOREIRA, R. V. R.; Catolé palm (*Syagrus oleracea* Mart) fruits: fatty and amino acids composition. *Grasas y Aceites*, Sevilla, v. 54, n. 2, p. 145-150, 2003.
- BOVI, M. L. A.; TONET, R. M.; PELINSON, G. J. Palmito gariroba (*Syagrus oleracea*). Comunicado técnico n. 2. 2000. Disponível em <<http://www.cati.sp.gov.br/produtos/cecor/palgariroba.html>>
- BRANDÃO, S. C. C. Novas gerações de produtos lácteos funcionais. *Revista Laticínios*, São Paulo, v. 6, n. 37, p. 64-66, 2002.
- CAMPOS, F. M.; ROSADO, G. P. New conversion factors of provitamin A carotenoids. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 3, p. 571-578, 2005.
- CARNEIRO, C. E. A.; ROLIM, H. V. M.; FERNANDES, K. F. Procedimento eficiente na inibição do escurecimento de guariroba (*Syagrus oleracea*, Becc) durante processamento e armazenamento. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 25, n. 2, p. 253-258, 2003.
- CARTER, J. F. Potential of flaxseed and flaxseed oil in baked goods and other products in human nutrition. *Cereal Foods World*, St. Paul, v. 38, n. 10, p. 753-59, 1993.
- CASAGRANDE, M. C. R.; KIMURA, M. Carotenoid composition of melon. In: World Congress of Food Science and technology-IUFoST, 13., Nantes, França, 2006. p. 1791-1792.
- CHEMYUNION "CHEMYFOREST". *Ativos Tropicais com Eficiência Comprovada*. Chemyunion Química Ltda, Sorocaba, 2002. Disponível em: <http://www.chemyunion.com.br>.

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

CONNOR, W. E. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, New York, v. 71, n. 1, p. 171s-175s, 2000.

DONATTI, C. I. Conseqüências da defaunação na dispersão de sementes e no recrutamento de plântulas da palmeira brejaúva (*Astrocarium aculeatissimum*) na Mata Atlântica. 2004. 102 f. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo-USP, Piracicaba, 2004.

FORD, E. S. et al. The metabolic syndrome and antioxidant concentrations: findings from the third national health and nutrition examination survey. *Diabetes*, New York, v. 52, n. 9, p. 2346-2352, 2003.

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

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. *Nutrition Reviews*, New York, v. 52, n. 8, p. 253-265, 1994.

HEINONEN, O. P. et al. Prostate cancer and supplementation with alpha-tocopherol and beta-carotene: incidence and mortality in controlled trial. *Journal of the National Cancer Institute*, Bethesda, v. 90, n. 6, p. 440-446, 1998.

HIANE, P. A. et al. Carotenóides pró-vitamínicos a e composição em ácidos graxos do fruto e da farinha do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 23, n. 2, p. 206-209, 2003.

HIANE, P. A. et al. Bocaiúva, *Acrocomia Aculeata* (Jacq.) Lodd., pulp and kernel oils: characterization and fatty acid composition. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 8, n. 3, p. 256-259, 2005.

HOPE, P. P.; KRENNRICH, G. Bioavailability and potency of natural-source and all-racemic α -tocopherol in the human: a dispute. *European Journal of Clinical Nutrition*, London, v. 39, n. 5, p. 183-93, 2000.

HUI, M. Y. et al. Comparison of protective effects between cultured *Cordyceps militari* and natural *Cordyceps sinensis* against oxidative damage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 54, n. 8, p. 3132-3138, 2006.

KHOR, H. T.; CHIENG, D. Y.; ONG, K. K. Tocotrienols inhibit HMGCoA reductase activity in the guinea pig. *Nutrition Reviews*, New York, v. 15, p. 537-44, 1995.

KRUGER, C. L.; MANN, S. W. Safety evaluation of functional ingredients. *Food and Chemical Toxicology*, Elmsford, v. 41, n. 6, p. 793-805, 2003.

LIRA, G. M. et al. Fatty acids composition, chemical centesimal composition and caloric value in raw and boiled mollusks with milk coconut in the city of Maceió, Alagoas, Brazil. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 529-537, 2004.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3ª edição, volume 1, *Instituto Plantarum*, Nova Odessa, São Paulo. 2000.

LORENZI, H. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. *Instituto Plantarum*, Nova Odessa, 160 p. 2004.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. *Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia*. 10ª ed. São Paulo, 1157 p. 2002.

MALDONADO-ROBLEDO, G. et al. Production of tobacco aroma from lutein. Specific role of the microorganisms involved in the process. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Berlin, v. 62, n.5, p. 484, 2003.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

NIIZU, P. Y.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. New data on the carotenoid composition of raw salad vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, San Diego, v. 18, n. 8, p. 739-749, 2005.

OLIVEIRA, M. N. et al. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v. 38, n. 1, p.1-21, 2002.

OLIVEIRA, A. L. et al. Elemental contents in exotic Brazilian tropical fruits evaluated by energy dispersive X-ray fluorescence. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 63, n. 1, p. 82-84, 2006.

PEREIRA, B. A. S. Flora nativa. In: DIAS, B. F. F. *Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: conservação dos recursos naturais renováveis*. Brasília: Fundação Pró-Natureza, 1996. p. 53-57.

POMPELLA, A. Biochemistry and histochemistry of oxidant stress and lipid peroxidation. *International Journal of Vitamin and Nutrition Research*, Berbe, v. 67, n. 5, p. 289-297, 1997.

PRATES, J. A. M.; MATEUS, C. M. R. P. Componentes com actividade fisiológica dos alimentos de origem animal. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, Lisboa, v. 97, n. 541, p. 3-12, 2002.

RAMOS, M. I. et al. Bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd) Improved Vitamin A Status in Rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 55, n. 8, p. 3186-90, 2007.

RAUHA, J. P. et. al. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *International Journal of Food Microbiology*, Amsterdam, v. 56, n. 1, p. 3-12, 2000.

REVISTA ENCONTRO RURAL. Disponível em:
<<http://www.revistaencontro.com.br>>. Acesso: 23 de agosto de 2007.

ROCK, C. L. et al. Bioavailability of β -Carotene Is Lower In Raw than in Processed Carrots and Spinach in Women. *Journal of Nutrition*, Philadelphia, v. 128, n. 5, p. 913-916, 1998.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Avanços na pesquisa de carotenóides em alimentos: contribuições de um laboratório brasileiro. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 63, n. 2, p. 129-138, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARAFAN, J. Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos. Brasília: MMA/BBF, 2008.

ROLIM, A. A. B. Óleos vegetais: usos gerais. *Informe Agropecuária*, Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 17- 22, 1981.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Disponível em:
<http://www.sbrt.ibict.br>. Acesso: 23 de agosto de 2007.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. Componentes funcionais nos alimentos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

STAHL, W.; SIES, H. Antioxidant defence: vitamins E and C and carotenoids. *Diabetes*, New York, v. 46, n. 2, p. 14-18, 1997.

TRABER, M. G. Cellular and molecular mechanisms of oxidants and antioxidants. *Mineral and Electrolyte Metabolism*, Basel, v. 23, n. 3/6, p. 135-139, 1997.

TROSKO, J. E.; CHANG, C. C. Mechanism of up-regulated gap junctional intercellular communication during chemoprevention and chemotherapy of cancer. *Mutation Research*, Amsterdam, v. 480/481, p. 219-229, 2001.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. *Lipídeos: aspectos funcionais e novas tendências*. Campinas: ITAL, 78 p. 2002.

VALLILO, M. I. et al. Composição química das sementes de *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude (ARECACEAE). *Revista Árvore*, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 676-679, 2004.

WALZEM, R. L. Functional foods. *Trends in Food Science and Technology*, Cambridge, v. 15, n. 11, p. 518, 2004.

YU, T. W., ANDERSON, D. Reactive oxygen species-induced DNA damage and its modification: a chemical investigation. *Mutation Research*, Amsterdam, v. 379, n. 2, p. 201-210, 1997.

ZHENG, W.; WANG, S. Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 49, n. 11, p. 5165-5170, 2001.

Capítulo 2

Composição centesimal dos frutos das palmeiras
guariroba, jerivá e macaúba

RESUMO

A maioria das palmeiras utilizadas como alimentos pelos primeiros povos possui quantidades importantes de amido, proteínas, vitaminas e óleo, em diferentes proporções. Algumas palmeiras oferecem quantias importantes de óleo na polpa do fruto, que tende a ser rico em ácido oléico e/ou palmítico. Esses vegetais destacam-se do ponto de vista natural, econômico e ecológico, fazem parte da alimentação do homem na forma de fruto, palmito e produtos elaborados, como doces, bebidas e óleos. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a polpa e a amêndoa dos frutos de guariroba (*Syagrus oleracea*), jervá (*Syagrus romanzoffiana*) e macaúba (*Acrocomia aculeata*), por meio de sua composição centesimal. As polpas e amêndoas foram analisadas, separadamente, quanto aos teores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras totais, de acordo com os métodos oficiais da AOCS. O conteúdo de carboidratos foi calculado por diferença. Os resultados foram submetidos a análises de variância e testes de Tukey para as médias a 5% empregando o programa ESTAT versão 2.0. Verificou-se que as polpas e amêndoas das três espécies possuem composição centesimal distinta. As amêndoas mostraram-se compostas majoritariamente por lipídios, com destaque para a polpa do jervá (56,37%), e proteínas, sendo a amêndoa da macaúba a que apresentou maior conteúdo (28,61%). Já as polpas obtiveram maiores teores de carboidratos e fibras, com 49,20 e 26,98%, respectivamente, na polpa do jervá. As polpas também apresentaram importante quantidade de cinzas, o que evidencia um significativo conteúdo de sais minerais, especialmente na polpa da guariroba (5,16%). O consumo do fruto inteiro, polpa e amêndoa, fornece quantidades importantes de todos os macronutrientes necessários para dieta humana.

Palavras-chave: palmeiras, *Syagrus oleracea*, *Syagrus romanzoffiana*, *Acrocomia aculeata*, fibras, polpa, amêndoa.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil é fundamental para se avaliar a disponibilidade de nutrientes, além de desenvolver pesquisas no planejamento agropecuário, na indústria de alimentos, entre outros. Entretanto, ainda existe uma infinidade de alimentos pouco estudados e consumidos, principalmente de origem vegetal, que devem ser mais bem caracterizados, já que podem constituir uma rica fonte alimentar (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTAÇÃO, 2004).

As palmeiras representam os maiores símbolos das florestas tropicais. Isto por que grande parte das espécies existentes ocorre exclusivamente nos trópicos, representando uma das maiores famílias de plantas, tanto em riqueza quanto em abundância, ocupando quase todos os *habitats*. No Brasil, estão distribuídas 119 espécies pertencentes a 39 gêneros (DONATTI, 2004).

Essas espécies tiveram grande importância na subsistência dos povos indígenas, já que constituem fonte de amido, proteínas, vitaminas e óleo, em diferentes proporções. Algumas são importantes na subsistência de povos tradicionais até hoje, na forma de fruto, palmito e produtos elaborados, e outras são economicamente importantes no mercado mundial. Atualmente o potencial das palmeiras está sendo novamente colocado em foco, especialmente sua aplicação para a produção de biodiesel (CLEMENT; LLERAS; VAN-LEEUEWEN, 2005).

A guariroba, também conhecida como gueiroba, gariroba, palmito-amargoso, catolé, coco-babão, pati-amargoso, coco-amargoso, é uma palmeira distribuída nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e São Paulo, e cujo palmito de sabor amargo é muito apreciado. Sua exploração comercial vem se intensificando nos últimos anos, com o aparecimento de plantações comerciais para o consumo *in natura* e industrializado (CARNEIRO; ROLIM; FERNANDES, 2003). O seu fruto se dá em cachos, de coloração verde-amarelada, com uma amêndoa branca oleaginosa comestível. Da amêndoa podem ser feitos diversos doces caseiros, além de óleos comestíveis bastante apreciados na culinária regional. O óleo extraído dessa amêndoa pode, também, ser empregado na produção de sabões, devido sua alta composição lipídica (BORA; MOREIRA, 2003).

A palmeira jerivá é da família Palmae, sendo conhecida popularmente como gerivá, coqueiro-gerivá, coqueiro, coco-de-cachorro, baba-de-boi, coco-de-catarro, coco-de-babão, distribuiu-se no Brasil desde o sul da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais e Goiás até o Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul (LORENZI, 2004). O fruto amarelo e ovalado não passa de 3 cm na sua parte maior. A parte externa, carnosa, é composta de uma mucilagem adocicada muito apreciada por alguns animais, como papagaios e maritacas, ou mesmo pelo ser humano. Internamente possui uma pequena amêndoa bem parecida com a do coco-da-baía.

A macaúba é uma espécie comum de palmeira encontrada do Pará até São Paulo e Mato Grosso do Sul, apresentando vários nomes comuns, entre eles, bocaiúva, coco de catarro, macabira, mocajuba e macaíba. Apresenta uma amêndoa comestível que pode ser consumida *in natura* ou na forma de doces, como a paçoca e cocada. Das amêndoas também se obtém um óleo transparente e incolor, utilizado na culinária em substituição ao azeite de oliva. A polpa também pode ser consumida *in natura*, cozida, em sorvetes ou em receitas como biscoitos e bolos (REVISTA ENCONTRO RURAL, 2007). Estudo realizado por Oliveira et al. (2006) demonstrou que o fruto da macaúba é rico em minerais, apresentando em sua composição 1,725 mg/100 g de potássio, 680 mg/100 g de cálcio, 2 mg/100 g de manganês, 10,1 mg/100 g de ferro e 1,5 mg/100 g de zinco.

Poucas são as pesquisas relacionadas à caracterização dos frutos dessas três espécies de palmeiras. Sendo assim, o estudo detalhado da composição da polpa e amêndoa dos frutos de guariroba, jerivá e macaúba contribuirá para a obtenção de dados que possam ser utilizados em tabelas de composição centesimal de alimentos, bem como para uma melhor orientação dietética.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo determinar a composição centesimal da polpa e amêndoa dos frutos das espécies guariroba (*Syagrus oleracea*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e macaúba (*Acrocomia aculeata*), visando à utilização destes para fins alimentícios.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. *Material*

Os frutos das espécies guariroba, jervá e macaúba foram provenientes das regiões Sudeste e Centro-Oeste. Três lotes de cada fruto foram adquiridos entre a safra 2008/2009. Os três lotes dos frutos da guariroba foram provenientes das cidades de São José do Rio Preto e Santa Fé do Sul, no estado de São Paulo, e da cidade de Frutal, no estado de Minas Gerais, entre os meses de outubro de 2008 e janeiro de 2009. Já os lotes dos frutos do jervá foram coletados nas cidades de São José do Rio Preto, José Bonifácio e Santa Fé do Sul, no estado de São Paulo, entre os meses de setembro de 2008 e janeiro de 2009. Os lotes dos frutos da macaúba foram adquiridos nas cidades de São José do Rio Preto, Meridiano e José Bonifácio, no estado de São Paulo, entre os meses de novembro de 2008 e janeiro de 2009.

Todos os frutos foram recolhidos diretamente do chão, escolhendo-se os que estavam bem maduros, firmes e que não apresentavam injúrias. Após o recebimento, os frutos selecionados foram lavados ligeiramente com água destilada para remover os resíduos. Os frutos inteiros foram imediatamente secos em estufa com circulação de ar forçada a 40°C, por 3 horas, depois dessa secagem prévia separou-se a polpa do caroço dos frutos com auxílio de faca inox. Então, a polpa e o caroço foram novamente secos em estufa de circulação de ar forçada a 40°C até atingirem umidade inferior a 10%. A amêndoa não foi separada do caroço, sendo retirada somente no momento das análises, com auxílio de uma morsa. Para todas as polpas e amêndoas, os três lotes obtidos foram bem homogeneizados e guardados em potes fechados.

