

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS**  
**ALIMENTOS**

**DISSERTAÇÃO**

**Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia Flexuosa*, Mart.): um potente  
alimento funcional**

**Luciana Ribeiro Trajano Manhães**

**2007**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS**

**CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE BURITI (*Mauritia flexuosa*, Mart.):  
UM POTENTE ALIMENTO FUNCIONAL**

**LUCIANA RIBEIRO TRAJANO MANHÃES**

*Sob a orientação do Professor*  
**Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**LUCIANA RIBEIRO TRAJANO MANHÃES**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração em Tecnologia de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

---

Armando Ubirajara de Oliveira Sabaa Srur, Dr<sup>o</sup> UFRJ  
(Orientador)

---

Maria Cristina Jesus Freitas, Dr<sup>a</sup> UFRJ  
(Membro)

---

Vera Lúcia Mathias da Silva, Dr<sup>a</sup> UFRJ  
(Membro)

---

Antonio Tavares da Silva, Dr<sup>a</sup> UFRRJ  
(Suplente)

## **DEDICATÓRIAS**

### **A Deus**

Por ter me oferecido às oportunidades, por me dar condições em todos os sentidos de prosseguir dia após dia, por me ouvir nos momentos que a esperança parecia se esgotar, por me fazer chegar até aqui com o sentimento de missão cumprida. A ti toda honra, glória e louvor.

### **Aos meus pais**

Por tudo que representam em minha vida, por tudo que fizeram para que eu chegasse até aqui, pela educação que vocês me deram, pela perseverança que me ensinaram a ter diante de qualquer dificuldade, por acreditarem que eu era capaz. Certamente, esses foram ingredientes básicos para que eu obtivesse essa vitória, por isso a vocês entrego a alegria e orgulho que sinto por ter concluído este trabalho.

### **A minha irmã**

Por ter participado ativamente desta vitória comigo, estando ao meu lado, acreditando no meu sonho.

### **Ao meu marido**

Que de maneira ímpar esteve ao meu lado todo tempo, me incentivando, me dando todo suporte necessário, acreditando no meu potencial. Pela compreensão em todos os momentos que me dedicava a este trabalho e por isso fui ausente. Pelas palavras de força quando eu desanimava com as dificuldades. Dedico-lhe esta conquista, pois sem você verdadeiramente não teria chegado até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Dr. Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur, por todo conhecimento que me foi transmitido, ainda que tão pequeno diante da sua sabedoria, mas tão importante para minha formação. Por todo tempo, apoio, incentivo e atenção dedicada a mim, ingredientes esses tão importantes para a conclusão deste trabalho.

Ao Dr. Gilson Telles da Universidade Federal Fluminense - UFF e Prof. Jorge da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, que cederam alguns equipamentos dos seus respectivos laboratórios para que eu pudesse realizar algumas análises.

Ao Ms.Ormino Gamallo, responsável técnico do Laboratório de análises cromatográficas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, pelo auxílio em algumas análises e pela torcida.

A EMBRAPA - Agroindústria de Alimentos, na pessoa do Dr. Ronoel Godoy Responsável Técnico do Laboratório de HPLC, pela cessão dos equipamentos do laboratório no qual representa, pois eles foram essenciais para a obtenção de alguns resultados deste trabalho.

A PUC, na pessoa do Dr. Nobert Mikeley, responsável técnico do Laboratório de Química do Instituto de Química, pela realização de uma análise de grande contribuição para esta pesquisa.

A Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

A técnica do laboratório do IN/UFRJ, Maria Teresa C. Simões por todo apoio necessário durante as análises.

As minhas colegas do laboratório do IN-UFRJ, que faço questão de nomear: Mônica Paganim, Ana Patrícia, Telma pela companhia prazerosa durante as análises e colaboração.

As colegas de curso, principalmente Viviane Regina e Aline Rekson pela companhia durante o curso, principalmente nas longas caminhadas de idas e vindas à Rural.

Ao Tio Fernando e a Tia Carmem que estiveram ao meu lado desde o início deste curso. Obrigada pelas orações, pela torcida, pelo incentivo nos momentos de cansaço e por todo tipo de ajuda.

A minhas tias, primas e amigas que acompanharam todo esse processo desde a aprovação, as dificuldades e facilidades durante todo curso até a felicidade de ter este trabalho concluído, por terem dividido comigo desde a alegria da aprovação no exame de admissão ao desespero dos momentos antes da defesa da dissertação.

A todos que torceram por mim e pelo sucesso do meu trabalho e porventura não tiveram seus nomes citados aqui, perdoem-me a falha e obrigado por tudo, pois saibam que todo apoio foi fundamental.

## **BIOGRAFIA**

Luciana Ribeiro Trajano da Silva nasceu em 9 de junho de 1981, no Rio de Janeiro – RJ.

Iniciou o ensino médio no ano de 1996 no Colégio São Judas Tadeu e concluiu no Colégio Miguel Couto no ano de 1998, na cidade do Rio de Janeiro-RJ.

Foi admitida no vestibular da Universidade Federal do Rio de Janeiro em agosto de 1999, onde obteve o título de Nutricionista em dezembro de 2003.

Durante a vida acadêmica, foi bolsista de Iniciação Científica do Laboratório de Análise de Alimentos do Instituto de Nutrição da UFRJ sob orientação do Dr. Armando Ubirajara Oliveira Sabaa Srur, onde realizou diversos trabalhos experimentais, visando avaliação química, física e físico-química de diversas matérias-primas. A produção científica das pesquisas realizadas foram apresentadas em diversos Congresso e Eventos Nacionais.

Em maio de 2004, iniciou as primeiras atividades profissionais na área de nutrição, enquanto paralelamente estudava para prestar exame de seleção para curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro ao fim deste mesmo ano. Obteve êxito e iniciou o desenvolvimento de sua dissertação sob orientação do Dr. Armando Ubirajara de Oliveira Sabaa.

## RESUMO

MANHÃES, Luciana Ribeiro Trajano. **Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*, Mart.) com vista sua utilização como alimento funcional**. Seropédica: UFRRJ, 2007. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

