

VANESSA TAÍS NOZAKI

**POTENCIAL NUTRICIONAL DA AMÊNDOA E DA POLPA DA
GUARIROVA, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.**

CAMPO GRANDE

2012

VANESSA TAÍS NOZAKI

**POTENCIAL NUTRICIONAL DA AMÊNDOA E DA POLPA DA
GUARIROVA, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Lígia Rodrigues Macedo

Co-orientadora: Profa. Dra. Priscila Aiko Hiane

CAMPO GRANDE

2012

FOLHA DE APROVAÇÃO

VANESSA TAÍS NOZAKI

**POTENCIAL NUTRICIONAL DA AMÊNDOA E DA POLPA DA GUARIROVA,
Syagrus oleracea (Mart.) Becc.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-
oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do
Sul, para obtenção do título de Doutor.

Resultado _____

Campo Grande (MS), _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Ligia Rodrigues Macedo - Presidente
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Profa. Dra. Eliana Janet Sanjinez Argandoña
Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados

Profa. Dra. Maria Isabel Lima Ramos
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Profa. Dra. Maria Lucia Ivo
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Gustavo Christofolletti
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. José Antonio Braga Neto - Suplente
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

DEDICATÓRIA

Aos meus filhos **Guilherme** e **Clara** pela paciência e ausência nos dias de dedicação a este estudo;
e a meu **marido**, pelo incentivo e força em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

- À minha orientadora, **Profa. Dra. Maria Ligia Rodrigues Macedo**, por seu apoio e inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos que me levaram a execução e conclusão desta tese e ainda pela amizade e apoio nos momentos alegres, difíceis e ansiosos ao longo desses anos. Minha gratidão sempre.
- À coorientadora **Profa. Dra. Priscila Aiko Hiane** por sempre estar disponível para sanar minhas dúvidas e por fazê-la de forma imediata e amável.
- Aos **integrantes do Grupo de Pesquisa de Purificação de Proteínas e suas Funções Biológicas**, que sempre tiveram solícitos em todos os momentos e por ensinarem além dos métodos e experimentos, amizade, união e gratidão.
- Aos **técnicos do laboratório e professores da Unidade de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – UFMS**, por auxiliarem nas técnicas e execução dos experimentos.
- Ao **Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste** por possibilitar a concretização deste projeto.
- Meus agradecimentos à **Capes**, por propiciar esta pesquisa, cujos recursos possibilitaram a dedicação exclusiva.

*Que Deus nos dê coragem
para aceitar as coisas que não podemos mudar,
coragem para mudar o que pudermos
e sabedoria para distinguir uma coisa da outra."*

(Reinhold Niebuhr)

RESUMO

Nozaki VTN. Potencial nutricional da amêndoa e da polpa da guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. Campo Grande; 2012. [Tese – Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial nutricional dos frutos, fatores antinutricionais e a digestibilidade *in vitro* das proteínas da polpa e amêndoa da guarirova (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.). Em relação aos lipídios, foi realizada a caracterização físico-química dos óleos, composição de ácidos graxos e índices de qualidade nutricional. Para avaliação nutricional determinou-se a composição centesimal, o conteúdo de minerais e aminoácidos, o fracionamento de proteínas em albumina e globulina e sua digestibilidade *in vitro*. Na polpa do fruto foi realizado análise de carotenoides, compostos fenólicos e atividade antioxidante. Identificou-se que a amêndoa possui maior conteúdo de lipídios e a polpa de carboidratos. O óleo da amêndoa possui maior concentração de ácidos graxos saturados, sendo representada principalmente pelo ácido láurico e a polpa apresentou ácidos graxos monoinsaturados e polinsaturados, com maior percentual de ômega-6 e ômega-9; e menor de ômega-3. O conteúdo de aminoácidos da polpa e amêndoa atinge as recomendações nutricionais, a digestibilidade *in vitro* comprovou que a albumina e globulina possuem elevada digestibilidade e não foi encontrada a presença de fatores antinutricionais. A polpa possui baixas concentrações de fenóis, α -caroteno, luteína, taninos e atividade antioxidante. Observou-se que o fruto da guarirova pode ser utilizado na alimentação humana, possuindo proteínas de adequada qualidade e boa digestibilidade. A gordura pode ser aplicada na indústria de alimentos em substituição a gordura hidrogenada e consumido na alimentação habitual por conter ácidos graxos monoinsaturados e polinsaturados.

Palavras-chave: digestibilidade protéica; valor nutritivo; ácidos graxos; lipídios; guarirova.

ABSTRACT

Nozaki VTN. Nutritional study in vitro and kernel pulp guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. Campo Grande; 2012. [Tese – Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

The aim of this study was to evaluate the nutritional potential of the fruit, antinutritional factors and *in vitro* digestibility of proteins of the pulp and kernel guarirova (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.). Regarding lipids, we performed physicochemical characterization of oils, fatty acid composition and index of nutritional quality. For nutritional assessment determined the composition, content of minerals and amino acids, the fractionment of proteins in albumina and globulina and its digestibility in vitro. In the pulp of the fruit was carried out analysis of carotenoids, phenolic compounds and antioxidant activity. It was identified that the kernel has a higher lipid content and pulp of carbohydrates. Kernel oil has a higher concentration of saturated fatty acids, represented mainly by lauric acid and the pulp showed monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, with higher percentage of omega-6 and omega-9, and lower omega-3. The amino acid content of pulp and kernel are according to the dietary recommendations, the *in vitro* demonstrated that albumin and globulin are highly digestible and not found the presence of antinutritional factors. The pulp has low concentrations of phenols, α -carotene, lutein, tannins and antioxidant activity. It observed that the fruit of guarirova can be used as human diet, it has appropriate quality of proteins and good quality of digestibility. Fat can be applied in the food industry to replace *trans* fat and consumed in the usual diet to contain monounsaturated and polyunsaturated fatty acids.

Keywords: protein digestibility; nutritional value; fatty acids; lipids; guarirova.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físicas do fruto, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	48
Tabela 2 – Composição centesimal de polpa e amêndoa de guarirova, espécie <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc. ¹	49
Tabela 3 – Composição em ácidos graxos dos óleos da polpa e amêndoa de guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	51
Tabela 4 – Índices de qualidade nutricional da fração lipídica dos óleos da polpa e da amêndoa da guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	52
Tabela 5 – Conteúdo de minerais na polpa e amêndoa da guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc. e comparação com a Ingestão Diária recomendada RDC N.º 269 da ANVISA.	53
Tabela 6 - Propriedades dos principais carotenóides de guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.....	54
Tabela 7 – Fenólicos totais, taninos e atividade antioxidante da polpa de guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	55
Tabela 8 – Perfil de aminoácidos da polpa e da amêndoa de guarirova; <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc., em mg.g ⁻¹ de proteína.....	56
Tabela 9 - Proporções de albuminas, globulinas e a relação quantitativa de albumina para globulinas da amêndoa e polpa da guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	58

Tabela 10 – Digestibilidade proteica <i>in vitro</i> (IVPD) da albumina e globulina da polpa e amêndoa da guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.....	60
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.....	22
Figura 2. Estrutura química do triglicerídeo.....	23
Figura 3. Estrutura química dos tipos de ácidos graxos.....	24
Figura 4. Estrutura dos aminoácidos.....	27
Figura 5. Imagem da eletroforese e a representação das bandas proteicas.....	32
Figura 6 – Representação de aminoácidos essenciais da polpa e amêndoa de guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc., em relação aos padrões de referência (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007) para adultos e idosos, adolescentes e pré-escolares e escolares.	57
Figura 7 – SDS-PAGE de globulinas e albuminas da polpa e amêndoa da guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc..	59
Figura 8. SDS-PAGE das proteínas da polpa e amêndoa da guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc., amostras sem e com diferentes tratamentos e suas digestibilidades <i>in vitro</i> (IVPD).....	61
Figura 9. SDS-PAGE SDS-PAGE das amostras liofilizadas da polpa e amêndoa da guarirova, <i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc., sem e com diferentes tratamentos e suas digestibilidades <i>in vitro</i> (IVPD).	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%VD	Percentual de Valores Diários de Referência
AA	Albumina da Amêndoa
Abs	Absorbância
AGMI	Ácidos Graxos Monoinsaturados
ANOVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOCS	American Oil Chemists Society
AP	Albumina da Polpa
BapNA	N α -benzoil-DL-arginina-paranitroanilida
BSA	Albumina Sérica Bovina
C	Carbono
C10:0	Ácido Cáprico
C11:0	Ácido Undecanóico
C12:0	Ácido Láurico
C13:0	Ácido Tridecanóico
C14:0	Ácido Mirístico
C15:0	Ácido Pentadecanóico
C16:0	Ácido Palmítico
C16:1 ω 7	Ácido Palmitoleico
C17:0	Ácido Heptadecanóico
C18:0	Ácido Esteárico
C18:1 ω 7	Ácido Vacênico
C18:1 ω 9	Ácido Oléico
C18:2 ω 6	Ácido Linoleico
C18:3 ω 3	Ácido Alfa-Linolênico
C20:0	Ácido Araquídico
C20:1 ω 9	Ácido Gadoléico
C20:2 ω 6	Ácido Eicosadienóico
C22:0	Ácido Behênico
C22:1 ω 9	Ácido Erucico
C24:0	Ácido Tetracosanóico

C6:0	Ácido Hexanoíco
C8:0	Ácido Caprílico
Ca	Cálcio
CC	Cromatografia em Coluna Aberta
Cu	Cobre
CYS	Cisteína
DPPH	Difenil-1-Picril Hidrazil
EAG	Equivalente de Ácido Gálico
EAT	Equivalente de Ácido Tânico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Fe	Ferro
GA	Globulina da Amêndoa
GAE	Ácido Gálico
GP	Globulina da Polpa
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
HCl	Ácido Clorídrico
HDL	Lipoproteína de Alta Densidade
HH	Razão Entre Ácidos Graxos Hipocolesterolêmicos e Hipercolesterolêmicos
HIS	Histidina
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
IA	Índice de Aterogenicidade
IC50	Coeficiente de Inibição
IDR	Ingestão Diária Recomendada
ILE	Isoleucina
IOM	Institute of Medicine
IT	Índice de Trombogenicidade
IVPD	Disgetibilidade Protéica <i>In Vitro</i>
K	Potássio
Kcal	Quilocalorias
kDa	Kilodalton
KOH	Hidroxido de Potássio
L-BtpNA	N-benzoil-L-tirosina-p-nitroanilida
LDL	Lipoproteína de Baixa Densidade
LEU	Leucina
LPPFB	Laboratório de Purificação de Proteínas e suas Funções Biológicas
LYS	Lisina

MET	Metionina
Mg	Magnésio
MgO	Óxido de Magnésio
Mn	Manganês
MS	Mato Grosso do Sul
MUFA	Ácidos Graxos Monoinsaturados
MW	Marcadores de Massa Molecular
Na	Sódio
NaOH	Hidróxido de Sódio
NH ₄ Cl	Cloreto de Amônio
P	Fósforo
PHE	Fenilalanina
PUFA	Ácidos Graxos Poliinsaturados
RAE	Atividade de Retinol
Rf	Fator de Retenção
SDS	Sodium Dodecyl Sulfate
SDS-PAGE	Eletroforese em Gel de Poliacrilamida na Presença de Dodecilssulfato de Sódio
SFA	Ácidos Graxos Saturados
ST	Sem Tratamento
TAE	Ácido Tânico
TE	Tratamento Enzimático
THR	Treonina
TT	Tratamento Térmico
TT+TE	Tratamento Térmico mais Enzimático
TYR	Tirosina
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
VAL	Valina
VDR	Valor Diário de Referência
WHO	World Health Organization
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 Cerrado e sustentabilidade ambiental	19
2.2 Guarirova	20
2.3 Óleos.....	22
2.4 Proteínas	26
2.5 Digestibilidade proteica <i>in vitro</i>	28
2.6 Fatores antinutricionais	30
2.7 Eletroforese	31
2.8 Minerais.....	32
2.9 Potencial antioxidante	34
3 OBJETIVOS	36
4 MATERIAL E MÉTODO	37
4.1 Matéria-prima.....	37
4.2 Caracterização física dos frutos	37
4.3 Composição centesimal	38
4.4 Determinação dos índices de refração, iodo, saponificação dos óleos	38
4.5 Composição dos ácidos graxos	39
4.6 Índices de qualidade nutricional do óleo	39
4.7 Teor de minerais	40
4.8 Composição em carotenoides, taninos, compostos fenólicos e potencial antioxidante na polpa	40
4.9 Fracionamento das proteínas	43
4.10 Fatores antinutricionais	44
4.11 Digestibilidade proteica <i>in vitro</i>	45
4.12 Eletroforese em gel de poliacrilamida contendo SDS (<i>Sodium dodecyl sulfate</i>).....	46
4.13 Composição de aminoácidos.....	46
4.14 Análise estatística.....	47
5 RESULTADOS	48
5.1 Caracterização física dos frutos	48

5.2 Composição centesimal	48
5.3 Características físico-químicas e composição em ácidos graxos do óleo	50
5.4 Minerais	52
5.5 Composição em carotenoides, taninos, compostos fenólicos e potencial antioxidante na polpa	53
5.6 Fatores antinutricionais	55
5.7 Perfil de aminoácidos	55
5.8 Albuminas e globulinas	57
5.9 Eletroforese e Digestibilidade <i>in vitro</i>	58
6 DISCUSSÃO	63
7 CONCLUSÕES	76
REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado ocupa aproximadamente 25% de todo território nacional e abrange principalmente os estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Maranhão, Piauí e Distrito Federal. Possui rica biodiversidade de frutos e estes são consumidos normalmente pela população local. Alguns estudos estão sendo desenvolvidos, entretanto ainda não se tem total conhecimento a respeito do valor nutricional e das propriedades funcionais destes alimentos (SILVA et al., 2001).

Desses estudos, alguns frutos do Cerrado tem se destacado. Pesquisas já foram realizadas para analisar a qualidade nutricional de alguns frutos (AGOSTINI-COSTA; VIEIRA, 2012), como baru, buriti, pitanga, jatobá (SILVA; MELO; FERNANDES, 2010), cagaita, araticum (SILVA et al., 2008), ingá (CARAMORI; SOUZA; FERNANDES, 2008) e bocaiuva (RAMOS et al., 2008).

A guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc., é um dos frutos do cerrado que provém de uma palmeira e frutifica em cachos, com coloração da polpa amarelada e internamente possui uma amêndoa (LORENZI et al., 2004). Por ser um alimento comestível, de uso em receitas culinárias e consumo *in natura*, é primordial conhecer sua composição química e nutricional. O conhecimento da qualidade nutricional de um alimento é interessante, pois dessa forma, é possível desenvolver novos produtos alimentares e estabelecer dietas aos indivíduos (LAJOLO, 1995).

O lipídio é um nutriente encontrado na composição de um alimento e essa fração possui vitaminas lipossolúveis importantes para a saúde, além de conferir melhor palatabilidade às dietas e de fornecer ácidos graxos essenciais (LESER, 2010). O consumo de ácidos graxos monoinsaturados e polinsaturados contribui para a melhora do perfil lipídico sérico dos indivíduos e previnem algumas doenças cardiovasculares (RIQUE; SOARES; MEIRELLES, 2002).

Outro nutriente importante para o consumo são as proteínas, formadas a partir de ligações entre os aminoácidos. A qualidade nutricional de uma proteína mostra a sua capacidade de fornecer aminoácidos essenciais adequadamente e pode ser avaliada por pesquisas *in vivo* e *in vitro* (TIRAPGUI; CASTRO; ROSSI, 2011). Além do aspecto quantitativo, deve-se levar em conta o aspecto qualitativo das proteínas. O valor nutricional de uma proteína depende da sua composição, digestibilidade, biodisponibilidade dos

aminoácidos essenciais, ausência de toxidade e/ou de propriedades antinutricionais (SGARBIERI, 1996).

Os fatores antinutricionais podem proporcionar efeitos adversos à saúde animal e humana e ainda reduzir a biodisponibilidade de nutrientes (SILVA; SILVA, 2000). Os alimentos ainda desconhecidos em relação a esses fatores e que podem ser utilizados na dieta de indivíduos necessitam ser avaliados em relação à presença de inibidores de proteases, lectinas e outros fatores (PROLL et al., 1998).

Os inibidores de proteases e lectinas são considerados fatores antinutricionais, pois podem alterar a digestibilidade da proteína, absorção de aminoácidos (SGARBIERI, 1996) e ainda alterar os processos desde digestão até absorção de outros nutrientes (NEVEL et al., 1998).

Sobre a importância que a guarirova apresenta na flora do Cerrado, a referida tese focará sua análise sobre a polpa e amêndoa da guarirova, a fim de aprimorar discussão científica sobre o referido fruto, trazendo benefícios à população do Cerrado. Segundo Martins (2006), o conhecimento das propriedades nutricionais de frutos pode favorecer o desenvolvimento sustentável, pois compreende também a melhoria dos aspectos sociais e econômicos de uma população.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Cerrado e sustentabilidade ambiental

O Cerrado ocupa cerca de 25% do território nacional (aproximadamente 200 milhões de hectares) e abrange os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Bahia e o Distrito Federal. Entretanto pode-se encontrar fragmentações da vegetação no Maranhão, Rondônia, São Paulo e Amapá (PORTAL BRASIL, 2011).

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e é constituída por um conjunto de ecossistemas e estima-se que existam mais de 10 mil espécies de vegetais (PORTAL BRASIL, 2011) sendo responsável por aproximadamente 5% da biodiversidade global (PIRES, 1999). A gestão dessa vasta biodiversidade precisa valorizar a cultura local e sua relação com diferentes ecossistemas (BORGES; ALMEIDA, 2009).

“O Cerrado é considerado a savana mais rica do mundo, com possibilidades econômicas interessantes como fornecedor de princípios ativos para a alimentação, cosméticos e medicamentos” (MASCARENHAS, 2010, p.19). Existem regiões e frutos do Cerrado brasileiro que possuem potencial para atividade extrativista e que acabam influenciando o surgimento de uma categoria de trabalhadores que coletam os frutos nativos e favorece a comercialização dos mesmos (MARTINS; AZEVEDO, 2007). Segundo Leff (2006) é preciso realizar cuidadosamente a ocupação destas regiões e a forma de apropriação dos recursos naturais para que não ocorra destruição da biodiversidade do Cerrado.

Segundo Avidos e Ferreira (2011), as fruteiras nativas destacam-se no ecossistema do Cerrado e os frutos possuem aceitação pela população local, podendo ser consumidos *in natura*, sucos, geleias, sorvetes, dentre outros. Vários segmentos interessam-se por conhecer os frutos, como a população local, comércio, instituições de pesquisa e cooperativas.

Segundo Martins e Azevedo (2007), houve nas últimas décadas a divulgação de frutos exóticos do Cerrado, nas regiões locais e em outros estados brasileiros como, por exemplo, o pequi e isso incentivou e aumentou a comercialização destes produtos. Essas atividades fomentam o aparecimento de cooperativas que beneficiam, embalam e comercializam esses frutos e seus derivados que antes eram utilizados apenas para consumo doméstico. Todo esse incentivo e melhoria da economia local deve ser realizada de forma a não destruir os recursos naturais, devendo haver uma interação harmoniosa entre essas atividades e a natureza.

A inclusão de alimentos regionais na dieta da população pode ser uma ferramenta econômica e sustentável para prevenir a desnutrição e outras patologias associadas à alimentação (MARIN, 2006).

Para que isso ocorra são necessárias pesquisas e estudos viabilizando o conhecimento e contribuindo para a preservação e aproveitamento de espécies nativas. A exploração quando é exclusivamente predatória, gera destruição das regiões, por isso o cultivo e melhoramento genético devem ser aplicados. Este cultivo em escala comercial melhora a renda dos agricultores e evita a extinção das espécies (AVIDOS; FERREIRA, 2011).

Segundo Machado e Aguiar (2010), deve-se existir o estímulo dos proprietários rurais, voltados para o agronegócio, para participarem na conservação da biodiversidade, podendo utilizar benefícios fiscais e tributários para aqueles que estão envolvidos na conservação de espécies nativas.

2.2 Guarirova

A guarirova é um fruto encontrado amplamente no Cerrado brasileiro. A guarirobeira é uma palmeira, da espécie *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc., conhecida popularmente também como gueiroba, gariroba, guarirova, palmito-amargoso, catolé, coco-babão, paty-amargoso, coco-amargoso. Esta palmeira (Figura 1) é de estipe ereto, podendo atingir até 20 m de altura, copa crispada e deflexa. Folhas grandes de até 3m de comprimento. As flores surgem em cachos durante a primavera até o outono. Seus frutos são em cachos, de coloração verde-amarelada, com uma amêndoa branca oleaginosa comestível, podendo-se encontrar de 60 a 120 frutos por cacho. Frutifica de outubro a fevereiro. Pode ser encontrado nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Tocantins e Distrito Federal e sua maior representatividade está no cerrado (LORENZI et al., 2004; NASCENTE, 2003).

A palmeira é bastante ornamental e indicada para arborização de avenidas, praças, ruas e recomposição de matas. As flores são procuradas pelas abelhas, os frutos maduros servem de alimento para muitas espécies de aves e animais silvestres e as folhas são consumidas pelo gado. As amêndoas retiradas dos frutos servem para a produção de doces caseiros e para a extração de um óleo de excelente qualidade para uso na culinária e na fabricação de sabões (RODRIGUES, 2004). Segundo Fernandes et al. (2002), dessa planta pode-se aproveitar

também o palmito, de sabor amargo, e que é utilizado *in natura* e também em pratos típicos de algumas regiões, principalmente em Goiás. Os palmitos são utilizados para o consumo, entretanto possui um sabor mais amargo em comparação a outros palmitos. Essa sabor amargo e adstringente ocorre devido à presença de fenóis e também por causa do pH que é em torno de 5,7 (CARNEIRO; ROLIM; FERNANDES, 2003). O consumo dos palmitos e de sua conserva tem uma boa aceitação pelos consumidores (JAIME; MOURA; PAULA; 2007). Existem receitas gastronômicas que utilizam esse ingrediente nativo, como por exemplo, guarirova refogada, em recheios de empadões, no arroz e farofa (RODRIGUES, 2004).

O fruto dessa palmeira também é consumido pela população local e possui um bom potencial gastronômico. Esse fato foi comprovado no estudo onde se verificou de acordo com a oferta gastronômica com utilização de produtos, que de dez frutos do Cerrado estudados, a guarirova foi a terceira melhor fruta com potencial gastronômico, resultados semelhantes ao buriti e o baru (COELHO; BAHIA; VASCONCELOS, 2009).

Apesar do consumo do fruto e da amêndoa da guarirova pela população, pouco se sabe sobre os componentes nutricionais dos mesmos. Informações a respeito das características químicas e do valor nutricional dos frutos do Cerrado, inclusive da guarirova, são ferramentas básicas para avaliação do consumo e formulação de novos produtos. No entanto, poucos dados estão disponíveis na literatura com relação à composição química destes frutos e sua aplicação tecnológica, ressaltando a necessidade de pesquisas científicas sobre o assunto.