3.2. *Métodos*

A polpa e a amêndoa dos frutos foram analisadas separadamente, quanto aos teores de:

- Umidade, por desidratação em estufa a vácuo a 70°C até a obtenção de peso constante, segundo o método Ca 2d-25 da AOCS (1993).
- Proteínas, pela análise de Kjeldahl de acordo com o método 984.13 AOAC (1995);

- Cinzas, por calcinação a 550°C de acordo com o método Ba 5a-49 AOCS (1993);
- Matéria graxa, por extração com éter de petróleo a 40-60°C utilizando um extrator Soxhlet, de acordo com o método Ai 3 75 AOCS (1993);
- Fibras totais, segundo o método de Prosky et al. proposto pela AOAC 991.43 (1995).
- Carboidratos, por diferença.

3.3. Análise estatística

Os resultados obtidos das determinações analíticas, em triplicata, foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (BANZATTO; KRONKA, 2006), através do programa ESTAT, versão 2.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises de variância para os dados da composição centesimal da polpa e amêndoa dos frutos estão apresentadas no Anexo 1. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para as interações espécies x fontes de óleo para as variáveis umidade, proteínas, cinzas e matéria graxa, sendo, então, necessário proceder ao desdobramento dessa interação, cujos resultados encontram-se na Tabela 1.

Observa-se que entre as fontes de óleo, a umidade das polpas foi significativamente superior a das amêndoas. Entre as amêndoas, a macaúba apresentou o maior teor de umidade (4,97%), seguida da guariroba (4,83%) e jerivá (3,94%). Para a polpa, a com maior umidade foi a da guariroba (8,71%), seguida da polpa do jerivá (7,75%) e macaúba (5,98%).

Além da influência causada pela composição natural das amostras, essa diferença também ocorreu pelo fato das polpas estarem totalmente expostas a temperatura da estufa no momento da secagem prévia, após o recebimento dos frutos, enquanto que as amêndoas estavam envoltas pelo endosperma ou caroço, que é bem espesso e protegeu-as da ação da temperatura e do oxigênio.

As polpas e amêndoas foram secas até atingirem uma porcentagem de umidade menor que 10%, que é recomendada para a extração do óleo e melhor

conservação da matéria-prima. Durante a secagem ocorre a ruptura das paredes celulares com a perda de umidade e assim, no processo de extração por solvente, a partir da matéria seca, ocorre a liberação do soluto pela ação direta do solvente, que, dessa forma, entra mais fácil nos poros para dissolver o soluto (SCHWARTZBERG, 1987).

Tabela 1 - Composição centesimal das polpas e amêndoas dos frutos.

| Fontes de óleo | Espécies | | |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Guariroba | Jerivá | Macaúba |
| Umidade | | | |
| Polpa | 8,71 ± 0,07 ^{aA} | 7,75 ± 0,13 ^{bA} | 5,98 ± 0,15 ^{cA} |
| Amêndoa | 4,83 ± 0,03 ^{bB} | 3,94 ± 0,06 ^{cB} | 4,97 ± 0,07 ^{aB} |
| Proteínas (N x 6,25) | | | |
| Polpa | 11,59 ± 0,39 ^{aB} | 5,41 ± 0,10 ^{cB} | 6,72 ± 0,45 ^{bB} |
| Amêndoa | 15,46 ± 0,30 ^{cA} | 23,98 ± 0,51 ^{bA} | 28,61 ± 0,27 ^{aA} |
| Cinzas | | | |
| Polpa | 5,16 ± 0,06 ^{aA} | 3,21 ± 0,02 ^{bA} | 2,17 ± 0,02 ^{cA} |
| Amêndoa | 1,52 ± 0,06 ^{cB} | 1,72 ± 0,05 ^{bB} | 2,08 ± 0,03 ^{aB} |
| Matéria graxa | | | |
| Polpa | 13,60 ± 0,19 ^{bB} | 7,48 ± 0,36 ^{cB} | 28,94 ± 0,83 ^{aB} |
| Amêndoa | 45,17 ± 0,49 ^{bA} | 56,37 ± 0,34 ^{aA} | 46,06 ± 0,54 ^{bA} |
| Fibras totais | | | |
| Polpa | 20,64 ± 0,02 ^{bA} | 26,98 ± 0,00 ^{aA} | 20,26 ± 0,28 ^{cA} |
| Amêndoa | 12,46 ± 0,28 ^{aB} | 10,99 ± 0,46 ^{bB} | 12,49 ± 0,11 ^{aB} |
| Carboidratos | | | |
| Polpa | 40,32 | 49,20 | 36,22 |
| Amêndoa | 20,60 | 3,01 | 5,81 |

Os resultados representam a média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata.

a, b... (linha) – médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).

A, B... (coluna) – médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Verifica-se que o teor de proteínas presente nas amêndoas foi significativamente mais elevado do que nas polpas, mostrando que as amêndoas das três espécies estudadas são ricas fontes de proteínas, sendo que o maior teor foi encontrado na amêndoa da macaúba (28,61%). As polpas apresentaram menor quantidade desse macronutriente, sendo o menor teor obtido pela polpa do jerivá (5,41%), no entanto, a polpa da guariroba merece destaque, com uma porcentagem de proteínas relativamente elevada (11,59%), principalmente quando comparada às outras polpas analisadas.

Souza e Menezes (2004) analisaram os parâmetros de qualidade dos processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-Brasil e encontraram teor de proteína de 14,29% nessa amêndoa, muito próximo ao apresentado pela amêndoa da guariroba e inferior aos apresentados pelas amêndoas do jerivá e macaúba, no presente trabalho.

Em estudo da composição química da polpa e da amêndoa do pequi, Lima et al. (2007) encontraram teores de proteínas de 3,00% na polpa, valor inferior aos apresentados pelas polpas do jerivá, guariroba e macaúba; e 25,27% na amêndoa, porcentagem maior que a encontrada nas amêndoas do jerivá e guariroba. Da mesma forma que no presente estudo, o pequi apresentou maior concentração de proteínas na amêndoa do que na polpa do fruto.

Quanto ao teor de cinzas, mais uma vez houve uma diferença significativa entre as quantidades encontradas nas polpas e nas amêndoas. Neste caso, o teor de cinzas foi significativamente maior nas polpas do que nas amêndoas, entre as espécies também houve diferença. A polpa da guariroba obteve maior porcentagem de cinzas (5,16%), já sua amêndoa teve a menor porcentagem (1,52%), entre as amostras estudadas. Como o teor de cinzas presente indica a quantidade de minerais que a amostra possui, então, pode-se concluir que as polpas dos frutos estudados no presente trabalho são importantes fontes desses micronutrientes.

Menezes, Torres e Srur (2008) avaliaram o valor nutricional da polpa de açaí liofilizada, obtendo teor de cinzas de 3,68%, valor superior ao apresentado pelas polpas do jerivá e macaúba, porém inferior a porcentagem de cinzas da polpa da guariroba.

O fruto da palmeira licuri apresentou quantidade de cinzas de 1,4% na polpa e 1,2% na amêndoa (CREPALDI et al., 2001), valores menores do que os

obtidos tanto para as polpas como para as amêndoas de jerivá, guariroba e macaúba.

Os teores de cinzas apresentados pelas amêndoas do presente estudo são inferiores ao encontrado por Carvalho et al. (2008) para as amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia, que apresentaram porcentagem de cinzas de 3,2; 3,1 e 2,5%, respectivamente. A quantidade de cinzas da macaúba é a que mais se aproxima do teor obtido pela amêndoa de castanha-do-gurguéia.

Vallilo et al. (2001) analisaram as amêndoas de quatro espécies de palmeiras, areca-bambu, robelínea, palmeira-das-canárias e jerivá. O conteúdo de cinzas obtido foi de 1,02; 1,49; 1,28 e 1,62%, respectivamente. Como observado, o teor de cinzas da amêndoa do jerivá foi bem próximo ao da amêndoa estudada.

Bora e Rocha (2004) estudaram a composição da polpa e amêndoa de macaúba, obtendo teores de cinzas de 3,3 e 3,1%, respectivamente, valores estes semelhantes aos obtidos no presente trabalho.

Pode-se inferir que a quantidade de matéria graxa diferiu em cada espécie de fruto, e considerando as fontes de óleo, as amêndoas apresentaram um teor de matéria graxa significativamente superior ao das polpas. Todas as amêndoas estudadas mostraram-se importantes fontes de lipídios para a alimentação, com quantidade superior a 45% desse macronutriente, tendo destaque a amêndoa do jerivá, que obteve o maior teor de matéria graxa (56,37%). A polpa do jerivá apresentou menor quantidade de lipídios, apenas 7,48%, no entanto, apesar de inferior ao valor obtido pelas amêndoas, a polpa da macaúba também apresentou quantidade importante de lipídios, 28,94%, sendo a maior entre as polpas analisadas.

Os teores de matéria graxa para a polpa e amêndoa de macaúba estão em conformidade com os obtidos por Bora e Rocha (2004) para esse mesmo fruto, no referido trabalho os conteúdos de lipídios foram de 34,6 e 49,2% para a polpa e amêndoa, respectivamente.

Em estudo realizado com o pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.), Lima et al. (2007) encontraram teores de lipídios de 33,40% na polpa e 51,51% na amêndoa, indicando, assim como o presente trabalho, que as amêndoas dos frutos são mais ricas em matéria graxa do que as polpas.

Segundo Carvalho et al. (2008), as amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia apresentaram teores de lipídios de 27,7; 64,0 e 41,9%,

respectivamente. Os teores lipídicos das amêndoas chichá e castanha-do-gurguéia estão abaixo dos encontrados nas três amêndoas do presente estudo, enquanto que o teor da amêndoa de sapucaia é superior. Em estudo realizado por Vallilo et al. (2001), a amêndoa do jerivá apresentou conteúdo de matéria graxa de 56,07%, em conformidade com o obtido no presente trabalho.

Pela Tabela 1, observa-se que tanto as polpas quanto as amêndoas dos frutos mostraram-se como importantes fontes de fibra alimentar total, sendo que as polpas dos frutos apresentaram teor de fibra superior ao das amêndoas. Entre as polpas, a que obteve maior porcentagem de fibras foi a do jerivá (26,98%), seguida pela da guariroba e macaúba, ambas com cerca de 20%. Para as amêndoas verifica-se o contrário, as que obtiveram maiores teores de fibras foram as amêndoas de guariroba e macaúba, com cerca de 12% cada, seguidas pela amêndoa do jerivá com 10,99%.

O fruto do pequi também apresentou maior quantidade de fibra alimentar total na polpa do que na amêndoa, as porcentagens obtidas foram de 10,02 e 2,20%, respectivamente (LIMA et al., 2007). Ambos os valores estão abaixo dos teores de fibras obtidos tanto para as polpas quanto para as amêndoas do presente estudo. Ramos et al. (2008) determinaram a quantidade de fibras por diferença na polpa de macaúba, 13,76%, valor inferior ao apresentado pela polpa de macaúba deste trabalho, o que pode ser justificado pela polpa ter sido analisada com alta porcentagem de umidade. Masson, Camilo e Torija (2008) verificaram conteúdo de fibra de 11,63% para o coquinho chileno, valor muito próximo ao apresentado pelas amêndoas analisadas.

O consumo de 100 gramas de polpa de jerivá oferece a quantidade total do consumo indicado de fibras por dia, que é de cerca de 25 gramas (BRASIL, 2003). As polpas da guariroba e macaúba correspondem a aproximadamente 80%, enquanto que o consumo de 100 gramas de cada amêndoa corresponde a cerca de 45% das necessidades diárias. Isso mostra que o consumo da polpa e amêndoa dos frutos analisados poderá trazer benefícios à saúde da população, tendo em vista que o consumo regular de fibra alimentar na dieta está relacionado com a redução do risco de diversos quadros patológicos (MICHELS et al., 2005).

As polpas apresentaram quantidade de carboidratos bem superior às amêndoas, mostrando-se como importantes fornecedoras desse macronutriente quando incluídas na dieta. Entre as polpas, a que obteve maior teor de

carboidratos totais foi o jerivá (49,20%), já a com menor teor foi a macaúba (36,22%). Entre as amêndoas, o teor de carboidratos mais elevado foi encontrado na amêndoa da guariroba, enquanto o menor, na amêndoa do jerivá.

A polpa de açaí liofilizada apresentou 42,53% de carboidratos totais incluindo a fração fibras, calculados por diferença (MENEZES; TORRES; SRUR, 2008). Os teores de carboidratos totais, também incluindo fibras e calculados por diferença, na polpa e amêndoa do licuri foram de 13,2 e 9,7%, respectivamente (CREPALDI et al., 2001). Esses baixos valores devem-se ao fato de tanto a polpa como a amêndoa terem sido analisadas com alta porcentagem de umidade, 77,4 e 28,6%, respectivamente.

Bora e Moreira (2003) determinaram a quantidade de carboidratos, por diferença, na polpa e amêndoa de guariroba, obtendo teores de 60,00 e 18,70%, respectivamente. O valor obtido para a amêndoa está próximo ao verificado pelo presente trabalho, no entanto, o conteúdo de carboidratos apresentado pela polpa está acima do obtido na polpa de guariroba analisada.

Tanto as polpas quanto as amêndoas dos frutos estudados podem constituir importante aporte energético, uma vez incluídas na dieta. Utilizando fator de conversão de 4 kcal/g para o teor de proteínas e carboidratos, e 9 kcal/g para matéria graxa, foi possível estimar o valor calórico das polpas e amêndoas. Como esperado, nas amostras com conteúdo mais elevado de matéria graxa, o valor calórico também foi superior. Sendo assim, a quantidade de calorias foi maior nas amêndoas de jerivá, macaúba e guariroba, que apresentaram cerca de 615, 552 e 550 kcal/100 g, respectivamente. Nas polpas de macaúba, guariroba e jerivá, a quantidade de calorias foi de 432, 330 e 285 kcal/100 g, respectivamente.

O consumo do fruto inteiro, polpa e amêndoa, fornece quantidades importantes de todos os macronutrientes necessários para dieta humana, além de alta quantidade de calorias. Evidentemente estudos posteriores devem ser realizados com esta possível fonte alimentar, principalmente no que diz respeito a fatores tóxicos e antinutricionais. Além disso, tanto a composição dos frutos como dos óleos extraídos podem ser alteradas por vários fatores, entre eles a variedade, cultivar, estágio de maturação, condições climáticas e geográficas de produção, manuseio durante e pós-colheita, processamento e estocagem. O genótipo da espécie, as condições de crescimento e a interação entre o genótipo

e as características ambientais podem influenciar de maneira direta na composição dos frutos (YU et al., 2002).

5. CONCLUSÕES

As polpas e amêndoas das três espécies analisadas mostraram-se bastante distintas em sua composição centesimal. Nas amêndoas, os constituintes principais são os lipídios e as proteínas, enquanto que nas polpas os carboidratos e fibras perfazem mais de 50% da composição. O elevado teor de fibras indica que as polpas e amêndoas estudadas têm potencial para serem empregadas na formulação de produtos de confeitaria, enriquecendo a textura, o sabor e o potencial nutritivo dos mesmos. As polpas também apresentaram quantidade significativa de sais minerais, evidenciado pelo alto teor de cinzas, principalmente na polpa da guariroba.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. *Official and Tentative Methods of the AOAC International*. Maryland, 1995.

AOCS. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society*. 3. ed. Champaign, 1993.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

BORA, P. S.; MOREIRA, R. V. R.; Catolé palm (*Syagrus oleracea* Mart) fruits: fatty and amino acids composition. *Grasas y Aceites*, Sevilla, v. 54, n. 2, p. 145-150, 2003.

BORA, P. S.; ROCHA, R. V. M. Macaiba palm: fatty and amino acids composition of fruits. *Ciencia y Tecnologia Alimentaria*, Reynosa, v. 4, n. 3, p. 158-162, 2004.

BRASIL. Resolução RDC n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe regulamento técnico sobre a rotulagem de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. *Diário Oficial da União*, Brasília, 26 de dezembro de 2003.

CARNEIRO, C. E. A.; ROLIM, H. V. M.; FERNANDES, K. F. Procedimento eficiente na inibição do escurecimento de guariroba (*Syagrus oleracea*, Becc)

durante processamento e armazenamento. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 25, n. 2, p. 253-258, 2003.