Hoje em dia já se tem certeza da importância dos alimentos para o fornecimento de nutrientes e energia necessários para crescimento, manutenção e sobrevivência do nosso organismo. Também já são conhecidos os efeitos do excesso e da carência alimentar, bem como da ingestão de substâncias prejudiciais à saúde humana. É pública a relação entre a alimentação e a incidência de certas doenças, como por exemplo, a alta incidência de enfermidades crônico-degenerativas como as doenças cardiovasculares, o diabetes *melitus* não insulino-dependente e diferentes tipos de câncer. Também se reconhece que a dieta, como parte de um estilo de vida saudável, tem um papel preponderante na prevenção e cura dessas doenças. Os alimentos que desempenham essa função receberam o nome de alimentos funcionais. A região Amazônica possui enorme biodiversidade vegetal e animal, logo, elas precisam ser estudadas, pois acredita-se que são fontes potenciais de inúmeras propriedades funcionais. Dentre esses alimentos, destaca-se o fruto do buritizeiro, o buriti, sobre o qual a literatura dispõe de pouquíssimos dados, como por exemplo, uma excelente fonte de  $\beta$ -caroteno e ácido oléico. Dessa forma, essa pesquisa teve o objetivo de avaliar, através de determinações químicas, físicas e físico-químicas, a potencialidade funcional da polpa desse fruto, gerar informações que sirvam de incentivo para as indústrias comercializarem esse fruto *in natura* ou através de produtos derivados, como polpa, doces, geléias, sorvetes, néctares, corantes, antioxidantes e dessa forma incorporá-lo no hábito alimentar brasileiro para prevenir e/ou minimizar a incidência de certas doenças com custo reduzido em função da grande produção desse fruto sem aproveitamento na região Norte do país. As análises revelaram que a polpa de buriti dispõe em média de 62,93% de umidade, 8,25% de carboidratos totais, sendo 5,17% desta fração de fibra alimentar total, 2,10% de proteína com predominância dos aminoácidos sulfurados e do triptofano, o que é surpreendente por ser uma proteína de origem vegetal. A fração lipídica da polpa correspondeu a 13,85%, tendo o ácido oléico como principal ácido graxo dessa fração por representar 73,32% do total de ácidos graxos, algo de grande importância para saúde humana, por prevenir doenças cardiovasculares. Dispõem ainda 0,94% de minerais totais, predominando os elementos K, Ca, Na, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Se, Cr, I. O estudo revelou ainda o poder antioxidante dessa polpa, em função dos resultados de carotenóides, polifenóis totais e ácido ascórbico, onde 100g de polpa contém 23mg de carotenóides totais, sendo que o teor de  $\beta$ -caroteno foi 13,71mg/100g polpa, que foi superior aos teores encontrados na couve e na cenoura. Contém 9,47mg de polifenóis/100g de polpa, bem mais que os teores presentes na cenoura e na couve também. Além de 56mg de ácido ascórbico/100g de polpa. Em função desses resultados, a polpa *in natura* de buriti pode ser considerada um alimento funcional.

Palavras chaves: Buriti, *Mauritia flexuosa*, Alimentos funcionais.

## ABSTRACT

MANHÃES, Luciana Ribeiro Trajano. **Characterization of the buriti pulp (*Mauritia flexuosa*, Mart. ) with use as functional food**. Seropédica: UFRRJ, 2007. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

Nowadays we are already sure of the importance of the foods for the supply of nutrients and necessary energy for growth, maintenance and survival of our organism. The effects of the excess are known and of the alimentary lack, as well as of the ingestion of harmful substances to the human health. It is public the relationship between the feeding and the incidence of certain diseases, as for instance, the high incidence of chronic-degenerative illnesses as the cardiovascular diseases, the diabetes melitus no insulino-dependent and different cancer types. It is also recognized that the diet, as part of a healthy lifestyle, has a preponderant paper in the prevention and cure of those diseases. The foods that carry out that function received the name of functional foods. Although the Amazonian area has enormous vegetable and animal biodiversity, many of them still need to be studied, therefore it is believed that are potential sources of countless functional properties. Among those foods, out the fruit of the buritizeiro, the buriti, stands out on the which the literature disposes of very few data, as for instance, an excellent source of b-carotene and acid oléico. In that way, that research had the objective of evaluating, through chemical determinations, physics and physiochemical, the functional potentiality of the pulp of that fruit, to generate information that serves as incentive for the industries market that fruit in natura or through derived products, as pulp, sweet, jellies, ice creams, nectars, coloring, antioxidants and in that way to incorporate him/it in the Brazilian eating habit to prevent and/or to minimize the incidence of certain diseases with reduced cost in function of the great production of that fruit without use in the North area of the country. The analyses revealed that the buriti pulp has 62,93% of humidity on average, 8,25% of total carbohydrates, being 5,17% of this fraction of total alimentary fiber, 2,10% of protein with predominance of the sulfurated amino acids and of the triptofano, what is surprising for being a protein of vegetable origin. The lipidic fraction of the pulp corresponded to 13,85%, tends the acid oléico as main fatty acid of that fraction for representing 73,32% of the total of acids graxos, something of addition importance for human health, for preventing cardiovascular diseases. They still dispose 0,94% of total minerals, prevailing the elements K, Ca, In the, Mg, Faith, Mn, Zn, Ass, If, Cr, I. The study still revealed the antioxidant power of that pulp, in function of the results of carotenoids, total polifenóis and ascorbic acid, where 100g of pulp contains 23mg of total carotenoids, and the tenor of  $\beta$ -carotene was 13,71mg/100g pulp, that was superior to the tenors found in the collard greens and in the carrot. It contains 9,47mg of pulp polifenóis/100g, much more than the present tenors in the carrot and also in the collard greens. Besides 56mg of acid pulp ascórbico/100g. In function of those results, the pulp in buriti natura can be considered a functional food.

Key Words: Buriti, *Mauritia flexuosa*, functional foods.

## LISTAS DE ABREVIACOES, SIGLA E SMBOLOS

AA	Aminocido
ADA	American Dietetic Association
AGE	cido graxo essencial
AGI	cido graxo insaturado
AGMI	cido graxo monoinsaturado
AGPI	cido graxo poliinsaturado
AGS	cido graxo saturado
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analysis Chemists
ATP	Trifosfato de adenosina
C	Carbono
CLAE	Cromatografia líquida de alta eficiência
CO <sub>2</sub>	cido carbnico
DHA	Docosahexaenico
DNA	cido desoxiribonucleico
Dr.	Doutor
ENDEF	Estudo Nacional de Despesa Familiar
EPA	Eicosapentaenico
EUA	Estados Unidos da América
FAT	Fibra alimentar total
Fc	Fator de conversão
FDA	Food and Drug Administration
FIM	Foundation for Innovation in Medicine
FOSHU	Foods For Specified Health Use
g	Grama
h	hora
H	Hidrognio
HDL	Lipoproteínas de alta densidade
HPLC	High performance liquid chromatography
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDL	Lipoproteínas de densidade intermediária
IFIC	International Food Information Council
ILSI	International Life Sciences Institute of North América
IN	Instituto de nutrio
IVACG	International Vitamin A Consultive Group
kg	Quilograma
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
M	Molar
m	Metro
mg	Miligrama
mL	Mililitro

min	Minuto
NAS	National Academy Sciences
NLEA	Nutrition Labeling and Education Act
NRC	National Research Council
Nt	Nitrogênio total
O	Oxigênio
PM	Peso molecular
Prof.	Professor
PTH	Paratormônio
PUC	Pontificia Universidade Católica
RBP	Proteína ligadora de retinol
RDA	Recommended Dietary Allowances
RNA	Ácido ribonucleico
SNC	Sistema nervoso central
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UI	Unidade internacional
VET	Valor energético total
VLDL	Lipoproteínas de muito baixa densidade
WHO	World Health Organization
µg	Micrograma
µL	Micro litro