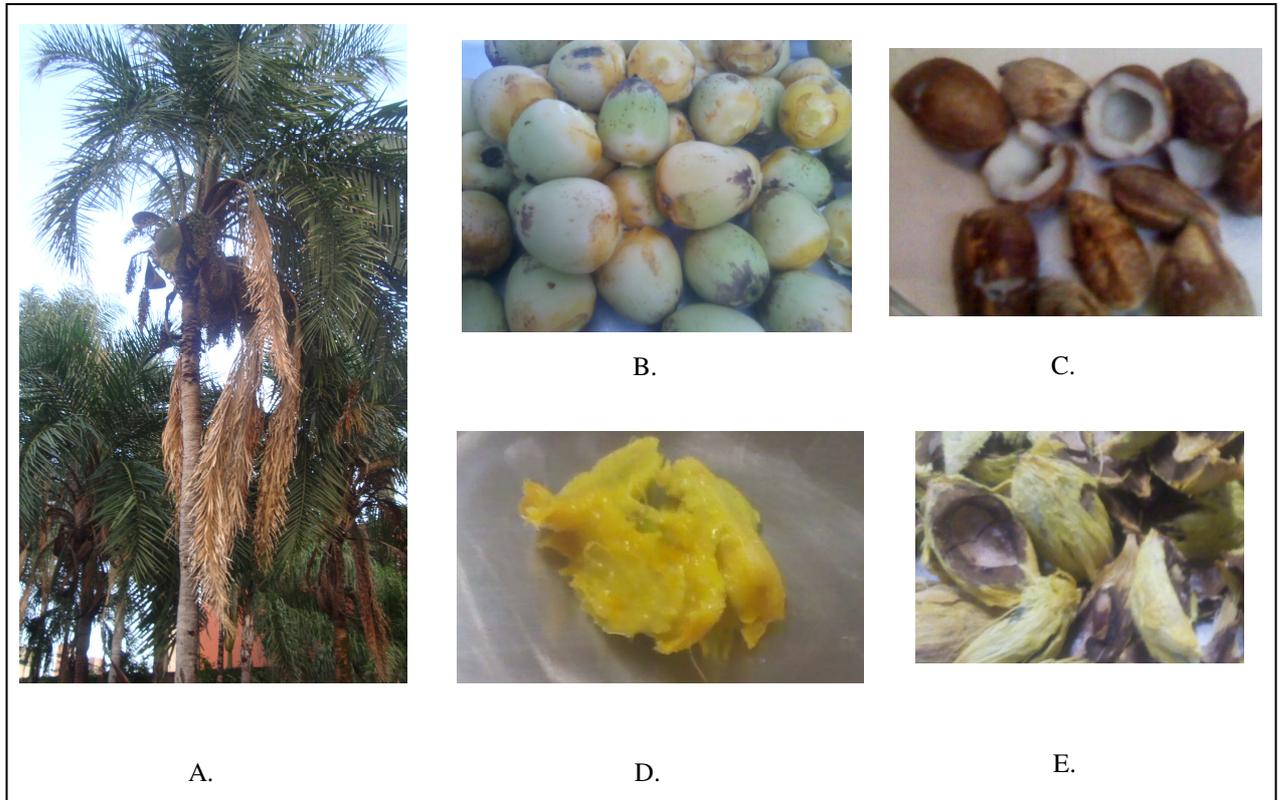


Figura 1 – Guarirova, (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.). (A: Palmeira; B: Frutos inteiros; C: Amêndoas; D: Polpa do fruto; E: Tegumentos).

Fonte: Vanessa Taís Nozaki

2.3 Óleos

Os lipídios são compostos solúveis em solventes orgânicos e insolúveis em água. Os óleos e as gorduras são formados na sua maioria pela esterificação de três ácidos graxos a um poliálcool chamado glicerol, formando uma estrutura conhecida como triglicerídeo (Figura 2). O ácido graxo possui uma cadeia de hidrocarboneto com um grupo carboxila no final, sua estrutura geral pode ser representada por $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COO}^-$, sendo que o n é o número de repetições do CH_2 . Os triglicerídeos podem ser denominados como gorduras ou óleos dependendo do seu estado físico em temperatura ambiente, ou seja, sólidas são as gorduras e líquidos são os óleos (LEITE; PELUZIO, 2003).

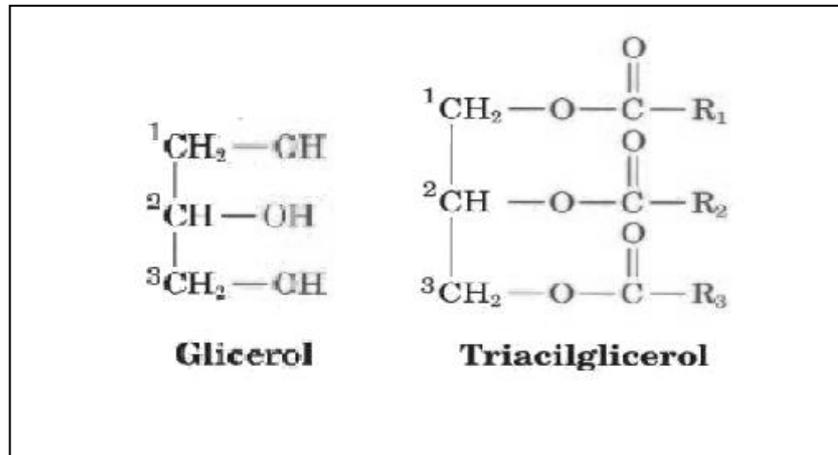


Figura 2. Estrutura química do triglicerídeo.

Fonte: <http://www.dbm.ufpb.br>

A qualidade intrínseca das gorduras é dada pela sua composição de ácidos graxos, bem como pelo grau de saturação. Os ácidos graxos são classificados como saturados, mono e polinsaturados (Figura 3), dependendo do número de duplas ligações na sua cadeia de carbonos. Os saturados não contêm dupla ligação entre os átomos de carbono. Os monoinsaturados contêm uma única dupla ligação e os polinsaturados (como linolênico, linoléico e araquidônico) com duas ou mais duplas ligações (SANT'ANA, 2011).

As duplas ligações presentes nos ácidos graxos podem apresentar dois tipos de configurações, a *cis* que possui os átomos de hidrogênio do mesmo lado da dupla ligação, e a outra é a *trans*, em que os átomos de hidrogênio estão em lados opostos (WEISS, 2010).

Na indústria de alimentos, estudos são voltados para a redução ou eliminação da gordura *trans*, formada durante o processamento de óleos e gorduras, por outra gordura menos prejudicial à saúde. Os óleos vegetais são utilizados para a produção e industrialização de alimentos, visando diminuir a concentração da gordura *trans* (CHIARA; SICHIERI; CARVALHO, 2003). Porém esse tipo de gordura ocorre quando os óleos vegetais passam pelo processo de hidrogenação, que leva a saturação parcial dos ácidos graxos e as duplas ligações podem passar da configuração *cis* para a configuração *trans* (SANT'ANA, 2011). A gordura *trans* pode inibir o metabolismo de ácidos graxos essenciais, aumentar os níveis de lipoproteína de baixa densidade (LDL) e diminuir lipoproteína de alta densidade (HDL), dessa

maneira seu consumo pode ser prejudicial à saúde (COSTA; BRESSAN; SABARENSE, 2006).

Para o organismo, os lipídios agem como substratos energéticos, protegem os órgãos vitais, resguardam o organismo contra a perda de calor excessivo e transportam as vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K) e ainda ácidos graxos e vitaminas lipossolúveis atuam como reguladores metabólicos. Em uma refeição, os lipídios são armazenados no tecido adiposo enquanto os carboidratos são oxidados, já em períodos de jejum, os ácidos graxos são utilizados como substrato energético no fígado e em outros tecidos (SOBOTKA, 2008).

Os ácidos graxos essenciais devem ser consumidos em quantidades adequadas na alimentação e sua utilização traz benefícios à saúde de indivíduos, tais como, prevenção de doenças cardiovasculares, câncer e doenças imunológicas (HORNSTRA, 2002).

Os triglicerídeos dietéticos fornecem os ácidos graxos essenciais, energia e paladar aos alimentos (LEITE; PELUZIO, 2003). Em relação à saúde pode-se destacar a importância do consumo de ácidos graxos mono e poliinsaturados para melhorar o perfil de lipídio sérico (FREITAS; NAVES, 2010). Sob os aspectos nutricionais, sabe-se que os lipídios fornecem mais energia em relação aos outros nutrientes além de promover uma série de benefícios à saúde. São necessários estudos para descobrir novas fontes de ácidos graxos insaturados e utilizá-los como suplementação na alimentação humana (SOBOTKA, 2008).

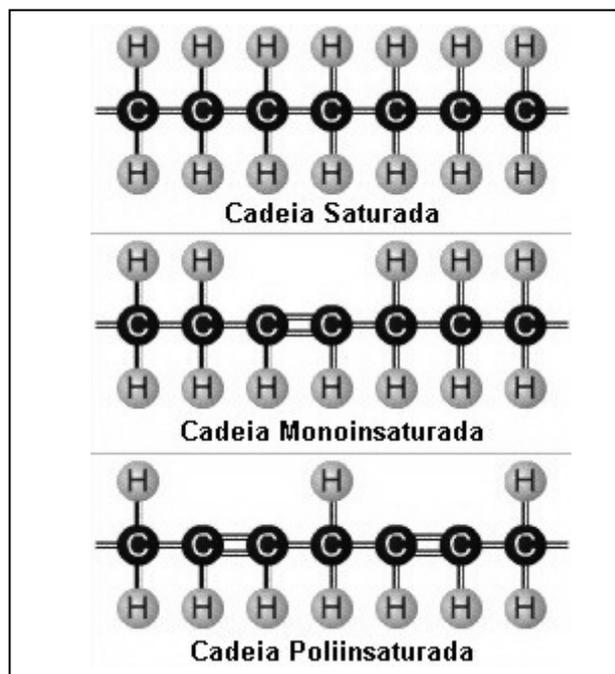


Figura 3. Estrutura química dos tipos de ácidos graxos

O consumo dietético de ácidos graxos saturados (SFA) pode aumentar o risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares e segundo a *American Diabets Association* esta gordura deve ser consumida até 7% do total de calorias ingeridas por dia (SANTOS et al., 2009). São os saturados com 12 a 16 átomos de carbono que podem ser os maiores responsáveis pelo aumento de LDL (lipoproteína de baixa densidade) (CHIZZOLINI et al., 1999).

Dos ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), o ácido oléico (C18:1 ω 9), é o mais abundante e representa cerca de 40% das gorduras alimentares. O consumo deste ácido graxo pode diminuir o LDL e o colesterol sérico e ainda não afetar os níveis de HDL (lipoproteína de alta densidade) (MOLKENTIN, 2000).

Os ácidos graxos polinsaturados (PUFA) essenciais são os ácidos linoléico e araquidônico. O ácido linoléico é encontrado em óleos de sementes e alimentos vegetais. Possui as principais funções relacionadas à síntese de prostaglandinas. O linolênico é encontrado principalmente em peixes e possui a função primordial relacionada à formação de estruturas do sistema nervoso e ainda ação protetora cardiovascular (SILVA; MURA, 2011).

Existem índices que servem de parâmetros para avaliar a qualidade nutricional de alimentos ricos em lipídios. Estes constituem uma forma de verificar se os lipídios consumidos possuem a capacidade de proporcionar saúde aos indivíduos que os consumirem e conseqüentemente na prevenção de patologias (ASSUNÇÃO, 2007).

Um dos parâmetros utilizados é a razão dos PUFAs e SFAs, sabendo-se que a ingestão excessiva de gordura saturada pode ser prejudicial à saúde. De acordo com as recomendações do *Department of Health* (1994) o valor recomendado para esta relação deve ser superior a 0,45.

Existe também a razão PUFA ômega-6/ômega-3, que a *World Health Organization* (1995) sugeria como recomendável que as dietas apresentassem essa razão entre 5:1 – 10:1. Atualmente, reconhece-se que as dietas devam apresentar uma relação entre ácidos que se aproxime de 4:1 ou 5:1, a fim de reduzir o risco de prevalência de doenças crônicas (SIMOPOULOS, 2006). O *Department of Health* (1994) também sugeriu que o balanço entre os PUFA ômega 6/ômega 3 da dieta não deve exceder 4,0.

Outros índices auxiliam na avaliação da qualidade nutricional, como por exemplo, a razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH), este constitui relação da atividade funcional dos ácidos graxos em relação a aspectos de metabolismo das lipoproteínas, cuja quantificação reflete o maior ou menor risco de incidência de doenças

cardiovasculares. Não existem recomendações da relação ideal destes ácidos graxos, mas entende-se que valores maiores são mais benéficos à saúde (SANTOS-SILVA; BESSA; SANTOS-SILVA, 2002).

Ulbricht e Southgate em 1991 propuseram dois índices de qualidade dos óleos, sendo os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT). Não existem valores recomendados para estes, entretanto consideram-se valores mais baixos como alimentos que possuem ácidos graxos melhores para a saúde (ASSUNÇÃO, 2007).

2.4 Proteínas

As proteínas são componentes indispensáveis a todas as células vivas e a base da estrutura da proteína é o aminoácido. As proteínas são formadas por combinações de 20 aminoácidos e os animais sintetizam alguns conforme a necessidade e os aminoácidos essenciais são obtidos por meio da alimentação (TIRAPEGUI; CASTRO; ROSSI, 2011).

As proteínas estão presentes em diversos constituintes do organismo, como por exemplo, nas enzimas, massa muscular, sangue e interstícios. Possuem inúmeras funções, dentre estas, destacam-se defesa imunológica, fonte de energia, transporte de substâncias no sangue, sistema de coagulação de sangue e transporte de gases respiratórios (VIEIRA, 2003).

Nos alimentos, as proteínas podem ser classificadas conforme a qualidade, que depende da proporção e perfil de aminoácidos, da biodisponibilidade e da suscetibilidade à hidrólise durante a digestão. Em alimentos protéicos, o valor nutritivo de uma proteína depende da sua composição, digestibilidade, biodisponibilidade dos aminoácidos essenciais e ausência de propriedades antinutricionais (SGARBIERI, 1996).

Os aminoácidos são formados (Figura 4) a partir de um átomo de carbono-alfa ligado a um átomo de hidrogênio, um grupamento amina, um grupamento carboxila e um grupamento lateral, que irá caracterizar o aminoácido (NELSON; COX, 2010). Do ponto de vista nutricional, os aminoácidos podem ser classificados em essenciais, que são aqueles que não podem ser sintetizados pelo organismo e por isso precisam ser adquiridos por meio da alimentação; os aminoácidos não-essenciais sendo que o próprio organismo sintetiza e os condicionalmente essenciais que são aqueles que o organismo consegue sintetizar em quantidades adequadas em condições normais, mas, em alterações metabólicas ou em fase de

desenvolvimento existe a necessidade de adquirir por meio da dieta (TIRAPEGUI; CASTRO; ROSSI, 2011).

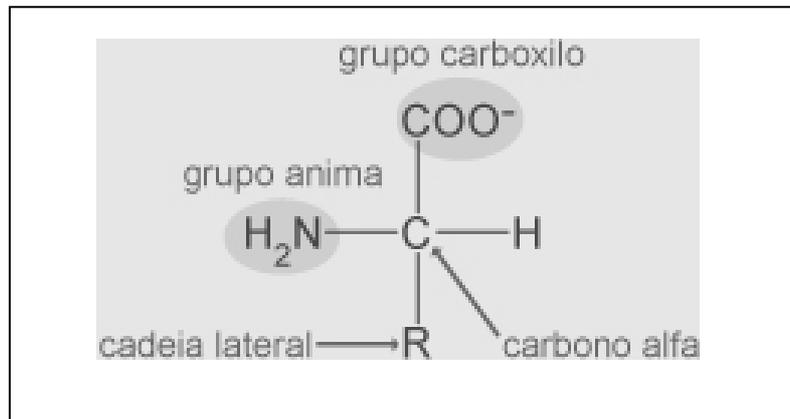


Figura 4. Estrutura dos aminoácidos

Fonte: <http://www.e-escola.pt>

Os aminoácidos essenciais são: fenilalanina, triptofano, valina, leucina, isoleucina, metionina, treonina e lisina. Os não-essenciais são: alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico e asparagina. Os condicionalmente essenciais são: glicina, prolina, tirosina, serina, cisteína e cistina, taurina, arginina, histidina e glutamina (DEUTZ, 2008).

Os aminoácidos essenciais devem ser provenientes da alimentação e sua falta ocasiona modificações, não favoráveis, na síntese protéica e nos processos bioquímicos e fisiológicos (TIRAPEGUI; CASTRO; ROSSI, 2011).

Digestibilidade e biodisponibilidade de proteínas em alimentos de origem animal e vegetal requerem estudos quanto à avaliação nutricional no sentido de obter conhecimentos quanto às quantidades recomendadas desse nutriente para atender as necessidades dos indivíduos (TIRAPEGUI; ROGERO, 2007).

Dados sobre requerimentos de aminoácidos essenciais, presença de proteínas limitantes em determinados aminoácidos e de substâncias que formam com as proteínas, compostos menos digeríveis e biodisponíveis, são fundamentais para estabelecer recomendações nutricionais (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2008).

A deficiência de proteína pode ocasionar anemia, edema, letargia, hipoproteinemia e em crianças *kwashiorkor*, sendo esta um tipo de desnutrição protéica que ocorre quando a

criança não é alimentada corretamente após o desmame. Esta patologia é caracterizada por diminuição do crescimento, edema, diarreia, dermatite e hepatomegalia (VIEIRA, 2003).

Do total de proteínas ingeridas pela população no mundo, 65% procedem de fontes vegetais. Há mais de 250 anos as proteínas de reserva de sementes são estudadas (KAWAKATSU; TAKAIWA, 2010). Osborn et al. (1914) desenvolveram uma classificação dessas proteínas de acordo com a solubilidade da proteína e que ainda é utilizada, sendo denominadas: albuminas (solúvel em água), globulinas (solúvel em solução salina), prolaminas (solúvel em álcool) e glutelinas (solúvel em solução salina) (LANDRY; DELHAYE; DAMERVAL, 2000).

As prolaminas são proteínas de reserva sendo encontradas no endosperma e tem função de prover nitrogênio durante a germinação (SHEWRY et al., 1985). As glutelinas são semelhantes às prolaminas, apesar de não serem solúveis em álcool, e são encontradas principalmente no endosperma. As albuminas e globulinas são formadas por uma série de proteínas com alto teor de lisina e se localizam principalmente no embrião (SHEWRY; HALFORD, 2002) sendo consideradas de boa qualidade nutricional (TORO, 2006). As globulinas representam a maior fração das proteínas de reserva das leguminosas (DERBYSHIRE; WRIGHT; BOULTER, 1976).

Os alimentos de origem vegetal possuem quantidades significativas de proteínas. As leguminosas contem de 10 a 30% de proteínas e podem apresentar deficiência em aminoácidos sulfurados. Os cereais contem de 6 a 15% de proteínas e geralmente são deficientes em lisina (TIRAPEGUI; CASTRO; ROSSI, 2011). Nozes e sementes comestíveis atendem boa parte das necessidades de aminoácidos essenciais, mas podem ser deficientes em lisina, metionina e cisteína (FREITAS; NAVES, 2010).

2.5 Digestibilidade protéica *in vitro*

A digestibilidade é o percentual de proteínas que são hidrolisadas pelas enzimas digestivas e absorvidas em forma de aminoácidos (MONTEIRO et al., 2004). Por esses fatores é que a digestibilidade está relacionada com a qualidade de uma proteína, pois o alimento pode conter os aminoácidos, mas nem todos estão biodisponíveis (PIRES et al., 2006). Alguns fatores diminuem a hidrólise dos aminoácidos que podem ser: estrutura química da proteína, tratamento térmico e compostos bioativos presentes (LIU, 1995).

Os ensaios para avaliar a digestibilidade protéica de um alimento compreendem estudos *in vivo*, entretanto estes métodos são de custos elevados, trabalhosos e demorados. Os estudos *in vitro* são mais viáveis e apresentam boa correlação com os experimentos *in vivo* (HERNANDÉZ; HERNANDEZ; MARTINEZ, 1996).

A digestibilidade protéica *in vitro* é estimada usando-se enzimas hidrolíticas, sendo as mesmas que agem no trato digestivo humano e são mantidas em mesmo pH do estômago e do intestino, simulando uma digestão verdadeira (SGARBIERI, 1996). Para se realizar este ensaio podem ser utilizadas enzimas, como a tripsina, pepsina, quimotripsina, isoladamente, de acordo com método descrito por Araújo et al. (2002) ou um complexo multienzimático contendo mais de uma enzima digestiva, como por exemplo a utilização de tripsina, quimotripsina e peptidase (HSU et al., 1977).

A pepsina é uma endopeptidase, estável em pH ácido, secretada pelas células serosas do estômago como pepsinogênio, um zimogênio inativo ou proenzima. O pepsinogênio é ativado pelo ácido clorídrico (HCl) ou por autocatálise. A pepsina libera peptídeos e alguns aminoácidos livres das proteínas da dieta (ANGELIS, 2007).

A tripsina e a quimotripsina são serinas proteases sintetizadas e secretadas pelo pâncreas, como zimogênios inativos, sendo ativados na luz intestinal. O tripsinogênio é convertido em tripsina pela enteropeptidase. Subsequentemente, a tripsina converte o quimotripsinogênio em quimotripsina (CHAMPE; HARVEY; FERRIER, 2009).

Segundo Champe, Harvey, Ferrier (2009), a tripsina é responsável pela clivagem de ligações peptídicas com grupo carbonila pertencente aos resíduos de aminoácidos carregados positivamente, interagindo com resíduos de arginina ou lisina. Já a quimotripsina, cliva ligações peptídicas, cujo grupo carbonila pertence a resíduos de aminoácidos hidrofóbicos, interagindo com a fenilalanina, triptofano ou tirosina.

Segundo Oliveira et al. (1993) a digestibilidade protéica *in vitro* (IVPD) simula a digestibilidade ocorrida no organismo e por isso é necessário que cada etapa seja realizada com todos os cuidados necessários, para que dessa forma, os resultados sejam representativos.

Estudos são realizados para verificar a digestibilidade *in vitro* em diversos alimentos de origem vegetal. Zhang et al. (2010) verificaram que no arroz do tipo *japonica* foi de 81,9 a 83,8%. Park, Kim, Baik (2010) avaliaram oito variedades de ervilhas e verificaram que a digestibilidade em média foi de 79,9 a 83,5%. Segundo Olivos-Lugo, Valdivia-López e Tecante (2010), a semente de chia (*Salvia hispanica* L.) obteve em média 28,4% de digestibilidade protéica. Denadai et al. (2007) observaram 71,5% de IVPD em globulinas da

amêndoa de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) e Hiane et al. (2006) em amêndoas de bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (JACQ.) LODD) identificaram 78% para globulinas e 69% para glutelinas.

2.6 Fatores antinutricionais

Segundo Silva e Silva (2000), os fatores antinutricionais presentes nos alimentos podem diminuir a biodisponibilidade de nutrientes e ainda provocar efeitos nocivos à saúde humana. Existem diversos fatores antinutricionais, como os fitatos, polifenóis, lectinas e os inibidores de proteases.

Algumas sementes de plantas possuem proteínas associadas ao mecanismo de defesa contra insetos e microrganismos (FREIRE et al., 2002) e quando esses vegetais são consumidos, essas proteínas, são consideradas tóxicas e ou antinutricionais (SEENA; SRIDHAR; JUNG, 2005).

Os inibidores de proteases são encontrados distribuídos amplamente no reino vegetal e possuem a capacidade de inibir algumas enzimas, dentre elas a tripsina e quimiotripsina (SILVA; SILVA, 1999). Muitas plantas possuem esses inibidores de enzimas distribuídos em diversos órgãos, como órgãos reprodutivos, tecidos vegetativos e órgãos de reserva (TAIZ; ZEIGER, 2004). Existem dois tipos de inibidores de proteases mais conhecidos que são os tipos Kunitz e Bowman-Birk (BATISTA et al., 1996).

Inibidores de tripsina e quimiotripsina são os mais encontrados nos alimentos de origem vegetal e que quando consumidos influenciam na diminuição da digestão, absorção e retenção de nitrogênio no organismo (SARVAR, 1997). Os efeitos adversos à saúde foram detectados em ensaios com animais e pode-se observar que ocorreram hipertrofia do pâncreas, diminuição do crescimento e redução do peso em animais (GRELA, 1996).

As lectinas são glicoproteínas e que possuem grande distribuição na natureza e possui a capacidade de se combinar com açúcares e glicocombinados (VAN DAMME; LANNOO; PEUMANS, 2009) e que acarretam a vários efeitos adversos à saúde e diminuem a absorção de nutrientes (VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2004). Estudos demonstraram que o consumo de lectinas pela alimentação, pode levar a alterações macroscópicas de vários órgãos de animais e ainda acarretam hiperplasia e hipertrofia do pâncreas e intestino (SEENA; SRIDHAR; JUNG, 2005). Isto ocorre, pois a lectina se liga a receptores glicosilados presentes

em células intestinais e dessa forma interferem nos processos de digestão, absorção e utilização dos nutrientes (VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2004).

As lectinas atuam também como um fator não nutricional e possuem capacidade de aglutinar eritrócitos (ASKAR, 1986). Estão distribuídas em grande escala no reino vegetal, sua função fisiológica na planta está relacionada com a germinação de sementes e sua ação é de defesa contra patógenos (HOWARD; SAGE; HORTON, 1972).

Muitos dos fatores antinutricionais são inativados com o aquecimento por meio de diversos tratamentos e conseqüentemente melhora-se a qualidade nutricional das proteínas (VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2004). Entretanto o tratamento térmico pode acarretar na perda de proteínas por desnaturação e propicia alteração ou destruição dos aminoácidos (FERREIRA; BRAZACA; ARTHUR, 2006).