CARVALHO, M. G. et al. Avaliação dos parâmetros físicos e nutricionais de amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 39, n. 4, p. 517-523, 2008.

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

CREPALDI, I. C. et al. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronatta* (Martius) Beccari). *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 155-159, 2001.

DONATTI, C. I. Conseqüências da defaunação na dispersão de sementes e no recrutamento de plântulas da palmeira brejaúva (*Astrocarium aculeatissimum*) na Mata Atlântica. 2004. 102 f. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo-USP, Piracicaba, 2004.

LIMA, A. et al. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3ª edição, volume 1, *Instituto Plantarum*, Nova Odessa, São Paulo. 2000.

MASSON, L.; CAMILO, C.; TORIJA, M. E. Caracterización del aceite de coquito de palma chilena (*Jubaea chilensis*). *Grasas y Aceites*, Sevilla, v. 59, n. 1, p. 33-38, 2008.

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

MICHELS, K. B. et al. Fiber intake and incidence of colorectal cancer among 76,947 women and 47,279 men. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, Philadelphia, v. 14, n. 4, p. 842-849, 2005.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. Tabela brasileira de composição de alimentos. Campinas: NEPA/ UNICAMP, 2004. 42p.

OLIVEIRA, A. L. et al. Elemental contents in exotic Brazilian tropical fruits evaluated by energy dispersive X-ray fluorescence. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 63, n. 1, p. 82-84, 2006.

RAMOS, M. I. L. et al. Qualidade nutricional da polpa de bacaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 2, p. 1-5, 2008.

REVISTA ENCONTRO RURAL. Disponível em:
<<http://www.revistaencontro.com.br>>. Acesso: 23 de agosto de 2007.

SCHWARTZBERG, H. G. Leaching-organic material. In: ROSSEAU, R. *Handbook of Separation Process Technology*. New York: J. Wiley, 1010 p.1987.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, n. 1, p. 120-128, 2004.

VALLILO, M. I. et al. Composição química e o perfil de ácidos graxos das sementes de quatro espécies de palmeiras cultivadas no estado de São Paulo. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 147-154, 2001.

YU, L.; HALEY, S.; PERRET, J.; HARRIS, M. Antioxidant properties of extracts from hard winter wheat. *Food Chemistry*, London, v. 78, n. 3, p. 457-461, 2002

ANEXOS

Anexo 1 - Análises de variância para umidade, proteínas, cinzas, matéria graxa e fibras.

| Causas de Variação | G.L. | Quadrados médios | | | | |
|---------------------------|------|------------------|------------|-----------|---------------|------------|
| | | Umidade | Proteínas | Cinzas | Matéria Graxa | Fibras |
| Espécies | 2 | 2,6733** | 27,3174** | 2,3592** | 103,7412** | 12,7327** |
| Fontes de óleo | 1 | 37,7870** | 982,1312** | 13,5721** | 4.757,6761** | 510,5108** |
| Espécies x Fontes de óleo | 2 | 4,0254** | 137,9582** | 4,7925** | 379,7221** | 32,1317** |
| Resíduo | 12 | 0,0012 | 0,1853 | 0,0019 | 0,5555 | 0,0664 |
| Desvio Padrão | | 0,0348 | 0,4304 | 0,0439 | 0,7453 | 0,2520 |
| Coef. Variação (%) | | 0,58 | 2,81 | 1,66 | 2,26 | 1,45 |

** teste significativo (p < 0,01).

Capítulo 3

Caracterização do óleo extraído da polpa e amêndoa de guariroba, jervá e macaúba

RESUMO

Os óleos vegetais constituem importantes fontes de ácidos graxos essenciais e trazem excelentes benefícios ao organismo, auxiliando na prevenção de doenças cardiovasculares, na manutenção dos níveis de colesterol, melhorando a função cerebral e combatendo os radicais livres. Sendo assim, é importante a caracterização de espécies vegetais que possam ser utilizadas como novas fontes de óleo. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os óleos extraídos das polpas e amêndoas de guariroba (*Syagrus oleracea*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e macaúba (*Acrocomia aculeata*), por meio de suas propriedades físico-químicas, estabilidade oxidativa e composição de ácidos graxos, visando uma possível utilização para fins alimentícios e industriais. A caracterização físico-química dos óleos foi realizada por meio de métodos analíticos padrões para óleos e gorduras. Foram determinados: ácidos graxos livres, índices de peróxidos, refração, iodo, saponificação e matéria insaponificável. A estabilidade oxidativa foi determinada utilizando o Rancimat, a 110°C, com fluxo de ar de 20 L/h. A composição de ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo gasoso, a partir das amostras transesterificadas com hidróxido de potássio metanólico e n-hexano. Os resultados foram submetidos a análises de variância e testes de Tukey para as médias a 5% empregando o programa ESTAT versão 2.0. Pelos resultados, verificou-se que os óleos extraídos das polpas e amêndoas apresentaram características diferentes. Os óleos das polpas mostraram-se mais insaturados, o que ficou evidenciado pelos maiores índices de refração e iodo obtidos, com destaque para o óleo da polpa de macaúba que obteve 1,456 e 79,69 g I₂/100 g, respectivamente, para estes índices. Já os óleos das amêndoas apresentaram-se menos alterados por processo oxidativos e com maior período de indução, estes óleos obtiveram porcentagem de ácidos graxos livres inferior a 0,5% e índice de peróxidos ao redor de 0,19 meq/kg. O óleo da amêndoa da guariroba apresentou o maior período de indução, 91,82 horas. Ambos apresentaram características físico-químicas compatíveis com outros óleos vegetais consumidos no Brasil.

Palavras-chave: óleos vegetais, *Syagrus oleracea*, *Syagrus romanzoffiana*, *Acrocomia aculeata*, ácidos graxos, estabilidade oxidativa.

1. INTRODUÇÃO

Os óleos vegetais, além de consumidos diretamente na alimentação, constituem importante matéria-prima para a indústria química, farmacêutica e alimentícia. Nos últimos anos, o mercado mundial de óleos vegetais tem se caracterizado pelo crescimento mais acentuado na demanda em relação à oferta. Entre os anos de 2004 e 2008, o consumo total de óleos cresceu 26,2%, sendo 18,2% para fins alimentícios e 76% para fins industriais (BARBOSA; NOGUEIRA JÚNIOR; FREITAS, 2008).

O Brasil é responsável por aproximadamente 17% da produção mundial de oleaginosas como soja, girassol, canola, algodão e amendoim, com cerca de 64,15 milhões de toneladas produzidas entre 2007 e 2008. Dados apontam um crescimento médio de 5% na produção de 2009 em relação a 2008 (USDA, 2009). Aliado a isto, o aumento da demanda por óleos vegetais como alternativa ao petróleo acirrou a competição entre potenciais exportadores, contribuiu para a redução no nível de estoques e para menor disponibilidade de óleos vegetais, bem como para a sustentação da alta nos preços (BARBOSA; NOGUEIRA JÚNIOR; FREITAS, 2008).

A procura por óleos vegetais com composição especial também tem aumentado, já representando, no início da década, 15% do total do consumo brasileiro de óleos vegetais. Estes óleos são valorizados comercialmente devido à presença de componentes especiais e de ácidos graxos mono e poliinsaturados, os quais os caracterizam como alimentos funcionais (TURATTI; GOMES; ATHIÉ, 2002). O consumo de ácidos graxos mono e poliinsaturados tende a apresentar uma relação inversa com a incidência de doenças coronarianas e diversas outras enfermidades (BINKOSKI et al., 2005).

Além do grau de insaturação, os óleos vegetais diferem na quantidade e qualidade dos compostos presentes em sua matéria insaponificável. Estas diferenças influenciam a estabilidade oxidativa e as características sensoriais e tecnológicas de cada tipo de óleo (KAMAL-ELDIN, 2006). A estabilidade oxidativa é um importante aspecto relacionado à qualidade nutricional dos óleos vegetais. A susceptibilidade de determinados óleos à oxidação limita a utilização dos mesmos em alimentos e cosméticos gerando, ainda, prejuízos econômicos.

Na indústria de alimentos, gorduras sólidas, que apresentam altos teores de ácidos graxos *trans* ou de ácidos graxos saturados, são utilizadas para melhorar a textura, a consistência e o paladar dos alimentos, com baixo custo e boa estabilidade nas diferentes fases do processo de industrialização. Entretanto, diversos estudos epidemiológicos sugerem que os ácidos graxos *trans* aumentam o risco de doenças, mais do que os ácidos graxos saturados, por reduzirem o nível de HDL colesterol no soro sanguíneo. Além disso, diferentes ácidos graxos saturados parecem não apresentar efeitos similares. Gorduras sólidas saturadas, ricas em ácido láurico, tais como gorduras vegetais de origem tropical, resultam em um perfil lipídico sanguíneo mais favorável do que uma gordura sólida rica em ácidos graxos *trans* (MENSINK et al., 2003), já que esses ácidos graxos *trans* promovem aumento do colesterol LDL de forma diferenciada.

Sendo assim, dado o grande aumento na procura por óleos com diferentes características e aplicabilidades e uma diminuição na oferta dos mesmos, torna-se importante a caracterização de óleos vegetais pouco estudados, visando elucidar possíveis novas fontes de óleos e suas potenciais aplicações em indústrias e alimentos.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo determinar, nos óleos extraídos da polpa e amêndoa de guariroba (*Syagrus oleracea*), jervá (*Syagrus romanzoffiana*) e macaúba (*Acrocomia aculeata*), as características físico-químicas, estabilidade oxidativa e composição de ácidos graxos, afim de avaliar o potencial desses frutos como novas fontes de óleos vegetais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Os frutos das espécies guariroba, jervá e macaúba foram provenientes das regiões Sudeste e Centro-Oeste. Três lotes de cada fruto foram adquiridos entre a safra 2008/2009. Os três lotes dos frutos da guariroba foram provenientes das cidades de São José do Rio Preto e Santa Fé do Sul, no estado de São Paulo, e da cidade de Frutal, no estado de Minas Gerais, entre os meses de

outubro de 2008 e janeiro de 2009. Já os lotes dos frutos do jerivá foram coletados nas cidades de São José do Rio Preto, José Bonifácio e Santa Fé do Sul, no estado de São Paulo, entre os meses de setembro de 2008 e janeiro de 2009. Os lotes dos frutos da macaúba foram adquiridos nas cidades de São José do Rio Preto, Meridiano e José Bonifácio, no estado de São Paulo, entre os meses de novembro de 2008 e janeiro de 2009.

Todos os frutos foram recolhidos diretamente do chão, escolhendo-se os que estavam bem maduros, firmes e que não apresentavam injúrias. Após o recebimento, os frutos selecionados foram lavados ligeiramente com água destilada para remover os resíduos. Os frutos inteiros foram imediatamente secos em estufa com circulação de ar forçada a 40°C, por 3 horas, depois dessa secagem prévia separou-se a polpa do caroço dos frutos com auxílio de faca inox. Então, a polpa e o caroço foram novamente secos em estufa de circulação de ar forçada a 40°C até atingirem umidade inferior a 10%, que é indicada para melhor rendimento para extração do óleo. A amêndoa foi separada do caroço, com auxílio de uma morsa, somente no momento da extração do óleo. Para todas as polpas e amêndoas, os três lotes foram bem homogeneizados e guardados em potes fechados.

Os óleos utilizados para as análises foram obtidos das polpas e amêndoas, separadamente, por extração com éter de petróleo a 40-60°C utilizando um extrator Soxhlet.

3.2. Métodos

Os óleos extraídos da polpa e da amêndoa dos frutos foram analisados separadamente quanto aos teores de:

- Ácidos graxos livres, expressos como ácido oléico, pelo método Cd 3d-63 da AOCS (1993).
- Índice de peróxidos, expressos em milequivalentes de oxigênio ativo contidos em um quilograma de óleo, conforme método Cd 8-53 proposto pela AOCS (1993).
- Índice de refração, de acordo com o método Cc 7-25 AOCS (1993). A leitura foi feita na escala que resulta diretamente o índice de refração absoluto a 40°C.
- Índice de iodo, calculado como iodo absorvido por 100 gramas de amostra,

determinado pelo método Cd 1-25 AOCS (1993).

- Índice de saponificação, definido pela quantidade em miligramas de hidróxido de potássio necessária para saponificar um grama de óleo ou gordura, segundo método Cd 3c-91 AOCS (1993).
- Matéria insaponificável, que corresponde à quantidade total de substâncias dissolvidas nos óleos e gorduras, que após saponificação com álcalis são insolúveis em solução aquosa, mas solúveis em solventes, de acordo com o método Ca 6b-53 AOCS (1993).
- Índice de estabilidade oxidativa, conforme método Cd 12b-92 proposto pela AOCS (1993) utilizando o Rancimat a 110°C, com fluxo de ar de 20 L/h, 3 g de amostra e volume de água destilada de 60 mL nos frascos contendo os eletrodos.
- Perfil de ácidos graxos, por cromatografia gasosa a partir das amostras transesterificadas com hidróxido de potássio metanólico e n-hexano, segundo método Ce 2-66 da AOCS (1998). Foi utilizado um cromatógrafo gasoso equipado com detector de ionização de chama, sistema de injeção split de aproximadamente 1:30 e amostrador automático. Os compostos foram separados em coluna capilar de sílica fundida CP-Sil 88 de 60 m de largura, com diâmetro interno de 0,25 mm e espessura de filme de 0,20 µm. A temperatura inicial da coluna foi de 90°C (durante quatro minutos) e programada para alcançar 195°C com incremento de 10°C/min, sendo, então, mantida em isoterma por 16 minutos. A temperatura do injetor foi de 230°C e a do detector de 240°C. O gás de arraste foi o hidrogênio. Os ácidos graxos foram identificados de acordo com os tempos de retenção e a quantificação foi feita por normalização da área (%). Utilizou-se como padrão uma mistura composta de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (Supelco, Bellefonte, USA), de C4:0 a C24:1, com pureza entre 99,1 e 99,9%.

3.3. *Análise estatística*

Os resultados obtidos das determinações analíticas, em triplicata, foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (BANZATTO; KRONKA, 2006), através do programa ESTAT, versão 2.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância para a caracterização físico-química dos óleos extraídos dos frutos estão apresentadas no Anexo 1. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para as interações espécies x fontes de óleo para as variáveis ácidos graxos livres, índices de peróxidos, refração, iodo, saponificação, matéria insaponificável e estabilidade oxidativa, sendo, então, necessário proceder ao desdobramento dessa interação, cujos resultados estão na Tabela 1.

Observa-se que houve uma diferença significativa entre o teor de ácidos graxos livres encontrado nos óleos das polpas e nos óleos das amêndoas, sendo que nestes o teor de ácidos graxos livres foi bem inferior ao das polpas. Essa diferença pode ter sido causada porque as polpas dos frutos ficam expostas à luz do sol e temperatura, já as amêndoas estão envoltas pelo endosperma, que as protege. A formação de ácidos graxos livres é resultante, principalmente, da decomposição dos glicerídios por enzimas hidrolíticas, este processo é acelerado pelo aquecimento, luz, injúrias e queda dos frutos. Esses fatores podem ter desencadeado uma maior formação de ácidos graxos livres na matéria graxa contida nas polpas.

Para o óleo das amêndoas, a porcentagem encontrada não diferiu de forma significativa entre as três espécies, sendo para o óleo da amêndoa do jerivá o que se obteve menor quantidade de ácidos graxos livres, 0,20%, o que indica uma matéria-prima de melhor qualidade. Entre as polpas, o óleo do jerivá foi o que apresentou menor porcentagem de ácidos graxos livres, 2,07%, valor este muito próximo ao permitido pela Resolução RDC nº 270 da ANVISA (BRASIL, 2005), que admite o máximo de 2% de acidez em ácido oléico para a maioria dos óleos vegetais brutos, como o óleo de soja, de girassol e de canola. Os óleos das amêndoas das três espécies também atendem a esse limite.