## LISTA DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 01</b> Palmeira de buriti.	2
<b>Figura 02</b> Buritis.	3
<b>Quadro 01</b> Concentração de $\beta$ -caroteno nos óleos de palma e de buriti.	4
<b>Figura 03</b> Estrutura química geral dos aminoácidos e sua classificação quanto à estrutura química.	14
<b>Figura 04</b> Classificação dos aminoácidos quanto a sua essencialidade.	15
<b>Figura 05</b> Curva padrão de glicose.	35
<b>Figura 06</b> Curva padrão de polifenóis totais.	39
<b>Figura 07</b> Comparação dos teores dos principais ácidos graxos do óleo de buriti com azeite de oliva e óleo de canola.	43
<b>Tabela 01</b> Composição centesimal da polpa do buriti em termos percentuais (g/100g amostra).	41
<b>Tabela 02</b> Composição de ácidos graxos do óleo da polpa de buriti em termos percentuais.	42
<b>Tabela 03</b> Perfil de aminoácidos da polpa de buriti.	44
<b>Tabela 04</b> Perfil de aminoácidos essenciais presentes na polpa de buriti e a comparação com a proteína padrão estabelecida pela FAO (1985).	45
<b>Tabela 05</b> Composição de aminoácidos essenciais da polpa de buriti comparados com as estimativas de necessidades diárias sugeridas pela FAO (1985).	46
<b>Tabela 06</b> Teores de monossacarídeos, dissacarídeos, amido, fibras e carboidratos totais presentes da polpa de buriti (g/ 100g amostra).	48
<b>Tabela 07</b> Comparação do perfil de minerais da polpa de buriti com as recomendações nutricionais (NRC, 1989), para homens/mulheres, respectivamente, de 25-50 anos.	50
<b>Tabela 08</b> Teor de carotenóides totais e dos principais carotenóides da polpa de buriti.	52
<b>Tabela 09</b> Teores de alguns nutrientes com ação antioxidante presentes na polpa de buriti expressos em mg/ 100g amostra.	53

## SUMÁRIO

	<b>Páginas</b>
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1. Buriti	02 – 04
2.2. Alimentos Funcionais	04 – 08
2.3. Algumas características Nutricionais dos Alimentos	
2.3.1. Lipídeos	09 – 12
2.3.2. Proteína	12 – 15
2.3.3. Carboidratos	15 – 17
2.3.4. Minerais	17 – 23
2.3.5. Carotenóides	23 – 26
2.3.6. Ácido Ascórbico	26 – 28
2.3.7. Polifenóis	28 - 29
3. MATERIAIS E MÉTODOS	30- 37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38 - 52
5. CONCLUSÕES	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54 – 62
ANEXOS	63 - 65

## 1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia já se tem certeza da importância dos alimentos para o fornecimento de energia e nutrientes necessários para crescimento, manutenção e sobrevivência do nosso organismo, desde que eles sejam balanceados nutricionalmente. Também já são conhecidos os efeitos do excesso e da carência alimentar, bem como da ingestão de substâncias prejudiciais à saúde humana.

É pública a relação entre a alimentação e a incidência de certas doenças, como por exemplo, a alta incidência de enfermidades crônico-degenerativas como as doenças cardiovasculares, o *diabetes melitus* não insulino-dependente e diferentes tipos de câncer. Também se reconhece que a dieta, como parte de um estilo de vida saudável, tem um papel preponderante na prevenção e cura dessas doenças. São exemplos clássicos a associação entre o consumo de gorduras saturadas de origem animal e a ocorrência de câncer de cólon, próstata e mamas. Há evidências de que dietas ricas em legumes, verduras e frutas estejam associadas a uma redução na ocorrência de alguns tipos de câncer, como os de pulmão, cólon, esôfago e estômago. Embora os mecanismos associados a redução da incidência dessas doenças ainda não estejam completamente esclarecidos, sabe-se que essas dietas são usualmente pobres em gorduras saturadas e ricas em fibras e diversas vitaminas e minerais. Os alimentos com essas propriedades de prevenir e/ou minimizar doenças crônico-degenerativas entre outras receberam o nome de alimentos funcionais.

Em 1990, nos Estados Unidos surgiu esse conceito de alimentos funcionais, como sendo a propriedade que um alimento pode conter de promover saúde, além da função básica de nutrição. A filosofia de que o alimento pode ser promotor de saúde, além do seu valor nutricional, conquistou a opinião pública e a comunidade científica, uma vez que a dieta e o alimento estão ligados à prevenção e tratamentos da doença. As propriedades funcionais dos alimentos, em termos de cura e prevenção dessas doenças tem sido a base fundamental do enfoque atual dos estudos em alimentos por parte dos grandes centros de estudo a nível mundial.

Embora a região Amazônica tenha enorme biodiversidade vegetal, muitas delas ainda precisam ser estudadas, pois acredita-se que são fontes potenciais de inúmeras propriedades funcionais. Dentre esses alimentos, destaca-se o fruto do buritizeiro, o buriti, sobre o qual a literatura dispõe de pouquíssimos dados, como por exemplo, uma excelente fonte de  $\beta$ -caroteno e ácido oléico. Os frutos de palmáceas, como o buriti, prometem ser fonte abundante de óleos vegetais com alto valor nutricional, muito embora ainda sejam comercializados em pequena escala. Já se sabe que a extração supercrítica de  $\text{CO}_2$  da polpa deste fruto libera frações de óleo de buriti com altas concentrações de vitamina, principalmente  $\beta$ -caroteno. Pesquisadores relataram que a fração lipídica da polpa de buriti é basicamente composta de tocoferol, carotenóides e óleos com predominância dos ácidos graxos, oléico e palmítico.

Dessa forma, essa pesquisa teve o objetivo de avaliar, através de determinações químicas, físicas, fisico-químicas, a potencialidade funcional da polpa do buriti, além de gerar informações que sirvam de incentivo para as indústrias comercializarem esse fruto *in natura* ou através de produtos derivados, tais como, doces, geléias, sorvetes, néctares, corantes, antioxidantes e dessa forma incorporá-lo no hábito alimentar brasileiro para prevenir e/ou minimizar a incidência de certas doenças com custo reduzido em função da grande produção desse fruto sem aproveitamento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Buriti

Em função das condições edafoclimáticas diversificadas e a grande extensão territorial, o Brasil tem diversas espécies vegetais pouco conhecidas e que poderiam ser incorporadas na alimentação como fonte de energia, proteínas, sais minerais e vitaminas, além de algumas serem fornecedoras de substâncias nutracêuticas (FRANÇA *et al.*, 1999). Apesar dessa potencialidade, toda essa diversidade ainda tem sido pouco explorada ou aproveitada de maneira racional devido à falta de estudos e pesquisas que precisam ser feitos para que sejam conhecidos os conteúdos orgânicos e minerais e que servirão de base para direcionar a utilização (ALBUQUERQUE *et al.*, 2003). Algumas dessas espécies poderiam ser excelentes fontes de óleos e/ou gorduras, bem como, outros nutrientes lipossolúveis, como pró-vitaminas e/ou vitaminas, como é o caso do fruto do buritizeiro (*Mauritia vinifera* ou *flexuosa*, Mart), o buriti ou miriti (SALAY, 2005).

O buritizeiro é uma palmeira da família Arecaceae (PALLET, 2002), encontrada nos estados do Pará, Amazonas, Amapá, Rondônia, Goiás, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Ceará, Maranhão (BONDAR, 1964, FERRI, 1980). Cresce espontaneamente nas baixadas úmidas (várzeas) do Brasil Central, nos terrenos pantanosos ou brejados próximos de cursos d'água permanente e no alto de serras (LORENZI, 1992), o que pode ser vantajoso por essas áreas serem pouco propícias a outras atividades (PALLET, 2002). Atinge mais de 15m de altura, o diâmetro do caule é cerca de 0,50m e quando adulta possui 20 a 30 folhas palmadas, eretas, dispostas quase sempre em leque (CALBO & MORAES, 1997).