Estudos para identificar a presença de inibidores de proteases e lectinas são realizados em diferentes tipos de alimentos de origem vegetal. Podemos citar como exemplos o estudo de Hiane et al. (2006) que não observaram presença de inibidores de tripsina e quimiotripsina e encontraram baixo teor de lectina na amêndoa de bocaiuva. Barbosa (2006) não identificou presença de inibidores de proteases e nem lectina na amêndoa de bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.) e Naves et al. (2010) identificaram inibidor de tripsina na semente de abóbora.

2.7 Eletroforese

A eletroforese visa à migração de solutos e partículas em um meio líquido, sob influência, de um campo magnético. Foi idealizada por Michaelis, em 1909, que comprovou que as proteínas podiam ser separadas por meio de campos elétricos (CARDY; STUBER; GOODMAN, 1980). Segundo Torres Filho (2008) as proteínas possuem cargas positivas e negativas, sendo sua mobilidade eletroforética diretamente proporcional à carga da partícula e inversamente proporcional à viscosidade do meio. Na eletroforese, o tamanho e carga das proteínas podem determinar a velocidade da migração das proteínas (CARDY; STUBER; GOODMAN, 1980).

A eletroforese em gel de poliacrilamida na presença de dodecilssulfato de sódio (SDS-PAGE) é um método utilizado para a análise de massas moleculares de proteínas oligoméricas. O gel é uma matriz constituída de um polímero de acrilamida. São adicionadas às proteínas o SDS (*Sodium dodecyl sulfate*) este por ser um detergente anfipático possui

capacidade de convertê-las em uma estrutura linear. Após essa etapa as proteínas são aplicadas num gel de poliacrilamida e colocadas em corrente elétrica (ALFENAS et al., 1991). Depois ocorre a coloração e as bandas protéicas podem ser identificadas por seus pesos moleculares (Figura 5).

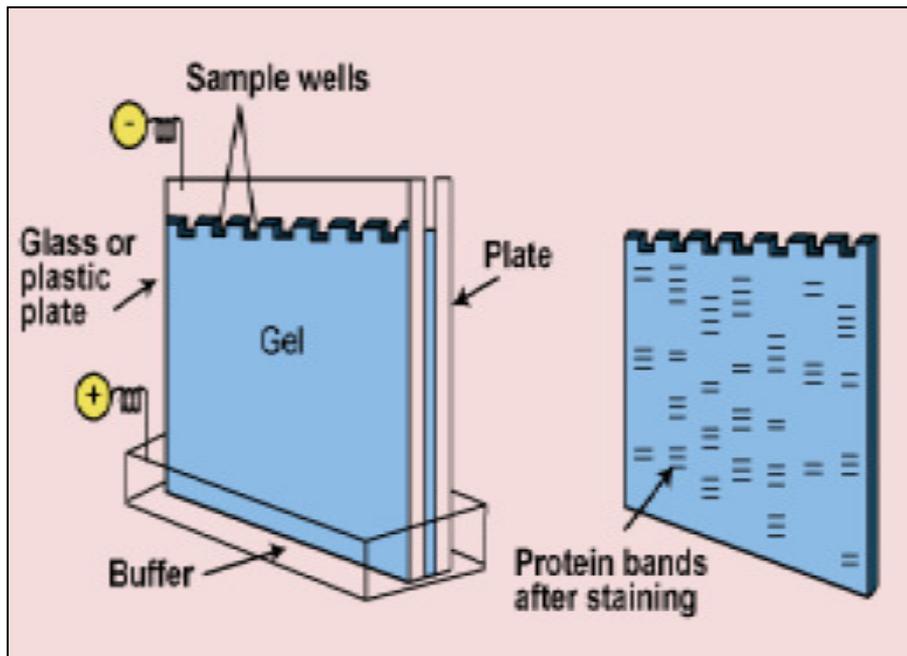


Figura 5. Imagem da eletroforese e a representação das bandas protéicas.

Fonte: <http://www.cpqrr.fiocruz.br/posgraduacao/cienciasdasaude/apoio/BiologiaMolecular/Eletroforese-2007.pdf>

2.8 Minerais

Os minerais são elementos inorgânicos, estão distribuídos amplamente na natureza e são classificados em dois grupos conforme a necessidade do organismo e sua concentração. Quando um mineral está presente no organismo em quantidade superior a 0,05% e suas necessidades são superiores a 100mg/dia, são chamados de macronutrientes. Fazem parte deste grupo o cálcio, fósforo, magnésio, enxofre, sódio, potássio e cloro (PEDROSO, 2003). O outro grupo denominado de microminerais corresponde aos elementos necessários ao organismo em pequenas quantidades para manter suas funções. Estes são classificados em: essenciais (ferro, zinco, cobre, selênio, cromo, iodo e molibdênio); provavelmente essenciais

(manganês, silício, níquel, boro e vanádio); potencialmente tóxicos, sendo alguns possivelmente com funções essenciais (fluoreto, chumbo, mercúrio, cádmio, estanho, alumínio, lítio e arsênio) (PEDROSO, 2003).

Os minerais desempenham várias funções importantes no organismo humano (LOBO; TRAMONTE, 2004) como papel preventivo no combate de doenças e alguns minerais atuam em importantes vias metabólicas, participando de atividades associadas à síntese de proteínas, vitaminas e controle do metabolismo de diversas enzimas (WELZ; SPERLING, 1999).

Segundo Sobotka (2008), resumidamente os minerais desempenham as seguintes principais funções no organismo:

- Zinco: síntese de proteína e controle da diferenciação celular;
- Flúor: mineralização óssea e dentária;
- Ferro: transporte de O₂ e de elétrons;
- Iodo: metabolismo de energia;
- Cobre: síntese de colágeno/elastina e é um antioxidante;
- Molibdênio: metabolismo de aminoácidos e de purina;
- Selênio: antioxidante;
- Cromo: metabolismo de carboidratos;
- Manganês: antioxidante;
- Sódio: é o principal cátion e agente osmótico do líquido extracelular;
- Potássio: principal cátion intracelular;
- Magnésio: essencial nos processos enzimáticos e estabilidade da membrana celular;
- Fosfato: essencial à produção de energia e para a saúde óssea;
- Cálcio: condutividade neural, contração muscular, secreção hormonal e mensageiro em processos metabólicos.

As principais fontes de minerais são os alimentos naturais, principalmente os de origem vegetal. Nos últimos anos estudos são desenvolvidos para avaliar o conteúdo de minerais em alimentos. Em frutos, foram avaliadas as amêndoas do baru (*Dipteryx alata* Vog.) e foram observados maiores teores para potássio, enxofre, ferro e fósforo (VERA et al., 2009). Para a maioria dos 18 frutos do Cerrado estudados por Marin (2006), estes são boas fontes de cálcio, ferro e zinco. E em 11 frutas do nordeste brasileiro foram observados que o tamarindo é rico em magnésio, cobre e potássio e ainda a ata, graviola, sapoti e murici são boas fontes de dois ou mais minerais (ALMEIDA et al., 2009).

Algumas populações apresentam deficiência em determinados minerais, devido a dietas inadequadas (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1998). A deficiência desses minerais pode ocasionar diversas patologias, por isso, a Organização Mundial da Saúde recomenda uma dose diária de cada mineral (CARVALHO et al, 2006). A ANVISA adotou essas recomendações e publicou a Resolução RDC ANVISA nº 269/05 no D.O.U., de 23 de setembro de 2005, em que estabelece os valores de Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais para três grupos de indivíduos: adultos, lactentes e crianças, e gestantes e lactantes, onde os minerais devem ser consumidos diariamente para atender às necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos e grupos de pessoas de uma população sadia (BRASIL, 2005b).

2.9 Potencial antioxidante

O Brasil é um importante centro de diversidade genética de frutas e hortaliças. Muitas dessas culturas são consideradas importantes do ponto de vista sócio-econômico, pois contribuem como fonte geradora de renda e para fixação de pessoas na área rural (DAMIANI et al. 2011; VILLANUEVA-TIBURCIO; CONDEZO-HOYOS; ASQUIERI, 2010). Esses alimentos podem apresentar na sua composição, compostos bioativos que podem desencadear processos metabólicos ou fisiológicos para redução do risco de doenças e manutenção da saúde; esses compostos inibem os processos oxidativos e são consideradas substâncias antioxidantes (OLIVEIRA et al., 2011); os compostos fenólicos, carotenóides e tocoferóis estão no topo da lista como potentes agentes antioxidantes presentes nos alimentos (VILLANUEVA-TIBURCIO; CONDEZO-HOYOS; ASQUIERI, 2010; THOMAS, 2000).

Os carotenóides são pigmentos presentes naturalmente nos alimentos e são responsáveis pela coloração amarela, laranja ou vermelha (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008). Existem cerca de 600 carotenóides encontrados na natureza e menos que 10% são fontes potenciais de vitamina A. Dessas fontes, o β -caroteno é o mais importante seguido pelo α e γ carotenos e criptoxantina. Aos carotenóides é atribuída uma vasta lista de propriedades benéficas à saúde. Alguns deles têm capacidade de serem convertidos em vitamina A (KOBORI et al., 2010); além de apresentar atividade antioxidante (YUYAMA et al., 2011). Alguns frutos do cerrado foram avaliados em relação ao conteúdo

de carotenóides (HIANE et al., 2003; CALDEIRA et al., 2004), como por exemplo, a bocaiuva, em que foi detectada a presença de β -caroteno (RAMOS et al., 2008).

Compostos fenólicos são amplamente distribuídos na natureza, possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos (MALACRIDA; MOTTA, 2005) e ainda são antioxidantes primários que agem como terminais para os radicais livres, estes são produzidos pelo metabolismo normal do corpo e caso não sejam controlados, podem provocar danos extensivos, acarretando no desenvolvimento de doenças crônicas e degenerativas, além de promoverem os efeitos do envelhecimento (ADEGOKE et al., 1998). Pesquisas têm demonstrado que populações que possuem alto consumo de dietas contendo cereais, frutas e vegetais (contendo antioxidantes fenólicos) possuem baixa incidência de doenças crônicas e degenerativas (SHAHIDI, 1996).

Em estudo realizado por Roesler et al. (2007), foi demonstrado que extratos da casca do pequi, semente de cagaita, semente e casca de araticum e a casca de banha de galinha possuem atividade antioxidante, sugerindo que os frutos do Cerrado são ricos em fenólicos totais.

Os taninos são compostos de essência polifenólica, derivados do metabolismo secundário das plantas (GUIMARÃES-BEELLEN et al., 2006). Poucos estudos relatam o teor de taninos em frutos do Cerrado. Observa-se a necessidade de avaliações com o objetivo de obter dados relacionados à quantificação desses compostos. Estudos realizados em animais revelam efeitos biológicos prejudiciais ocasionados por taninos, dentre os quais se destacam: efeitos antinutricionais, pela complexação a íons metálicos como ferro e zinco, influenciando na absorção dos mesmos e diminuição da taxa de crescimento e ganho de peso; inibição de enzimas digestivas; entre outros efeitos (NOZELLA et al. 2001). Apesar da ação negativa do tanino na saúde humana os mesmos ainda são questionáveis devido à limitação de estudos nesta área. Em contrapartida, os taninos também possuem ação benéfica, é interessante considerar que o tanino apresenta uma forte ação antioxidante (SILVA; SILVA, 1999), são utilizados na medicina tradicional como tratamento de algumas patologias (PANSERA et al., 2003), faz-se o uso do chá como anticarcinogênico (CHUNG; WEI; JOHNSON, 1998) e ainda é aproveitado na indústria de alimentos como antioxidante (PANSERA et al., 2003).

Em relação à guarirova, foi quantificado o teor de compostos fenólicos em polpa de frutos de guarirova, entretanto a ação antioxidante não foi avaliada (COIMBRA; JORGE, 2012).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o potencial nutricional da polpa e da amêndoa da guarirova (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.).

3.2 Objetivos específicos

- Realizar a caracterização física dos frutos e da amêndoa *in natura*;
- Determinar a composição centesimal da polpa e amêndoa do fruto de guarirova, espécie *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.;
- Determinar as constantes físico-químicas do óleo da polpa e da amêndoa;
- Identificar e quantificar os principais ácidos graxos presentes na fração lipídica da polpa e da amêndoa dos frutos de guarirova;
- Avaliar os índices de qualidade nutricional do óleo da polpa e amêndoa;
- Determinar a composição em minerais e comparar com as cotas dietéticas recomendadas;
- Determinar a composição em carotenóides, taninos e compostos fenólicos e avaliar o potencial antioxidante na polpa de guarirova;
- Avaliar a presença de proteínas antinutricionais nas frações protéicas das amostras estudadas;
- Determinar a composição de aminoácidos nas amostras estudadas e comparar com os padrões de referência;
- Isolar e identificar as frações protéicas das amêndoas e da polpa da guarirova;
- Verificar a digestibilidade *in vitro* das proteínas da polpa e amêndoa.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Matéria-prima

Os frutos de guarirova foram provenientes do município de Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Os frutos foram coletados maduros e do chão de 15 árvores, no período de fevereiro de 2010. Foram lavados, sanitizados com dicloro triazinatriona sódica desidratada, da marca Sumaveg, na concentração de 0,66% por 10 min. Em seguida, os frutos foram descascados e despulpados manualmente. Os tegumentos foram quebrados e as amêndoas foram retiradas.

A polpa do fruto foi dessecada em estufa com circulação de ar forçada, a 45 °C, por aproximadamente 8h, dependendo da umidade. A polpa dessecada e a amêndoa *in natura* foram trituradas separadamente, tamisadas a 60 mesh e armazenadas. Parte das farinhas foram delipidadas com éter de petróleo, posteriormente, foi homogeneizada em solução tampão fosfato pH 7,6 sob agitação durante 2h, a temperatura ambiente. A solução foi centrifugada a 17000 x g durante 30 min, o sobrenadante foi dialisado com água destilada durante 40h e liofilizado para a realização das análises. O preparo das amostras foi realizado na Unidade de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – UFMS e no Laboratório de Purificação de Proteínas e suas Funções Biológicas (LPPFB) - UFMS.

4.2 Caracterização física dos frutos

Para a caracterização física, foram selecionados 105 frutos maduros e íntegros, considerando os parâmetros: massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal (para os frutos inteiros e as amêndoas). A massa foi pesada em uma balança semi-analítica e os resultados, expressos em gramas (g). Para se obter os diâmetros longitudinais e transversais, o fruto e a amêndoa foram medidos com o auxílio de um paquímetro nos dois sentidos, e os resultados expressos em milímetros (mm).

4.3 Composição centesimal

As análises da composição centesimal da polpa dessecada e da amêndoa foram realizadas na Unidade de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – UFMS, em triplicata de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005a) e *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) (1995). A determinação da umidade da polpa *in natura* foi realizada em estufa a 105 °C até peso constante e da farinha pelo método de reflectância de infra-vermelho. O resíduo mineral fixo foi determinado por incineração em mufla a 550 °C. O teor de lipídeos totais foi avaliado por extração com éter etílico em aparelho de Soxhlet. A proteína foi determinada a partir do conteúdo de nitrogênio total, obtido pelo método micro Kjeldahl, e o fator 6,25 foi usado para a conversão do teor de nitrogênio em proteína bruta. Os carboidratos (glicose, sacarose e amido) foram determinados pelo método de Lane-Eynon baseado na redução do cobre. As fibras foram calculadas por diferença. A energia total proveniente dos nutrientes foi expressa em quilocalorias (kcal), estimada a partir dos fatores de conversão de Atwater: $kcal = (4 \times g \text{ proteína}) + (4 \times g \text{ carboidratos}) + (9 \times g \text{ lipídios})$ (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2010).

O percentual de Valores Diários de Referência (%VD) foi calculado segundo a Resolução ANVISA RDC 360/03, onde se estabelece a elaboração de rotulagem nutricional com base em dieta de 2000 kcal/dia (BRASIL, 2003).

4.4 Determinação dos índices de refração, iodo, saponificação dos óleos

Os óleos da polpa e da amêndoa da guarirova foram extraídos a frio de acordo com a metodologia de Bligh e Dyer (1959) na Unidade de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – UFMS. O índice de refração foi obtido por leitura direta em refratômetro de Abbé, o índice de iodo foi determinado pelo método de *Wijs*. Para determinar o índice de saponificação utilizou-se solução de hidróxido de potássio 4% e titulação com ácido clorídrico 0,5N (BRASIL, 2005a).

4.5 Composição dos ácidos graxos

Para a análise de composição de ácidos graxos, a fração lipídica total foi submetida à saponificação com KOH metanólico, seguida de esterificação com mistura de H₂SO₄ e NH₄Cl em metanol e transferida para hexano segundo método proposto por Hartman e Lago (1973) e modificado por Maia e Rodriguez-Amaya (1993). A análise dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada no Laboratório de Combustíveis (LABCOM) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em que se utilizou cromatógrafo gasoso (Varian, modelo Star 3400), equipado com detector de ionização de chama, injetor “*Split/splitless*”, coluna capilar de sílica fundida contendo polietilenoglicol como fase estacionária (DB-Wax, 30 m x 0,25 mm, J&W Scientific), nas seguintes condições cromatográficas: temperatura do injetor 250 °C; temperatura da coluna 180 °C durante 20 minutos, programada a 2 °C por minuto até 220 °C; temperatura do detector 260 °C, gás de arraste hidrogênio com fluxo de 1,1 mL/min., gás “*make-up*” nitrogênio a 22 mL/min. e volume de injeção de 0,5 µL. Para a identificação dos ácidos graxos, compararam-se os tempos de retenção com os dos padrões ésteres metílicos (Sigma-Aldrich), enquanto a quantificação foi realizada pela normalização de área expressando-se o resultado em percentual de área de cada ácido sobre a área total de ácidos graxos (%). A identificação dos picos foi realizada com base no tempo de retenção e na comparação com padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos e a quantificação usando os fatores de correção de área de acordo com a norma Ce 1e-91 da *American Oil Chemists Society* (AOCS) (1998).

4.6 Índices de qualidade nutricional do óleo

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada por meio do Índice de Aterogenicidade (IA) (1), Índice de Trombogenicidade (IT) (2), segundo Ulbricht e Southgate (1991); e razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) (3) segundo Santos-Silva, Bessa, Santos-Silva (2002), utilizando-se os dados da composição em ácidos graxos. Onde, AGMI: ácidos graxos monoinsaturados; C: carbono; ω : ômega; Σ : somatória.

$$(1) \quad IA = \frac{C_{12:0} + 4 \times C_{14:0} + C_{16:0}}{\Sigma AGMI + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3}$$

$$(2) \quad IT = \frac{C_{14:0} + C_{16:0} + C_{18:0}}{0.5 \times \Sigma AGMI + 0.5 \times \Sigma \omega 6 + 3 \times \Sigma \omega 3}$$

$$(3) \quad HH = \frac{C_{18:1\omega 9} + C_{18:2\omega 6} + C_{20:4\omega 6} + C_{18:3\omega 3} + C_{20:5\omega 3} + C_{22:5\omega 3} + C_{22:6\omega 3}}{C_{14:0} + C_{16:0}}$$

4.7 Teor de minerais

O teor de minerais foi determinado por meio de digestão ácida em ácido nítrico concentrado de acordo com Salinas e Garcia (1985), seguida de quantificação por espectrofotometria de absorção atômica e por fotometria de chama. Os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu) foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica com acetileno, comprimento de onda e *split* de 422,7 nm e 0,7 mm, 285,2 nm e 0,7 mm; 248,3 nm e 0,2 mm; 279,5 nm e 0,2 mm; 213,9 nm e 0,7 mm; 324,7 nm e 0,7 mm, respectivamente. Os teores de sódio (Na) e de potássio (K) foram determinados por fotômetro de chama nos comprimentos de onda de 589 nm e 768 nm, respectivamente. O teor de fósforo (P) foi determinado em espectrofotômetro de luz visível no comprimento de onda de 420 nm. As análises foram realizadas na EMBRAPA Gado de Corte/MS. Os resultados foram comparados à IDR (Ingestão Diária Recomendada) baseando-se na Resolução ANVISA RDC 269/05 (BRASIL, 2005b).

4.8 Composição em carotenóides, taninos e compostos fenólicos e potencial antioxidante na polpa

4.8.1 Composição de carotenóides

A polpa e a casca dos frutos foram homogeneizadas em processador de alimentos, embaladas e armazenadas a -20 °C. Para a separação e quantificação dos principais carotenóides da polpa da guarirova, os pigmentos foram extraídos da amostra (40-50g) com acetona resfriada, transferidos para o éter de petróleo e o extrato saponificado com solução

metanólica de hidróxido de potássio a 30 %, na proporção de 1:1 (volume de extrato etéreo:volume de hidróxido de potássio metanólico), durante 12 horas à temperatura ambiente, de acordo com as metodologias descritas por Rodriguez-Amaya (2001) e Ramos et al., (2008). Após lavagem do saponificado por partição com água, metanol e éter de petróleo, o extrato contendo os carotenóides (etéreo) foi concentrado em evaporador rotatório e o concentrado obtido, submetido à cromatografia em coluna aberta (CC), para separação das frações de pigmentos.

A CC foi realizada, utilizando uma coluna de vidro com MgO:Hyflosupercel (1:2) com auxílio de vácuo, e a eluição foi feita com éter de petróleo e em seguida com gradientes de 2, 5, 8, 10, 15 e 18 % de acetona em éter de petróleo. Posteriormente, em cada fração separada, foi realizada a leitura em espectrofotômetro Visível-UV, na faixa de comprimento de onda de 350 a 550 nm. A identificação dos carotenóides foi realizada por meio de: a) espectro de absorção; b) ordem de eluição na coluna; c) valor de Rf na camada de sílica gel desenvolvido com solução a 3% de metanol de benzeno; e a quantificação de cada pigmento, usando a absorção máxima e o coeficiente de extinção correspondente (β -caroteno = 2592; Luteína = 2550) (DAVIES, 1976).

O cálculo do valor de vitamina A foi feito segundo as novas recomendações do Institute of Medicine (2001), no qual o Equivalente de Retinol (RE) foi substituído pelo Equivalente de Atividade de Retinol (RAE). Com os novos fatores de conversão, a atividade vitamínica de carotenóides pró-vitamínicos passou a ser a metade da atividade de vitamina A quando se utilizava mg de RE. Define-se que 1 RAE equivale a 1 μ g de retinol, ou 12 μ g de β -caroteno, ou 24 μ g de α -caroteno (CAMPOS; ROSADO, 2005).

4.8.2 Compostos fenólicos

Para a quantificação dos compostos fenólicos totais, foram preparados um extrato hidroetanólico e outro aquoso segundo Roesler et al. (2007):

Extrato aquoso: As frutas foram separadas em sementes, polpas e cascas e homogeneizadas por aproximadamente 20 minutos com água destilada na proporção de 1:3 (m.m-1) fruta:água. O material foi filtrado em gazes e o resíduo foi reextraído com água nas mesmas condições.

Extrato hidroetanólico: As frutas foram separadas em sementes, polpas e cascas e o material resultante foi utilizado para extração com solução aquosa de etanol (5:95, v.v-1,

água:etanol) na proporção de 1:3 (m.m-1) fruta: solução de etanol. O material foi filtrado em gazes e o resíduo foi reextraído nas mesmas condições.

Em seguida ambos foram submetidos à reação colorimétrica de determinação de compostos fenólicos descrita por Roesler et al. (2007), caracterizada pela redução do reagente de Folin-Ciocalteu, levando à formação de um complexo azul de coloração intensa. Para tanto, foram necessários 0,5 ml de extrato; 2,5 ml de reagente e Folin-Ciocalteu 10 %; 2 ml de solução de carbonato de sódio 7,5 %. As frações foram agitadas em tubo de ensaio, levadas a banho-maria a 50 °C por 50 minutos e a leitura em espectrofotômetro foi feita a 760 nm. Cada ponto de concentração foi obtido em triplicata na mesma concentração. Mistura de metanol, solução de Folin-Ciocalteu 10 % e carbonato de sódio 7,5 % foi utilizada como branco. O teor total de fenóis foi quantificado através da curva de calibração de ácido gálico previamente preparada e expressa como equivalente de ácido gálico (GAE) (mg de ácido gálico/kg de amostra).