Os óleos da polpa da macaúba e da guariroba apresentaram as maiores porcentagens de ácidos graxos livres, 9,43 e 4,73%, respectivamente. A mesma resolução citada acima permite uma acidez máxima de 5% para o óleo ou gordura de coco bruto, considerando-se esse limite, o óleo da polpa da guariroba também apresenta acidez dentro do permitido pela ANVISA (BRASIL, 2005).

Tabela 1 - Características físico-químicas dos óleos das polpas e amêndoas.

| Fonte de óleo | Espécies | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Guariroba | Jerivá | Macaúba |
| Ácidos graxos livres (% expresso como ácido oléico) | | | |
| Polpa | 4,73 ± 0,02 ^{bA} | 2,07 ± 0,04 ^{cA} | 9,43 ± 0,38 ^{aA} |
| Amêndoa | 0,46 ± 0,02 ^{aB} | 0,20 ± 0,02 ^{aB} | 0,45 ± 0,00 ^{aB} |
| Índice de peróxidos (meq/kg) | | | |
| Polpa | 199,90 ± 2,13 ^{aA} | 15,33 ± 0,65 ^{bA} | 0,56 ± 0,04 ^{cA} |
| Amêndoa | 0,18 ± 0,00 ^{aB} | 0,19 ± 0,02 ^{aB} | 0,18 ± 0,00 ^{aA} |
| Índice de refração (40°C) | | | |
| Polpa | 1,453 ± 0,001 ^{bA} | 1,447 ± 0,001 ^{cA} | 1,456 ± 0,001 ^{aA} |
| Amêndoa | 1,445 ± 0,001 ^{bB} | 1,445 ± 0,001 ^{bB} | 1,448 ± 0,001 ^{aB} |
| Índice de iodo (g I ₂ /100 g) | | | |
| Polpa | 69,88 ± 0,75 ^{bA} | 68,98 ± 1,03 ^{bA} | 79,69 ± 0,95 ^{aA} |
| Amêndoa | 15,27 ± 0,65 ^{cB} | 26,13 ± 0,74 ^{bB} | 38,80 ± 0,65 ^{aB} |
| Índice de saponificação (mg KOH/g) | | | |
| Polpa | 159,71 ± 1,32 ^{bB} | 112,57 ± 1,37 ^{cB} | 181,23 ± 0,52 ^{aB} |
| Amêndoa | 225,68 ± 0,75 ^{aA} | 206,42 ± 0,94 ^{bA} | 201,41 ± 1,32 ^{cA} |
| Matéria insaponificável (%) | | | |
| Polpa | 1,80 ± 0,04 ^{bA} | 6,05 ± 0,24 ^{aA} | 0,93 ± 0,04 ^{cA} |
| Amêndoa | 0,09 ± 0,03 ^{aB} | 0,10 ± 0,02 ^{aB} | 0,06 ± 0,02 ^{aB} |
| Estabilidade oxidativa | | | |
| Polpa | 10,00 ± 0,03 ^{bB} | 4,87 ± 0,05 ^{cB} | 11,32 ± 0,35 ^{aB} |
| Amêndoa | 91,82 ± 0,61 ^{aA} | 44,46 ± 0,46 ^{bA} | 30,39 ± 0,05 ^{cA} |

Os resultados representam a média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata.

a, b... (linha) – médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).

A, B... (coluna) – médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Bora e Moreira (2003) analisaram o óleo da amêndoa da guariroba, obtendo valores de ácidos graxos livres menores que 0,10%, valor inferior ao encontrado no presente trabalho. Hiane et al. (2005) encontraram teores de

ácidos graxos livres nos óleos da polpa e amêndoa da macaúba de 0,83 e 0,21%, também inferiores aos obtidos. Em estudo de Bora e Rocha (2004), os óleos da polpa e amêndoa de macaúba apresentaram porcentagem de ácidos graxos livres de 1,5 e 2,1%, respectivamente. Essas diferenças podem ser explicadas pelo tempo e temperatura de secagem aos quais as polpas e amêndoas foram expostas antes da extração do óleo e até mesmo pelo método de extração utilizado, que podem acelerar a formação de ácidos graxos livres.

Verifica-se que, para as espécies jerivá e guariroba, o óleo das amêndoas apresentou quantidade de peróxidos significativamente inferior ao óleo das polpas. Já para a macaúba, apesar do óleo da amêndoa apresentar quantidade inferior de peróxidos, não houve diferença significativa com o óleo da polpa. Os valores de peróxidos dos óleos das três amêndoas e da polpa da macaúba estão bem abaixo do limite de 10 meq/kg, adotado pela Resolução RDC nº 270 da ANVISA (BRASIL, 2005), indicando que nem as matérias-primas, nem os óleos obtidos sofreram tratamento inadequado durante as etapas de armazenamento e extração do óleo.

O elevado índice de peróxidos encontrado nos óleos das polpas do jerivá e da guariroba pode ser explicado pelo fato desses frutos terem apenas uma película envolvendo a polpa, que, dessa forma, fica mais exposta à ação da luz, temperatura e oxigênio, fatores esses que aceleram o processo de oxidação e a formação de peróxidos. A polpa da macaúba é envolta por uma casca espessa e dura, que protege o fruto da ação desses fatores, da mesma forma as amêndoas encontram-se dentro do endosperma dos frutos, diminuindo a ocorrência de oxidação.

Hiane et al. (2005) encontraram valores de peróxidos de 2,09 meq/kg para o óleo da polpa da macaúba, valor maior do que o obtido no presente estudo, já o óleo da amêndoa apresentou valor próximo ao encontrado no óleo da amêndoa analisado. Bora e Rocha (2004) obtiveram teores de peróxidos mais elevados, tanto para o óleo da polpa (2,96 meq/kg) como da amêndoa (1,37 meq/kg). O óleo da amêndoa da guariroba, em estudo de Bora e Moreira (2003), apresentou 0,40 meq/kg de peróxidos, um pouco acima do que o obtido pelo óleo da amêndoa da guariroba deste trabalho.

Kobori e Jorge (2005) avaliaram as características dos óleos das sementes de tomate, laranja, maracujá e goiaba, obtendo índices de peróxidos de

10,29; 29,4; 0,59 e 0,2 meq/kg, respectivamente. Segundo as autoras, o processo de extração por solvente, a partir do resíduo seco em estufa também pode ter provocado uma oxidação durante a secagem, levando aos elevados índices de peróxidos nos óleos da semente de tomate e laranja, já que foi utilizada ventilação forçada por um período médio de 8 horas.

Pode-se observar que entre as fontes de óleo, as amêndoas apresentaram índice de refração significativamente inferior às polpas. Como essa medida tem relação com o grau de saturação das moléculas, pode-se esperar que os óleos extraídos das polpas seja mais insaturado que o extraído das amêndoas.

Entre as polpas, a que apresentou óleo com maior índice de refração foi a macaúba (1,4557), seguida pela guariroba (1,4535) e o jerivá (1,4467). Para as amêndoas, o óleo com índice de refração mais elevado também foi o da macaúba, seguidos pelo jerivá e guariroba, cujos índices não apresentaram diferença significativa.

Segundo a resolução RDC nº 270 da ANVISA (BRASIL, 2005), o óleo ou gordura de coco de babaçu apresenta índice de refração a 40°C no intervalo de 1,448-1,451, o óleo de palma no intervalo de 1,454-1,456 e o óleo de palmiste entre 1,448 e 1,452. Esses intervalos estão bem próximos aos valores obtidos pelos óleos das três espécies analisadas.

Bora e Moreira (2003) encontraram índice de refração de 1,4446 para o óleo da amêndoa da guariroba, valor este muito próximo ao do presente estudo. O óleo da polpa do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.) apresentou índice de refração de 1,457 (HIANE et al., 2003), semelhante ao obtido pelos óleos da polpa da guariroba e macaúba.

De acordo com os dados, o índice de iodo do óleo das polpas foi significativamente superior ao do óleo das amêndoas. Assim como o índice de refração, o índice de iodo também é uma medida do grau de insaturação do óleo, o que explica o significativo coeficiente de correlação (0,68) entre esses dois parâmetros. A análise de índice de iodo também indicou que os óleos extraídos das polpas das três espécies são mais insaturados que o óleo das amêndoas. Sabe-se que o consumo de ácidos graxos insaturados oferece menor risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares, já que não aumenta as taxas de colesterol sanguíneo.

Entre as polpas, o óleo da macaúba obteve maior índice de iodo (79,69 g I₂/100 g), seguido pela guariroba e jerivá, que não diferiram significativamente, apresentando índice de iodo ao redor de 69 g I₂/100 g. Da mesma forma, para as amêndoas, o óleo da macaúba obteve índice de iodo superior, seguido pelo óleo do jerivá e guariroba. O baixo índice de iodo do óleo das amêndoas indica tratar-se de óleos mais saturados, o que diminui a propensão à oxidação lipídica durante o aquecimento.

Segundo a resolução RDC nº 270 da ANVISA (BRASIL, 2005), o óleo ou gordura de palma apresenta índice de iodo no intervalo de 50-60 g I₂/100 g e o óleo ou gordura de palmiste entre 14,1-21,0 g I₂/100 g. Os valores obtidos para os óleos da polpa do jerivá e guariroba se aproximam do índice de iodo do óleo de palma, já os óleos das amêndoas dessas duas espécies apresentaram índices de iodo próximos ao óleo de palmiste.

Hiane et al. (2005) encontraram índice de iodo para o óleo da polpa da macaúba de 75,43 g I₂/100 g, muito próximo ao obtido no presente trabalho; já o óleo da amêndoa teve índice de iodo de 54,05 g I₂/100 g, superior ao observado na amostra analisada. Em estudo de Bora e Rocha (2004) o índice de iodo foi de 77,1 e 18,0 g I₂/100 g, para o óleo da polpa e da amêndoa de macaúba, respectivamente. O óleo da polpa do bacuri apresentou índice de iodo de 43-46 g I₂/100 g (HIANE et al., 2003), valor este inferior ao apresentado pelos óleos das polpas das três espécies estudadas.

Como observado, os óleos das polpas apresentaram índice de saponificação significativamente menor do que o das amêndoas. O índice de saponificação de uma amostra é inversamente proporcional ao peso molecular médio dos ácidos graxos dos glicerídeos presentes, sendo assim, pode-se inferir que os óleos das amêndoas são constituídos por ácidos graxos de menor peso molecular que os óleos das polpas analisadas.

Entre as polpas, a que obteve óleo com maior índice de saponificação foi a macaúba (181,23 mg KOH/g), seguida da guariroba (159,71 mg KOH/g) e jerivá (112,57 mg KOH/g). Para o óleo das amêndoas, o que apresentou índice de saponificação mais elevado foi o da guariroba (225,68 mg KOH/g), seguido pelo óleo da amêndoa do jerivá (206,42 mg KOH/g) e macaúba (201,41 mg KOH/g).

De acordo com a resolução RDC nº 270 da ANVISA (BRASIL, 2005), o índice de saponificação da maioria dos óleos vegetais consumidos no Brasil varia

entre 181 e 265 mg KOH/g. Os óleos das polpas e amêndoas analisadas neste trabalho estão dentro desse intervalo, com exceção dos óleos das polpas do jerivá e guariroba que apresentaram índice de saponificação abaixo desse intervalo.

O óleo da amêndoa da guariroba apresentou índice de saponificação muito próximo ao encontrado por Bora e Moreira (2003) para essa amêndoa, cujo valor foi de 226,0 mg KOH/g. Os óleos da polpa e amêndoa da macaúba apresentaram índice de saponificação inferior ao reportado por Hiane et al. (2005), cujo estudo apontou índices de 210 e 258 mg KOH/g, para os óleos da polpa e amêndoa da macaúba, respectivamente. Em estudo de Bora e Rocha (2004) o índice de saponificação dos óleos da polpa e amêndoa de macaúba foi de 158,0 e 230,4 mg KOH/g, respectivamente.

Observa-se que os óleos das amêndoas apresentaram teor de matéria insaponificável significativamente inferior aos óleos das polpas. Entre as amêndoas não houve diferença significativa na porcentagem encontrada, todas as espécies obtiveram um baixo teor de matéria insaponificável, variando de 0,06 a 0,10%.

Para as polpas, a porcentagem encontrada diferiu significativamente entre as três espécies, o menor teor foi obtido para óleo da macaúba (0,93%), seguido dos óleos das polpas da guariroba e jerivá, com 1,80 e 6,05%, respectivamente. Como a matéria insaponificável inclui substâncias naturais como esteróis, tocoferóis, pigmentos e hidrocarbonetos, o óleo dessas polpas deve conter maior quantidades desses compostos, uma alternativa para diminuir o teor de matéria insaponificável seria esses óleos passarem por um processo de refinação.

Souza et al. (2007) estudaram as características dos óleos das amêndoas de macadâmia e pistache, reportando teores de matéria insaponificável nos intervalos de 0,45-0,64% para o óleo de pistache e 1,17-1,39% para o óleo de macadâmia. Kobori e Jorge (2005) obtiveram valores de matéria insaponificável de 2,1; 0,67; 0,91 e 0,71%, para os óleos das sementes de tomate, laranja, maracujá e goiaba, respectivamente.

Em estudo realizado por Salgado et al. (2008) com o óleo da polpa de abacate bruto e neutralizado, foram reportados teores de matéria insaponificável de 1,72% para o óleo bruto e 1,60% para o óleo neutralizado, mostrando uma diminuição desse teor, causada pelo procedimento de neutralização do óleo.

Pela resolução RDC nº 270 da ANVISA (BRASIL, 2005), o limite máximo de matéria insaponificável para o óleo de palma é 1,2%, para os óleos de coco, girassol, soja e algodão é de 1,5%. Já para os óleos de canola e uva, 2% e para o óleo de milho, 2,8%. Tendo por bases esses valores, todos os óleos analisados estão dentro do limite aceito pela legislação para óleos comestíveis, com exceção do óleo da polpa do jervá que apresentou alto valor de matéria insaponificável (6,05%). Esse valor elevado pode ser interessante para a indústria de cosméticos, que pode incorporar os esteróis presentes na matéria insaponificável desse óleo na formulação de produtos.

Observa-se que os óleos das amêndoas apresentaram uma estabilidade oxidativa significativamente superior à dos óleos das polpas. Isto se deve ao fato dos óleos dessas polpas terem apresentado índices de refração e iodo maiores do que os óleos das amêndoas, indicando um grau de insaturação também maior. Sendo assim, por conterem menos insaturações, os óleos das amêndoas estão menos susceptíveis à oxidação, obtendo uma estabilidade oxidativa maior. Tal fato pode ser comprovado pelo significativo coeficiente de correlação (0,81), obtido entre a estabilidade oxidativa dos óleos e seus respectivos índices de iodo.

Entre os óleos das polpas houve diferença significativa para a estabilidade oxidativa entre as espécies, sendo que a que obteve maior período de indução foi a polpa da macaúba (11,32 horas), seguida pela guariroba e jervá, com 10,00 e 4,87 horas, respectivamente.

Para as amêndoas, a estabilidade oxidativa dos óleos também diferiu de maneira significativa. O óleo da amêndoa da guariroba apresentou a maior estabilidade oxidativa, com 91,82 horas, seguido pelos óleos das amêndoas do jervá (44,46 horas) e macaúba (30,39 horas).

Souza et al. (2007) determinaram a estabilidade oxidativa do óleo de macadâmia e pistache, utilizando Rancimat com fluxo de ar de 10 L/h e temperatura de 110°C, encontrando valores de 22,9 horas para o óleo da macadâmia e 30,2 horas para o óleo de pistache.

Em estudo das características de óleos vegetais refinados utilizados em frituras, Corsini e Jorge (2006) avaliaram a estabilidade oxidativa desses óleos, utilizando o Rancimat com fluxo de ar de 20L/h e 100°C, encontrando valores de 26,17 horas para o óleo de algodão, 10,43 horas para o óleo de girassol e 141,34 horas para o óleo de palma. Todos os valores encontrados para os óleos das

amêndoas analisadas estão acima da estabilidade oxidativa apresentada pelo óleo de girassol e algodão. Os óleos das polpas de guariroba e macaúba mostraram estabilidade oxidativa bem próxima ao óleo de girassol refinado.