**Figura 01** – Palmeira de buriti.

A National Academy Sciences (NAS) (ENGEL, 1975) realizando levantamento das espécies vegetais existentes na Amazônia e com grande potencial sócio-econômico, concluiu que essa palmácea é uma das mais abundantes na América do Sul, tendo como produtos

potenciais, a polpa e produtos derivados como néctares, doces, bebidas fermentadas, além do óleo da polpa e da semente, o amido do tronco da árvore e principalmente a madeira para construção e fibra industrial para barbante, pano de saco, rede de pesca e rede para dormir.

Devido a todas essas riquezas, é conhecida como “árvore da vida” por algumas tribos indígenas, que utilizam-na das mais variadas formas. Os vinhos são frequentemente feitos por eles nas tribos, além de farinha da polpa para confecção de bolos, chá da casca entre outras utilidades (ENGEL, 1975; DUARTE, 2007).

Sua frutificação em maior escala ocorre nos meses de dezembro a junho na maioria das regiões (SALAY, 2005). Cada palmeira pode produzir entre 150 e 200kg de frutos/safra (MARTIN, 1990). Cada fruto pesa em média 50g, de coloração vermelha escura, possui casca escamosa e dura, tem polpa macia de coloração amarela escura da qual pode-se extrair óleo (MARIATH *et al.*, 1989).



40% Caroço  
30% Casca da polpa  
20% Envoltório celulósico  
10% Polpa

(MARTIN, 1990)

**Figura 02** – Buritis

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2005), incluiu a produção de buriti no ano de 2000 no Anuário Estatístico do Brasil, que foi de 381 toneladas, dando ênfase que essa quantidade colhida foi destinada à produção de fibras para confecção de barbante, pana de saco e redes de pesca e de dormir, que não inclui o uso de frutos.

Desde que a polpa de frutos dessa palmácea foi considerada oleaginosa, ela tem sido estudada quanto sua à composição em ácidos graxos e identidade do óleo, visando o seu aproveitamento ao considerar o aspecto nutricional e rendimento que justificariam sua utilização em escala industrial (TRUJILLO-QUIJANO *et al.*, 1992).

Embora pouco se saiba sobre a composição nutricional do buriti, o seu caráter oleaginoso gerou a possibilidade de pesquisadores estudarem mais sobre técnicas de extração desse óleo e sua composição. Segundo ALBUQUERQUE *et al.* (2003), o óleo do buriti é basicamente composto de tocoferol, carotenóides e em maiores quantidades ácidos graxos de cadeia longa, sendo 18% de ácido palmítico (ácido graxo saturado - AGS) e 75% de ácido oléico (ácido graxo monoinsaturado - AGMI). Os autores também relatam que o processo de formação da molécula do óleo de buriti é muito similar ao da treolina, que tem uma ação contra lipoproteínas de baixa densidade (LDL), dessa forma pode-se associar a utilização do óleo de buriti para esta finalidade.

Pesquisas a respeito de caracterização da composição de carotenóides do buriti revelam que o óleo obtido de sua polpa tem altíssimo teor de  $\beta$ -caroteno e faz desse fruto a maior fonte já estudada desse pigmento (GODOY & RODRIGUEZ-AMAYA, 1994). Sua concentração de  $\beta$ -caroteno corresponde a 90% dos carotenóides presentes no óleo extraído da polpa do fruto (quadro 01) e seu teor supera em dez vezes a quantidade apresentada pelo óleo de palma (*Notalea cochenillifela*, Salm-Dick), que é uma fonte reconhecidamente rica

(MARIATH *et al.*, 1989) e cenoura (*Daucus carota* L.) que é a mais recomendada (IAL, 2005).

**Quadro 01** – Concentração de  $\beta$ -caroteno nos óleos de palma e de buriti

Fonte	$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )
Óleo de buriti	304.000
Óleo de palma	30.000

Fonte: MARIATH *et al.*, 1989.

Segundo a National Academy Sciences (ENGEL, 1975) a polpa contém entre 8 a 9% de óleo comestível, que contém 300mg de  $\beta$ -caroteno/100g de polpa, sendo por isso considerada, uma das maiores fontes de pró-vitamina A se comparado a qualquer outro óleo ou até mesmo aos teores de pró-vitamina de cenoura e de espinafre (*Tetragonia expansa*) (IAL, 2005).

Embora a flora brasileira seja constituída por inúmeras espécies que possuam conteúdo significativo de  $\beta$ -caroteno, poucos trabalhos foram feitos visando aproveitar essa riqueza para fins alimentícios, quer como pró-vitamina A, quer como corante, em substituição ao  $\beta$ -caroteno sintético, largamente utilizado na indústria para fins tecnológicos e/ou nutricionais (SOARES, 1999).

## 2.2. Alimentos Funcionais

Alimentos funcionais são semelhantes em aparência aos alimentos convencionais. Quando incluídos na dieta usual, diferentes dos alimentos tradicionais, são capazes de produzir demonstrados efeitos metabólicos ou fisiológicos, úteis na manutenção de boa saúde física e mental, podendo auxiliar na redução de risco de doenças crônico-degenerativas, além de suas funções nutricionais básicas. Mais importante, entretanto, é o potencial dos alimentos funcionais em diminuir as doenças, promoverem a saúde e reduzir os custos com cuidados a saúde, porém não deve ser confundido com medicamento (POURCHET-CAMPOS, 1998). Os alimentos funcionais, diferentemente dos medicamentos estão ligados à nutrição, tem como função manter a saúde e são recomendado a população em geral, pois não deve apresentar riscos, enquanto que os medicamentos estão ligados a área médica, tem como objetivo curar doenças e são receitado por médicos especificamente aos indivíduos doentes, pois apresenta uma relação risco/benefício (HASLER, 1998; LAJOLO, 1999).

### 2.2.1. Definição

Existem divergências em como descrever e definir termos nessa nova área, envolvendo tecnologia de alimentos devido aos numerosos termos que têm sido publicado nos Estados Unidos, Europa e Japão. Entre eles estão: farmo-alimentos, alimentos funcionais, fitoquímicos, agentes quimio-preventivos, nutracêuticos, alimentos terapêuticos, alimentos projetados entre outros. O ponto comum a todos eles é a associação de componentes contidos nos alimentos e suas respectivas atuações na prevenção e tratamento de doenças (CRAVEIRO & CRAVEIRO, 2003). Diante disto, pesquisadores do International Food Information Council (IFIC, 2002) mostraram que o termo “alimento funcional” foi reconhecido mais rapidamente e também foi o preferido pelos consumidores em relação aos outros.

Não existe uma definição universalmente aceita para os alimentos funcionais. No entanto, várias organizações têm tentado definir essa categoria alimentar. O IFIC (2002) define alimento funcional como o alimento que promove benefício à saúde, além da nutrição

básica. Essa definição é similar a do International Life Sciences Institute of North América (ILSI, 1999), que define alimento funcional como aquele alimento que em virtude de ter componentes alimentares bioativos, promovem mais benefícios à saúde, além da nutrição básica. Já Health Canada (1998) tem por definição de alimento funcional “um alimento similar ao alimento convencional, consumido como parte da dieta normal, com benefícios fisiológicos demonstrado como redução de doenças crônicas, além da nutrição básica”. No Brasil essa nova categoria alimentar, foi definida pela Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) como “todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produza efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão médica” (CRAVEIRO & CRAVEIRO, 2003).