4.8.3 Potencial antioxidante

A capacidade antioxidante em sequestrar radicais livres foi avaliada utilizando-se o radical estável 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH) baseando-se no que foi descrito por Roesler et al. (2007). A determinação foi realizada por meio da capacidade dos extratos aquosos e hidroetanólicos de sequestrar radicais livres. Em diferentes alíquotas do extrato (200 µL, 160 µL, 80 µL e 40 µL) foram adicionados etanol absoluto e 1800 µL solução de DPPH (0,004 % m/v), totalizando um volume final de 2 ml, em tubo de ensaio. Posteriormente, foi procedida à homogeneização dos tubos em agitador magnético e a incubação dos mesmos em ambiente escuro, à temperatura ambiente durante 30 minutos. Em seguida, as absorbâncias das amostras foram lidas a 517 nm em espectrofotômetro. Como branco foi utilizado etanol absoluto. O controle negativo utilizado foi 200 µL de etanol absoluto e 1800 µL solução de DPPH, totalizando 2 ml de volume final, como nos testes. Para expressar a atividade antioxidante foi utilizado o valor de IC50 que representa a concentração final do extrato seco requerido para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50 %. A capacidade de sequestrar radical livre foi expressa como percentual de inibição de oxidação do radical e calculado conforme a seguinte equação:

$$\% \text{ Inibição} = ((A_{\text{DPPH}} - A_{\text{Extr}}) / A_{\text{DPPH}}) * 100$$

Onde A_{DPPH} é a absorvância da solução de DPPH e A_{EXTR} é a absorvância da amostra em solução. A_{EXTR} foi calculado com base na diferença da absorvância da solução de amostra em teste com seu branco. O valor de IC50 é definido com a concentração final em $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ do extrato seco presente na cubeta, requerido para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50%.

4.8.4 Taninos

A quantificação de taninos foi realizada seguindo-se os métodos descritos nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005a). A reação é colorimétrica pela mistura de uma alíquota de 0,5 ml dos extratos hidroetanólico e aquoso, 0,5 mL de reagente de Folin-Dennis 10%, 1 mL de solução de carbonato de sódio saturada, 8 mL de água destilada. Após 30 minutos foi procedida leitura em espectrofotômetro a 760 nm. Mistura de água, reativo de Folin e solução de carbonato de sódio (8,5 + 0,5 + 1 mL, respectivamente) foi utilizada como branco. O resultado foi expresso em gramas de ácido tânico em 100 gramas de amostra seca. Para quantificação foi preparada previamente uma curva de calibração e o resultado expresso em equivalente de ácido tânico (TAE) (mg de ácido tânico/ grama de amostra).

Estas etapas foram realizadas na Unidade de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – UFMS.

4.9 Fracionamento das proteínas

O fracionamento das proteínas em albumina e globulina foi realizado de acordo com Singh et al. (1988) e modificações de Park, Kim, Baik (2010). Foram utilizados 10g de farinha de amêndoa e 10g de farinha da polpa delipidada e a extração ocorreu com 0,1 mol de tampão fosfato (pH 7,0, 100 mL) por agitação a 22 °C por 2 horas. O extrato foi centrifugado a $30\ 000 \times g$ por 30 min. O precipitado foi liofilizado para avaliar o rendimento, entretanto não foi utilizado na pesquisa. O sobrenadante foi dializado com 25 mmol de citrato de sódio com pH 4.6 (1:10 v/v) por 40h a 4 °C. O extrato dializado foi centrifugado a $30\ 000 \times g$ por 10 min. O sobrenadante e o precipitado foram liofilizados separadamente e coletadas as albuminas e globulinas, respectivamente. O conteúdo ($N \times 6,25$) de albuminas e globulinas

foram determinados de acordo com *American Association of Cereal Chemists* (2000), *Approved Method* 46-30. A extração de proteínas e preparação de albuminas e globulinas foi realizada em triplicata no Laboratório de Purificação de Proteínas e suas Funções Biológicas (LPPFB) – UFMS.

4.10 Fatores antinutricionais

4.10.1 Inibidor de Tripsina

A atividade inibitória foi realizada por meio de ensaio enzimático com tripsina bovina e o substrato *Nα-benzoil-DL-arginina-paranitroanilida* (BapNA). O meio de pré-incubação consistiu em tampão Tris-HCl 0,05M pH 8,0, tripsina bovina (1,0 mg dissolvida em 1 mL 0,0025M HCl) e diferentes concentrações dos extratos totais (1 a 10 µg). A pré-incubação foi efetuada em banho-maria a 37 °C, logo foi adicionado o substrato BapNA. A reação foi interrompida com adição de ácido acético a 30 %. A liberação dos grupos paranitroanilina foi medida espectrofotometricamente em 410 nm (MACEDO et al., 2003).

4.10.2 Inibidor de Quimiotripsina

A atividade inibitória foi realizada por meio de ensaio enzimático com quimiotripsina bovina e o substrato *N-benzoil-L-tirosina-p-nitroanilida* (L-BtpNA). O meio de pré-incubação consistiu em tampão Tris-HCl 0,05M pH 8,0, quimiotripsina bovina (1,0 mg dissolvida em 2 mL 0,0025M HCl) e diferentes concentrações dos extratos totais. A pré-incubação foi efetuada em banho-maria a 37 °C, logo foi adicionado o substrato BtpNA. A reação foi interrompida com adição de ácido acético a 30 %. A liberação dos grupos paranitroanilina foi medida espectrofotometricamente em 410 nm (MACEDO et al., 2003).

4.10.3 Hemaglutinação

Os ensaios de hemaglutinação (lectina) foram realizados em placas de microtitulação U, utilizando diluições seriadas de 50µL de NaCl 0,15M, 50 µL dos extratos totais e 50 µL de suspensão a 2 % de eritrócitos humanos do tipo A (FREIRE et al., 2002).

Os ensaios de fatores antinutricionais foram realizados no Laboratório de Purificação de Proteínas e suas Funções Biológicas (LPPFB) – UFMS.

4.11 Digestibilidade protéica *in vitro*

Os ensaios digestibilidade protéica *in vitro* foram realizados no Laboratório de Purificação de Proteínas e suas Funções Biológicas (LPPFB) – UFMS.

Para identificar a Digestibilidade Protéica *In vitro* ou *In Vitro Protein Digestibility* (IVPD) foi necessário primeiramente realizar a quantificação das proteínas solúveis do material liofilizado que foi estimada pelo método de Bradford (1976), utilizando albumina sérica bovina (BSA) como padrão. A leitura das absorbâncias foi realizada em espectrofotômetro Spectrum UV a 595 nm.

Para as amostras com tratamento térmico utilizou-se a técnica descrita por Park, Kim, Baik (2010) onde se colocou 6,25 mg de proteína dissolvido em 0,1 molL⁻¹ de Tampão Tris (pH 8,0 – 1 mL) foi mantida em agitação por 12 h a temperatura de 22 °C e posteriormente deixado sob fervura em água por 15 minutos e imediatamente colocados em banho de gelo. Logo em seguida, foi avaliada a IVPD sem enzimas e com o mix de enzimas (100 µL), a mesma utilizada no teste de IVPD. Todas as amostras dos tratamentos foram armazenadas a -20 °C, para a realização de eletroforeses.

A IVPD das amostras sem tratamento térmico e com tratamento térmico foi determinada utilizando o método de três enzimas (tripsina, quimiotripsina e peptidase) segundo Hsu et al. (1977). As enzimas utilizadas foram *porcine pancreatic trypsin* (Type IX) com 13 400 unidades mg⁻¹ de proteína; *bovine pancreatic chymotrypsin* (Type II) com 96 unidades mg⁻¹ de proteína; e *porcine intestinal peptidase* com 102 unidades g⁻¹ sólido, da Sigma Chemical Company (St Louis, MO, USA). A solução com 6,25 mg de proteína diluída em água destilada foi preparada e ajustada para pH 8,0 com 0,1 mol L⁻¹ NaOH e/ou HCl. O mix de enzimas (1,6 mg mL⁻¹ tripsina, 311 mg mL⁻¹ quimiotripsina, e 1,3 mg mL⁻¹ peptidase) foi mantida em banho de gelo e ajustada ao pH 8,0 com 0,1 mol L⁻¹ de NaOH. A solução do mix de enzimas foi adicionado à solução de proteínas na proporção de 1:10 (v/v) em agitação e em banho de água a 37 °C por 10 minutos. O pH foi observado neste período. A determinação da IVPD das amostras cruas e cozidas foi realizada em triplicata.

O percentual de digestibilidade da proteína *in vitro* foi calculado com a seguinte equação proposta por Hsu et al. (1977):

$$Y = 210,46 - 18,10X$$

Onde: X é o pH após 10 min.

4.12 Eletroforese em gel de poliacrilamida contendo SDS (*Sodium dodecyl sulfate*)

A eletroforese em gel foi realizada no Laboratório de Purificação de Proteínas e suas Funções Biológicas (LPPFB) – UFMS. Foram utilizadas as amostras do ensaio de IVPD para a eletroforese em gel. Para as soluções, alíquotas de 250 μL de amostras com os diferentes tipos de tratamentos foram adicionadas a 0,1 mol L^{-1} de tampão Tris (pH 6,8, 750 μL) contendo 10% glicerol, 5% SDS, 0,01% bromofenol azul por 30 minutos sob agitação contínua a 22 °C. Em seguida, colocou-se em banho de água quente por 5 minutos e centrifugado a 18000 $\times g$ por 15 minutos e a solução (15 μL) foi colocado em gel de eletroforese. A PAGE-SDS (Eletroforese em gel de poliacrilamida contendo SDS) foi realizada em um sistema duplo de mini placas SE 250 Mighty Small II (Hoefer Scientific Instruments) e foi executado de acordo com os procedimentos descritos por Laemmli (1970). O marcador protéico (Sigma SDS-6), contendo albumina (plasma bovino - 66 kDa), albumina (ovoalbumina - 45 kDa), pepsina (mucosa de estômago de porco - 34,7 kDa), tripsinogênio (pâncreas bovino - 24 kDa), beta-lactoglobulina (leite bovino - 18,4 kDa) e lisozina (clara do ovo - 14,3 kDa) sendo utilizado para identificar as bandas das proteínas. A corrida eletroforetica foi realizada com corrente constante (30 mA) e voltagem livre. Os géis são corados com solução de *Coomassie Blue* 0,05 % a 37 °C e o excesso de corante removido em ácido acético 7 %. Foram realizadas eletroforeses em duplicata.

4.13 Composição de aminoácidos

As análises de aminoácido foram realizadas no Laboratório de Bioquímica da UNICAMP e foram conduzidas em analisador de aminoácidos PicoTag (Waters) como

descrito por Henrikson e Meredith (1984). O material liofilizado da polpa e da amêndoa de guarirova foi hidrolisado em 6 M HCl/1 % fenol a 106 °C por 24 h. O hidrolisado reagiu com 20 mL de solução (metanol: trietilamina: água: phenylisothiocyanate, 7:1:1:1, v / v) por 1h em temperatura ambiente. Após derivatização na pré-coluna, os aminoácidos foram identificados em uma fase reversa-HPLC-coluna, comparando seus tempos de retenção aos padrões de aminoácidos. Resíduos de cisteína foram quantificados como ácido cisteico. Os resultados foram comparados às necessidades diárias de aminoácidos propostos pela *World Health Organization* (WHO) de 2007. A composição em aminoácidos foi realizada no Laboratório de Bioquímica da UNICAMP.

4.14 Análise estatística

Os resultados das análises químicas foram expressos por meio da média e do desvio padrão e submetidos à análise de variância (ANOVA) *com post hoc de Tukey*. Diferenças significativas foram consideradas com o $P < 0,05$. Foi utilizado o Programa BioEstat 5.0 (2007) para todas as análises estatísticas.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização física dos frutos

Quanto às medidas físicas das amostras selecionadas, o diâmetro longitudinal dos frutos inteiros foi em média $40,88 \pm 3,01$ mm e o diâmetro transversal foi de $36,95 \pm 3,90$ mm e das amêndoas foi de $18,77 \pm 2,88$ mm e $11,15 \pm 1,72$ mm, respectivamente. Em relação às massas (Tabela 1), pode-se verificar que o fruto inteiro pesou em média $34,95 \pm 3,83$ g e que o rendimento da polpa foi de 50,96 %, da amêndoa 3,80 % e da polpa e amêndoas somaram 54,76 % de porção comestível em relação ao peso total do fruto.

Tabela 1 - Características físicas do fruto, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. ¹

Medidas físicas	Massa (g) \pm DP	%
Fruto inteiro	$34,95 \pm 3,83$	-
Casca (epicarpo)	$3,11 \pm 0,51$	8,90
Polpa (mesocarpo)	$17,81 \pm 2,13$	50,96
Tegumento	$12,70 \pm 2,36$	36,33
Amêndoa	$1,33 \pm 2,36$	3,80

¹Dados apresentados como média \pm desvio-padrão

5.2 Composição centesimal

Na determinação da composição centesimal da polpa e amêndoa da guarirova apresentados na Tabela 2, observa-se que na polpa, predominam-se os carboidratos (50,09 %), com maior teor de amido (35,34 %). Na amêndoa pode-se, verificar maior concentração de lipídios totais (61,44 %). O valor calórico encontrado na polpa foi de 334,80 kcal e na castanha, 605,48 kcal em 100g. A concentração de proteína na polpa e amêndoa foi de 8,77

% e 10,08 % respectivamente. Resultados da composição centesimal foram diferentes entre a polpa e amêndoa, para todos os constituintes analisados ($P < 0,05$).

Em relação à porcentagem dos Valores Diários de referência (% VD), pode-se verificar que a polpa representa 16,74 % e a amêndoa 30,27 % de uma dieta diária de 2000 kcal.

Tabela 2 – Composição centesimal de polpa e amêndoa de guarirova, espécie *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.¹, expressa em g/100g de amostra integral.

Componentes	Polpa	Amêndoa	% VD (*)	
	Média ± DP	Média ± DP	Polpa	Amêndoa
Umidade (% , m/m)	12,67 ± 0,57 ^a	5,16 ± 0,49 ^b	-	-
Resíduo mineral fixo (% , m/m)	3,29 ± 0,02 ^a	1,49 ± 0,01 ^b	-	-
Lipídios Totais (% , m/m)	11,04 ± 0,08 ^a	61,44 ± 0,70 ^b	4,97	27,64
Proteínas (% , m/m)	8,77 ± 0,73 ^a	10,8 ± 0,02 ^b	1,75	2,16
Carboidratos				
Glicose (% , m/m)	3,06 ± 0,27	nd	0,61	-
Sacarose (% , m/m)	11,69 ± 2,19	nd	2,34	-
Amido (% , m/m)	35,34 ± 7,43 ^a	2,33 ± 0,07 ^b	7,07	0,47
Fibras	14,14 ± 1,32 ^a	18,78 ± 1,15 ^b	-	-
Valor calórico total (kcal.100 g ⁻¹)	334,80 ± 2,14 ^a	605,48 ± 0,38 ^b	16,74	30,27

¹ Dados apresentados como média ± desvio-padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si ($p > 0,05$). Onde Nd: não detectado; DP: desvio-padrão; m/m: massa/massa.

* % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas (BRASIL, 2005b).

5.3 Características físico-químicas e composição em ácidos graxos do óleo

Analisando-se as características dos óleos da polpa e amêndoa de guarirova, observou-se que o índice de refração encontrado foi de 1,470 e 1,458, na polpa e amêndoa respectivamente; o índice de iodo foi de 49,93 na polpa e 7,34 ($\text{g I}_2 \cdot 100 \text{ g óleo}^{-1}$) na amêndoa; e o índice de saponificação na polpa, de 225,56 e na amêndoa, de 278,05 ($\text{mg KOH} \cdot \text{g óleo}^{-1}$). Portanto o índice de iodo foi maior na polpa ($P < 0,05$) e para os demais índices as diferenças não foram significativas ($P > 0,05$).

Foram identificados os seguintes ácidos graxos:

Saturados (SFAs): Ácido hexanoico (C6:0), Ácido caprílico (C8:0), Ácido cáprico (C10:0), Ácido undecanoico (C11:0), Ácido láurico (C12:0), Ácido tridecanoico (C13:0), Ácido mirístico (C14:0), Ácido pentadecanoico (C15:0), Ácido palmítico (C16:0), Ácido heptadecanoico (C17:0), Ácido esteárico (C18:0), Ácido araquídico (C20:0), Ácido behênico (C22:0), Ácido tetracosanoico (C24:0).

Monoinsaturados (MUFAs): Ácido palmitoleico (C16:1 ω 7), Ácido vacênico (C18:1 ω 7), Ácido oléico (C18:1 ω 9), Ácido gadoléico (C20:1 ω 9), Ácido erucico (C22:1 ω 9).

Polinsaturados (PUFAs): Ácido linoleico (C18:2 ω 6), Ácido alfa-linolênico (C18:3 ω 3), Ácido eicosadienoico (C20:2 ω 6).

Dos ácidos graxos identificados (Tabela 3), pode-se observar que a amêndoa possui maior concentração de ácidos graxos saturados (90,39 %), sendo representada principalmente pelo ácido láurico (C12:0), com 49,53 % e em seguida pelo ácido mirístico (C14:0) com 14,32 %. Em função do elevado conteúdo em ácidos graxos saturados, a amêndoa da guarirova apresentou índice de iodo baixo (7,34 %). Para os ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e polinsaturados (PUFA), o óleo da amêndoa da guarirova possui 7,98% de ácido oléico e 1,63 % de linoléico respectivamente.

Na polpa, foram encontrados valores percentuais de 41,05 % de ácidos graxos saturados, sendo que destes, 36,50 % são de ácido palmítico (C16:0). Dos 24,84 % de ácidos graxos monoinsaturados, 19,01 % estão representados pelo ácido oleico (C18:1 ω 9). Os ácidos polinsaturados representam 34,11 % do total de ácidos graxos, sendo 32,78 % de ácido linoleico (C18:2 ω 6).

Comparando-se o conteúdo de ácidos graxos entre o óleo da polpa e da amêndoa pode-se observar que o óleo da polpa possui quantidades significativamente elevadas ($P < 0,05$) de ácido palmítico (SFA), ácido oléico (MUFA) e ácido linoléico (PUFA). No óleo da amêndoa

encontraram-se valores maiores ($P < 0,05$) para ácido caprílico, ácido cáprico, ácido láurico, ácido mirístico e ácido esteárico, sendo todos ácidos graxos saturados.

O conteúdo percentual de MUFA e PUFA na polpa foi maior em relação à amêndoa. A relação MUFA/SFA e PUFA/SFA (Tabela 4), na polpa, foi de 0,60 e 0,80 respectivamente; observou-se também que a quantidade de ácidos graxos polinsaturados foi maior na polpa.

Em relação aos índices de qualidade nutricional, pode-se observar que o Índice de Aterogenicidade (IA), Índice de Trombogenicidade (IT) e Razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) (Tabela 4) foram melhores nos óleos da polpa do que nos da amêndoa, sendo que para o IA e IT recomendam-se valores menores e para HH valores maiores.

Tabela 3 – Composição em ácidos graxos (% em área) dos óleos da polpa e amêndoa de guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.¹

Ácidos graxos	Óleo da polpa	Óleo da amêndoa
Ácido hexanóico (C6:0)	0,21 ± 0,01 ^a	0,48 ± 0,01 ^a
Ácido caprílico (C8:0)	0,54 ± 0,02 ^a	10,30 ± 0,12 ^b
Ácido cáprico (C10:0)	0,30 ± 0,01 ^a	6,65 ± 0,06 ^b
Ácido undecanóico (C11:0)	n.d.	0,04 ± 0,01
Ácido láurico (C12:0)	0,87 ± 0,02 ^a	49,53 ± 0,18 ^b
Ácido tridecanóico (C13:0)	n.d.	0,05 ± 0,02
Ácido mirístico (C14:0)	0,83 ± 0,02 ^a	14,34 ± 0,07 ^b
Ácido pentadecanóico (C15:0)	0,03 ± 0,01	n.d.
Ácido palmítico (C16:0)	36,50 ± 0,15 ^a	5,14 ± 0,05 ^b
Ácido heptadecanóico (C17:0)	0,06 ± 0,02	n.d.
Ácido esteárico (C18:0)	1,12 ± 0,01 ^a	3,72 ± 0,07 ^b
Ácido araquídico (C20:0)	0,22 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,01 ^a
Ácido behênico (C22:0)	0,09 ± 0,01	n.d.
Ácido tetracosanóico (C24:0)	0,28 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,02 ^a
Σ SATURADOS (SFA)	41,05	90,39
Ácido palmitoléico (C16:1ω7)	1,52 ± 0,02	n.d.
Ácido vacênico (C18:1ω7)	4,17 ± 0,01	n.d.
Ácido oléico (C18:1ω9)	19,01 ± 0,07 ^a	7,98 ± 0,13 ^b
Ácido gadoléico (C20:1ω9)	0,12 ± 0,01	n.d.
Ácido erúico (C22:1ω9)	0,02 ± 0,02	n.d.
Σ MONOINSATURADOS (MUFA)	24,84	7,98
Ácido linoléico (C18:2ω6)	32,78 ± 0,09 ^a	1,63 ± 0,03 ^b
Ácido alfa-linolênico (C18:3ω3)	1,31 ± 0,01	n.d.
Ácido eicosadienóico (C20:2ω6)	0,02 ± 0,02	n.d.
Σ POLINSATURADOS (PUFA)	34,11	1,63

¹Dados apresentados como média ± desvio-padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si ($P > 0,05$).

nd: não detectado.

Tabela 4 – Índices de qualidade nutricional da fração lipídica dos óleos da polpa e da amêndoa da guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.

Índices	Óleo da polpa	Óleo da amêndoa
MUFA/SFA	0,60	0,08
PUFA/SFA	0,80	0,01
$\omega 6/\omega 3$	24,38	-
IA	0,69	11,53
IT	1,32	4,82
HH	1,39	0,49

Onde: SFA: *Saturated fatty acids* ou ácido graxo saturado, MUFA: *Monounsaturated fatty acids* ou ácidos graxos monoinsaturados, PUFA: *Polyunsaturated fatty acids* ou Ácidos graxos polinsaturados MUFA/SFA: relação entre ácidos graxos monoinsaturados e saturados. PUFA/SFA: relação entre ácidos graxos polinsaturados e saturados. ω -6/ ω -3: relação entre ácidos graxos ω -6 e ω -3. IA: índice de aterogenicidade. IT: índice de trombogenicidade. HH: razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos.

5.4 Minerais

Observa-se na Tabela 5 a quantidade de minerais na polpa e amêndoa da guarirova, sendo avaliados os seguintes minerais: sódio (Na), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P). Pode-se verificar que o mineral que atingiu o maior percentual da IDR (Ingestão Diária Recomendada) para adultos, foi o cobre, tendo 1,09 % para amêndoa e 1,52 % para polpa.

Tabela 5 – Conteúdo de minerais na polpa e amêndoa da guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. e comparação com a Ingestão diária recomendada *

Mineral	Polpa	Amêndoa	IDR Adultos	IDR Adultos - Polpa	IDR Adultos - Amêndoa
	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	%	%
Na	48,86	79,78	1500 000**	0,003	0,005
Fe	0,44	35,92	14000	0,003	0,256
Mn	15,16	44,49	2300	0,659	1,934
Zn	48,47	46,70	7000	0,692	0,667
Cu	13,76	9,82	900	1,528	1,090
	$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	$\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	%	%
Ca	2,0	0,90	1000	0,200	0,09
Mg	1,0	1,40	260	0,384	0,538
P	0,70	2,30	700	0,100	0,328
K	9,90	3,50	4700 **	0,210	0,074

*% IDR: % de Ingestão diária recomendada para adultos segundo a RESOLUÇÃO RDC N.º 269, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005 DOU 23/09/05 (BRASIL, 2005b). ** *Dietary Reference Intakes for Potassium, Sodium* (2005) segundo *Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Elements Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies* (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005).

Na: Sódio; Fe: Ferro; Mn: Manganês; Zn: Zinco; Cu: Cobre; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; P: Fósforo; K: Potássio. Valores referentes à média de duas repetições.

5.5 Composição em carotenóides, taninos, compostos fenólicos e potencial antioxidante na polpa da guarirova

Por meio de cromatografia em coluna aberta, foi possível a visualização de duas frações principais que foram identificadas e quantificadas. As frações foram identificadas pela ordem de eluição da colunas, dos espectros de absorção das frações separadas (absorbâncias máximas) e valor de R_f (fator de retenção) na cromatografia em camada delgada, sendo esses pigmentos definidos como α -caroteno e luteína (Tabela 6). Segundo os valores de absorbância

máxima de cada fração, quantificaram-se as frações identificadas. O teor de α -caroteno encontrado na polpa da guarirova foi de 0,59 $\mu\text{g/g}$ de polpa úmida, responsável por mais de 70 % da composição em carotenóides da polpa e trata-se de um pigmento com atividade pró-vitamínica A. Já o teor de luteína foi de 0,22 $\mu\text{g/g}$ de polpa úmida.