As análises de variância para os dados da composição em ácidos graxos dos óleos extraídos dos frutos estão apresentadas no Anexo 2. Como observado, o teste F foi significativo ($p < 0,01$) para as interações espécies x fontes de óleo para as variáveis ácidos graxos monoinsaturados, poliinsaturados, insaturados e saturados, sendo, então, necessário proceder ao desdobramento dessa interação, cujos resultados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição em ácidos graxos (%) dos óleos das polpas e amêndoas dos frutos.

| Fontes de óleo | Espécies | | |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Guariroba | Jerivá | Macaúba |
| Ácidos graxos monoinsaturados | | | |
| Polpa | 19,17 ± 1,57 ^{CA} | 34,46 ± 0,47 ^{BA} | 56,84 ± 0,10 ^{AA} |
| Amêndoa | 11,87 ± 0,19 ^{CB} | 27,81 ± 0,06 ^{BB} | 36,27 ± 0,21 ^{AB} |
| Ácidos graxos poliinsaturados | | | |
| Polpa | 30,49 ± 0,74 ^{AA} | 25,25 ± 0,20 ^{BA} | 16,06 ± 0,03 ^{CA} |
| Amêndoa | 2,17 ± 0,07 ^{CB} | 4,19 ± 0,04 ^{AB} | 3,82 ± 0,01 ^{BB} |
| Ácidos graxos insaturados | | | |
| Polpa | 49,66 ± 1,17 ^{CA} | 59,70 ± 0,61 ^{BA} | 72,90 ± 0,09 ^{AA} |
| Amêndoa | 14,03 ± 0,26 ^{CB} | 32,00 ± 0,09 ^{BB} | 40,09 ± 0,22 ^{AB} |
| Ácidos graxos saturados | | | |
| Polpa | 50,34 ± 0,84 ^{AB} | 40,30 ± 0,61 ^{BB} | 27,10 ± 0,10 ^{CB} |
| Amêndoa | 85,97 ± 0,26 ^{AA} | 68,00 ± 0,10 ^{BA} | 59,92 ± 0,21 ^{CA} |

Os resultados representam a média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata.

a, b... (linha) – médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A, B... (coluna) – médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Como observado, os óleos das polpas das três espécies apresentaram porcentagem de ácidos graxos mono e poliinsaturados maior do que os óleos das

amêndoas. Entre os óleos das polpas, o que obteve maior teor de ácidos graxos monoinsaturados e insaturados foi o da macaúba, seguido pelo do jerivá e guariroba, para o óleo das amêndoas também foi observada essa mesma ordem. Quanto aos ácidos poliinsaturados, o óleo da polpa da guariroba apresentou maior porcentagem; já entre os óleos das amêndoas, o jerivá obteve maior conteúdo. Todos os óleos das amêndoas mostraram-se compostos majoritariamente por ácidos graxos saturados, que perfizeram mais de 50% do total para todas as espécies, com destaque para o óleo da polpa da guariroba, que apresentou quase 86% de saturação.

Masson, Camilo e Torija (2008) avaliaram as características do óleo do coquinho chileno (*Jubaea chilensis*), encontrando alta concentração de ácidos graxos saturados (84,78%), da mesma forma que os óleos das amêndoas do presente trabalho. Em estudo realizado com a amêndoa de coquinho azedo, Faria et al. (2008), também obtiveram elevados teores de ácidos graxos saturados, 78,9%, valor inferior somente ao da amêndoa da guariroba. O óleo da amêndoa de jerivá, analisado por Vallilo et al. (2001), apresentou 78,9% de ácidos graxos saturados e 21,4% de insaturados, mostrando um teor de saturação maior que o óleo da amêndoa estudado.

Esses dados estão em concordância com estudo realizado por Hiane et al. (2005) com a macaúba e por Bora e Moreira (2003) com a guariroba. Em ambos os estudos as polpas dos frutos também se apresentaram compostas por quantidade mais elevada de ácidos graxos insaturados que as amêndoas. Assim como nos óleos analisados, a polpa e amêndoa de macaúba mostraram-se compostas majoritariamente por ácidos monoinsaturados, enquanto que na polpa da guariroba prevaleceram os poliinsaturados.

A maior quantidade de insaturação apresentada pelas polpas já era esperada, tendo em vista os resultados obtidos pelas análises de índice de refração, iodo e estabilidade oxidativa. A Tabela 3 mostra os coeficientes de correlação entre estes índices analíticos e a composição de ácidos graxos monoinsaturados, poliinsaturados e saturados dos óleos analisados.

Verificou-se correlação significativa entre o índice de iodo e a quantidade de ácidos graxos poliinsaturados e saturados, observou-se que um aumento na porcentagem de saturação foi acompanhado por uma diminuição do índice de iodo. A estabilidade oxidativa também se correlacionou significativamente com o

teor de ácidos graxos saturados, assim, o aumento da saturação do óleo causa um aumento no período de indução do mesmo.

Tabela 3 - Coeficientes de correlação entre os parâmetros ácidos graxos monoinsaturados, poliinsaturados, saturados e índices de refração (IR), iodo (II), estabilidade oxidativa (EO).

| | IR | II | EO |
|-----------------|------|---------|-------|
| Monoinsaturados | 0,36 | 0,39 | 0,37 |
| Poliinsaturados | 0,32 | 0,71* | 0,58 |
| Saturados | 0,60 | - 0,91* | 0,82* |

* significativo ($p < 0,05$).

O índice de refração não apresentou correlação significativa com a composição de ácidos graxos. Tal fato pode ser explicado porque, além da relação com a quantidade e tipo de insaturação do óleo, o índice de refração também depende do comprimento da cadeia dos ácidos graxos constituintes do óleo (ROSSELL, 1986).

5. CONCLUSÕES

Os óleos extraídos da polpa e da amêndoa das três espécies apresentaram características físico-químicas bem distintas. Os óleos das amêndoas mostraram-se menos alterados por processos oxidativos, o que foi evidenciado pelos baixos teores de ácidos graxos livres e índice de peróxidos e pela alta estabilidade oxidativa obtida para os óleos das três amêndoas. Além de uma longa vida de prateleira, tal fato revela a potencial aplicabilidade dos mesmos em processos que utilizam elevada temperatura ou nas indústrias cosméticas e farmacêuticas

Os óleos das polpas são compostos por maior quantidade de ácidos graxos insaturados que os óleos das amêndoas. Essas características os tornam mais adequados para o consumo humano, uma vez que também possuem propriedades físico-químicas compatíveis com outros óleos vegetais convencionais e de boa qualidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOCS. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society*. 3. ed. Champaign, 1993.

AOCS. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society*. Champaign, 1998.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

BARBOSA, M. Z. B.; NOGUEIRA JÚNIOR, S.; FREITAS, S. M. Agricultura de alimentos x de energia: impacto nas cotações internacionais. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, v. 3, n. 1, p. 1-5, 2008.

BINKOSKI, A. E. et al. Balance of unsaturated fatty acids is important to a cholesterol-lowering diet: comparison of mid-oleic sunflower oil and olive oil on cardiovascular disease risk factors. *Journal of the American Dietetic Association*, Chicago, v. 105, n. 7, p. 1080-1086, 2005.

BORA, P. S.; MOREIRA, R. V. R.; Catolé palm (*Syagrus oleracea* Mart) fruits: fatty and amino acids composition. *Grasas y Aceites*, Sevilla, v. 54, n. 2, p. 145-150, 2003.

BORA, P. S.; ROCHA, R. V. M. Macaiba palm: fatty and amino acids composition of fruits. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, Reynosa, v. 4, n. 3, p. 158-162, 2004.

BRASIL. Resolução n. 270, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de setembro de 2005.

CORSINI, M. S.; JORGE, N. Estabilidade oxidativa de óleos vegetais utilizados em frituras de mandioca palito congelada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 1, p. 27-32, 2006.

FARIA et al. Caracterização química da amêndoa de coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 549-552, 2008.

HIANE, P. A. et al. Carotenóides pró-vitamínicos a e composição em ácidos graxos do fruto e da farinha do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 23, n. 2, p. 206-209, 2003.

HIANE, P. A. et al. Bocaiúva, *Acrocomia Aculeata* (Jacq.) Lodd., pulp and kernel oils: characterization and fatty acid composition. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 8, n. 3, p. 256-259, 2005.

KAMAL-ELDIN, A. Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, Weinheim, v. 108, n. 12, p. 1051-1061, 2006.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, 2005.

MASSON, L.; CAMILO, C.; TORIJA, M. E. Caracterización del aceite de coquito de palma chilena (*Jubaea chilensis*). *Grasas y Aceites*, Sevilla, v. 59, n. 1, p. 33-38, 2008.

MENSINK, R. P. et al. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Davis, v. 77, n. 5, p. 1146-1155, 2003.

ROSSELL, J. B. Classical analysis of oils and fats. In: HAMILTON, R. J.; ROSSELL, J. B. (Eds.) *Analysis of oils and fats*. London: Elsevier Applied Science, 1986. p. 1-90.

SALGADO, J. M. et al. O óleo de abacate (*Persea americana Mill*) como matéria-prima para a indústria alimentícia. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, p. 20-26, 2008.

SOUZA, D. F. S. et al. Estabilidade oxidativa dos óleos de macadâmia e pistache. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 141-156, 2007.

TURATTI, J. M.; GOMES, R. A. R.; ATHIÉ, I. *Lipídeos: aspectos funcionais e novas tendências*. Campinas: ITAL, 78p. 2002.

VALLILO, M. I. et al. Composição química e o perfil de ácidos graxos das sementes de quatro espécies de palmeiras cultivadas no estado de São Paulo. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 147-154, 2001.

USDA (United States Department of Agriculture). *World agricultural production*. 2010. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/wap/circular/2010/10-02/productionfull02-10.pdf>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2010.

ANEXOS

Anexo 1 - Análises de variância para ácidos graxos livres (AGL), índices de peróxidos (IP), refração (IR), iodo (II), saponificação (IS), matéria insaponificável (MI), estabilidade oxidativa (EO).

| Causas de Variação | G.L | Quadrados médios | | | | | | | |
|---------------------------|-----|------------------|---------------|----------|--------------|---------------|-----------|--------------|--|
| | | AGL | IP | IR | II | IS | MI | EO | |
| Espécies | 2 | 22,1116** | 18.503,9625** | 0,0001** | 439,1564** | 1.789,4184** | 11,3745** | 1.606,0562** | |
| Fontes de óleo | 1 | 114,3576** | 23.163,4113** | 0,0001** | 9.568,9778** | 15.921,6064** | 36,3236** | 9.866,3787** | |
| Espécies x Fontes de óleo | 2 | 19,6202** | 18.506,3742** | 0,0000** | 82,5944** | 2.041,1638** | 11,1125** | 1.535,6764** | |
| Resíduo | 12 | 0,0184 | 0,8368 | 0,0000 | 1,5700 | 1,1543 | 0,0102 | 0,1223 | |
| Desvio Padrão | | 0,1356 | 0,9148 | 0,0005 | 1,2530 | 1,0744 | 0,1009 | 0,3497 | |
| Coef. Variação (%) | | 4,68 | 2,54 | 0,04 | 2,52 | 0,63 | 6,69 | 1,09 | |

** teste significativo (p < 0,01).

Anexo 2 - Análises de variância para ácidos graxos monoinsaturados (AGM), poliinsaturados (AGP), insaturados (AGI) e saturados (AGS).

| Causas de Variação | G.L. | Quadrados médios | | | |
|---------------------------|------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | | AGM | AGP | AGI | AGS |
| Espécies | 2 | 1.444,9387** | 66,6024** | 885,2034** | 911,7521** |
| Fontes de óleo | 1 | 595,7096** | 1.896,8765** | 4.702,6049** | 4.633,6836** |
| Espécies x Fontes de óleo | 2 | 92,6646** | 97,7226** | 29,1055** | 25,0946** |
| Resíduo | 12 | 0,4648 | 0,1083 | 0,3611 | 0,2023 |
| Desvio Padrão | | 0,6807 | 0,3161 | 0,5560 | 0,4139 |
| Coef. Variação (%) | | 2,19 | 2,31 | 1,24 | 0,75 |

** teste significativo (p < 0,01).

Capítulo 4

Perfil de ácidos graxos e compostos bioativos dos óleos das polpas e amêndoas de guariroba, jerivá e macaúba

RESUMO

Compostos bioativos são aqueles capazes de proporcionar benefícios à saúde, diminuindo a incidência de doenças ou mesmo favorecendo o funcionamento do organismo. É crescente a busca por óleos vegetais com composição especial, devido à presença de tais compostos e de ácidos graxos insaturados e essenciais. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar o óleo da polpa e da amêndoa dos frutos de guariroba (*Syagrus oleracea*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e macaúba (*Acrocomia aculeata*), visando uma possível aplicação industrial ou alimentícia. O perfil de ácidos graxos foi realizado em cromatógrafo gasoso, a partir das amostras transesterificadas com hidróxido de potássio metanólico e n-hexano. Os teores de compostos fenólicos e carotenóides totais presentes foram determinados por espectrofotometria e a composição em tocoferóis por cromatografia líquida de alta eficiência. De acordo com os resultados, os óleos das polpas apresentaram perfis de ácidos graxos bem distintos dos óleos das amêndoas. As polpas mostraram-se compostas por ácidos graxos mais insaturados, principalmente os ácidos oléico e linoléico, com destaque para a polpa da macaúba que obteve conteúdo de ácido oléico de 52,57%. Além disso, os óleos das polpas apresentaram importante conteúdo de compostos fenólicos e maiores teores de carotenóides e tocoferóis, sendo mais indicado para uso na alimentação. O óleo da polpa do jerivá obteve teor de carotenóides e tocoferóis totais de 1.219 µg/g e 323,50 mg/kg, respectivamente. Nas amêndoas houve predominância de ácidos graxos saturados, com destaque para o ácido láurico, no entanto, em todas as amêndoas também foi detectado o ácido linoléico, que é essencial. A amêndoa da guariroba obteve maior conteúdo de saturação (85,97%). Pelo perfil de ácidos graxos apresentado, os óleos das amêndoas têm melhor aplicabilidade nas indústrias cosméticas e farmacêuticas.

Palavras-chave: tocoferóis, carotenóides, compostos fenólicos, óleo vegetal, *Syagrus oleracea*, *Syagrus romanzoffiana*, *Acrocomia aculeata*.

1. INTRODUÇÃO

Óleos vegetais ricos em compostos benéficos para a saúde estão em grande demanda devido ao interesse dos consumidores na prevenção de doenças e promoção da saúde através da melhoria na dieta. Estes compostos benéficos incluem fenólicos, carotenóides, tocoferóis, antioxidantes e composição especial em ácidos graxos, como alto conteúdo de mono e poliinsaturados (PARRY et al., 2005).

Alguns dos ácidos graxos insaturados produzem efeitos especiais no organismo vivo e são denominados de ácidos graxos essenciais. Estes ácidos graxos não podem ser sintetizados pelo organismo humano e, desta forma, devem ser obtidos pela dieta uma vez que são essenciais à vida. Existem dois tipos de ácidos graxos essenciais, a série dos ácidos graxos ômega-6 (n-6), derivada do ácido cis-linoléico, e a série dos ômega-3 (n-3), derivada do ácido α -linolênico (DAS, 2006). Os ômegas-6 e ômega-3 diminuem a concentração de lipoproteínas de baixa densidade no sangue, sendo que os ácidos n-3 também reduzem os níveis de triglicerídios plasmáticos. Além disso, estes ácidos graxos se incorporam às membranas celulares, combinando-se com fosfolipídios, onde são precursores de eicosanóides, os quais interferem em inúmeros processos fisiológicos tais como a coagulação sangüínea, processos inflamatórios e imunológicos (CARRERO et al., 2005).