Diante de todas essas definições pode-se concluir que alimentos funcionais são alimentos e não medicamentos. Isso é importante porque há muito tempo os países ocidentais têm incorporado em seu sistema de regulamentação uma distinção clara entre alimento e medicamento e ainda assim o aparecimento dos alimentos funcionais tem desafiado esta distinção e causado confusão (KWAK & JUKES, 2001).

Para Kwak & Jukes (2001), o alimento funcional deve fornecer benefícios à saúde, além do seu valor nutricional normal e por ser como um alimento comum, deve ser consumido dentro dos padrões dietéticos diários. Portanto ele deve manter seu próprio valor nutricional normal, o que pode ser uma característica para distinguir alimentos funcionais de suplementos dietéticos ou alimentares.

De acordo com o Codex Alimentarius Commission (1991), alimentos para usos dietéticos são definidos como aqueles alimentos que são especialmente processados ou formulados para satisfazer requerimentos dietéticos particulares que existem por causa de uma condição física ou fisiológica e/ou doença específica. Logo a composição desses alimentos deve diferir dos alimentos normais. Já os alimentos para propósitos médicos especiais, segundo esta mesma Comissão, são definidos por uma categoria de alimentos para uso dietético especial, as quais são especialmente processados e formulados e apresentados para a administração dietética de pacientes e pode ser usado apenas sob supervisão médica. Logo os alimentos funcionais se diferem destes por fazerem parte de uma dieta total de um indivíduo e não necessita de supervisão médica. O Codex (1991) também esclarece sobre a adição de nutrientes essenciais em alimentos, fortificação ou enriquecimento significa a adição de um ou mais nutrientes essenciais a um alimento, esteja contido normalmente ou não nele, para propósito de prevenção ou correção de uma deficiência de um ou mais nutrientes em uma determinada população. Se nutrientes essenciais são adicionados aos alimentos comuns para benefícios à saúde, além dos valores nutricionais normais, esses alimentos podem ser considerados alimentos funcionais, mas se esses nutrientes são adicionados apenas para valores nutricionais normais, eles são alimentos fortificados e não funcionais.

Dessa forma, todos os alimentos sem alterações tais como frutas e verduras representam a forma mais simples de um alimento funcional. Alimentos modificados, incluindo aqueles que têm sido fortificados com nutrientes, também têm caído dentro do domínio de alimentos funcionais. Em adição, a biotecnologia de alimentos estará sempre desenvolvendo novas técnicas para o desenvolvimento de alimentos funcionais (SLOAN, 2002). Os principais produtos que estão sendo atualmente vendidos em várias partes do mundo pelos seus benefícios à saúde podem ser divididos em dois grupos: bebidas (fortificadas, relaxantes e esportivas) e alimentos (produtos à base de cereais, iogurtes, arroz, refeições prontas, biscoitos etc.) (BLENFORD, 1996).

Os alimentos considerados como funcionais estão classificados em quatro categorias principais: 1. Alimentos que tradicionalmente apresentam benefícios à saúde em relação a outros similares, como por exemplo, hortaliças obtidas através de técnicas adequadas de

cultivo. 2. Alimentos processados que tenham sofrido algum tipo de modificação, como por exemplo, teor reduzido de gordura ou enriquecido com antioxidantes. 3. Ingredientes especificamente incorporados a alimentos, como fibras e organismos probióticos. 4. Novos alimentos produzidos por biotecnologia ou métodos diferenciados, como é o caso dos ovos enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados do tipo ômega – 3 (CRAVEIRO & CRAVEIRO, 2003).

As evidências científicas existentes para os alimentos funcionais e seus compostos fisiologicamente ativos podem ser agrupadas em quatro áreas distintas: (a) experimentos clínicos, (b) estudos com animais, (c) experimentos laboratoriais *in vitro* e *in vivo*, e (d) estudos epidemiológicos (CRAVEIRO & CRAVEIRO, 2003).

### 2.2.2. Histórico

Nos últimos anos, o número de alimentos que possuem benefícios para a saúde tem apresentado um acelerado crescimento em todo mundo. Estudos recentes têm confirmado que existem ingredientes específicos nos alimentos que apresentam importantes atividades biológicas no organismo, além do aspecto nutricional, podendo promover benefícios para o corpo ou até mesmo disfunções metabólicas, que podem resultar em doenças. Diante destes aspectos e do crescente interesse da ciência em cada vez mais prevenir doenças ao invés de tratá-las, é que se têm intensificado a pesquisa e o desenvolvimento de alimentos que apresentem propriedades funcionais, notadamente nos países da Europa e no Japão, onde se tem observado um elevado crescimento desta nova categoria de alimentos (PARK *et al.*, 1997). O Japão é o berço e o líder mundial do mercado de alimentos funcionais. Em 1930, o Dr. Minuro Shirota extraiu do intestino humano e cultivou a bactéria do ácido lático denominado *Lactobacillus casei* Shirota, dando origem ao alimento funcional denominado Yakult®, que provavelmente é o alimento funcional mais vendido, sendo consumido diariamente por aproximadamente 23 milhões de pessoas em todo mundo (BLUM, 1996).

O termo alimentos funcionais foi primeiramente introduzido no Japão em meados da década de 80 (HASLER, 1996). Desde então um crescente interesse nos alimentos que apresentam componentes ou substâncias funcionais, ou seja, aqueles que ajustam ou modulam o sistema fisiológico do organismo de modo a promover saúde (PARK *et al.*, 1997). Em 1984, o governo japonês mostrou-se preocupado com relação a contribuição da medicina para uma sociedade mais saudável e então o Ministério da Educação, Ciência e Cultura japonês iniciou investigações sobre a relação entre a ingestão de certos alimentos e melhoras significativas em certas funções do corpo humano. Em 1987, esse Ministério desenvolveu o conceito de “alimento funcional”, na esperança de que a utilização de certos alimentos benéficos à saúde reduziria os custos médicos decorrentes do envelhecimento rápido da população (BLUM, 1996).

O Japão já possui desde 1993 uma legislação clara e específica para alimentos funcionais, classificadas em cinco categorias diferentes, das quais uma trata dos alimentos específicos para saúde, conhecida internacionalmente como FOSHU (Foods For Specified Health Use). Desde então já foram classificados mais de 60 produtos como alimentos funcionais ou ingredientes específicos. Essa portaria japonesa inclui a classificação, o reconhecimento e a permissão ou aprovação a nível nacional, de comercialização, marketing e rotulagem desses produtos alimentícios com as respectivas alegações (CRAVEIRO & CRAVEIRO, 2003).