Tabela 6 - Propriedades dos principais carotenóides de guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.

Fração	Identificação	Absorbâncias máximas			RF em camada delgada de sílica gel
		(éter de petróleo)			
1	α - caroteno	470	441	419	0,95
2	luteína	469	440	418	0,06

Valores obtidos de 4 repetições de análises. RF: fator de retenção

Em termos de valor de vitamina A, a polpa da guarirova fornece 1,50 Equivalente de Atividade de Retinol-RAE/100g de amostra úmida, teor calculado através da interconversão do α -caroteno em equivalente de retinol.

Resultados de fenólicos totais, taninos e atividade antioxidante da polpa de guarirova estão apresentados na Tabela 7. O extrato hidroetanólico apresentou maior teor de fenólicos totais em comparação com o extrato aquoso, 4,47 e 3,76 g EAG/kg respectivamente.

Tabela 7 – Fenólicos totais, taninos e atividade antioxidante da polpa de guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.

Parâmetros analisados	Extrato aquoso	Extrato hidroetanólico
Fenólicos totais (g EAG/kg)	3,76	4,47
Atividade Antioxidante IC50 ($\mu\text{g/ml}$)	30140	15940
Taninos (mg EAT/100g)	71,19	83,47

EAG= Equivalente de ácido gálico; IC50= Coeficiente de inibição; EAT= Equivalente de ácido tânico; Os valores foram obtidos por meio de triplicata da amostra.

A capacidade antioxidante do extrato hidroetanólico apresentou-se maior que a do extrato aquoso. Os valores de IC50 para ambos, respectivamente, foram de 15,94 e 30,14 mg/ml. Uma vez que o extrato hidroetanólico apresentou maior teor de compostos fenólicos, pode-se constatar que o resultado da capacidade foi linear ao resultado da capacidade antioxidante dos extratos.

O teor de taninos em extrato hidroetanólico foi de 83,47 mg EAT/100g de polpa integral. Já o extrato aquoso mostrou teor menor, sendo de 71,19 mg de EAT/100g de polpa.

5.6 Fatores antinutricionais

Neste estudo, as amostras liofilizadas da polpa e amêndoa da guarirova não apresentaram inibição da tripsina e quimiotripsina e também não mostraram atividade hemaglutinante.

5.7 Perfil de aminoácidos

O perfil de aminoácidos da polpa e amêndoa de guarirova foi avaliado (Tabela 8) e comparado aos padrões de referência da Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007), em mg/g de proteína, sendo observado que a amêndoa do fruto atingiu todas as recomendações diárias para os aminoácidos essenciais; entretanto a polpa esteve abaixo do recomendado para todas as faixas etárias, em histidina e metionina + cisteína (Figura 6).

Tabela 8 – Perfil de aminoácidos da polpa e da amêndoa de guarirova; *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc., em mg.g⁻¹ de proteína.

Aminoácidos	Polpa	Amêndoa	Adultos e idosos *	Adolescentes*	Pré-escolares e escolares *
Aminoácidos Essenciais					
Histidina (HIS)	11,1	16,3	15	15,7	16
Treonina (THR)	41,9	31,9	23	24	25
Fenilalanina (PHE)+tirosina (TYR)	38,6	58,0	38	39,7	41
Valina (VAL)	79,2	73,4	39	39,7	40
Metionina (MET)+cisteína (CYS)	20,9	43,5	22	22,7	24
Isoleucina (ILE)	48,9	35,8	30	30	31
Leucina (LEU)	78,6	88,0	59	59,7	61
Lisina (LYS)	61,5	71,3	45	46,7	48
Aminoácidos não essenciais					
Ácido aspártico	115,3	72,5	+	+	+
Ácido glutâmico	158,7	174,1	+	+	+
Serina	81,7	57,9	+	+	+
Glicina	118,0	80,7	+	+	+
Arginina	20,6	105,7	+	+	+
Alanina	77,9	55,2	+	+	+
Prolina	47,0	35,7	+	+	+

* Recomendações para consumo de aminoácidos propostos pela Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007). + Sem recomendação específica para consumo diário.

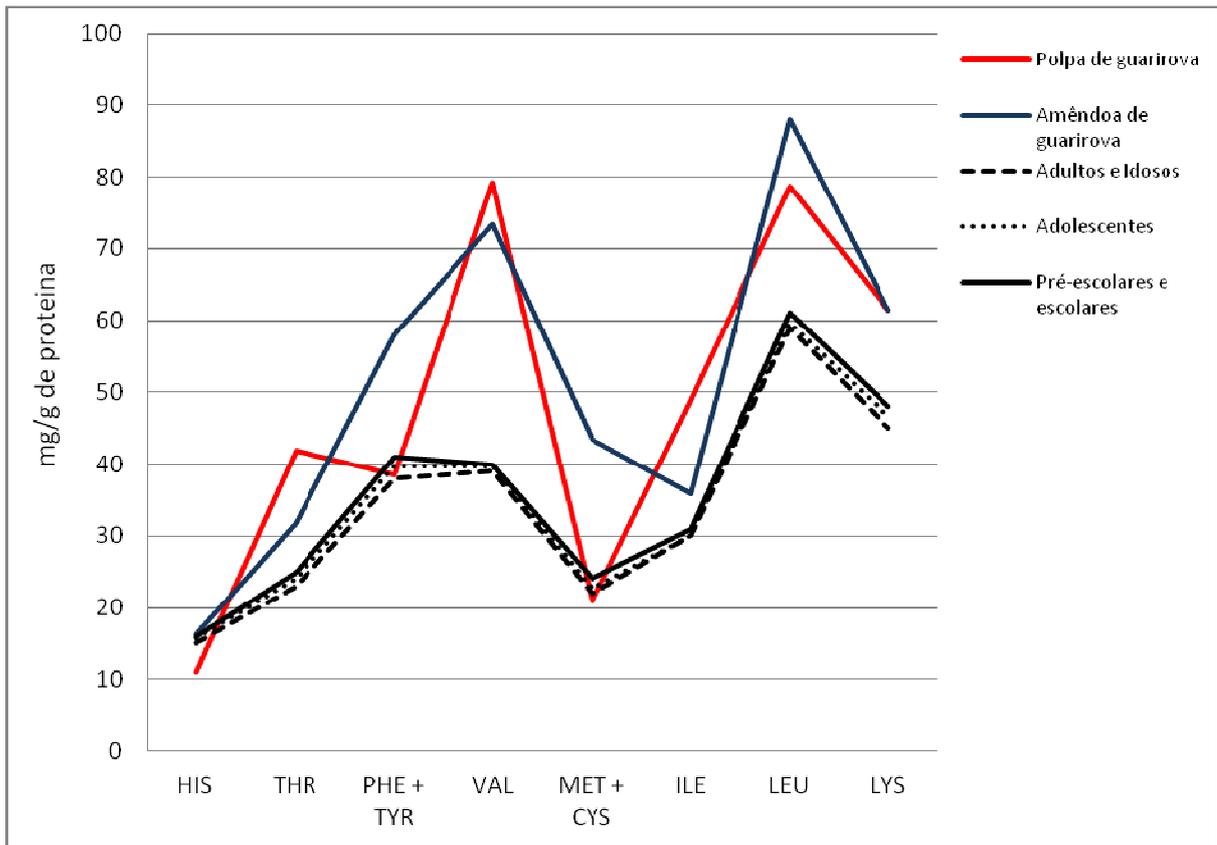


Figura 6 – Representação de aminoácidos essenciais da polpa e amêndoa de guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc., em relação aos padrões de referência da *World Health Organization* (2007) para adultos e idosos, adolescentes e pré-escolares e escolares.

HIS: Histidina; THR: Treonina; PHE: Fenilalanina; TYR: Tirosina; MET: Metionina; CYS: Cisteína; ILE: Isoleucina; LEU: Leucina; LYS: Lisina.

5.8 Albuminas e globulinas

Para verificar o conteúdo de proteínas nas amostras desengorduradas e liofilizadas, foi utilizado o método de Bradford (1976), onde se verificou que a polpa possui 1,31% e a amêndoa, 79% de proteínas.

O rendimento das frações protéicas da farinha desengordurada de amêndoa foi de 18,93% de albuminas e 81,07% de globulinas e para a polpa foi de 89,74% de albuminas e 10,26% de globulinas.

Ao realizar o fracionamento das proteínas identificou-se que na polpa da guarirova a proporção foi maior da fração albumina $521,9 \text{ g.kg}^{-1}$ e na amêndoa foi da globulina $744,5 \text{ g.kg}^{-1}$ (Tabela 9).

Tabela 9 - Proporções de albuminas, globulinas e a relação quantitativa de albumina para globulinas da amêndoa e polpa da guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.

	Polpa	Amêndoa
Albumina (g. kg^{-1})	$521,9 \pm 0,12$	$73,8 \pm 0,05$
Globulina (g. kg^{-1})	$445,6 \pm 0,09$	$744,5 \pm 2,1$
Relação Albumina/Globulina	1,17	0,09

5.9 Eletroforese e digestibilidade *in vitro*

Como demonstrado na eletroforese (Figura 7), as quatro frações demonstraram bandas de proteínas bem distintas entre elas. Na eletroforese, evidenciou-se que a albumina da polpa (AP) possui duas bandas de peso molecular próximo a 30 kDa, a albumina da amêndoa (AA) possui bandas proteicas de 14 a 60 kDa, a globulina da polpa (GP) apresentou bandas próximas de 30 kDa e acima de 60 kDa e a globulina da amêndoa (GA) acima de 66 kDa e abaixo de 30 kDa e a maior banda entre 45 e 66 kDa.

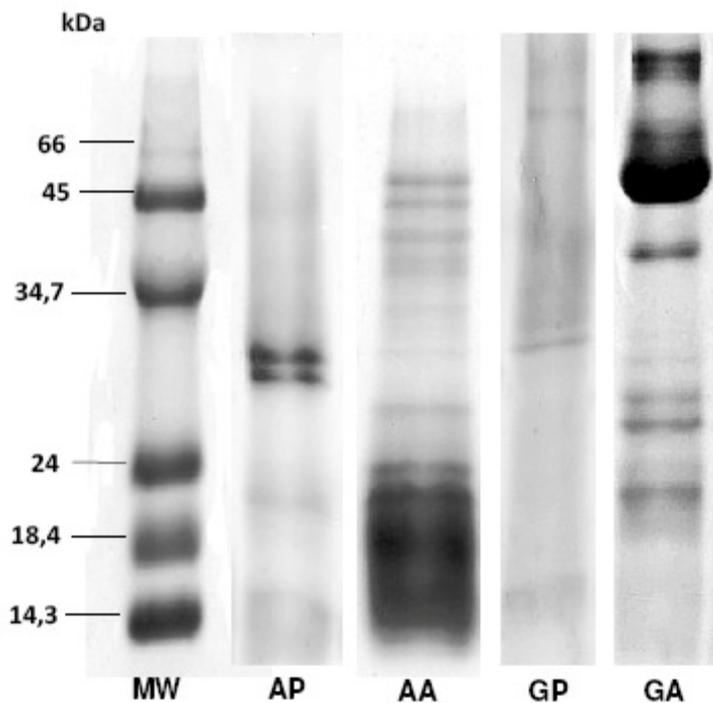


Figura 7 – SDS-PAGE de globulinas e albuminas da polpa e amêndoa da guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.

MW: marcadores de massa molecular; AP: albumina da polpa; AA: albumina da amêndoa; GP: globulina da polpa; GA: globulina da amêndoa.

A digestibilidade *in vitro* da proteína foi realizada nas amostras de farinha liofilizada da amêndoa e da polpa e ainda nas frações albumina e globulina dos frutos, utilizando a caseína como padrão (Tabela 10). Foram comparadas as amostras com tratamento enzimático (TE), com tratamento térmico (TT) e com tratamento térmico seguido do enzimático (TT+TE) e foi observado que houve diferença significativa entre as amostras TE e TT+TE. Comparando-se os resultados obtidos, verificou-se que as albuminas tiveram maior digestibilidade do que a caseína (proteína padrão) e as globulinas ($P < 0,05$).

Para a globulina da amêndoa, o IVPD foi menor em relação à caseína, com exceção do uso do tratamento térmico, que melhorou a digestibilidade. Na globulina da polpa, o IVPD foi maior do que a caseína com TT e TE.

Na maioria dos ensaios, o IVPD foi maior nas amostras em que ocorreu TT+TE ($P < 0,05$) com exceção da globulina da polpa ($P > 0,05$). Entretanto o TT foi maior do que o TE nas amostras AA, AP, GP e PI, mas não foi significativo ($P > 0,05$).

Tabela 10 – Digestibilidade protéica *in vitro* (IVPD) da albumina e globulina da polpa e amêndoa da guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.

Digestibilidade protéica <i>in vitro</i> (IVPD) (%)			
Amostras	Tratamento (TE)	Tratamento (TT)	Tratamento TT+TE
Caseína	74,89 ± 0,83 ^{Aa}	66,69 ± 1,21 ^{Aab}	85,45 ± 2,54 ^{Ab}
Albumina da Amêndoa (AA)	90,40 ± 1,64 ^{Ba}	96,91 ± 1,31 ^{Bab}	97,52 ± 2,22 ^{Bb}
Globulina da Amêndoa (GA)	72,18 ± 2,09 ^{Aa}	71,93 ± 0,75 ^{Aab}	74,35 ± 2,19 ^{Ab}
Farinha da Amêndoa Liofilizada (AI)	75,07 ± 1,31 ^{Aa}	72,72 ± 2,37 ^{Aab}	75,31 ± 2,76 ^{Ab}
Albumina da Polpa (AP)	91,12 ± 1,71 ^{Ba}	97,46 ± 0,91 ^{Bab}	98,60 ± 1,10 ^{Bb}
Globulina da Polpa (GP)	76,22 ± 1,81 ^{Aca}	81,35 ± 1,94 ^{Acab}	78,45 ± 1,03 ^{Acb}
Farinha da Polpa Liofilizada (PI)	77,85 ± 1,64 ^{Bca}	98,90 ± 0,73 ^{Bcab}	99,15 ± 1,10 ^{BCb}

TE=Tratamento enzimático; TT=Tratamento Térmico; TT+TE=Tratamento enzimático + Tratamento Térmico. Letras maiúsculas comparam a digestibilidade entre as amostras (linhas) e letras minúsculas comparam a digestibilidade entre os tratamentos utilizados (colunas). Valores médios na mesma linha e coluna seguidas por diferentes letras sobrescritas são significativamente diferentes ($P \leq 0,05$). Resultados são média ± desvio padrão de três determinações.

Nas Figuras 8 e 9 estão representadas as SDS-PAGE das amostras com os diferentes tipos de tratamento, podendo-se confirmar os resultados por meio da visualização das bandas proteicas e suas digestibilidades. Na Figura 8, comprovou-se que as IVPDs com tratamento térmico mais o enzimático foram melhores nas eletroforeses A, B e C. Na Figura 9, as IVPDS com o mesmo tipo de tratamento foram maiores nas eletroforeses B e C.

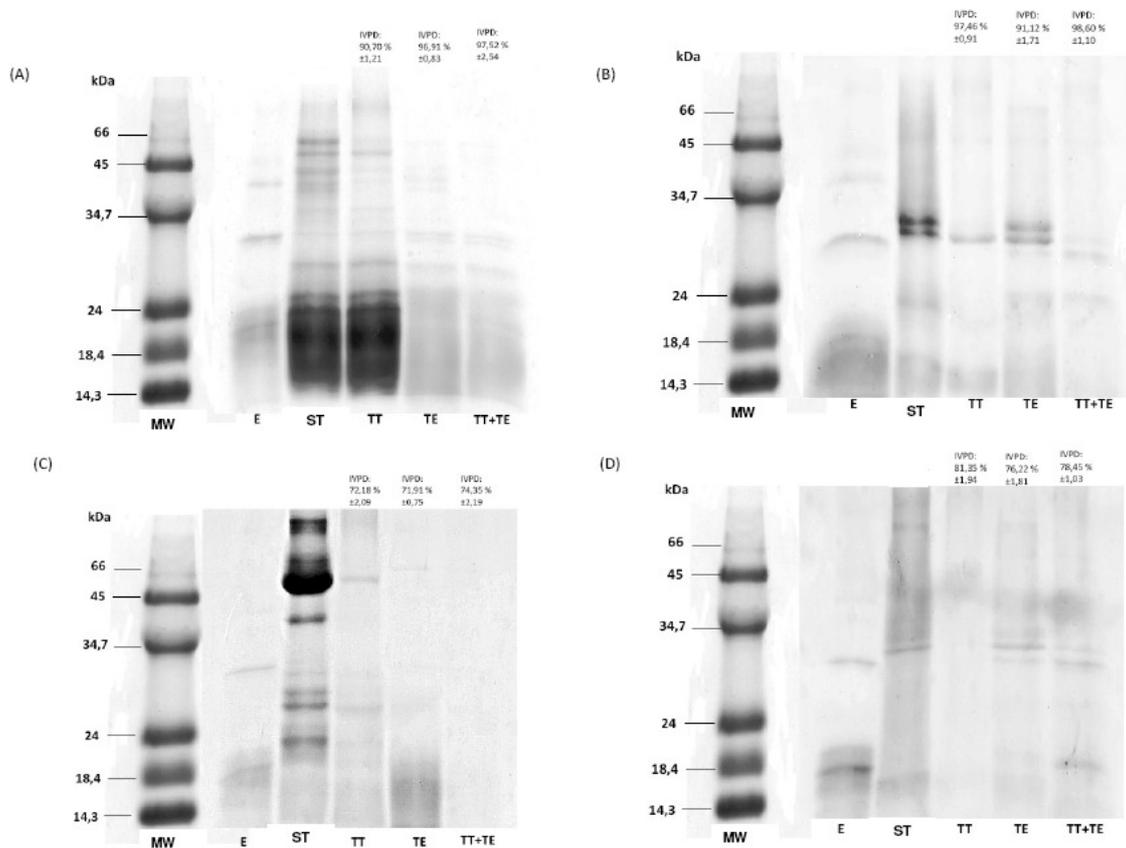


Figura 8. SDS-PAGE das proteínas da polpa e amêndoa da guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc., amostras sem e com diferentes tratamentos e suas digestibilidades *in vitro* (IVPD).

(A): Albumina da Amêndoa; (B): Albumina da Polpa; (C): Globulina da Amêndoa; (D): Globulina da Polpa. MW=Marcador de Peso Molecular; E=Mix de enzimas; ST=Amostra Sem Tratamento; TT=Tratamento Térmico; TE=Tratamento Enzimático; TT+TE= Tratamento Térmico e Enzimático.

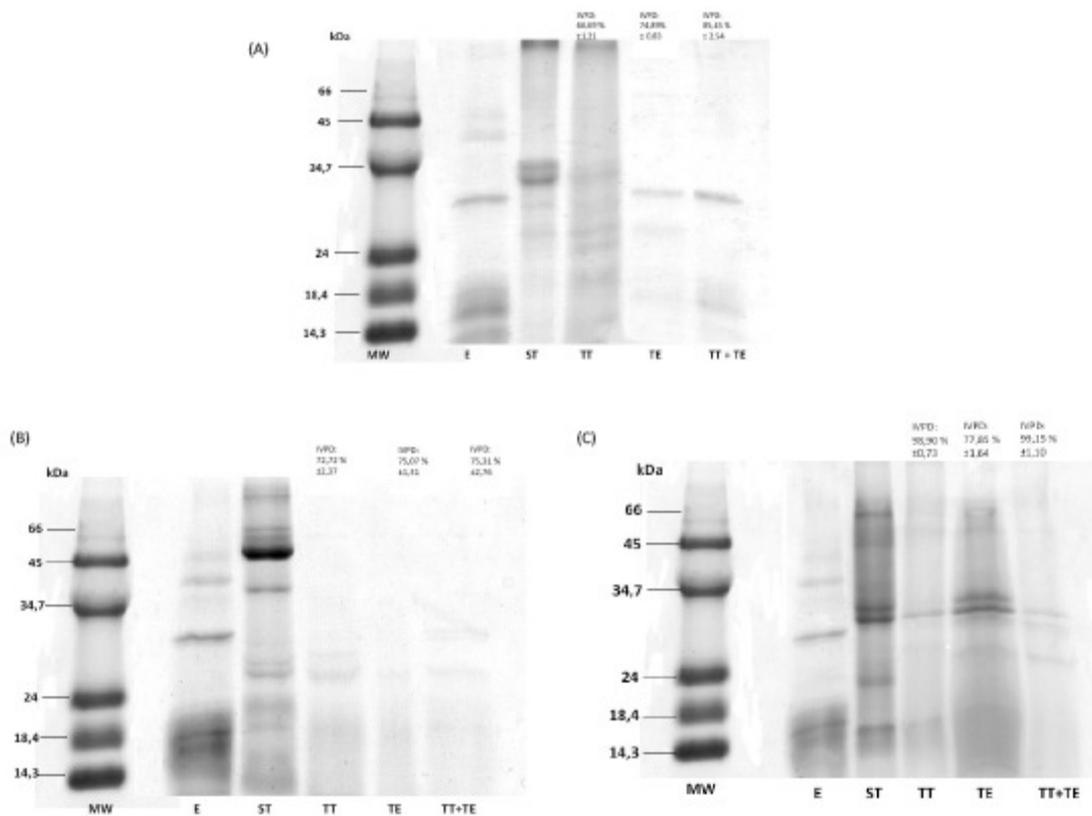


Figura 9. SDS-PAGE das amostras liofilizadas da polpa e amêndoa da guarirova, *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc., sem e com diferentes tratamentos e suas digestibilidades *in vitro* (IVPD).

(A): Caseína; (B): Farinha da Amêndoa Liofilizada; (C): Farinha da Polpa Liofilizada. MW=Marcador de Peso Molecular; E=Mix de enzimas; ST=Amostra Sem Tratamento; TT=Tratamento Térmico; TE=Tratamento Enzimático; TT+TE= Tratamento Térmico e Enzimático.

6 DISCUSSÃO

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), é importante para a indústria de alimentos conhecer o rendimento das frutas quando as mesmas forem processadas industrialmente, pois quanto maior seu rendimento maior a lucratividade. Rivas e Barilani (2004) afirmam que a estimativa do rendimento é primordial para as atividades relacionadas ao uso sustentável das frutas e Carvalho, Nazaré e Oliveira (2003) para o aproveitamento agroindustrial. A guarirova (polpa e amêndoa) obteve rendimento aproximadamente de 54 %, demonstrando que a guarirova pode ser um fruto utilizado na indústria de alimentos na forma de sucos, sorvetes, geleias, entre outros. Outro fruto semelhante à guarirova e também advindo de uma palmeira é a bocaiuva e sua polpa e amêndoa tem de 42 % (SANJINEZ-ARGANDOÑA; CHUBA, 2011) a 48 % (RAMOS et al., 2008) de porção comestível.

A guarirova possui valor calórico, em 100 g, mais alto (334,80 kcal na polpa e 605,48 % kcal na amêndoa) em relação a outros frutos da mesma família (*Arecaceae*), como a polpa e amêndoa da bocaiuva, com respectivamente 167,67 kcal (RAMOS et al., 2008) e 561,23 kcal (HIANE et al., 2006); polpa e amêndoa do licuri com 108,6 kcal e 527,3 kcal, respectivamente (CREPALDI et al., 2001) e a polpa de buriti com 114,9 kcal (OLIVEIRA; ROCHA, 2008).

O Valor Diário de Referência (VDR) representa o percentual que um alimento apresenta de calorias e nutrientes em uma dieta de 2000 Kcal (BRASIL, 2003). A amêndoa da guarirova apresenta maior VDR total do que a polpa, já que possui maior valor presença de lipídios e proteínas.

As fibras foram avaliadas pelo método de diferença e não houve comparação com outros frutos, pois esta metodologia não é a mais recomendada para a determinação de fibras alimentares. Existem outros métodos mais apropriados como, por exemplo: técnica enzimico-gravimétrica descrita por PROSKY et al. (1988), método enzimático-gravimétrico da *Official Methods of Analysis* (AOAC) (1997).