Os compostos fenólicos também têm recebido atenção nos últimos anos por sua ação antioxidante, inibindo a peroxidação lipídica *in vitro*. Estes compostos desempenham um papel importante, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo (SOUZA et al., 2007). Uma vez incorporados na alimentação humana, essa ação antioxidante dos fenólicos não conserva apenas a qualidade dos alimentos, mas também reduz o risco de desenvolvimento de patologias como doenças cardiovasculares, câncer, úlceras, processos inflamatórios, fragilidade vascular e infecções (PERIAGO; ROS, 2000).

Inúmeros benefícios ao organismo têm sido atribuídos à ação de carotenóides. Alguns carotenóides, como o β -caroteno, são capazes de serem convertidos em vitamina A e como tal desempenham um importante papel nutricional. No entanto, tanto os pró como os não pró-vitamínicos A podem atuar como antioxidantes, contra doenças cardiovasculares, certos tipos de câncer,

desordens neurológicas, no fortalecimento do sistema imunológico, na degeneração macular relacionada à idade e cataratas, na ativação genética e nos processos inflamatórios, por modularem a lipoxigenase (GAMA; SYLOS, 2007).

Além dos compostos fenólicos e carotenóides, os tocoferóis também apresentam atividade antioxidante, a qual foi verificada *in vivo* e *in vitro*. Nos óleos vegetais, atuam protegendo os ácidos graxos insaturados da oxidação lipídica, e no organismo humano apresentam atividade biológica de vitamina E. Dados reportam que esta vitamina é um fator essencial para reprodução humana e atua na prevenção de mais de 80 enfermidades, entre elas também estão as doenças cardiovasculares e câncer (CHING; MOHAMED, 2001).

Diversas espécies de palmeiras mostram-se como promissoras fontes de ácidos graxos insaturados, compostos fenólicos, carotenóides e tocoferóis. A caracterização e o valor nutricional dos óleos extraídos da polpa e amêndoa de algumas espécies, como guariroba, jerivá e macaúba ainda não foram completamente elucidados. Por esta razão, torna-se importante um estudo para investigar e quantificar a presença de tais compostos nos óleos extraídos desses frutos, tendo como norte a possibilidade de empregá-lo na alimentação humana ou em indústrias.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os óleos extraídos da polpa e amêndoa de guariroba (*Syagrus oleracea*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e macaúba (*Acrocomia aculeata*), por meio do perfil de ácidos graxos e teores de compostos fenólicos, carotenóides e tocoferóis, visando uma possível utilização para fins alimentícios ou industriais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Os frutos das espécies guariroba, jerivá e macaúba foram provenientes das regiões Sudeste e Centro-Oeste. Três lotes de cada fruto foram adquiridos entre a safra 2008/2009. Os três lotes dos frutos da guariroba foram provenientes das cidades de São José do Rio Preto e Santa Fé do Sul, no estado de São

Paulo, e da cidade de Frutal, no estado de Minas Gerais, entre os meses de outubro de 2008 e janeiro de 2009. Já os lotes dos frutos do jervá foram coletados nas cidades de São José do Rio Preto, José Bonifácio e Santa Fé do Sul, no estado de São Paulo, entre os meses de setembro de 2008 e janeiro de 2009. Os lotes dos frutos da macaúba foram adquiridos nas cidades de São José do Rio Preto, Meridiano e José Bonifácio, no estado de São Paulo, entre os meses de novembro de 2008 e janeiro de 2009.

Todos os frutos foram recolhidos diretamente do chão, escolhendo-se os que estavam bem maduros, firmes e que não apresentavam injúrias. Após o recebimento, os frutos selecionados foram lavados ligeiramente com água destilada para remover os resíduos. Os frutos inteiros foram imediatamente secos em estufa com circulação de ar forçada a 40°C, por 3 horas, depois dessa secagem prévia separou-se a polpa do caroço dos frutos com auxílio de faca inox. Então, a polpa e o caroço foram novamente secos em estufa de circulação de ar forçada a 40°C até atingirem umidade inferior a 10%, que é indicada para melhor rendimento para extração do óleo. A amêndoa foi separada do caroço, com auxílio de uma morsa, somente no momento da extração do óleo.

Os óleos utilizados para as análises foram obtidos das polpas e amêndoas, separadamente, por extração com éter de petróleo a 40-60°C utilizando um extrator Soxhlet.

3.2. Métodos

Os óleos extraídos da polpa e da amêndoa dos frutos foram analisados separadamente quanto aos teores de:

- Perfil de ácidos graxos, por cromatografia gasosa a partir das amostras transesterificadas com hidróxido de potássio metanólico e n-hexano, segundo método Ce 2-66 da AOCS (1998). Foi utilizado um cromatógrafo gasoso marca Varian (Walnut Creek, USA), modelo GC 3900, equipado com detector de ionização de chama, sistema de injeção *split-splitless* e amostrador automático. Os compostos foram separados em coluna capilar de sílica fundida CP-Sil 88 de 60 m de largura, com diâmetro interno de 0,25 mm e espessura de filme de 0,20 µm. A temperatura inicial da coluna foi de 90°C (durante 4 minutos) e programada para alcançar 195°C com incremento de 10°C/min, sendo, então, mantida em isoterma por 16 minutos. A temperatura

do injetor foi de 230°C e a do detector de 240°C. As amostras foram injetadas no volume de 1 µL, adotando-se a razão de divisão de 1:30. O gás de arraste foi o hidrogênio com velocidade linear de 30 mL/min. Os ácidos graxos foram identificados de acordo com os tempos de retenção e a quantificação foi feita por normalização da área (%). Utilizou-se como padrão uma mistura composta de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (Supelco, Bellefonte, USA), de C4:0 a C24:1, com pureza entre 99,1 e 99,9%.

- Compostos fenólicos totais, por espectrofotometria utilizando reagente de Folin-Ciocalteu e curva padrão de ácido gálico, conforme método descrito por Singleton e Rossi (1965). Este método baseia-se na redução dos ácidos fosfomolibdico e fosfotúngstico em solução alcalina, e é o mais utilizado para a determinação de compostos fenólicos totais em alimentos. A cor azul produzida pela redução do reagente de Folin-Ciocalteu pelos fenólicos foi medida espectrofotometricamente, no comprimento de onda de 765 nm e os resultados expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por grama de óleo (mg EAG/g). A extração dos compostos fenólicos foi realizada de acordo com o método proposto por Parry et al. (2005).
- Carotenóides totais, por espectrofotometria, segundo metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (1999). A quantificação foi realizada em espectrofotômetro de varredura, com intervalo de comprimento de onda de 300 a 550 nm. Foi utilizado valor de A de 2592, em éter de petróleo, para calcular a quantidade de carotenóides totais, expressos como β-caroteno, presente nos óleos, os valores foram dados em µg/g.
- Composição de tocoferóis, determinada pelo método AOCS Ce 8-86 (1998). A análise foi realizada em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), com detector de fluorescência. Os valores das concentrações foram calculados em base da área dos picos de excitação da leitura e expressos em valores de cada isômero separadamente.

3.3. Análise estatística

Os resultados obtidos das determinações analíticas, em triplicata, foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (BANZATTO; KRONKA, 2006), através do programa ESTAT, versão 2.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil de ácidos graxos das polpas e amêndoas dos frutos é apresentado nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Composição em ácidos graxos (%) dos óleos das polpas dos frutos.

| Ácidos graxos | Guariroba | Jerivá | Macaúba |
|------------------|--------------|--------------|--------------|
| C4:0 | nd | 3,95 ± 0,41 | nd |
| C6:0 | nd | nd | 0,22 ± 0,01 |
| C8:0 | 0,98 ± 0,02 | 0,13 ± 0,00 | 0,11 ± 0,00 |
| C10:0 | 0,55 ± 0,02 | nd | nd |
| C12:0 | 1,23 ± 0,01 | 0,79 ± 0,01 | 0,39 ± 0,02 |
| C14:0 | 1,15 ± 0,00 | 0,43 ± 0,00 | 0,38 ± 0,01 |
| C16:0 | 44,63 ± 0,79 | 32,79 ± 0,09 | 24,60 ± 0,08 |
| C18:0 | 1,46 ± 0,03 | 1,25 ± 0,06 | 1,08 ± 0,00 |
| C20:0 | 0,34 ± 0,02 | 0,30 ± 0,01 | nd |
| C22:0 | nd | 0,16 ± 0,02 | nd |
| C24:0 | nd | 0,51 ± 0,19 | 0,32 ± 0,05 |
| C16:1 | 2,50 ± 0,03 | 5,00 ± 0,02 | 4,27 ± 0,03 |
| C17:1 | nd | 0,20 ± 0,01 | nd |
| C18:1 | 16,67 ± 1,60 | 29,26 ± 0,49 | 52,57 ± 0,12 |
| C18:2 | 29,57 ± 0,72 | 22,35 ± 0,15 | 13,80 ± 0,04 |
| C18:3 | 0,91 ± 0,02 | 2,9 ± 0,05 | 2,26 ± 0,00 |
| Oléico/linoléico | 1/1,77 | 1/0,76 | 1/0,26 |
| Sat/insaturados | 1/0,98 | 1/1,48 | 1/2,70 |

Os resultados representam a média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata.

nd – não detectado (< 0,10%).

É possível observar que nas polpas foram identificados 16 ácidos graxos e os majoritários foram o palmítico (C16:0), o oléico (C18:1) e o linoléico (C18:2), sendo que nas três polpas analisadas esses ácidos graxos perfizeram cerca de 90% do total. Para as polpas de guariroba e jerivá, o palmítico foi predominante,

com 44,63 e 32,79%, respectivamente; enquanto que na polpa de macaúba prevaleceu o ácido oléico, com 52,57%. O ácido palmítico foi o ácido graxo saturado predominante para as três polpas. A Figura 1 apresenta o cromatograma do perfil de ácidos graxos da polpa de macaúba.

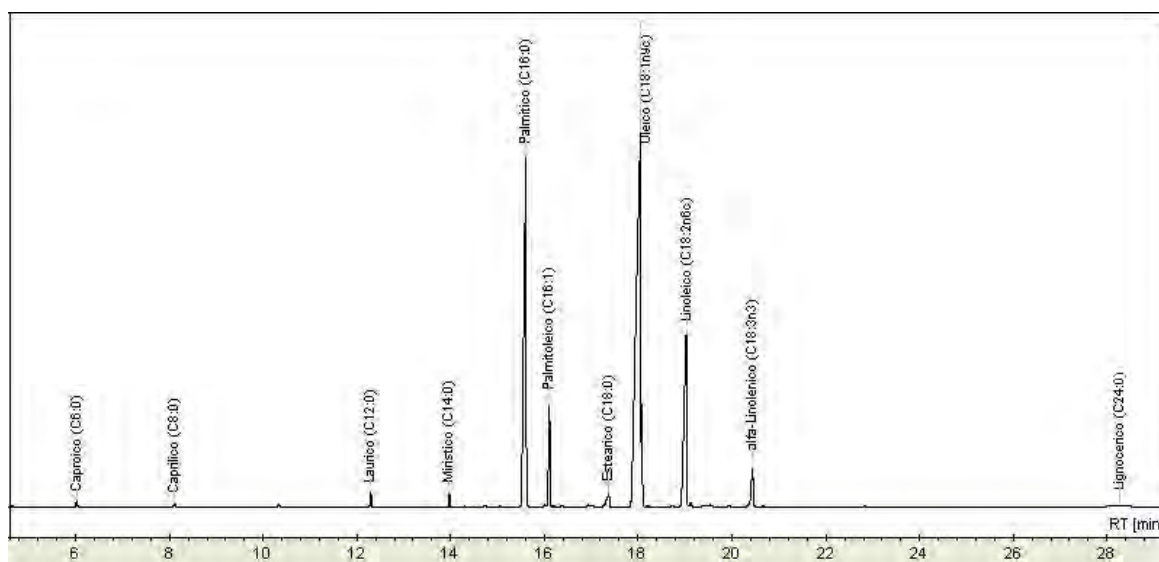


Figura 1 - Cromatograma do perfil de ácidos graxos da polpa de macaúba. Condições cromatográficas: coluna capilar de sílica fundida CP-Sil 88 (60 m x 0,25 mm x 0,20 μ m); razão de divisão da amostra 1:30; programação de temperatura da coluna: 90°C por 4 min, 10°C/min até 195°C, 195°C por 16 min; temperatura do injetor de 230°C e do detector de 240°C; gás de arraste: hidrogênio (fluxo de 30 mL/min).

Nos óleos de todas as polpas foram encontradas importantes quantidades de ácidos graxos insaturados. O ácido oléico foi o principal ácido graxo monoinsaturado, representando aproximadamente 85% do total de monoinsaturados para os óleos de guariroba e jervá e 92% para o de macaúba. O óleo da polpa de guariroba apresentou a maior concentração de ácido linoléico (29,57%), seguido pelos óleos das polpas de jervá (22,35%) e macaúba (13,80%). Além do linoléico, o ácido linolênico, também essencial, foi identificado em todos os óleos das polpas, em concentrações que variaram de 0,91 a 2,9%.

A presença de ácidos graxos insaturados, principalmente os essenciais das famílias ômega-3 e ômega-6, torna esses óleos interessantes do ponto de vista nutricional, já que os ácidos graxos essenciais não são produzidos pelo

organismo, tendo que ser obtidos através da dieta. Eles são precursores de substâncias chamadas eicosanóides, que exercem importante papel na saúde humana. A presença de teores adequados de ácido linoléico também é fundamental, quanto maior a quantidade de ácido linoléico em relação ao oléico, melhor é a qualidade do óleo em evitar a formação de mau colesterol (EL-ADAWY; TAHA, 2001). De acordo com os dados, os maiores valores de ácido linoléico comparados ao oléico foram obtidos para os óleos das polpas de guariroba (1/1,77) e jerivá (1/0,76). A relação ácido oléico/linoléico apresentada pela polpa de guariroba em estudo de Bora e Moreira (2003) foi de 1/1,63, valor semelhante ao presente estudo.

Os ácidos graxos majoritários observados na polpa de macaúba estão em conformidade com os estudos realizados por Bora e Rocha (2004) e Hiane et al. (2005), que também apontaram os ácidos oléico, palmítico e linoléico como os principais ácidos graxos presentes na polpa de macaúba. Além disso, este perfil é semelhante aos ácidos graxos da polpa de bacuri, que apresentou 52,90% de ácido oléico, 17,13% de palmítico e 11,80% de linoléico (HIANE et al., 2003). O óleo da polpa de macaúba demonstrou especial potencial para a indústria de alimentos, pois apresentou a maior porcentagem de ácidos insaturados e menor de saturados, perfil este considerado ideal para os óleos comestíveis. No entanto, por terem apresentado quantidades significativas de ácidos graxos linoléico e oléico, todos os óleos das polpas analisadas podem ser utilizados no preparo de alimentos, como óleo para salada ou na formulação de margarina.

Os óleos das três amêndoas apresentaram-se compostos pelos mesmos 10 ácidos graxos, com exceção da amêndoa da guariroba, que não apresentou ácido capróico (C6:0). Os principais ácidos graxos foram o láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e oléico (C18:1), representando cerca de 70% do total de ácidos graxos das amêndoas de guariroba e jerivá e 78% da macaúba. A amêndoa de guariroba também apresentou quantidade significativa de ácido caprílico (C8:0), maior entre os óleos analisados.

O ácido láurico foi detectado nas três amêndoas como ácido graxo saturado majoritário, em porcentagens que variaram de 32,58 a 42,43. A predominância de ácidos graxos saturados de cadeia média, como o ácido láurico, também é uma característica de óleos de outras espécies da família

Palmae, como o óleo de coco-da-baía (LAURELES et al., 2002) e da amêndoa de palmiste (BORA et al., 2003).