Nos Estados Unidos, o conceito começou a ser difundido a partir de 1990, quando Instituto Nacional do Câncer desse país deu início a um projeto denominado Programa de Alimentos Projetados (Designer Food Program), com duração prevista para cinco anos e investimento de cinco milhões de dólares destinados para realização de pesquisas sobre

componentes de alimentos naturais, principalmente os fitoquímicos presentes nas frutas e verduras que apresentassem atividade anticancerígena. Este projeto teve o objetivo de prevenir o aparecimento de tumores malignos na população, através do consumo diário de alimentos naturais com tais substâncias funcionais. Atualmente, um grande número de pesquisadores americanos encontra-se pesquisando e desenvolvendo intensivamente diversos alimentos funcionais, tanto para trazer benefícios à saúde da população americana como para atender o mercado europeu e asiático que crescem de forma acelerada por esses produtos. Nos últimos anos diversas empresas de grande porte estão investindo diretamente em pesquisas para desenvolvimento de produtos com propriedades funcionais e isso tem gerado uma variedade enorme desses alimentos (CRAVEIRO & CRAVEIRO, 2003).

Embora os alimentos funcionais permaneçam indefinidos em relação às regulamentações alimentares atuais em países desenvolvidos como Estados Unidos, Canadá e alguns países europeus, eles são normalmente conhecidos por ser um alimento com algum potencial de proporcionar saúde ou ingredientes de alimentos que talvez provenham mais benefícios à saúde que o conteúdo de nutrientes tradicionais (IFIC, 2002). Nos Estados Unidos, estes alimentos estão parcialmente regulamentados pelo órgão de nutrição NLEA (Nutrition Labeling and Education Act), e as normas de rotulagem são acompanhadas pela FDA (Food and Drug Administration), órgão que fiscaliza alimentos nos Estados Unidos da América (EUA), com indicações baseadas nas evidências clínicas e na presença de substâncias com embasamentos científicos comprovados, que apresentem uma relação entre sua utilização como componente alimentar e o respectivo benefício para saúde. Apesar do envolvimento da FDA na regulamentação destes produtos, elas permanecem confusas. Sobre as regulamentações atuais, os alimentos ou componentes funcionais podem ser localizados dentro de categorias regulatórias, como alimentos convencionais, aditivos alimentares, suplementos dietéticos ou alimentos para usos especiais (ADA, 2004).

O Brasil iniciou o processo de regulamentação dessa categoria de alimentos bem atrasada se comparada com Japão e EUA, pois só no ano de 1999 que o Ministério da Saúde estabelece a criação de uma Comissão Tecnocientífica de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos para criar uma legislação específica que possa avaliar os alimentos funcionais no país. Os alimentos com alegação de propriedades funcionais têm sido regulamentados pelas Resoluções nº16, 17, 18 e 19 publicadas em 1999 por esse ministério, tratando desde as diretrizes básicas para análise e comprovação destas propriedades até procedimentos de registro. Esses produtos que tenham esta alegação no rótulo passam por uma comissão do Ministério da Saúde para ser registrado. Primeiro, é analisado se o alimento é seguro à saúde. Depois são analisadas as evidências científicas daquilo que está escrito no rótulo. A legislação permite dois tipos de alegações: de conteúdo (o que contém e em que quantidade) e de função (referente ao papel do ingrediente no metabolismo) (SOUSA *et al.*, 2003).

Na lista de alegações de propriedades funcionais aprovadas pela ANVISA têm-se: ácidos graxos da família ômega – 3, carotenóides, fibras alimentares,  $\beta$ -glucana, frutooligossacarídeos, inulina, lactulose, psyllium, quitosana, fitoesteróis, probióticos, *bifidobacterium animalis*, proteína de soja (SOUSA *et al.*, 2003).

No entanto deve se atentar para que a preocupação não esteja apenas em torno da permissão para comercialização e instruções para rotulagem, pois é extremamente importante e necessário para utilização deste produto considerar a quantidade, a frequência e o tempo em que ele deve ser ingerido para apresentar os benefícios funcionais propostos. Já se tem conhecimento por evidências científicas de pesquisas realizadas em ratos, que os componentes funcionais, embora tenham muitos efeitos benéficos, em alguns casos de consumo excessivo podem promover câncer, como alguns fenóis e o selênio, muito embora já se saiba que resultados obtidos em animais nem sempre são reprodutíveis em seres humanos.

Tudo isso reflete a necessidade de mais pesquisas e conhecimento específico na área de elaboração, manipulação e análise desses alimentos antes de lançá-los no mercado (CRAVEIRO & CRAVEIRO, 2003).

### **2.2.3. Mercado**

Vários fatores têm contribuído para o desenvolvimento dos alimentos funcionais, sendo um deles o aumento da consciência de alimentação saudável de consumidores que desejam melhorar a qualidade de suas vidas. Acompanhando essa exigência colocada pela transformação de estilo de vida da população, a ciência de alimentos tem pesquisado novos compostos e desenvolvido inúmeros novos produtos alimentícios, como uma forma de atender a busca das pessoas por alimentos mais saudáveis e esses produtos tem ocupado de forma significativa as gôndolas dos pontos de vendas dos países desenvolvidos, mercado esse que vem crescendo a cada dia no Brasil (KWAK & JUKES, 2001). Os alimentos funcionais normalmente custam mais do que as versões tradicionais, logo para terem grande aceitação, devem oferecer benefícios a saúde que sejam claros ao consumidor (DUNCAN, 1998).

Os principais grupos de compostos funcionais que estão sendo mundialmente pesquisados são os carotenóides, flavonóides, oligossacarídeos, organosulfurados, polissacarídeos, fitoesteróis, ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), saponinas e isoflavonas da soja. Esses novos ingredientes estão e estarão cada vez mais presentes na nossa alimentação, nas mais variadas formulações. Os alimentos funcionais representam uma união da química, farmacologia e a tecnologia de alimentos na busca de uma melhor qualidade de vida, baseada na alimentação. Isso vem sendo reconhecido pelo consumidor moderno, que tem procurado com mais frequência esse tipo de produto nas prateleiras dos supermercados. Os principais fatores que garantirão o desenvolvimento do mercado futuro dos alimentos funcionais serão: qualidade do produto, segurança com relação à procedência, qualidade do alimento, ética, benefícios oferecidos e conservação ambiental (BLENFORD, 1996).

Segundo Craveiro & Craveiro (2003), estudos realizados em 1999, o mercado mundial de alimentos funcionais foi da ordem de 32 bilhões de dólares com uma tendência contínua de crescimento ao longo dos anos devido o aumento da procura pelo consumidor. Os fatores que tem contribuído para esse crescimento são: o envelhecimento da população mundial; o aumento dos custos com a saúde; a eficácia e autonomia dos cuidados com a saúde; os avanços das evidências científicas de que a dieta pode alterar a ocorrência e a progressão de doenças; as mudanças na regulamentação dos alimentos.

Nos Estados Unidos em 2002, a produção de alimentos funcionais, como a soja, foi em torno de 20 bilhões de dólares e estimou-se um crescimento exponencial para os próximos anos. Foi previsto para o ano de 2010 que este mercado atingirá a cifra de quase 60 bilhões de dólares (HENRY, 1999).

Segundo a pesquisa de entrevista a consumidores realizada pelo IFIC (2002), 94% dos entrevistados acreditam que os alimentos podem trazer algum benefício para a saúde, que vão além da nutrição básica; 78% são capazes de nomear um alimento ou componente específico e os respectivos benefícios associados a eles; 85% dos participantes da pesquisa mostraram-se interessados em saber mais sobre os alimentos funcionais. Já em entrevistas de pesquisas realizadas em 1998 e 2000, 77% e 82% dos entrevistados respectivamente estabeleceram a associação entre o consumo de alimentos funcionais e a prevenção de problemas cardiovasculares e câncer. Na pesquisa de 2002, 78% dos investigados foram capazes de identificar alimentos com propriedades funcionais (MASÍS, 2002).