O teor de proteína da polpa de guarirova é maior do que encontrado em outras frutas, como observaram Coimbra e George (2011), em estudo onde a guarirova (11,59 %) apresentou o maior percentual de proteína do que o jerivá (5,41 %) e bocaiuva (6,72 %). Ramos et al. (2008) encontraram 1,50% de proteína na polpa de bocaiuva e Silva et al. (2008),

1,18 % no caju-cerrado, 0,50 % na gabioba, 1,20 % na mangaba, 0,72 % no murici e 1,15 % em pitomba.

Em comparação com estudo realizado por Bora e Moreira (2003), em que foram caracterizadas as propriedades físicas e físico-químicas do óleo da amêndoa da guarirova no estado da Paraíba, pode-se observar que em relação ao índice de refração (1,444) os resultados foram semelhantes. No entanto, os valores foram diferentes para o índice de iodo ($27,4 \text{ g I}_2 \cdot 100 \text{ g óleo}^{-1}$) e saponificação ($226,0 \text{ mg KOH} \cdot \text{g óleo}^{-1}$).

Segundo o Instituto Adolfo Lutz (1985) o índice de refração é característico para cada tipo de óleo e está relacionado com o grau de saturação das ligações, mas pode ser alterado por meio dos teores de ácidos graxos livres, oxidação e tratamento térmico. Como no estudo de Bora e Moreira (2003) os resultados foram semelhantes ao do estudo em questão, pode-se deduzir que esta é uma característica do óleo da amêndoa de guarirova, já que não existia parâmetro específico para este óleo.

O índice de iodo proporciona uma medida do grau de insaturação das gorduras extraídas por éter. Por essa razão, quanto maior a insaturação de um ácido graxo, maior será a sua capacidade de absorção de iodo e, conseqüentemente, maior será o índice de iodo. De fato, analisando-se os ácidos graxos, pode-se verificar que Bora e Moreira (2003) encontraram 27,49 % de monoinsaturados + polinsaturados, sendo maior do que encontrado no estudo em questão (9,61 %).

O índice de saponificação é considerado a massa de KOH, dado em miligrama, que é necessária para que ocorra a saponificação de um grama de óleo ou gordura, dessa forma, caracterizando os óleos ou gorduras. Pode-se dizer que quanto menor o peso molecular do ácido graxo, tanto maior será o índice de saponificação (MORETTO, 1986). Portanto, o óleo da guarirova, tanto da polpa quanto da amêndoa, pode ser utilizado na fabricação de sabão.

Na amêndoa da guarirova constou-se maior quantidade de ácido graxo láurico. No Brasil, os óleos de coco, palmiste e babaçu são as principais fontes deste ácido graxo (MACHADO; CHAVES; ANTONIASSI, 2006). O ácido graxo láurico pode ser benéfico à saúde, sendo responsável por algumas funções como, por exemplo, ação antimicrobiana (LOGRADA et al., 2010); em estudo com ratos, Veeresh et al. (2010) demonstraram que este ácido graxo impede o crescimento descontrolado de células cancerígenas da próstata; possui ainda a função de melhorar o sistema imunológico (WEATHERILL et al., 2005) e é antiinflamatório (MENENDÉZ et al., 2006). O ácido graxo láurico também possui

aplicabilidade na indústria de alimentos em substituição à gordura vegetal hidrogenada, já que esta gordura pode apresentar elevada concentração de ácido graxo *trans* (FARIA et al., 2008).

A gordura *trans* pode propiciar o aumento nos níveis de lipoproteína de baixa densidade (LDL), diminuir as concentrações sanguíneas de lipoproteína de alta densidade (HDL) (ALMEIDA; NASCIMENTO; QUAIOTI, 2002) e estão relacionadas ao aparecimento de doenças cardiovasculares (SILVA et al., 2005).

Apesar dos benefícios do ácido láurico, é importante salientar que o principal motivo da elevação sérica de colesterol é o consumo elevado de gordura saturada (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2001) e, portanto seu consumo deve ser observado.

A relação de MUFA/SFA e PUFA/SFA deve estar acima de 0,45 e valores abaixo da recomendação são considerados indesejáveis, pois podem aumentar o colesterol sanguíneo (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1984). Apenas a polpa da guarirova obteve valores acima de 0,45 sendo considerado um bom resultado.

A polpa da guarirova possui quantidades maiores de ácido graxo linoléico e oléico em relação à amêndoa ($P < 0,05$). O alto conteúdo de ácido linoléico é nutricionalmente importante, pois é um ácido graxo essencial (LUZIA; JORGE, 2009), precursor dos demais ácidos graxos da família ômega-6 (SPOSITO et al., 2007) sendo que este juntamente com o alfa-linolênico (C18:3 ω 3) são necessários para as funções cerebrais e os impulsos nervosos (YEHUDA et al., 2002). O consumo de alimentos com MUFA e PUFA é importante para a diminuição das frações lipídicas de LDL (Lipoproteína de Baixa Densidade) e VLDL (Lipoproteína de Muito Baixa Densidade). Entretanto quando consumidos em excesso podem induzir maior oxidação lipídica e diminuir o HDL (Lipoproteína de Alta densidade) (SPOSITO et al., 2007), sendo uma característica indesejável para a saúde.

Concentrações elevadas de ácido oléico e linoléico são características de nozes e sementes comestíveis, entretanto em polpa de frutas este fato possui menor ocorrência (FREITAS; NAVES, 2010). O ácido oléico (C18:1 ω 9) é monoinsaturado que possui as mesmas funções benéficas citadas anteriormente dos PUFAs e ainda não promove oxidação lipídica e nem diminui o HDL, sendo recomendado em dietas pois exerce funções de proteção contra aterogênese (SPOSITO et al., 2007). Harvey et al. (2010) observaram que o ácido oléico tem a capacidade de reduzir os efeitos inflamatórios do ácido esteárico (C18:0) em células endoteliais aórticas humanas.

A relação de ômega-6/ômega-3, na dieta humana, segundo World Health Organization (1995) deve ser de 5:1 – 10:1, sendo que na polpa da guarirova encontrou-se 24:1, semelhante

ao que ocorre no milho (32,5:1) e na aveia (22:1) (MARTIN et al., 2006). É importante salientar que os indivíduos devem consumir alimentos ricos em ômega-3 para diminuir a relação ômega-6/ômega-3 na alimentação diária (MARTIN et al., 2006). Segundo Simopoulos (2006) diversas doenças estão associadas com o aumento do consumo de ômega-6 e diminuição do ômega-3, como por exemplo, doenças crônicas, câncer, diabetes, asma, sendo importante o equilíbrio do consumo entre esses ácidos graxos.

De acordo com as recomendações do *Institute of Medicine/USA* (IOM) (2001), o consumo de 100 g de polpa de guarirova supriria 41,17 % das necessidades de ômega-6 de crianças (7 a 10 anos) e 26,50 % de adultos e idosos de ambos os gêneros, e 18 % das necessidades de ômega-3 em crianças (7 a 10 anos) e 11,04 % em adultos e idosos do sexo masculino e feminino. Para consumir 100 g de polpa do fruto são necessários de sete a oito frutos, já que cada fruto tem em média 13 g de polpa.

Segundo Assunção (2007), os pesquisadores Ulbricht e Southgate em 1991, propuseram dois índices que avaliam os ácidos graxos e seus efeitos no metabolismo das lipoproteínas. Estes índices chamados de IA (Índice de Aterogenicidade) e IT (Índice de Trombogenicidade) são aplicados para avaliar a qualidade nutricional dos óleos. Não existem valores recomendados para estes índices. No entanto, valores menores exprimem uma relação de ácidos graxos mais favoráveis e os valores maiores sugerem que o consumo do óleo estudado traz malefícios à saúde. Segundo Turan; Sönmez; Kaya (2007) é favorável que o IA e IT sejam menores pois representam maior quantidade de ácidos graxos anti-aterogênicos e por isso podem prevenir doenças coronarianas.

Para a razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) esperam-se resultados mais elevados, pois são considerados mais adequados nutricionalmente (SOUSA BENTES et al., 2009) e estão mais relacionados com o metabolismo de colesterol (MENEZES et al., 2009).

Os índices de qualidade nutricional da fração lipídica das amostras avaliadas, o IA, IT e HH foram superiores nos óleos da polpa da guarirova, ao comparar com os valores obtidos para a amêndoa. O óleo da polpa da guarirova pode ser comparado, ao óleo dos peixes cachara, pintado, pacu e dourado encontrados por Ramos-Filho et al. (2008), os quais variaram de 0,49 a 0,86; 0,33 a 1,16 e 1,49 a 1,84 para IA, IT e HH, respectivamente. O mesmo ocorre, em relação ao óleo do salmão (IA = 0,56; IT = 0,23 e o HH = 2,34) (TONIAL et al., 2010) e de tilápia (IA = 0,67 a 0,49; IT = 0,90 a 1,09 e HH = 1,39 a 2,01) (TONIAL et

al., 2011). Já para o óleo da amêndoa da guarirova, os valores foram mais próximos aos índices do óleo de coco (IA = 14,0 e IT = 6,0) (ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991).

Quanto ao teores de minerais avaliados, todos os minerais ficaram abaixo da IDR. Segundo a Portaria Nº 31, de 13 de janeiro de 1998, a polpa e a amêndoa de guarirova não possui nenhum mineral cujo teor os classifica como fonte ou rico nesse nutriente, já que, para ser fonte ou rico, o conteúdo do mineral deve atingir 15 % e 30 % da IDR respectivamente (BRASIL, 1998).

Comparando-se o conteúdo de minerais da amêndoa da guarirova com outros estudos, pode-se identificar que o sódio da amêndoa em questão ($79,78 \mu\text{g.g}^{-1}$) obteve maior concentração em relação à amêndoa da bocaiuva ($21,24 \mu\text{g.g}^{-1}$) (HIANE et al., 2006) e menor em relação ao amendoim ($258,8 \mu\text{g.g}^{-1}$) (FREITAS; NAVES, 2010).

Os teores de ferro ($35,92 \mu\text{g.g}^{-1}$), cálcio ($0,90 \text{mg.g}^{-1}$) e potássio ($3,5 \text{mg.g}^{-1}$) da amêndoa da guarirova são semelhantes ao teor de ferro da bocaiuva ($32,91 \mu\text{g.g}^{-1}$) (HIANE et al., 2006) e sapucaia ($32,65 \mu\text{g.g}^{-1}$) (DENADAI et al., 2007), assim como o cálcio ($0,94 \text{mg.g}^{-1}$) e potássio ($3,77 \text{mg.g}^{-1}$) da bocaiuva (HIANE et al., 2006). A concentração de zinco na amêndoa da guarirova ($46,70 \mu\text{g.g}^{-1}$) demonstrou estar maior do que nas amêndoas de bocaiuva ($30,93 \mu\text{g.g}^{-1}$) (HIANE et al., 2006), no amendoim ($35,0 \mu\text{g.g}^{-1}$) (FREITAS; NAVES, 2010), na sapucaia ($40,37 \mu\text{g.g}^{-1}$) (DENADAI et al., 2007) e no baru ($41,0 \mu\text{g.g}^{-1}$) (TAKEMOTO et al., 2001), mostrando assim, que o zinco é o mineral com maior concentração na amêndoa da guarirova, comparando com outras amêndoas comestíveis.

A polpa da guarirova apresentou concentrações maiores de manganês ($15,16 \mu\text{g.g}^{-1}$), cobre ($13,76 \mu\text{g.g}^{-1}$), fósforo ($0,70 \text{mg.g}^{-1}$) e potássio ($9,90 \text{mg.g}^{-1}$) em relação aos teores de minerais da polpa de bocaiuva com os valores de $1,38 \mu\text{g.g}^{-1}$; $2,43 \mu\text{g.g}^{-1}$; $0,36 \text{mg.g}^{-1}$; $7,66 \text{mg.g}^{-1}$, respectivamente (RAMOS et al., 2008). Ainda em relação à polpa de guarirova, os teores estiveram maiores para cálcio ($2,0 \text{mg.g}^{-1}$) e zinco ($48,47 \mu\text{g.g}^{-1}$) em relação às polpas de bocaiuva ($0,61 \text{mg.g}^{-1}$ e $6,02 \mu\text{g.g}^{-1}$) (RAMOS et al., 2008), gabirola ($0,08 \text{mg.g}^{-1}$ e $6,2 \mu\text{g.g}^{-1}$), murici ($0,78 \text{mg.g}^{-1}$ e $6,4 \mu\text{g.g}^{-1}$) e chichá ($1,16 \text{mg.g}^{-1}$ e $23,3 \mu\text{g.g}^{-1}$) (SILVA et al., 2008) respectivamente, e maior também em relação ao estudo de Marin (2006), em que foi avaliado o conteúdo de minerais de 18 frutos do cerrado, sendo que o maior conteúdo de zinco foi de $17,0 \mu\text{g.g}^{-1}$ presente na macauba e menor $0,1 \mu\text{g.g}^{-1}$ para seriguela; e para o cálcio o maior conteúdo foi para $0,51 \text{mg.g}^{-1}$ para o buriti e o menor $0,03 \text{mg.g}^{-1}$ para o cajuzinho do cerrado. Dessa forma, fica evidenciado que em relação a outros frutos do cerrado a polpa da guarirova possui teores substanciais de cálcio e zinco.

Esses minerais são de extrema importância para o organismo humano. O cálcio participa de diversos processos metabólicos, na manutenção e desenvolvimento da massa óssea e ainda na prevenção e tratamento da osteoporose (HEGSTED, 2001; KRONER, 2011). O zinco possui inúmeras funções (KRONER, 2011) dentre elas, destacam-se a sua participação como cofator de aproximadamente 300 enzimas (MCCALL; HUANG; FIERKE, 2000), possuem capacidade antioxidante (KOURY; DONANGELO, 2003; DENISE; COZZOLINO, 2004) e ainda está relacionado com o sistema imune (PERES; KOURY, 2006).

Analisando-se a composição em carotenóides na polpa da guarirova estudada, verificou-se a presença de luteína, e este não é um pigmento precursor de vitamina A (CAMPOS; ROSADO, 2005; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001), entretanto possui propriedades antioxidantes (STRINGHETA et al., 2006). Carotenóides provitamínicos A, como o β -caroteno, α -caroteno e β -criptoxantina e também são antioxidantes, pois possuem a capacidade de neutralizar os radicais livres (FERRARI; TORRES, 2002). A polpa de guarirova possui 0,22 $\mu\text{g/g}$ de luteína e resultado semelhante foi o encontrado no mamão papaia, em que Carvalho (2000) observou 0,20 $\mu\text{g/g}$ de luteína.

O α -caroteno foi identificado como a maior fração dos carotenóides na polpa de guarirova (0,59 $\mu\text{g/g}$ de polpa úmida), sendo que, concentração semelhante foi detectada por Rodriguez-Amaya, Kimura, Amaya-Farfan (2008) na acerola (0,5 $\mu\text{g/g}$). No coquinho-azedo foi detectado apenas 0,1 $\mu\text{g/g}$ (FARIA, 2008) e na abóbora, variação de 24,85 a 58,16 $\mu\text{g/g}$ de α -caroteno (CARVALHO et al., 2011). Diante dos estudos apresentados, pode-se dizer que a polpa de guarirova não possui quantidades substanciais de luteína e nem α -caroteno.

A polpa de outros frutos do cerrado foi analisada quanto à composição em carotenóides, como a bocaiuva, (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.) (RAMOS et al. 2008), bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.) (HIANE et al. 2003) e piqui (*Caryocar brasiliense* Camb.) (RAMOS et al., 2001) sendo detectados, respectivamente, 49,0; 17,3 e 14,7 μg de β -caroteno/g de amostra úmida, indicando que os frutos do cerrado, são boas fontes de carotenóides pró-vitamínicos A. Entretanto não se aplicou a mesma característica à guarirova, neste estudo, pois não foi identificado este tipo de carotenoide. Coimbra e Jorge (2012) avaliaram o teor de carotenóides totais em guarirova no óleo da polpa do fruto; no entanto, a expressão do resultado foi dada em β -caroteno, sem terem sido identificados os pigmentos presentes, não sendo possível fazer uma comparação entre os dois resultados.

Em termos de valor de vitamina A, a polpa da guarirova fornece 1,50 Equivalente de Atividade de Retinol-RAE/100 g de amostra úmida, teor calculado através da interconversão do α -caroteno em equivalente de retinol (CAMPOS; ROSADO, 2005). O resultado é inexpressivo quando comparado à polpa do fruto do buriti, outra palmeira importante do cerrado brasileiro, onde Campos e Rosado (2005) apresentaram valor de 3332 RAE/100 g de amostra. O resultado obtido é baixo também em relação ao pequi que apresentou, ainda pelo referido estudo, 29 RAE/100 g de amostra. Da mesma maneira, comparado a um fruto com baixíssima atividade pró-vitáminica A, a polpa de guarirova tem menor potencial para formação do retinol, uma vez que o morango tem teor de 2 RAE/100 g de amostra. O baixo índice em RAE pode ser explicado pelo baixíssimo teor de pigmentos encontrados e por apenas o α -caroteno, ter biopotência vitamínica A.

Quando analisado os fenólicos totais na polpa da guarirova, observou-se que o extrato hidroetanólico apresentou maior teor de fenólicos totais em comparação com o extrato aquoso, 4,47 e 3,76 g EAG/kg de massa seca, respectivamente. Estudo realizado por Roesler et al. (2007) apresenta a quantificação de fenólicos em sementes, polpa e casca de diversos frutos do cerrado brasileiro. O extrato aquoso da polpa do pequi (20,88 g de EAG/kg ms) e da polpa de outros quatro frutos apresentou maior quantidade de compostos fenólicos quando comparados ao extrato aquoso de guarirova, sendo eles, a cagaita (16,23 g de EAG/kg ms), o araticum (16,91 g de EAG/kg ms) e a lobeira (25,81 g de EAG/kg ms). Os extratos de cagaita, lobeira e pequi não foram obtidos exclusivamente da polpa, sendo que do pequi e lobeira utilizou-se semente e polpa, e da cagaita utilizou-se a casca e a polpa, assim como para guarirova. Esse dado é mais um indicativo da baixa concentração desses compostos no fruto de guarirova em relação a outros nativos da mesma vegetação. Somente o extrato aquoso de um dos frutos do cerrado estudados, a polpa de banha de galinha, *Swartzia langsdorfii* Radlk, apresentou quantidade de fenólicos menor que a guarirova (1,59g de EAG/kg) (ROESLER et al., 2007).

Da mesma maneira, Damiani et al. (2011) realizaram testes com extrato aquoso de polpa de araçá (*Psidium guinnensis* Sw.), que apresentou teor em fenólicos totais de 1,13g EAG/kg de massa sólida, menor que da guarirova. Silva (2010) observou que os frutos pateiro e laranjinha do pacu apresentaram 0,10 e 0,43 g de EAG/kg de fenólicos totais. Por sua vez, Coimbra e Jorge (2012), obtiveram resultado de 2,68g de EAG/kg da própria guarirova, porém em determinação procedida no óleo da polpa, valor menor ao apresentado neste estudo. Foram realizados testes por Vieira et al. (2011), utilizando-se como amostra frutos de

consumo nacional mais habitual, a goiaba (1,04 g de EAG/kg) e o tamarindo (0,23 g de EAG/kg) que apresentaram teor menor de compostos fenólicos em relação ao da guarirova.

Para obter melhores resultados, fatores como o solvente a ser utilizado na extração e tempo ideal para uma boa extração podem ser objetos de estudos posteriores para melhor caracterização química da guarirova, em termos de compostos fenólicos.

Além de elucidar o total de fenólicos, Roesler et al. (2007) também caracterizaram a atividade antioxidante de diversos frutos nativos do cerrado. Assim como em comparação de fenólicos, o extrato de guarirova não mostrou boa capacidade de sequestrar radicais livres. Os extratos aquosos de cagaita, pequi e araticum apresentaram valor de IC50 de 879,33; 534,43 e 1321,93 µg/mL de extrato, respectivamente. Convertendo-se a unidade de IC50 para fins comparativos, tem-se valor de 30140,00 µg/mL de extrato aquoso o qual é 56 vezes maior em relação ao extrato aquoso de pequi e 22 vezes maior ao do araticum, sendo um resultado ruim em relação à atividade antioxidante, pois quanto maior o valor de IC50, menor a atividade antioxidante.

Frutos tropicais mostram-se excelentes fontes de compostos fenólicos, o que também lhes conferem bom desempenho antioxidante (MELO et al., 2008). Em relação a esses frutos tropicais, os quais são mais comumente consumidos pela população brasileira, seu extrato hidroetanólico mostrou-se superior. Vieira et al. (2011) obtiveram valores de IC50 de 1,74 e 19,96 µg/mL de extrato, para a acerola e goiaba, respectivamente, os dois melhores frutos nesses parâmetros em discussão.

A menor capacidade antioxidante dos extratos da polpa do fruto de guarirova talvez se deva à presença de compostos antioxidantes com menor efetividade e/ou menor reatividade com o radical livre utilizado no teste. Além disso, estudos sobre o processo de extração e solvente utilizado, estágio de maturação do fruto, poderiam acarretar no melhor aproveitamento dos compostos antioxidantes da polpa do fruto. Novas pesquisas devem ser realizadas para elucidar e confirmar resultados, sugerindo estudos analíticos inter e intralaboratoriais.

O teor de taninos em extrato hidroetanólico foi de 83,47 mg EAT/100 g de polpa integral. Já o extrato aquoso mostrou teor menor, sendo de 71,19 mg de EAT/100 g de polpa. Dos poucos estudos de taninos realizados em frutos do cerrado, Silva (2010) apresenta a composição de taninos em semente de sapatá, semente de caraguatá e polpa de tarumã (257,74; 306,73 e 317,07 mg EAT/100g de amostra integral, respectivamente). Em outra espécie não nativas do cerrado, Barcelos et al. (2001) encontraram teor de 2,77 %, no café.

Buscas posteriores, em estágios de maturação de frutos diferentes, podem revelar quantidade de taninos maior que a encontrada neste estudo. Segundo Corrêa et al. (2000), o teor de taninos varia significativamente durante a maturação do fruto. Devido à baixa concentração de taninos em relação a outras espécies, há menores prejuízos na absorção de minerais quando da ingestão do fruto *in natura*. Entretanto o fato de se detectar baixas concentrações de taninos pode ser considerado um fator positivo do ponto de vista dos fatores antinutricionais. Os taninos podem diminuir a digestibilidade de proteínas e carboidratos e ainda podem ocasionar diminuir a absorção de ferro, glicose e vitaminas (LIENER, 1994).

Em relação aos inibidores de proteases, neste estudo, as amostras de polpa e amêndoa da guarirova não apresentaram inibição da tripsina e quimiotripsina e também não demonstraram atividade hemaglutinante, podendo-se recomendar o fruto para consumo; diferentemente das leguminosas onde são encontrados esses fatores, como por exemplo: na soja (VASCONCELOS; GUIMARÃES; CARLINI, 1994), no feijão comum (BONETT et al., 2007), feijão preto (DUARTE et al., 2010), ervilhas (PARK, KIM, BAIK, 2010), em sementes de leguminosas arbóreas da Amazônia (CHEVREUIL et al., 2009). Para estes alimentos existe a necessidade de aquecimento para a inativação dos fatores antinutricionais (SILVA; SILVA, 2000).

Em frutas existem poucos estudos que tenham detectado a presença de inibidores de proteases ou atividades hemaglutinantes por ação da lectina. Lima et al. (2008) encontraram inibidor de tripsina em jaboticabas, com maior teor na semente, seguida pela casca e fruto inteiro e em menor quantidade na polpa e a atividade hemaglutinante na casca. Hiane et al. (2006) detectaram em amêndoas de bocaiuva, baixas concentrações de lectinas e não foi demonstrada a presença de inibidores de proteases. Barbosa (2006) não detectou na amêndoa do bacuri a presença destes fatores. Em outros alimentos como na semente de sapucaia, foram encontrados baixos níveis ou não detectáveis de inibidores de proteases e lectinas (DENADAI et al., 2007) e em algas marinhas brasileiras foram encontradas atividades hamaglutinantes e presença de fatores antinutricionais (BENEVIDES et al., 1998).

Segundo Silva e Silva (2000), os malefícios dos inibidores de proteinases são relatados em estudos com animais, sendo observado hipertrofia pancreática. Algumas lectinas podem apresentar toxicidade e outras não.