Tabela 2 - Composição em ácidos graxos (%) dos óleos das amêndoas dos frutos.

| Ácidos graxos | Guariroba | Jerivá | Macaúba |
|----------------------|------------------|---------------|----------------|
| C4:0 | 0,87 ± 0,03 | 0,83 ± 0,02 | 0,91 ± 0,22 |
| C6:0 | nd | 0,35 ± 0,01 | 0,27 ± 0,02 |
| C8:0 | 12,11 ± 0,22 | 6,64 ± 0,12 | 3,67 ± 0,06 |
| C10:0 | 6,88 ± 0,08 | 5,69 ± 0,03 | 2,79 ± 0,04 |
| C12:0 | 42,43 ± 0,16 | 33,13 ± 0,11 | 32,58 ± 0,23 |
| C14:0 | 14,01 ± 0,09 | 9,81 ± 0,08 | 9,21 ± 0,04 |
| C16:0 | 5,96 ± 0,08 | 8,24 ± 0,04 | 8,25 ± 0,07 |
| C18:0 | 3,72 ± 0,07 | 3,32 ± 0,02 | 2,24 ± 0,23 |
| C18:1 | 11,87 ± 0,19 | 27,81 ± 0,06 | 36,27 ± 0,20 |
| C18:2 | 2,17 ± 0,07 | 4,19 ± 0,04 | 3,82 ± 0,01 |
| Oléico/linoléico | 1/0,18 | 1/0,15 | 1/0,10 |
| Sat/insaturados | 1/0,16 | 1/0,47 | 1/0,66 |

Os resultados representam a média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata.

nd – não detectado (< 0,10%).

Pesquisas indicam que, nos produtos onde a presença da gordura sólida é indispensável para a manutenção da textura e da consistência, a substituição da gordura vegetal hidrogenada, com elevados teores de ácidos graxos *trans*, pela gordura saturada, com elevados teores de ácido láurico, parece ser uma alternativa interessante, uma vez que este tipo de gordura resulta em um perfil lipídico sanguíneo mais favorável do que uma gordura sólida rica em ácidos graxos *trans* (MENSINK et al., 2003; ROOS et al., 2001). Além disso, alguns óleos ricos em ácido láurico apresentam atividade bactericida, inibem protozoários, reduzem a produção de metano e a concentração de amônia, sendo, assim, empregados com sucesso no enriquecimento de rações ricas em grãos de milho (YABUUCHI et al., 2006).

O perfil de ácidos graxos apresentado pelo coquinho chileno foi muito semelhante ao da amêndoa de guariroba. O total de ácidos graxos saturados do coquinho foi de 84,78%, e os ácidos majoritários foram o láurico, caprílico e oléico, com teores de 42,82; 13,01 e 12,15% (MASSON; CAMILO; TORIJA; 2008), valores estes muito próximos aos apresentados pela amêndoa da guariroba. A Figura 2 apresenta o cromatograma do perfil de ácidos graxos da amêndoa de guariroba.

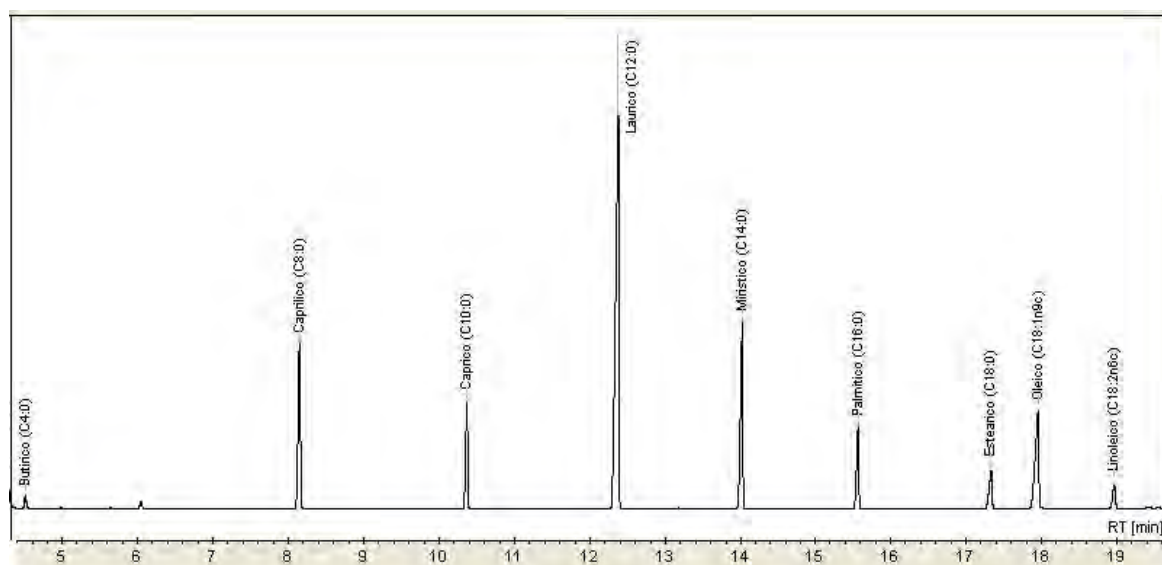


Figura 2 - Cromatograma do perfil de ácidos graxos da amêndoa de guariroba. Condições cromatográficas: coluna capilar de sílica fundida CP-Sil 88 (60 m x 0,25 mm x 0,20 μ m); razão de divisão da amostra 1:30; programação de temperatura da coluna: 90°C por 4 min, 10°C/min até 195°C, 195°C por 16 min; temperatura do injetor de 230°C e do detector de 240°C; gás de arraste: hidrogênio (fluxo de 30 mL/min).

Os óleos das amêndoas de macaúba e jervá, estudados por Bora e Rocha (2004) e Vallilo et al. (2001), apresentaram, respectivamente, como ácidos graxos majoritários os ácidos láurico (45,53 e 44%), oléico (19,67 e 18%) e mirístico (10,62 e 10,30%), em conformidade com o obtido no presente trabalho.

Todas as amêndoas revelaram alta concentração de ácidos graxos saturados, assim como os óleos palmiste (*Elaeis oleifera*), coco paraguaio (*Acrocomia totay Martius*), palma (*Elaeis guineensis*), manteigas de coco (*Coco nucifera*) e cacau (*Theobroma cacao*), cujas porcentagens de saturação foram de

89, 69, 49, 91 e 63% (FIRESTONE, 2006). De acordo com esses teores, a amêndoa de guariroba pode ser comparada ao palmiste e manteiga de coco, os dois óleos mais saturados. O óleo da amêndoa de jerivá apresentou total de saturação semelhante ao do coco paraguaio, já o da macaúba semelhante à manteiga de cacau.

A relação entre o teor de ácido oléico e linoléico dos óleos de coco, palma e palmiste é, respectivamente, 1/0,20; 1/0,31 e 1/0,18 (BRASIL, 2005). Esses valores são comparáveis aos obtidos pelos óleos das amêndoas de guariroba (1/0,18) e jerivá (1/0,15). A amêndoa de macaúba apresentou a menor relação entre as amêndoas (1/0,10), o que se deve ao teor bem mais elevado de ácido oléico comparado ao ácido linoléico apresentado por esse óleo.

Todas as polpas mostraram-se compostas com maior quantidade de ácidos graxos insaturados do que as amêndoas. Entre as polpas, a que apresentou maior insaturação foi a da macaúba, seguida pela de jerivá e guariroba. Para as amêndoas foi obtida a mesma ordem, sendo que a insaturação da polpa de macaúba foi quase 3 vezes maior que a da guariroba.

O óleo da polpa de macaúba pode ser classificado como monoinsaturado, já que mais de 50% de sua composição deve-se a esta classe de ácidos graxos. A polpa de jerivá também apresentou maior quantidade de ácidos monoinsaturados do que poliinsaturados, já na polpa de guariroba prevaleceram os ácidos poliinsaturados. Para as amêndoas, todas mostraram teor de monoinsaturados maior do que poliinsaturados. A amêndoa que obteve conteúdo de ácidos monoinsaturados mais elevado também foi a da macaúba, enquanto que os poliinsaturados foram maiores na amêndoa do jerivá.

Esses dados estão em concordância com estudo realizado por Hiane et al. (2005) com a macaúba e por Bora e Moreira (2003) com a guariroba. Em ambos os estudos as polpas dos frutos também se apresentaram compostas por quantidade mais elevada de ácidos graxos insaturados que as amêndoas. Assim como nos óleos analisados, a polpa e amêndoa de macaúba mostraram-se compostas majoritariamente por ácidos monoinsaturados, enquanto que na polpa da guariroba prevaleceram os poliinsaturados.

As médias e desvios padrões para os dados dos compostos bioativos presentes nos óleos extraídos dos frutos estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Compostos bioativos presentes nos óleos das polpas e amêndoas.

| Fonte de óleo | Espécies | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Guariroba | Jerivá | Macaúba |
| Compostos fenólicos totais (mg EAG/g) | | | |
| Polpa | 2,68 ± 0,07 ^{bB} | 3,26 ± 0,11 ^{aB} | 2,21 ± 0,02 ^{cB} |
| Amêndoa | 5,16 ± 0,03 ^{aA} | 3,84 ± 0,04 ^{cA} | 4,38 ± 0,08 ^{bA} |
| Carotenóides totais (µg/g) | | | |
| Polpa | 158,44 ± 4,69 ^{cA} | 1.219 ± 16,21 ^{aA} | 300,01 ± 2,29 ^{bA} |
| Amêndoa | 0,81 ± 0,02 ^{cB} | 2,16 ± 0,00 ^{aB} | 1,82 ± 0,04 ^{bB} |
| Tocoferóis totais (mg/kg) | | | |
| Polpa | 45,13 ± 2,65 | 323,50 ± 7,85 | 212,95 ± 0,64 |
| Amêndoa | 19,70 ± 0,42 | 19,75 ± 1,06 | 23,10 ± 0,00 |
| α-tocoferol (mg/kg) | | | |
| Polpa | 36,33 ± 2,45 | 273,53 ± 4,79 | 143,70 ± 1,13 |
| Amêndoa | 11,90 ± 0,28 | 11,05 ± 1,20 | 14,35 ± 0,07 |
| β-tocoferol (mg/kg) | | | |
| Polpa | 0,97 ± 0,21 | 36,43 ± 3,30 | 3,25 ± 0,21 |
| Amêndoa | nd | 0,95 ± 0,07 | 0,85 ± 0,07 |
| γ-tocoferol (mg/kg) | | | |
| Polpa | nd | 5,47 ± 0,40 | 57,85 ± 0,35 |
| Amêndoa | nd | nd | nd |
| δ-tocoferol (mg/kg) | | | |
| Polpa | 7,83 ± 0,06 | 8,07 ± 0,31 | 8,15 ± 0,07 |
| Amêndoa | 7,80 ± 0,14 | 7,75 ± 0,07 | 7,90 ± 0,00 |

Os resultados representam a média ± desvio padrão das análises realizadas em triplicata

a, b... (linha) – médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).

A, B... (coluna) – médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).

nd – não detectado.

Verifica-se que todos os óleos apresentaram importantes teores de compostos fenólicos, porém a quantidade de fenólicos nos óleos das amêndoas foi significativamente superior a dos óleos das polpas.

Entre as amêndoas, a que obteve óleo com maior quantidade de compostos fenólicos foi a guariroba com 5,16 mg EAG/g, seguido da macaúba e jerivá com 4,38 e 3,84 mg EAG/g, respectivamente. Para os óleos das polpas o que apresentou maior teor de fenólicos foi o do jerivá, com 3,26 mg EAG/g, seguido pela polpa da guariroba (2,68 mg EAG/g) e macaúba (2,21 mg EAG/g).

Pra averiguar o efeito dos compostos fenólicos presentes no óleo sobre a estabilidade oxidativa do mesmo, foi calculado o coeficiente de correlação entre esses dois parâmetros. O valor de r obtido foi de 0,73, mostrando que quanto maior o teor de compostos fenólicos do óleo, maior a estabilidade oxidativa.

Parry et al. (2005) estudaram as propriedades antioxidantes dos óleos prensados a frio de algumas sementes de frutas, o teor de compostos fenólicos desses óleos foi determinado utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu e os valores foram expressos como mg de equivalentes de ácido gálico por grama de óleo (mg EAG/g). De acordo com os resultados, o óleo de semente de mirtilo obteve teor de compostos fenólicos de 1,73 mg EAG/g, o óleo da semente de framboesa apresentou 1,49 mg EAG/g e o de amora 1,84 mg EAG/g.

Da mesma forma que no estudo anterior, foi determinado o teor de compostos fenólicos nos óleos das sementes de abóbora assada, salsa, cardamomo e cebola. Os valores de compostos fenólicos obtidos foram de 0,98; 2,27; 2,54 e 3,35 mg EAG/g, respectivamente (PARRY et al., 2006). O teor de fenólicos apresentado pelo óleo da polpa da macaúba é próximo ao do óleo de semente de salsa, enquanto o da polpa da guariroba se assemelha ao do óleo da semente de cardamomo e o da polpa do jerivá ao do óleo da semente de cebola. Os óleos das três amêndoas estudadas apresentaram teores de compostos fenólicos maiores do que os óleos analisados nos dois estudos citados.

Sabe-se que muitos compostos fenólicos têm propriedades redutoras e reagem com radicais livres e substâncias genotóxicas, revelando ações fisiológicas importantes na proteção dos órgãos e tecidos, contra o estresse oxidativo e contra carcinogênese. Sendo assim, o conteúdo de compostos fenólicos dos óleos estudados revela que estes possuem significantes

propriedades funcionais, podendo trazer benefícios à saúde quando incluídos na dieta.

A quantidade de carotenóides totais, expressos como β -caroteno, foi significativamente maior nos óleos das polpas do que das amêndoas. Uma importante função dos carotenóides nos alimentos é a de corante, sendo responsáveis pela cor amarela ou avermelhada da maioria dos óleos vegetais. Assim, tal fato era esperado pela cor bem mais intensa observada nos óleos das polpas, com tonalidades entre o amarelo e laranja. Os óleos das amêndoas apresentaram coloração amarela bem clara.

Entre as polpas, a que apresentou maior teor de carotenóides foi a do jerivá, com uma quantidade quatro vezes maior que o óleo da polpa da macaúba e sete vezes maior que o da guariroba. Visualmente, o óleo da polpa do jerivá apresentou uma coloração laranja escura, enquanto que os óleos da macaúba e guariroba apresentaram tonalidade amarela. Entre as amêndoas, o óleo do jerivá também obteve maior teor de carotenóides totais (2,16 $\mu\text{g/g}$), seguido pelo óleo da amêndoa da macaúba (1,82 $\mu\text{g/g}$) e guariroba (0,81 $\mu\text{g/g}$), da mesma forma como observado para as polpas. Visualmente, os óleos das 3 amêndoas não apresentaram diferença de coloração.

Além da função de corantes naturais, os carotenóides atuam de forma benéfica na saúde humana, tanto pela ação antioxidante como pela capacidade de alguns carotenóides de conversão em vitamina A no organismo, sendo o principal o β -caroteno. Pesquisas demonstram que o consumo de alimentos ricos em carotenóides pró-vitâmicos A pode suprir quantidades significativas dessa vitamina em animais e humanos (SIQUEIRA et al., 2007).

Segundo Ramadan e Mörsel (2003), o nível de pigmentos depende do estágio de maturação do fruto, do processo de extração e das condições de estocagem do óleo. Sendo assim, os óleos extraídos de frutos jovens apresentam a clorofila como pigmento predominante, enquanto que aqueles extraídos de frutos com nível maior de maturação contêm maior quantidade de carotenóides.

Em estudo realizado com a polpa da macaúba, Ramos et al. (2008) encontraram teor total de carotenóides de 61,25 $\mu\text{g/g}$, sendo o β -caroteno predominante, correspondendo a cerca 80% dos carotenóides totais. O valor apresentado pelo óleo da polpa da macaúba do presente estudo foi aproximadamente cinco vezes maior, mostrando que com a extração do óleo esse

pigmento fica mais concentrado, já que trata-se de um composto lipossolúvel. Deve-se considerar não somente a concentração de compostos bioativos presentes no alimento, mas também sua biodisponibilidade. Pesquisas apontam que o β -caroteno da polpa da macaúba é altamente biodisponível em relação ao β -caroteno puro, e, tratando-se do consumo do óleo, essa biodisponibilidade aumenta ainda mais (RAMOS et al., 2007).