### **2.3. Algumas Características Nutricionais dos Alimentos**

### 2.3.1. Lipídeos

São definidos como uma classe de compostos solúveis em solventes orgânicos (acetona, éter e clorofórmio) e insolúveis em água. São compostos altamente energéticos, entre eles ácidos graxos essenciais ao organismo e que atuam como transportadores das vitaminas lipossolúveis. Podem ser classificados em: simples, conhecidos como óleos e gorduras, que só diferem entre si na aparência física, uma vez que à temperatura ambiente, os óleos apresentam aspecto líquido e as gorduras, pastoso ou sólido; compostos, entre eles os fosfolipídeos, ceras, entre outros; derivados, como os ácidos graxos e esteróis (IAL, 2005).

Os ácidos graxos estão raramente livres na natureza e quase sempre ligados a outras moléculas por seu grupo principal de ácido carboxílico hidrofílico. Eles são classificados quanto ao comprimento da cadeia de carbono (ácidos graxos de cadeia curta, aqueles com até 4 carbonos; de cadeia média, contendo 6 -12 carbonos; de cadeia longa, com mais de 12 carbonos), quanto a saturação da cadeia, ou seja, quanto ao número de duplas ligações na cadeia (AGS, que não tem dupla ligação; AGMI, que só possuem uma dupla ligação; AGPI, que possuem mais de uma dupla ligação) e quanto a posição da dupla ligação, onde elas são identificadas em relação a metila terminal utilizam o termo 'n' ou 'ω' para indicar a distância da primeira dupla ligação ao longo da cadeia de carbonos. Para que um ácido graxo contenha apenas uma dupla ligação, ele tem que ter pelo menos 12 carbonos, essa dupla ligação tipicamente estará na posição n-7 ou n-9 e cada dupla ligação ocorre invariavelmente após três carbonos, logo o número de insaturações depende do número de carbonos (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). A essencialidade de um ácido graxo está relacionada com a distância da primeira dupla ligação em relação a metila terminal, porque durante a formação de um novo ácido graxo, as enzimas biossintéticas humanas conseguem inserir duplas ligações na posição n-9 ou posterior a ela, mas não consegue inserir em nenhuma posição inferior a ela, logo ácidos graxos com insaturações nas posições n-3 e n-6 se tornam essenciais, porque o organismo não consegue sintetizar, eles devem ser adquiridos pela dieta, através de gorduras vegetais (SHILLS *et al.*, 2003).

Os ácidos graxos essenciais (AGE) são necessários para a estimulação do crescimento, manutenção da pele, crescimento capilar, regulação do metabolismo de colesterol, manutenção do desempenho reprodutivo, neurológico e imunológico (VALENZUELA, 2001) entre outros efeitos fisiológicos. Os ácidos graxos essenciais também são componentes de lipídeos específicos e mantêm a integridade e os níveis ótimos de insaturações das membranas teciduais (SHILLS *et al.*, 2003). Logo os AGS, AGMI e AGPI são determinantes essenciais da composição dos lipídeos armazenados e estruturais, alteram a atividade e a afinidade dos receptores, a permeabilidade das membranas e as propriedades de transporte.

Após a ingestão, os AGEs (C18:2n-6 e C18:3n-3) são distribuídos entre os triglicerídeos do tecido adiposo, outros tecidos de armazenamento e lipídeos estruturais de tecidos. Eles são oxidados mais rapidamente do que os AGS. Já os AGPI de cadeia longa que derivam dos AGE (C20:3n-6, C20:5n-3, C22:6n-3) são sintetizados no fígado e depois transportados para os tecidos extra-hepáticos para serem incorporados a lipídeos celulares e oxidados com mais dificuldade (HARTMAN, 1993).

O AGE ômega – 3 (C18:2 n-3), são derivados do ácido α-linolênico, caracterizados pela presença de dupla ligação no terceiro carbono, a partir da porção metil-terminal do ácido graxo. As algas marinhas são capazes de sintetizar esse tipo de ácido graxo (docosahexaenóico - DHA e eicosapentaenóico - EPA), os quais entram na cadeia alimentar marinha e logo estão disponíveis para o homem através do consumo em óleos de peixe (PIMENTEL & CARUSO, 1999). Estudos epidemiológicos têm demonstrado que a ingestão de peixes regularmente na dieta tem efeito favorável sobre os níveis de triglicerídeos, pressão arterial, mecanismo de coagulação e ritmo cardíaco, na prevenção de câncer (mama, próstata

e cólon) e redução da incidência de arteroesclerose (CANDIDO & CAMPOS, 1995; FRANK *et al.*, 1994). Além do seu papel nutricional, esses ácidos graxos podem ajudar a prevenir ou tratar uma variedade de doenças, incluindo doenças do coração, câncer, artrite, depressão e mal de Alzheimer entre outros (MCKENNA, 1999). Eles também são indispensáveis para os recém-nascidos por representarem um terço da estrutura de lipídeos do cérebro, pois carências desses ácidos graxos podem ocasionar redução da produção de enzimas relacionadas às funções de aprendizado. O suprimento adequado de DHA na alimentação de bebês é fundamental para o desenvolvimento da retina (TURATTI, 2000). O ômega – 3 pode ser encontrado em abundância na semente de linho (*Linum usitatissimum*) (CARTER, 1993; CEOTTO, 2000).

O AGE mais conhecido é o ácido linoléico, também chamado de ômega-6 (C18:2 n-6) por pertencer a esta família. Ele é transformado pelo organismo humano no ácido araquidônico e em outros AGPI semelhantes a este. Os ômega-6, bem como os derivados de ácido linoléico exercem importante papel fisiológico, uma vez que participam da estrutura das membranas celulares, influenciando a viscosidade sanguínea, permeabilidade dos vasos, ação antiagregadora, pressão arterial, reação antiinflamatória e funções plaquetárias (GALVÃO, 2000; TURATTI, 2000). São consideradas fontes de ômega – 6, os óleos de milho, girassol e soja.

Os efeitos benéficos dos AGPI, na saúde cardiovascular, exercidos em vários níveis na regulação da homeostase vascular, podem ser obtidos através de uma alimentação equilibrada, que proporcione uma regulação adequada de ômega-6 e ômega-3 e uma quantidade suficiente de ômega-3 (0,8 a 0,9g /dia para uma dieta de 2000Kcal), uma vez que essas duas famílias competem pela produção de eicosanóides (SIMOPOULOS *et al.*, 1999). Embora razão entre ômega-6 e ômega-3 ainda não esteja clara, é sugerido a proporção de 5:1 e 10:1 (CHIARELLO *et al.*, 2005).