Avaliando-se o perfil de aminoácidos da polpa e amêndoa da guarirova, observou-se que a amêndoa do fruto atingiu todas as recomendações de aminoácidos essenciais, entretanto a polpa esteve abaixo do recomendado em histidina ($11,1 \text{ mg.g}^{-1}$) e metionina + cisteína ($20,9$

mg.g⁻¹). Outros alimentos, como nozes e sementes comestíveis (amêndoas, amendoim e noz) também possuem deficiência nestes aminoácidos (FREITAS; NAVES, 2010). Em estudo realizado por Fernandes et al. (2010), a amêndoa do baru também não atingiu a recomendação de metionina + cisteína (22 mg.g⁻¹). Na alimentação é importante manter o consumo recomendado de histidina, já que este aminoácido também é considerado indispensável. Isso ocorre devido à diminuição dos níveis de hemoglobina quando a dieta tem baixo teor de histidina (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007). Kriengsinyos et al. (2002) confirmaram a importância deste aminoácido quando observaram indivíduos com dieta sem histidina por mais de 48 dias e isto resultou no declínio de albumina e transferrina. A metionina também possui várias funções primordiais no organismo tais como cofator de outros aminoácidos, ação antioxidante e atuar como doador de metila para outras moléculas, sempre essencial na formulação de RNA e DNA (HAULRIK et al, 2002).

Segundo Freitas e Naves (2010), as sementes e nozes por serem ricas em aminoácidos essenciais podem auxiliar no tratamento de pacientes com complicações nutricionais, portanto a amêndoa da guarirova também pode ser utilizada para suprir as necessidades de aminoácidos essenciais por possuir as mesmas características de outras sementes comestíveis. O consumo adequado de aminoácidos essenciais possui grande importância à saúde, pois são precursores de hormônios, coenzimas, vitaminas e substâncias neurotransmissoras (NELSON; COX, 2010).

A deficiência dos aminoácidos essenciais pode ocasionar alterações na síntese de proteínas. Nas crianças, pode provocar alterações bioquímicas e fisiológicas prejudicando seu crescimento, desenvolvimento e possibilitando o aparecimento de *kwashiorkor*, esta é um tipo de desnutrição proteico-energética em que ocorre deficiência no consumo alimentar de proteína, mesmo que a ingestão calórica se mantenha adequada (HEIMBURGER, 2009). O *kwashiorkor* possui manifestações como edema, fígado gorduroso e hipoalbuminemia (TIRAPEGUI; CASTRO; ROSSI, 2011).

Ao realizar o fracionamento das proteínas, identificou-se que na polpa da guarirova a proporção foi maior da fração albumina (89,74 %), e na amêndoa foi a da globulina (81,06 %). A semente do baru (61,7 %) (*Dipteryx alata* Vog.) (CRUZ et al, 2011) e a amêndoa de bocaiuva (53,5 %) (HIANE et al, 2006) também mostraram maior proporção de globulinas; assim como Park, Kim, Baik (2010) que também detectaram uma prevalência de globulinas em oito variedades de ervilhas (média das variedades = 55,04 %).

A relação Albumina/Globulina foi de 1,17 e 0,09 para a polpa e amêndoa de guarirova respectivamente, evidenciando que a polpa possui quantidades próximas e a amêndoa possui proporções completamente distintas das duas proteínas. Park, Kim, Baik (2010) encontraram valores que variaram de 0,29 a 0,48 e nestas amostras de estudos não houve diferenças significativas já que se tratava de oito tipos de ervilhas e as amostras eram semelhantes. O estudo da globulina em diferentes alimentos tem despertado interesse científico no seu isolamento e caracterização (NEVES; SILVA; LOURENÇO, 2004). As globulinas são proteínas largamente distribuídas no reino animal e vegetal e são importantes na germinação, possuindo funções estruturais e catalíticas. No homem, essas frações protéicas estão envolvidas no sistema imunológico, transporte de substâncias, incluindo lipídeos, hormônios e íons inorgânicos (ARAÚJO et al., 2002; SGARBIERI, 1996).

A proporção de albuminas, globulinas e outras proteínas nos alimentos difere conforme o tipo de alimento, espécie e variedade. Estas diferentes concentrações são responsáveis pela qualidade nutricional e propriedades funcionais de cada alimento (NEVES; LOURENÇO; SILVA, 2001). Entretanto, os mesmos autores afirmam que, os alimentos que contem maior proporção de albuminas, possuem melhor qualidade nutricional nas proteínas. Em contrapartida, Deckard; Tsai; Tucker (1994) relatam que alimentos com altas concentrações de albumina e globulina são características desejáveis nos alimentos, pois ambas são ricas em aminoácidos.

A determinação do número e dos pesos moleculares das frações protéicas foi realizada em eletroforese em gel de poliacrilamida ou chamada também de SDS-PAGE (*sodium dodecyl sulphate polyacrilamide gel electrophoresis*) sendo este um método fácil de executar e de custo acessível (ANEMA, 2009). Com a execução da eletroforese pode-se observar as proteínas das frações e seus pesos moleculares. Não foram encontradas eletroforeses de albuminas e globulinas de polpas de outros frutos do cerrado para realizar as comparações com os pesos moleculares da polpa de guarirova, entretanto para a amêndoa, observou-se que a globulina apresentou uma banda protéica entre 45 e 66 kDa e outras menores entre 20 e 45 kDa. Em estudo realizado por Hiane et al. (2006), observaram que a globulina da amêndoa de bocaiuva apresentou três bandas, sendo uma acima de 100 kDa, outra de 66 kDa e de 60 kDa. Na amêndoa de sapucaia, Denadai et al. (2007) identificaram na globulina bandas 18 kDa, 34 kDa, 40 kDa e 50 kDa. As albuminas da amêndoa de guarirova apresentaram várias bandas protéicas entre 14 e 50 kDa. Denadai et al. (2007) identificaram diversas bandas nas albuminas da amêndoa de sapucaia, entre aproximadamente 18 a 100 kDa. Para comparar

com outro alimento rico em proteínas, verificou-se no trabalho de Jacinto (2007) que a fração albumina da linhaça obteve predominância de uma banda por volta de 20 kDa e outras bandas menores entre 20 a 120 kDa.

Em relação à digestibilidade protéica *in vitro*, verificou-se que as albuminas tiveram maior digestibilidade do que a caseína (proteína padrão) e as globulinas. Normalmente as albuminas, principalmente de leguminosas, têm menor digestibilidade por possuírem fatores antinutricionais como inibidores de proteases e lectinas (LAJOLO; GENOVESE, 2002). Entretanto neste estudo isso não ocorreu, já que a albumina obteve uma alta digestibilidade e não foi encontrada a presença desses fatores. Isto deve ocorrer devido ao tratamento térmico, já que o mesmo torna mais suscetível a ação das enzimas, pois as estruturas terciárias e quaternárias da albumina podem ser parcialmente destruídas (GUO; YAO; CHEN, 2007). Para as albuminas não aquecidas e que tiveram IVPD elevados, pode-se supor que outros fatores que poderiam diminuir a IVPD não estavam presentes ou continham em pequenas quantidades, como fatores antinutricionais, ou não formação de complexos com as proteínas e taninos, lignina e polissacarídeos, dessa forma, não interferindo na hidrólise das albuminas (LANFER MARQUES; LAJOLO, 1991). Como as albuminas tiveram melhor digestibilidade, o mesmo ocorreu com a farinha da polpa liofilizada, que também obteve maior digestibilidade do que a caseína e as globulinas, isto se deve provavelmente pela presença predominante da albumina nessa amostra.

Clemente et al. (2000) também verificaram que as albuminas do grão de bico tiveram digestibilidade aumentada com o calor e na presença de agentes redutores, sugerindo que houve quebra nas estruturas terciárias da proteína, por desnaturação protéica.

Na globulina da polpa, o IVPD foi maior do que a caseína com TT e TE. Em contrapartida, Cruz et al. (2011) observaram na semente do baru, que a digestibilidade da globulina foi menor em relação à caseína.

No estudo de Park, Kim, Baik (2010), em que foi avaliada a digestibilidade da globulina com enzimas e identificaram resíduos parcialmente digeridos com peso molecular abaixo de 20kDa, porém com o TT+TE, os resíduos desapareceram. Na Figura 9, observa-se que a globulina da amêndoa também é totalmente digerida com os TT+TE, mas a globulina da polpa é melhor digerida com o TT e menos nos demais tratamentos. O aquecimento é responsável pela desnaturação protéica e conseqüentemente o aumento da digestibilidade das proteínas, pois em proteínas de origem vegetal o tratamento térmico destrói a parede celular e deixa as proteínas disponíveis para a ação enzimática (SILVA, 2006; SGARBIERI, 1996).

Este tratamento de forma moderada leva à inativação de inibidores de proteases, ao aumento da digestibilidade e a melhora da biodisponibilidade de aminoácidos (ARAÚJO, 2011).

A farinha da amêndoa obteve menor IVPD provavelmente em função da presença de outros compostos como as fibras, que podem modificar e diminuir a digestibilidade das proteínas, por aumentar a liberação de nitrogênio (ARAÚJO, 2011).

7 CONCLUSÕES

- A polpa e amêndoa da guarirova representou mais de 50% de porção comestível em relação ao peso total do fruto, mostrando ter bom rendimento para aproveitamento na indústria alimentícia.
- Polpa e amêndoa de guarirova mostraram ser potenciais fontes de nutrientes, verificando-se que a polpa possui maior quantidade significativa de carboidratos e a amêndoa possui elevada concentração de lipídios e alto valor calórico.
- O índice de iodo do óleo da polpa de guarirova é maior que o da amêndoa; e não houve diferenças significativas para os índices de refração e de saponificação, ao comparar polpa e amêndoa.
- A amêndoa possui maior concentração de gordura saturada com predomínio do ácido láurico. Não foi detectado o ácido graxo ômega-3 e observou-se quantidades pequenas de ômega-6 e ômega-9. A polpa apresentou concentrações acima de 50% de ácidos graxos monoinsaturados e polinsaturados, com maior percentual de ômega-6 e ômega-9; e menor de ômega-3.
- Em relação aos índices de qualidade nutricional, o óleo da polpa da guarirova mostrou melhor potencial para a promoção da saúde quando comparado aos da amêndoa.
- Em relação aos minerais, observou-se que a polpa e a amêndoa não são consideradas fontes ou ricas nesses nutrientes.
- O principal carotenoide encontrado na polpa da guarirova foi o α -caroteno, mas a sua quantidade não mostrou potencialmente que a amostra é uma boa fonte de vitamina A. Resultados dos compostos bioativos determinados e que apresentam atividade antioxidante, os fenóis, o α -caroteno, a luteína e os taninos, apresentaram valores muito inferiores aos dos encontrados na literatura para as frutas com alto potencial antioxidante.
- Não foi detectada a presença de inibidores de proteases e lectinas nas amostras estudadas.
- A análise de aminoácidos demonstrou que a amêndoa da guarirova possui quantidades adequadas de aminoácidos essenciais recomendados pela Organização Mundial da Saúde e a polpa possui concentrações pouco abaixo da cota dietética recomendada apenas para histidina e metionina + cisteína.

- A amêndoa possui maior fração protéica em globulina e a polpa em albumina.
- A avaliação da digestibilidade *in vitro* demonstrou que a polpa e a amêndoa da guarirova possuem melhor digestibilidade protéica em relação à caseína (proteína padrão), principalmente as albuminas.

REFERÊNCIAS

Adegoke GO, Vijay Kumar M, Gopala Krishna AG, Varadaraj MC, Sambaiah K, Lokesh BR. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal. *J Food Sci Technol Mysore*. 1998; 35(4): 283-98.

Agostini-Costa T, Vieira RF. Frutas nativas do cerrado: qualidade nutricional e sabor peculiar. Embrapa [on line]. [acesso em 20 fev 2012]. Disponível em: <http://www.cenargen.embrapa.br/cenargenda/divulgacao2008/nativacerrado.pdf>.

Alfenas AC, Peters I, Brune W, Passador GC. Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais. Viçosa: UFV; 1991.

Almeida MMB, Sousa PHM, Fonseca ML, Magalhães CEC, Lopes MFG, Lemos TLG. Avaliação de macro e microminerais em frutas tropicais cultivadas no nordeste brasileiro. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2009; 29(3): 581-6.

Almeida SS, Nascimento PC, Quaioti CB. Quantidade e qualidade de produtos alimentícios anunciados na televisão brasileira. *Rev Saúde Públ*. 2002; 36(3):353-5.

American Association of Cereal Chemists. Approved Methods: Method 46-30. St Paul: AACC; 2000.

American Oil Chemists Society. Official methods and recommended practices of the AOCS. Champaign: AOCS; 1998.

Anema SG. The use of "lab-on-a-chip" microfluidic SDS-PAGE electrophoresis technology for the separation and quantification of milk proteins. *Int Dairy J*. 2009; 19(4): 198-204.

Angelis RC. Digestão e Absorção Gastrintestinais. In: Angelis RC, Tirapegui J. *Fisiologia da nutrição humana: aspectos básicos, aplicados e funcionais*. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2007. p. 191-204.

Araújo AH, Cardoso CB, Pereira EA, Lima LM, Oliveira AS, Miranda MRA, et al. *In vitro* digestibility of globulins from cowpea (*Vigna unguiculata*) and xerophitic algaroba (*Prosopis juliflora*) seeds by mammalian digestive proteinases: a comparative study. *Food Chem.* 2002; 78:143-7.

Araújo JMA. Química de alimentos: teoria e prática. 5 ed. Viçosa: UFV; 2011.

Askar A. Faba beans (*Vicia faba* L.) and their role in the human diet. *Food Nutr Bull.* 1986; 8 (3):15-24.

Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 16ed. Washington: AOAC, 1995.

Assunção JMP. Contribuição para o estudo da composição lipídica e do valor nutricional de leites e produtos lácteos dos Açores [Dissertação]. Lisboa: Universidade de Lisboa; 2007.

Avidos MFB, Ferreira LT. Frutos do Cerrado: preservação gera muitos frutos. 2011 [acesso em 12 dez 2011]. Disponível em: <http://www.biotecnologia.com.br/bio15/frutos.pdf>.

Barbosa MC. Composição de aminoácidos e digestibilidade *in vitro* de proteínas de amêndoas de bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.), do estado do Mato Grosso do Sul [Dissertação]. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2006.

Barcelos AF, Paiva PCA, Pérez JRO, Santos VB, Cardoso RM. Fatores antinutricionais da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. *R Bras de Zootec.* 2001; 30(4):1325-31.

Batista IFC, Oliva MLV, Araujo MS, Sampaio MU, Richardson M, Fritz H, et al. Primary structure of a Kunitz-type trypsin inhibitor from *enterolobium contortisiliquum* seeds. *Phytochem.* 1996; 41(4):1017-22.

Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. Food Chemistry. 4 ed. New York: Springer Verlag, 2008.

Benevides NMB, Silva SMS, Magalhães SR, Melo FR, Freitas ANP, Vasconcelos IM. proximate analysis, toxic and antinutritional factors of ten brazilian marine algae. Rev Bras Fisiol Veg. 1998; 10(1):31-6.

Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. J Biochem Physiol. 1959; 37(8):911-7.

Bonett LP, Baumgartner MST, Klein AC, Silva LI. Compostos nutricionais e fatores antinutricionais do feijão comum (*Phaseolus Vulgaris* L.). Arq Ciênc Saúde Unipar. 2007; 11(3):235-46.

Bora OS, Moreira RVR. Catolé palm (*Syagrus oleracea* Mart) fruits: fatty and amino acids composition. Grasas Aceites. 2003; 54(2):145-50.

Borges VA, Almeida MG. A biodiversidade do cerrado brasileiro: os (as) raizeiros (as) de Goiás/GO. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Anais; 2009; Viçosa, Brasil. Viçosa: SBGFA; 2009. p.15.

Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein using the principle of protein-dye binding. Anal Biochem. 1976; 72:248-54.

Brasil, Instituto Adolfo Lutz. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Brasília: Ministério da Saúde; 2005a.

Brasil. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas e minerais. Brasília: Ministério da Saúde; 2005b.

Brasil. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria Nº 31, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais. Brasília: Ministério da Saúde; 1998.

Brasil. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Brasília: Ministério da Saúde; 2003.

Caldeira SD, Hiane PA, Ramos MIL, Ramos Filho MM. Caracterização físico-química do araçá (*Psidium guineense* SW.) e do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.) do Estado de Mato Grosso do Sul. B Ceppa. 2004; 22(1):145-54.

Campos FM, Rosado GP. Novos fatores de conversão de carotenóides provitamínicos A. Ciênc Tecnol Aliment. 2005; 25(3):571-8.

Caramori SS, Souza AA, Fernandes KF. Caracterização bioquímica de frutos de *Inga Alba* (Sw.) Willd. e *Inga cylindrica* Mart. (Fabaceae). Saúde & Amb Rev. 2008; 9(2):16-23.

Cardy BJ, Stuber CW, Goodman MM. Techniques for starch gel electrophoresis of enzymes from maize (*Zea mays* L.). Intitute of Statistics Mimeograph Series Nº 1317, North Carolina State University, Raleigh. 1980.

Carneiro CEA, Holim HVM, Fernandes KF. Procedimento eficiente na inibição do escurecimento de guariroba (*Syagrus oleracea*, Becc) durante processamento e armazenamento. Acta Sci Agron. 2003; 25(2):253-8.

Carvalho JEU, Nazaré RFR, Oliveira WM. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia Insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. Rev Bras Frutic. 2003; 25(2):326-8.

Carvalho JLV, Dias PDF, Oliveira AT, Amorim E. Orientação para rotulagem de alimentos. 1ª revisão. São Paulo: Embrapa-Abima; 2006.

Carvalho LMJ, Godoy RLO, Pacheco S, Gomes PB, Fontes RR, Nunes MC, et al. Avaliação do conteúdo de carotenóides totais, alfa e beta-caroteno e isômeros *cis* em abóboras cruas (*Cucurbita moschata* Duch.). In: IV Reunião de Biofortificação. Anais; 2011; Teresina, Brasil. Teresina: Reunião de Biofortificação; 2011. p.1.

Carvalho LS. Distribuição qualitativa e quantitativa de carotenóides e seus metabólitos em tecidos oculares. [Dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2000.

Champe PC, Harvey RA, Ferrier DR. Bioquímica Ilustrada. 4 ed. Porto Alegre: Artmed; 2009.

Chevreuil LR, Gonçalves JFC, Bariani A, Rodrigues JVFC, Pando SC. Detecção de inibidores de tripsina e atividade hemaglutinante em sementes de leguminosas arbóreas da Amazônia. Acta Amaz. 2009; 39(1): 199-206.

Chiara VL, Sichieri R, Carvalho TDSFD. Teores de ácidos graxos trans de alguns alimentos consumidos no Rio de Janeiro. Rev Nutr. 2003; 16(2):227-33.

Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005.

Chizzolini R, Zanardi E, Dorigoni V, Ghidin S. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. Trends Food Sci Tech. 1999; 10(4) 119-28.

Chung K, Wei C, Johnson MG. Are tannins a double-edged sword in biology and health? Trends Food Sci. Technol. 1998; 9(4):168-75.

Clemente A, Vioque J, Sanches-Vioque R, Pedroche J, Bautista J, Millan F. Factors affecting the *in vitro* protein digestibility of chickpea albumins. J Sci Food Agric. 2000; 80(1):79-84.

Coelho DS, Bahia ET, Vasconcelos FCW. Aproveitamento Gastronômico do Pequi e Outros Frutos do Cerrado. In: VI Seminário da Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo e VI Seminário da Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo. Anais; 2009 jul; São Paulo, Brasil. São Paulo: ANPTUR; 2009. p. 1-12.

Coimbra MC, Jorge N. Fatty acids and bioactive compounds of the pulp and kernels of Brazilian palm species, guariroba, (*Syagrus oleracea*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*). J Sci Food Agr. 2012; 92(3): 679-84.

Coimbra MC, Jorge N. Proximate composition of guariroba (*Syagrus oleracea*), jervá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*) palm fruits. Food Res Int. 2011; 44(7):2139-43.

Corrêa AD, Abreu CMP, Santos CD, Ribeiro LJ. Constituintes químicos da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante a maturação. Ciênc Agrotec. 2000; 24(1): 130-5.

Costa AGV, Bressan I, Sabarense CM. Ácidos graxos trans: alimentos e efeitos na saúde. Arch Latinoam Nutr. 2006; 56(1):12-21.

Crepaldi IC, Almeida-Muradian LB, Rios MDG, Penteadó MVC, Salatino A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). Rev Bras Bot. 2001; 24:155-9.

Cruz KS, Silva MA, Freitas OD, Neves VA. Partial characterization of proteins from baru (*Dipteryx alata* Vog) seeds. J Sci Food Agric. 2011; 91(11):2006-12.

Damiani C, Vilas Boas EVB, Asquieri ER, Lage ME, Oliveira RA, Silva FA, et al. Characterization of fruits of savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and marolo (*Annona crassiflora* Mart.). Ciênc Tecnol Aliment. 2011; 31(3):723-9.

Davies BH. Carotenoids. In: Goodwin TW. Chemistry and biochemistry of plant pigments, v.2. London: Academic Press; 1976. 38p.

Deckard EL, Tsai CY, Tucker TC. Effect of nitrogen nutrition on quality of agronomic crops. In: Hauck RD. Nitrogen nutritional in crop production. Madison: Asa, CSSA, SSSA; 1994. p. 601-15.

Denadai SMS, Hiane PA, Marangoni S, Baldasso PA, Miguel AMRO, Macedo MLR. *In vitro* digestibility of globulins from sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) nuts by mammalian digestive proteinases. Ciênc Tecnol Aliment. 2007; 27(3):535-43.

Denise MD, Cozzolino SMF. Importância do zinco na nutrição humana. *Rev Nutr.* 2004; 17(1):79-87.

Department of Health and Social Security. Diet and Cardiovascular Disease. Report on Health and Social Subjects. N° 28. London: HMSO; 1984.

Department of Health and Social Security. Nutritional Aspects of Cardiovascular disease: Report on Health and Social Subjects, N° 46. London: HMSO, 1994.

Derbyshire E, Wright DJ, Boulter D. Legumin and vicilin, storage proteins of legume seeds. *Phytochem.* 1976; 15(1): 3-24.

Deutz NEP. Metabolismo das proteínas e dos aminoácidos. In: Sobotka L. Bases da nutrição clínica. 3 ed. Rio de Janeiro: Rubio; 2008. p. 64-72.

Duarte MSL, Pereira CAS, Souza ECG, Conceição LL. Determinação da atividade in vitro de inibidores de tripsina em feijão (*Phaseolus Vulgaris* L.) preto, albumina e globulina. *Alim Nutr.* 2010; 21(3):373-6.

Faria JP, Arellano DB, Grimaldi R, Silva LCR, Vieira RF, Silva DB, et al. Caracterização química da amêndoa de coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*). *Rev Bras Frutic.* 2008; 30(2):549-52.

Faria JP. Composição de carotenóides no coquinho-azedo (*Butia Capitata* (Mart.) Becc. Variedade *Capitata*) [Dissertação]. Brasília: Faculdade de Ciências da Saúde pela Universidade de Brasília; 2008.

Fernandes DC, Freitas JB, Czedler LP, Naves MMV. Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. *J Sci Food Agric.* 2010; 90: 1650-5.

Fernandes FD, Melo JT, Gomes AC, Guimarães DP. Valor nutricional de folhas de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) e guariroba (*Syagrus oleracea* Becc.) em sistemas agroflorestais na

região do Cerrado. In: Congresso Brasileiro Sistemas Agroflorestais. Anais; 2002; Ilhéus, Brasil. Ilhéus:CEPLAC-CEPEC; 2002. p.1.

Ferrari CKB, Torres EAFS. Novos compostos dietéticos com propriedades anticarcinogênicas. Rev Bras Cancerol. 2002; 48(3):375-82.

Ferreira ACP, Brazaca SGC, Arthur V. Alterações químicas e nutricionais do grão de bico (*Cicer arietinum* L.) cru irradiado e submetido à cocção. Ciênc Tecnol Aliment. 2006; 26(1):80-8.

Freire MGM, Gomes VM, Corsini RE, Machado OLT, De Simone SG, Novello JC, et al. Isolation and partial characterization of a novel lectin from *Talisia esculenta* seeds that interferes with fungal growth. Plant Physiol Biochem. 2002; 40(1), p.61-8.

Freitas BF, Naves MMV. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. Rev Nutr. 2010; 23(2):269-79.

Grela ER. Nutrient composition and content of antinutritional factors in spelt (*Triticum spelta* L.) cultivars. J Sci Food Agric. 1996; 71:399-404.

Guimarães-Beelen PM, Berchielli TT, Buddington R, Beelen R. Efeito dos taninos condensados de forrageiras nativas do semi-árido nordestino sobre o crescimento e atividade celulolítica de *Ruminococcus flavefaciens* FD1. Arq Bras Med Vet Zootec. 2006; 58(5):910-7.