Lima et al. (2007) analisaram a polpa e amêndoa de pequi, obtendo teores de carotenóides totais de 72,50 $\mu\text{g/g}$ para a polpa e 2,95 $\mu\text{g/g}$ para a amêndoa. Assim como observado para todos os óleos de frutos do presente estudo, a concentração de carotenóides totais foi bem maior na polpa do que na amêndoa dos frutos.

Entre a família das palmáceas, o buriti é umas das palmeiras que apresenta fruto com maior quantidade de carotenóides. De acordo com a tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos, a polpa do buriti contém cerca de 446 $\mu\text{g/g}$ de carotenóides totais (RODRIGUES-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008). Do mesmo modo como observado com o óleo e a polpa da macaúba, esse teor ficou mais concentrado quando foi extraído o óleo da polpa de buriti, que apresentou cerca de 1.706 $\mu\text{g/g}$ de carotenóides totais (DURÃES et al., 2006). Esse valor foi superior ao observado para todos os óleos do presente estudo, sendo o óleo da polpa de jerivá o que mais se aproximou do teor apresentado pelo óleo de buriti.

Parry et al. (2005) avaliaram os óleos das sementes de framboesa, mirtilo e amora e encontraram teores de carotenóides totais variando de 7,07 a 16,82 $\mu\text{g/g}$. Os óleos de germe e fibra de milho apresentaram conteúdo de carotenóides de 5 e 80,1 $\mu\text{g/g}$, respectivamente (MOREAU; JOHNSTON; HICKS, 2007). Esses valores são bem inferiores aos apresentados por todos os óleos das polpas do presente trabalho, porém são maiores que os obtidos nos óleos das amêndoas. O mesmo estudo apontou o conteúdo de carotenóides do óleo de semente de milho, 324,5 $\mu\text{g/g}$, valor muito próximo ao obtido pelo óleo da polpa de macaúba.

Os óleos extraídos das três polpas apresentaram quantidade de tocoferóis totais significativamente superior aos óleos das amêndoas. Entre as polpas a que apresentou óleo com maior teor de tocoferóis totais foi a do jerivá (323,50 mg/kg), seguida pela macaúba (212,95 mg/kg) e guariroba (45,13 mg/kg). Já para as amêndoas a macaúba obteve óleo com maior conteúdo de tocoferóis

totais (23,10 mg/kg), seguida pelo jerivá e guariroba, que não diferiram significativamente, ambos com cerce de 19 mg/kg.

Nos óleos vegetais, os tocoferóis protegem os ácidos graxos insaturados da oxidação lipídica, e no organismo humano apresentam atividade biológica de vitamina E. A baixa quantidade de tocoferóis encontrada nos óleos das amêndoas deve estar relacionada à pequena necessidade de proteção dos ácidos graxos insaturados por estes compostos, uma vez que esses óleos mostraram-se com alto teor de ácidos graxos saturados, que são menos susceptíveis à oxidação.

Kamal-Eldin (2006) verificou um teor de tocoferóis totais de 382 mg/kg para o óleo de palma, valor próximo ao apresentado pelo óleo da polpa do jerivá, esses óleos também possuem grau de insaturação semelhante. No mesmo estudo, os tocoferóis totais foram 520, 698, 816 e 974 mg/kg para os óleos de canola, girassol, milho e soja, respectivamente; esses óleos possuem grau de insaturação maior do que os óleos do presente estudo, o que pode justificar o fato dos teores de tocoferóis encontrados também serem superiores. Outros óleos vegetais com alto grau de saturação também revelaram um conteúdo de tocoferóis mais baixo, como o coco, cujo teor está entre 0 e 44 mg/kg, babaçu, entre 67 e 128 mg/kg e manteiga de cacau, entre 25-220 mg/kg (MASSON; CAMILO; TORIJA, 2008).

O α -tocoferol foi predominante em todos os óleos analisados, representando, nos óleos das polpas do jerivá e guariroba cerca de 80%, e no da macaúba 67%, nos óleos das amêndoas correspondeu a aproximadamente 60% do total de tocoferóis. O α -tocoferol é a forma mais comum de vitamina E, apresentando a mais alta atividade (100%). Outros óleos também apresentam o α -tocoferol como predominante, como o óleo de palma (98,7%), algodão (50,9%) e girassol (96,13%) (KAMAL-ELDIN, 2006). Masson, Camilo e Torija (2008) encontraram teor de tocoferóis totais de 84 mg/kg no óleo de coquinho chileno, sendo que o α -tocoferol também foi predominante, correspondendo a 45% desse total. No azeite de oliva extra virgem, o conteúdo de tocoferóis foi de 260 mg/kg e o α -tocoferol representou 92% (SCHWARTZ et al., 2008)

O β -tocoferol esteve presente nos óleos de todas as polpas, porém em quantidades relativamente baixas, o óleo da polpa do jerivá apresentou a maior concentração (36,43 mg/kg), que correspondeu a 11,26% do total. Nos óleos das amêndoas o conteúdo de β -tocoferol foi ainda mais baixo, não ultrapassando 1

mg/kg, sendo que não foi identificado no óleo da amêndoa da guariroba. Na maioria dos óleos vegetais, o β -tocoferol está presente em baixas concentrações. Nos óleos de palma e milho o teor desse isômero foi de 1 mg/kg, e nos óleos de girassol e soja foi 23 e 17 mg/kg, respectivamente (KAMAL-ELDIN, 2006).

Somente nos óleos das polpas do jerivá e macaúba foi detectada a presença de γ -tocoferol. No óleo da polpa da macaúba o γ -tocoferol foi o segundo isômero predominante, numa concentração de 57,85 mg/kg, que correspondeu a cerca de 27% do total. No óleo de coquinho chileno o γ -tocoferol também foi o segundo tocoferol predominante e representou 32% do total (27 mg/kg) (MASSON; CAMILO; TORIJA; 2008).

Além do α -tocoferol, o δ -tocoferol também esteve presente em todos os óleos analisados, em concentrações de cerca de 8 mg/kg. Para os óleos de todas as amêndoas e da polpa da guariroba, esse foi o segundo isômero predominante, representando cerca de 35% do total de tocoferóis para os óleos das amêndoas e 17% para o óleo da polpa da guariroba. Enquanto o α -tocoferol apresenta a maior atividade de vitamina E, o γ - e o δ -tocoferol possuem maior atividade antioxidante (SCHMIDT; POKORNÝ, 2005). Nos óleos de girassol e canola, a quantidade de δ -tocoferol foi de 9,2 e 6,1 mg/kg, respectivamente (TUBEROSO et al., 2007), valores semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Geralmente, maiores quantidades de tocoferóis totais estão associadas com os conteúdos de ácidos graxos insaturados dos óleos (TUBEROSO et al., 2007). Neste estudo foram observadas concentrações de tocoferóis totais mais elevadas nos óleos das polpas, que apresentaram também maior grau de insaturação com relação aos óleos das amêndoas. Obtiveram-se correlações significativas entre os conteúdos de δ -tocoferol e ácidos graxos monoinsaturados ($r = 0,69$; $p = 0,041$) e δ -tocoferol e ácidos graxos insaturados ($r = 0,73$; $p = 0,029$), o que indica a presença de quantidades mais elevadas de δ -tocoferol nos óleos com maiores teores de ácidos graxos monoinsaturados e insaturados. Foram ainda encontradas correlações significativas entre os conteúdos de tocoferóis totais e carotenóides ($r = 0,85$; $p = 0,008$) e α -tocoferol e carotenóides totais ($r = 0,93$; $p = 0,002$).

5. CONCLUSÕES

Os óleos das polpas são compostos por maior quantidade de ácidos graxos insaturados que os óleos das amêndoas, além de conterem ácidos graxos essenciais em quantidades significativas. Em especial, o óleo da polpa de macaúba apresentou alta quantidade de ácidos graxos monoinsaturados, demonstrando potencial para tornar-se uma nova fonte de óleo “alto-oléico”.

Por ser mais saturado, uma alternativa de uso para os óleos das amêndoas seria a fabricação de biodiesel, obtido por reação de transesterificação com um álcool, como etanol, e um catalisador. Além disso, esses óleos podem ser utilizados nas indústrias cosméticas e farmacêuticas. A composição dos óleos das amêndoas torna-os adequados em todas as aplicações atuais dos óleos de coco, palmiste e palma, dada sua similaridade.

Com relação aos compostos bioativos, os óleos das polpas mostraram-se mais ricos em carotenóides e tocoferóis, enquanto que os óleos das amêndoas apresentaram maior conteúdo de compostos fenólicos totais. Mesmo assim, todos os óleos analisados tiveram significantes teores de compostos fenólicos, podendo ser considerados como uma boa fonte para tais. Os óleos das polpas de jerivá e macaúba apresentaram quantidades consideráveis de carotenóides totais e de tocoferóis, principalmente o α -tocoferol, representando assim, importantes fontes de vitamina A e E.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOCS. *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society*. Champaign, 1998.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

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

BORA, P. S.; MOREIRA, R. V. R.; Catolé palm (*Syagrus oleracea* Mart) fruits: fatty and amino acids composition. *Grasas y Aceites*, Sevilla, v. 54, n. 2, p. 145-150, 2003.

BORA, P. S.; ROCHA, R. V. M. Macaiba palm: fatty and amino acids composition of fruits. *Ciencia y Tecnologia Alimentaria*, Reynosa, v. 4, n. 3, p. 158-162, 2004.

BRASIL. Resolução n. 270, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 de setembro de 2005.

CARRERO, J. J. et al. Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. *Nutrición Hospitalaria*, Madrid, v. 20, n. 1, p. 63-69, 2005.

CHING, L. S.; MOHAMED, S. Alpha-tocopherol content in 62 edible tropical plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 49, n. 6, p. 3101-3105, 2001.

DAS, U. N. Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. *Biotechnology Journal*, Weinheim, v. 1, n. 4, p. 420-439, 2006.

DURÃES, A. et al. Absorption and photoluminescence of buriti oil/polystyrene and buriti oil/poly (methyl methacrylate) blends. *European Polymer Journal*, New York, v. 42, n. 12, p. 3324-3332, 2006.

EL-ADAWY, T. A.; TAHA, K. M. Characteristics and composition of different seed oils and flours. *Food Chemistry*, London, v. 74, n. 1, p. 47-54, 2001.

FIRESTONE, D. Physical and chemical characteristics of oils, fats and waxes. Champaign: AOCS Press, 2006.

GAMA, J. J. T.; SYLOS, C. M. Effect of thermal pasteurization and concentration on carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice. *Food Chemistry*, London, v. 100, n. 4, p. 1686-1690, 2007

HIANE, P. A. et al. Carotenóides pró-vitamínicos a e composição em ácidos graxos do fruto e da farinha do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 23, n. 2, p. 206-209, 2003.

HIANE, P. A. et al. Bocaiúva, *Acrocomia Aculeata* (Jacq.) Lodd., Pulp and Kernel Oils: Characterization and Fatty Acid Composition. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 8, n. 3, p. 256-259, 2005.

KAMAL-ELDIN, A. Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, Weinheim, v. 108, n. 12, p. 1051-1061, 2006.

LAURELES, L. R. et al. Variability in fatty acid and triacylglycerol composition of the oil of coconut (*Cocos nucifera* L.) hybrids and their parentals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Davis, v. 50, n. 6, p. 1581-1586, 2002.

LIMA, A. et al. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Caracas, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MASSON, L.; CAMILO, C.; TORIJA, M. E. Caracterización del aceite de coquito de palma chilena (*Jubaea chilensis*). *Grasas y Aceites*, Sevilla, v. 59, n. 1, p. 33-38, 2008.

MENSINK, R. P. et al. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Davis, v. 77, n. 5, p. 1146-1155, 2003.

MOREAU, R. A.; JOHNSTON, D. B.; HICKS, K. B. A comparison of the levels of lutein and zeaxanthin in corn germ oil, corn fiber oil and corn kernel oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Chicago, v. 84, n. 11, p. 1039-1044, 2007.

PARRY, J. et al. Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 53, n. 3, p. 566-573, 2005.

PARRY, J. et al. Characterization of cold-pressed onion, parsley, cardamom, mullein, roasted pumpkin, and milk thistle seed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Chicago, v. 83, n. 10, p. 847-854, 2006.

RAMADAN, M. F.; MÖRSEL, J. T. Oil cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.). *Food Chemistry*, London, v. 82, n. 3, p. 339-345, 2003.

RAMOS, M. I. et al. Bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd) Improved Vitamin A Status in Rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 55, n. 8, p. 3186-90, 2007.

RAMOS, M. I. L. et al. Qualidade nutricional da polpa de bacaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 2, p. 1-5, 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. *A guide to carotenoids analysis in food*. Washington: ILSI Press, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARAFAN, J. Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos. Brasília: MMA/BBF, 2008.

ROOS, N. M. et al. Consumption of a solid fat rich in lauric acid results in a more favorable serum lipid profile in healthy men and women than consumption of a solid fat rich in *trans*-fatty acids. *The Journal of Nutrition*, Penn State, v. 131, n. 3, p. 242-245, 2001.

SCHMIDT, S.; POKORNÝ, J. Potential application of oilseeds as sources of antioxidants for food lipids - a review. *Czech Journal of Food Science*, Prague, v. 23, n. 4, p. 93-102, 2005.

SCHWARTZ, H. et al. Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. *Journal of Food Composition and Analysis*, San Diego, v. 21, n. 2, p. 152-161, 2008.

SINGLETON, V. L.; ROSSI JR, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, Davis, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SIQUEIRA, E. M. A. et al. β -Carotene from cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaves improves vitamin A status in rats. *Comparative Biochemistry and Physiology, C, Toxicology and Pharmacology*, v. 146, n. 1-2, p. 235-240, 2007.

SOUZA, D. F. S. et al. Estabilidade oxidativa dos óleos de macadâmia e de pistache. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 141-156, 2007.

TUBEROSO, C. I. G. et al. Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. *Food Chemistry*, London, v. 103, n. 4, p. 1494-1501, 2007.

VALLILO, M. I. et al. Composição química e o perfil de ácidos graxos das sementes de quatro espécies de palmeiras cultivadas no estado de São Paulo. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 147-154, 2001

YABUUCHI, Y. et al. Effects of supplemental lauric acid-rich oils in high-grain diet on in vitro rumen fermentation. *Animal Science Journal*, Musashino, v. 77, n. 3, p. 300-307, 2006.

ANEXOS

Anexo 1 - Análises de variância para compostos fenólicos totais (CFT), carotenóides totais (CT), tocoferóis totais (TT).

| Causas de Variação | G.L. | Quadrados médios | | |
|---------------------------|------|------------------|------------------|----------------|
| | | CFT | CT | TT |
| Espécies | 2 | 0,5996** | 498.322,4628** | 29.729,1409** |
| Fontes de óleo | 1 | 13,6764** | 1.398.993,9362** | 136.573,5429** |
| Espécies x Fontes de óleo | 2 | 1,5570** | 496.442,2934** | 29.470,8241** |
| Resíduo | 12 | 0,0045 | 48,6631 | 20,7753 |
| Desvio Padrão | | 0,0672 | 6,9544 | 4,4852 |
| Coef. Variação (%) | | 1,88 | 2,48 | 4,15 |

** teste significativo (p < 0,01)

Anexo 2 - Análises de variância para α -tocoferol (α -T), β -tocoferol (β -T), γ -tocoferol (γ -T), δ -tocoferol (δ -T).

| Causas de Variação | G.L. | Quadrados médios | | | |
|---------------------------|------|------------------|------------|--------------|-------------|
| | | α -T | β -T | γ -T | δ -T |
| Espécies | 2 | 20.986,3278** | 608,7017** | 1.620,5063** | 0,0505** |
| Fontes de óleo | 1 | 87.487,7677** | 754,0198** | 2.108,2181** | 0,1605** |
| Espécies x Fontes de óleo | 2 | 21.295,3384** | 574,7459** | 1.620,5063** | 0,0338** |
| Resíduo | 12 | 8,1078 | 1,8302 | 1,3027 | 0,0200 |
| Desvio Padrão | | 2,8994 | 1,3533 | 1,1595 | 0,1414 |
| Coef. Variação (%) | | 3,52 | 9,14 | 5,35 | 1,79 |

** teste significativo (p < 0,01)