Guo X, Yao H, Chen Z. Effect of heat, rutin and disulfide bond reduction on *in vitro* pepsin digestibility of Chinese tartary buckwheat protein fractions. Food Chem. 2007; 102(1):118-22.

Hartman L, Lago RCA. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. Labor Pract. 1973; 22(6):475-94.

Harvey KA, Walker CL, Xu Z, Whitley P, Pavlina TM, Hise M, et al. Oleic acid inhibits stearic acid-induced inhibition of cell growth and pro-inflammatory responses in human aortic endothelial cells. *J Lipid Research*. 2010; 51(12):3470-80.

Haulrik N, Toubro S, Dyerberg J, Stender S, Skov AR, Astrup A. Effect of protein and methionine intakes on plasma homocysteine concentrations: A 6-mo randomized controlled trial in overweight subjects. *Am J Clin Nutr*. 2002; 76(6):1202-6.

Hegsted DM. Fractures, calcium, and the modern diet. *Am J Clin Nutr*. 2001; 74(5):571-3.

Heimbürger DC. Desnutrição e avaliação nutricional. In: Fauci AS, Kasper DL, Longo DL, Braunwald E, Hauser SL, Jameson JL, et al. *Harrison Medicina Interna*. 17 ed. Rio de Janeiro: Mc Graw Hill; 2009. p.450-4.

Henrikson RL, Meredith SC. Amino acid analysis by reverse phase high performance liquid chromatography: precolumn derivatization with phenylisothiocyanate. *Anal Biochem*. 1984; 36: 65-71.

Hernández T, Hernandez A, Martinez C. Calidad de proteínas: conceptos y evaluación. *Alimentaria*. 1996; 224:27-37.

Hiane PA, Baldasso PA, Marangoni S, Macedo MLR. Chemical and nutrition evaluation of kernels of bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2006; 26(3):683-9.

Hiane PA, Bogo D, Ramos MIL, Ramos Filho MM. Carotenóides pró-vitamínicos A e composição em ácidos graxos do fruto e da farinha de bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.). *Ciênc Tecnol Aliment*. 2003; 23(2):206-9.

Hornstra G. Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids and health benefits. Neuilly-sur-seine: Nutriscience Roche Vitamins. 2002.

Howard I, Sage HJ, Horton CB. Communication: studies on the appearance and location of hemagglutinins from a common lentil during the life cycle of the plant. Arch Biochem Biophys. 1972; 149(1):323-6.

Hsu HW, Vavak DL, Satterlee LD and Miller GA. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. J Food Sci. 1977; 42(5):1269-73.

Institute of Medicine, Food and Nutrition Board, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary Reference Intakes: for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc. Washington: National Academy Press; 2001. 797 p.

Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. Washington: National Academy Press; 2001. 1357 p.

Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Potassium, Sodium. Washington: National Academy Press; 2005.

Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos, 3 ed. São Paulo: IMESP, 1985.

Jacinto KA. Efeito do consumo de farinha de linhaça (*Linum usitatissimum*) no crescimento de ratos Wistar e sua relação com a digestibilidade de globulinas e fatores antinutricionais protéicos nas albuminas. [Dissertação]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2007.

Jaime NG, Moura CJ, Paula YO. Aceitação do palmito de guariroba [*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.] em conservas sob diferentes ácidos orgânicos. Pesq Agropec Trop. 2007; 37(4): 257-66.

Kawakatsu T, Takaiwa F. Cereal seed storage protein synthesis: fundamental processes for recombinant protein production in cereal grains. Plant Biotechnol J. 2010; 8(9):939-53.

Kobori CN, Huber LS, Kimura M, Rodriguez-Amaya DB. Teores de carotenóides em produtos de tomate. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2010; 69(1):78-83.

Koury JC, Donangelo CM. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. *Rev Nutr*. 2003; 16(4):433-41.

Kriengsinyos W, Wykes LJ, Ball RO, Pencharz PB. Oral and intravenous tracer protocols of the indicator amino acid oxidation method provide the same estimate of the lysine requirement in healthy men. *J Nut*. 2002; 132(8):2251-7.

Kroner Z. *Vitamins and minerals*. Santa Barbara, Calif.: Greenwood; 2011.

Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*. 1970; 227(5259):680-5.

Lajolo FM, Genovese MI. Nutritional significance of lectins and enzyme inhibitors from legumes. *J Agric Food Chem*. 2002; 50(22):6592-8.

Lajolo FM. As deficiências da composição de alimentos no Brasil. In: *Simpósio das Instituições Brasileiras de Alimentação e Nutrição*. Anais; 1995; Roraima, Brasil. Roraima: SPIBAN; 1995. p. 2-5.

Landry J, Delhaye S, Damerval C. Improved method for isolating and quantitating alpha amino nitrogen as nonprotein, true protein, salt-soluble proteins, zeins, and true glutelins in maize endosperm. *Cereal Chem*. 2000; 77(5):620-6.

Lanfer Marques UM, Lajolo FM. *In vivo* digestibility of bean (*Phaseolus vulgaris*, L) proteins: the role of endogenous protein. *J Agri Food Chem*. 1991;39(7):1211-5.

Leff E. *Epistemologia Ambiental*. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2006.

- Leite JIA, Peluzio MCG. Lípidos. In: Teixeira Neto F. Nutrição Clínica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p.7-19.
- Leser S. Os lipídeos no exercício. In: Biesek S, Alves LA, Guerra I. Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte. 2 ed. São Paulo: Manole; 2010. p.49-86.
- Liener IE. Implications of antinutritional components in soybean foods. Crit Rev Food Sci Nutr. 1994; 34(1): 31-67.
- Lima AJ, Corrêa AD, Alves APC, Abreu CMP, Dantas-Barros AM. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora Berg*) e de suas frações. Alan. 2008; 58(4):416-21.
- Liu K. Celular biological and phisicochemical basis for the hard-to-cook defect in legumes seeds. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 1995; 35(4):263-98.
- Lobo AS, Tramonte VLC. Efeitos da suplementação e da fortificação de alimentos sobre a biodisponibilidade de minerais. Rev Nutri. 2004; 17(1):107-13.
- Lograda T, Chaker NA, Chalchat JC, Ramdani M, Figueredo G, Chalarde P. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Genista ulicina* and *G. vepres*. Nat Prod Commun. 2010; 5(5):835-8.
- Lorenzi H, Souza HM, Madeiros-Costa JT, Cerqueira LSC, Ferreira E. Árvores Brasileiras e Exóticas Cultivadas. Nova Odessa:Editora Plantarum. 2004.
- Luzia DMM, Jorge N. Composição centesimal, potencial antioxidante e perfil dos ácidos graxos de sementes de jambolão (*Syzygium cumini* L.). Rev Ciencia Agron. 2009; 40(2):219-23.
- Macedo MLR, Freire MGM, Cabrini EC, Toyama MH, Novello JC, Marangoni S. A trypsin inhibitor from *Peltophorum dubium* seeds active against pest proteases and its effects on the survival of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Biochi Biophy Acta. 2003; 1621(2):170-82.

Machado GC, Chaves JBP, Antoniassi R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. *Rev Ceres*. 2006; 53(308):463-70.

Machado RB, Aguiar LMS. A ocupação do cerrado e os menosprezados impactos sobre a biodiversidade. *Rev UFG*. 2010; 9(12):15-8.

Maia EL, Rodriguez-Amaya DB. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 1993; 53(1/2):27-35.

Malacrida CR, Motta S. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2005; 25(4):659-64.

Marin AMF. Potencial nutritivo de frutos do Cerrado: composição em minerais e componentes não convencionais [Dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2006.

Martin CA, Almeida VV, Ruiz MR, Visentainer JEL, Matshushita M, Souza NE, et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. *Rev Nutr*. 2006; 19(6):761-70.

Martins BA. Avaliação físico-química de frutos do cerrado *in natura* e processados para a elaboração de multimisturas [Dissertação]. Goiânia: Universidade Católica de Goiás; 2006.

Martins HT, Azevedo AI. O cerrado como espaço de gestão coletiva: um caminho para a sustentabilidade ambiental e social. In: III Jornada Internacional de Políticas Públicas. Anais; 2007; São Luiz, Brasil. São Luiz: Jornada de Políticas Públicas; 2007. p.1.

Mascarenhas LMA. A tutela legal do bioma cerrado. *Rev UFG*. 2010; 9(12):19-25.

McCall KA, Huang C, Fierke CA. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. *J Nutr* 2000; 130(5):1437-46.

Melo EA, Maciel MIS, Lima VLAG, Nascimento RJ. Capacidade antioxidante de frutas. *Rev Bras Cienc Farm.* 2008; 44(2):193-201.

Menéndez R, Carvajal D, Mas R, Perez Y, Molina V, Arruzazabala ML, et al. Efectos del D 004, Extracto Lipídico de los Frutos de la Palma Real (*Roystonea regia*), sobre el Granuloma inducido por Algodón en Ratas y sobre la Lipoxigenasa presente en Leucocitos Polimorfonucleares (PMNs). *Acta Farm Bonaerense.* 2006; 25(2):213-8.

Menezes MES, Lira GM, Omena CMB, Freitas JD, Sant'Ana AEG. Valor nutritivo de peixes da costa marítima de Alagoas, Brasil. *Rev Inst Adolfo Lutz.* 2009; 68(1):21-8.

Molkentin J. Occurrence and biochemical characteristics of natural bioactive substance in bovine milk lipids. *Brit J Nutr.* 2000; 84(1):47-53.

Monteiro JBR, Costa NMB, Esteves EA, Milagres KH. Avaliação da qualidade protéica de dois formulados em pó, a base de soja enriquecidos de com zinco, selênio e magnésio para utilização em nutrição enteral. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2004; 24(1):6-10.

Moretto E. Óleos e gorduras vegetais: processamento e análises. Florianópolis: UFSC; 1986.

Nascente AS. Caracterização morfológica de progênies nativas de guariroba (*Syagrus oleracea* Becc.) no Estado de Goiás. *Pesq Agropec Trop.* 2003; 33(2): 113-5.

Naves LP, Corrêa AD, Santos CD, Abreu CMP. Componentes antinutricionais e digestibilidade protéica em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2010; 30(1):180-4.

Nelson DL, Cox MM. *Princípios de Bioquímica de Lehninger.* 5 ed. São Paulo: Artmed; 2010.

Nevel VC, Rycke H, Beekmans S, Wilde R, Driessche E. Inhibitory action of spray dried blood plasma and whole egg powder on lectins in extracts of several legume seeds: a qualitative approach. *J Food Sci.* 1998; 77(3):319-26.

Neves VA, Lourenço EJ, Silva MA. Extração, isolamento e fracionamento da proteína de tremçoço (*Lupinus albus*) var. Multolupa. Alim Nutr. 2001; 12(1): 115-30.

Neves VA, Silva MA, Lourenço EJ. Caracterização e hidrólise *in vitro* da globulina principal de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), var. IAC-Marrocos. Ciênc Tecnol Aliment. 2004; 24(1):139-45.

Nozella EF. Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes. [Dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2001.

Official Methods of Analysis of the AOAC International. 16th ed. Gaithersburg: 1997.

Oliveira DL, Rocha C. Alternativas sustentáveis para a merenda escolar com o uso de plantas do cerrado, promovendo educação ambiental. Rev Eletrônica Mestr Educ Ambient. 2008; 21:35-53.

Oliveira DS, Aquino PP, Ribeiro SMR, Proença RPC, Pinheiro-Sant'Ana HM. Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. Acta Sci Health Sci. 2011; 33(1): 89-98.

Oliveira MDS, Sampaio AAM, Vieira PF, Freitas JCM, Shocken-Iturrino RB. Efeito de métodos de coleta de fluido ruminal sobre a digestibilidade *in vitro* de alguns nutrientes de ração para bovinos. Rev Bras Zootec. 1993; 22(5):794-800.

Olivos-Lugo BL, Valdivia-López MÁ, Tecante A. Thermal and Physicochemical Properties and Nutritional Value of the Protein Fraction of Mexican Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) Food Sci Tech Int. 2010;16(1):89-96.

Organização Mundial da Saúde. Elementos traço na nutrição e saúde humana. São Paulo: Roca; 1998.

Osborn TB, Mendel LB, Ferry EL, Wakeman AJ. Nutritive properties of proteins of the maize kernel. J. Biol. 1914; 18(1):1-16.

Pansera MR, Santos ACA, Paese K, Wasum R, Rossato M, Rota LD, et al. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. *Rev Bras Farmacogn*. 2003; 13(1):17-22.

Park SJ, Kim TW, Baik B. Relationship between proportion and composition of albumins, and *in vitro* protein digestibility of raw and cooked pea seeds (*Pisum sativum* L.). *J Sci Food Agric*. 2010; 90: 1719-25.

Pedroso ERP. Água, eletrólitos e equilíbrio hidroeletrólítico. In: Teixeira Neto F. *Nutrição Clínica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p.25-49.

Peres PM, Koury JC. Zinco, Imunidade, Nutrição e Exercício. *Ceres*. 2006; 1(1):9-18.

Pires CV, Oliveira MGA, Rosa JC, Costa NMB. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. *Cienc Tecnol Aliment*. 2006; 26(1):179-87.

Pires MO. Cerrado: Sociedade e biodiversidade. In: Ioris E. *Plantas Medicinais do Cerrado: perspectivas comunitárias para a saúde, o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável*. Mineiros: Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior/Projeto Centro Comunitário de Plantas Medicinais; 1999. p. 155-73.

Portal Brasil. O Cerrado Brasileiro. [homepage da Internet]. Brasília: Portal Brasil; 2011 [acesso em 14 dez 2011]. Disponível em: <http://www.portalbrasil.net/cerrado.htm>.

Proll J, Petzke, J, Ezeagu EI, Metges CC. Low nutritional quality of unconventional tropical crop seeds in rats. *J Nutr*. 1998; 128(11):2014-22.

Prosky L, Asp N, Schweizer TF, DeVries JW, Furda I. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. *J Ass Off Anal Chem*. 1988; 71(5):1017-23.

Ramos MIL, Ramos Filho MM, Hiane PA, Braga Neto JÁ, Siqueira EMA. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ciênc Tecnol Aliment. 2008; 28(supl.):90-4.

Ramos MIL, Umaki MCS, Hiane PA, Ramos Filho MM. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóidespró-vitamínicos A da polpa do piqui (*Caryocar brasiliense* Camb). B Ctr Pesqui Proc Al. 2001; 19(1):23-32.

Ramos-Filho MM, Ramos MIL, Hiane PA, Souza EMT. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. Ciênc Tecnol Aliment. 2008; 28(2): 361-5.

Rique ABR, Soares EA, Meirelles CM. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. Rev Bras Med Esporte. 2002; 8(6):244-54.

Rivas M, Barilani A Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Uruguay. Agrocienca. 2004; 8(1):11-20.

Rodrigues ET. Frutos do Cerrado: A Influência dos frutos do cerrado na diversificação da gastronomia [Monografia]. Brasília: Universidade de Brasília; 2004.

Rodriguez-Amaya DB, Kimura M, Amaya-Farfan J. Fontes brasileiras de carotenóides-Tabela Brasileira de Composição de Carotenóides em Alimentos. Brasília: Ministério de Meio Ambiente; 2008.

Rodriguez-Amaya DB. A guide to carotenoid analysis in foods. Omni Research. 2001;1-64.

Roesler R, Malta LG, Carrasco LC, Holanda RB, Sousa CAS, Pastore GM. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. Ciênc Tecnol Aliment. 2007; 27(1):53-60.

Salinas YG, García R. Métodos químicos para el analisis de suelos acidos y plantas forrajeras. Colombia Cali; 1985.

Sanjinez-Argandoña EJ, Chuba CAM. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bociuva *Acrocomia Aculeata* (Jacq) Lodd. Rev Bras Frutic. 2011; 33(3):1023-8.

Sant'ana LS. Biodisponibilidade de lipídios. In: Cozzolino, SMF. Biodisponibilidade de nutrientes. 4 ed. São Paulo:Manole; 2011. p.152-73.

Santos ALT, Weiss T, Duarte CK, Azevedo MJ, Zelmanovitz T. Análise crítica das recomendações da Associação Americana de Diabetes para doença cardiovascular no diabetes melito. Arq Bras Endocrinol Metab. 2009; 53(5): 657-66.

Santos-Silva J, Bessa RJB, Santos-Silva F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. Livest Prod Sci. 2002; 77(2/3):187-94.

Sarvar G. The protein digestibility-corrected amino acid score method overestimates quality of proteins containing antinutritional factors and of poorly digestible proteins supplemented with limiting amino acids in rats. J Nutr. 1997; 127(5): 758-64.

Seená S, Sridhar KR, Jung K. Nutritional and antinutritional evaluation of raw and processed seeds of a wild legume, *Canavalia cathartica* of coastal sand dunes of India. Food Chem. 2005; 92(3):465-72.

Sgarbieri, VC. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996.

Shahidi F. Natural Antioxidants: An Overview "in" Natural Antioxidants Chemistry, Health Effects, and Applications. Illinois: AOCS Press; 1996; p.1-11.

Shewry PR, Bunce NAC, Kreis M, Forde BG. Polymorphism at the *Hor1* locus of barley (*Hordeum vulgare* L.). Biochem Genet. 1985; 23(5-6):391-405.

Shewry PR, Halford NG. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. J Exp Bot. 2002; 53(370):947-58.

Silva AP, Nascimento L, Osso F, Mizurini D, Campos D, Martinez AMB, et al. Ácidos graxos plasmáticos, metabolismo lipídico e lipoproteínas de ratos alimentados com óleo de palma e óleo de soja parcialmente hidrogenado. *Rev Nutr.* 2005; 18(2):229-37.

Silva APP, Melo B, Fernandes N. Fruteiras do Cerrado. [atualizado em 28 de outubro de 2010]. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/fruteiras%20do%20cerrado.html>.

Silva DB, Silva JA, Junqueira NTV, Andrade LRM. Frutas do cerrado. Brasília: Embrapa. 2001.

Silva DJ. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa: UFV; 2006.

Silva GM. Potencial antioxidante de frutos do cerrado e do Pantanal, no estado de Mato Grosso do Sul [Dissertação]. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2010.

Silva MR, Lacerda DBCL, Santos GG, Martins DMO. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. *Cienc Rural.* 2008; 38(6):1790-3.

Silva MR, Silva MAAP. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. *Rev Nutr.* 1999; 12(1):5-19.

Silva MR, Silva MAAP. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. *Brazilian J Nutr.* 2000; 13(1):3-9.

Silva SMCS, Mura JDP. Tratado de Alimentação, nutrição & dietoterapia. 2 ed. São Paulo: Roca; 2011.

Simopoulos AP. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomed Pharmacother.* 2006; 60(9):502-7.

Singh DK, Rao AS, Singh R, Jambunathan R. Amino acid composition of storage protein of a promising chickpea (*Cicer arietinum* L.). J Sci Food Agric. 1988; 43(4):373-9.

Sobotka L. Metabolismo lipídico. In: Sobotka L. Bases da nutrição clínica. 3 ed. Rio de Janeiro: Rubio; 2008. p. 64-72.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. III Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias e Diretrizes de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Dislipidemias. Arq Bras Cardiol. 2001; 7:1-48.

Sousa Bentes A, Souza HAL, Mendonça XMFD, Simões MG. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. Rev Bras Tecnol Agroind. 2009; 03(2):97-108.

Sposito AC, Carameli B, Fonseca FA, Bertolami M, Afiune A, Souza AD, et al. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. Arq Bras Cardiol. 2007; 88(1):2-19.

Stringheta PC, Nachtigall AM, Oliveira TT, Ramos AM, Sant'Ana HMP, Gonçalves MPJC. Luteína: propriedades antioxidantes e benefícios à saúde. Alim Nutr. 2006; 17(2):229-38.

Taiz L, Zeiger E. Plant Physiology. 3 ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004.

Takemoto E, Okada IA, Garbelotti ML, Tavares M, Aued-Pimentel S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás. Rev Inst Adolfo Lutz. 2001; 60(2):113-7.

Thomas MJ. The role of free radicals and antioxidants. Nutrition, 2000; 16(7-8):716-8.

Tirapegui J, Castro IA, Rossi L. Biodisponibilidade de proteínas. In: Cozzolino SMF. Biodisponibilidade de nutrientes. 4 ed. São Paulo: Manole; 2011. p. 68-123.

Tirapegui J, Rogero MM. Metabolismo de proteínas. In: De Angelis RC, Tirapegui J. Fisiologia da nutrição humana. 2 ed. São Paulo: Atheneu; 2007. p. 70-109.

Tonial IB, Bravo CEC, Souza NE, Matsushita M, Furuya WM, Visentainer JV. Qualidade nutricional dos lipídios de tilápias (*Oreochromis Niloticus*) alimentadas com ração suplementada com óleo de soja. Alim Nutr. 2011; 22(1):103-12.

Tonial IB, Oliveira DF, Bravo CEC, Souza NE, Matsushita M, Visentainer JV. Caracterização físico-química e perfil lipídico do salmão (*Salmo Salar* L.). Alim Nutr. 2010; 21(1): 93-8.

Toro AA. Caracterização de proteínas de reserva de mutantes de endosperma de milho de alta lisina [Tese]. Piracicaba: 2006. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2006.

Torres Filho HM. Eletroforese de Proteínas. Richet Nouvelles; 2008; 11(3); 1-4.

Turan H, Sönmez G, Kaya Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. J Fish Sci. 2007; 1(2):97-103.

Ulbricht TLV, Southgate DAT. Coronary heart disease: seven dietary factors. Lancet. 1991; 338(8773):985-92.

Universidade de São Paulo. Tabela de composição de alimentos: projeto integrado de composição de alimentos. 2010 [acesso em 8 jun 2010]. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela>.

Van Damme EJM, Lannoo N, Peumans WJ. Plant Lectins. Adv Bot Res. 2009; 48:107-209.

Vasconcelos IM, Guimarães JA, Carlini C. R. Purification and physicochemical characterization of soyatoxin, a novel toxic protein isolated from soybeans (*Glycine max*). Arch Biochem Biophys. 1994; 312(2):357-66.

Vasconcelos IM, Oliveira JT. Antinutritional properties of plant lectins. Toxicon 44(4): 385-403, 2004.

Veeresh Babu SV, Veeresh B, Patil AA, Warke YB. Lauric acid and myristic acid prevent testosterone induced prostatic hyperplasia in rats. *Eur J Pharmacol.* 2010; 626(2/3):262-5.

Vera R, Soares Junior MS, Naves RV, Souza ELB, Fernandes EP, Caliarí M, et al. Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no cerrado do estado de Goiás, Brasil. *Rev Bras Frutic.* 2009; 31(1): 112-8.

Vieira EC. Proteínas. In: Teixeira Neto F. *Nutrição Clínica.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p. 20-4.

Vieira LM, Sousa MSB, Mancini-Filho J, Lima A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. *Rev Bras de Frutic.* 2011; 33(3):888-97.

Villanueva-Tiburcio JE, Condezo-Hoyos LA, Asquieri ER. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K) McVaugh). *Ciênc Tecnol Aliment.* 2010; 30(1):151-60.

Weatherill AR, Lee JY, Zhao L, Lemay DG, Youn HS, Hwang DH. Saturated and polyunsaturated fatty acids reciprocally modulate dendritic cell functions mediated through TLR4. *J Immunol.* 2005; 174(9):5390-7.

Weiss T. Estudo de associação entre a composição de gorduras da dieta usual e a presença de disfunção endotelial em pacientes com diabetes melito tipo 2 [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2010.

Welz B, Sperling M. *Atomic absorption spectrometry.* 3 ed. Weinheim: Wiley-VCH, 1999.

World Health Organization. Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. *Nutr Rev.* 1995; 53(7):202-5.

World Health Organization. Protein and amino acid requirements in human nutrition: repor of a joint WHO Technical report series N° 935. Geneva:World Health Organization; 2007.

Yehuda S, Rabinovitz S, Carasso RL, Mostofsky DI. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. *Neurobiol Aging*. 2002; 53(5):843-53.

Yuyama LKO, Marinho HA, Alencar FH, Cozzolino SMF. Vitamina A (retinol) e carotenóides. In: Cozzolino, SMF. *Biodisponibilidade de nutrientes*. 4 ed. São Paulo:Manole; 2011. p. 215-57.

Zhang W, Liu S, Wang Y, Zheng L, Liu F, Han X, et al. A study of the in vitro protein digestibility of indica and japonica cultivars. *Food Chem*. 2010; 122(4):1199-204.