Estudos bioquímicos têm mostrado diferenças no metabolismo e na distribuição tecidual entre as duas famílias, tendendo a família n-6 predominar no fígado e nas plaquetas e a família n-3 na retina, nos testículos e no sistema nervoso central (SNC). O ômega-3 é semelhante ao ômega-6 no que concerne à taxa de crescimento, resistência capilar, fragilidade dos eritrócitos e função mitocondrial. No entanto C18:3 n-3 e C20:5 n-3 dietéticos são inferiores ao C18:2 n-6 e outros da família n-6 com relação a eliminação de lesões na pele e prevenção da perda de água pela epiderme (SHILLS *et al.*, 2003). Pesquisadores acreditam que atualmente as dietas de ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 nas populações ocidentais apresentam uma razão n-6/n-3 de aproximadamente 20 a 30:1, valores muito elevados quando comparados com os considerados ideais de 1 a 2:1 (SIMOPOULOS *et al.*, 1999). Os elevados valores da razão n-6/n-3 geraram um desbalanceamento de ácidos graxos no organismo humano e, provavelmente contribuíram para o desenvolvimento de processos inflamatórios, desordem do sistema imune, hipertensão e disfunções neurológicas (KINSELA, 1986).

A digestão de lipídeos se inicia na cavidade oral, através da lipase lingual, aliada aos processos de salivagem e mastigação. Esse processo de hidrólise se estende do estômago, através da lipase gástrica ao intestino, onde entram em ação os sais biliares e a lipase pancreática. Então os produtos das hidrólises, monoglicerídeos e ácidos graxos livres são transferidos para o interior de micelas, que contêm sais biliares. Então os produtos dessas micelas são absorvidos pela borda em escova dos enterócitos e através de proteínas intestinais de ligação aos ácidos graxos, esses produtos atravessam a mucosa, finalizando o processo de absorção (SHILLS *et al.*, 2003).

O transporte de lipídeos altamente hidrofóbicos pela circulação é em grande parte alcançado pela agregação de lipídeos e proteínas. Os componentes lipídicos podem ser triglicerídeos, colesterol, fosfolipídios e os componentes protéicos são as apoproteínas, que além de aumentar a solubilidade das partículas, aumentam o reconhecimento pelas enzimas e

pelos receptores localizados na superfície externa da lipoproteína, que são classificadas em quilomícrons, lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), lipoproteínas de densidade intermediária (IDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de alta densidade (HDL), envolvidas no transporte lipídico. A LDL é a principal proteína transportadora de colesterol (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). Bell *et al.* (1990) descrevem o efeito protetor da HDL na aterosclerose, pois níveis elevados de HDL estão associados ao risco coronário reduzido em humanos, por isso que os lipídeos dietéticos podem afetar o metabolismo das lipoproteínas de um modo significativo, modificando o risco de doença cardiovascular. Embora o fator genético seja maior que os fatores ambientais na etiologia da hipertensão, algum benefício em termos de desenvolvimento e complicações coronárias de aterosclerose em pacientes com hipertensão arterial pode ser esperado dos ácidos graxos linolênico, eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) (HORNSTRA *et al.*, 1998). Na comunidade científica encontra-se estabelecido que um aumento da ingestão de AGPI, principalmente EPA, em uma dieta, reduz o risco de doenças cardíacas (NESTEL, 2000; SCHACKY, 2000). O consumo de AGPI reduz fatores bioquímicos associados à artrite, psoríase e câncer, atuam diretamente no processo de crescimento e desenvolvimento humano e possuem ações antitrombóticas e antiinflamatórias exercidas através do metabolismo dos eicosanóides (MULLER & TALBERT, 1988). O DHA é considerado fundamental na formação de tecidos nervosos e da visão. Seu requerimento está associado principalmente às primeiras etapas de desenvolvimento, tanto intra como extrauterino (CRAWFORD *et al.*, 1999).

Alguns dos efeitos mais potentes dos AGPI estão relacionados com a sua conversão enzimática a metabólitos oxigenados chamados eicosanóides, assim denominados por serem precursores de AGPI com uma cadeia de 20 carbonos. Entre os eicosanóides estão as prostaglandinas, tromboxanos, leucotrienos e lipoxinas (MAYES, 1990). Eles modulam as funções cardiovascular, pulmonar, imunológica, reprodutiva e secretora de muitas células (KINSELA, 1990). Os humanos dependem da ingestão dietética de AGPI da família n-3 e n-6 para que ocorra a biossíntese adequada de eicosanóides. Os principais eicosanóides são sintetizados a partir C20:4n-6 e a produção excessiva de eicosanóides derivados deste ácido graxo tem sido envolvida com muitos distúrbios inflamatórios e auto-imunes, como trombose, doenças imunoinflamatórias (artrite, nefrite por lúpus), câncer e lesões de pele psoriáticas. Alguns estudos mostram que a influência antitrombótica dos C18:2n-6 é substancialmente menor que aquela causada por AGPI n-3, porque ele reduz a intensidade da biossíntese de tromboxanos, que poderia reduzir as taxas de mortalidade cardiovascular (KINSELA, 1990).

Estudos mostraram que a substituição da gordura saturada por monoinsaturada (ômega-9) na dieta reduz os níveis de colesterol total e LDL sem alterar significativamente o HDL. O azeite que apresenta cerca de 55 a 83% de ácido oléico é considerado uma fonte de ácido graxo monoinsaturado (TURATTI, 2000).

As duplas ligações presentes em alimentos que consumimos frequentemente ocorrem na configuração *cis*. Ligações *trans*, também presentes, são resultados da hidrogenação, processo usado para aumentar viscosidade de óleos. A maioria dos ácidos graxos *trans* da dieta apresentam n igual a 1 e comprimento de 18 carbonos. O principal ácido graxo *trans*, o ácido eláidico (C18:1 n-9 *trans*) (SHILLS *et al.*, 2003).

A gordura é um importante componente da dieta, entretanto, a dieta ocidental moderna não pode ser qualificada como balanceada, pois contém muita gordura e apresenta desequilíbrio no tipo de gordura consumida (GARCIA, 1998). Uma alimentação rica em gorduras saturadas pode provocar doenças cardiovasculares, que são a principal causa de morte no Brasil, representando cerca de 40% das mortes de pessoas com mais de 45 anos, de acordo com a estatística anual da OMS (LIEVENSE, 1999).

Existem fatores da dieta que influenciam profundamente os níveis e o metabolismo das lipoproteínas que, por sua vez, alteram a suscetibilidade dos indivíduos em relação à aterosclerose. Gorduras dietéticas, colesterol, fibras, proteínas, consumo de álcool e balanço energético da dieta são fatores que apresentam um impacto essencial. Estudos revelam que o consumo de gorduras saturadas elevava os níveis circulantes de colesterol total e de LDL, em humanos. Os efeitos da elevação do colesterol sérico pelos AGS, principalmente os ácidos mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) já são bem estabelecidos (HARTMAN, 1993). Acredita-se que o efeito de elevação de colesterol se dá pelo fato do *pool* regulador de colesterol hepático ser alterado de éster de colesterol para colesterol livre, quando os hepatócitos se tornam enriquecidos com ácidos C14:0 e C16:0. Níveis mais altos de colesterol livre suprimem a atividade dos receptores de LDL, elevando os níveis séricos (SHILLS *et al.*, 2003). Outros estudos também mostram que o consumo de AGPI n-6 reduz os níveis de colesterol circulante, embora dados epidemiológicos ainda não consigam mostrar efeito protetor direto desses ácidos graxos da dieta no risco de doença cardíaca coronariana (GUIVERNAU *et al.*, 1994). Os AGPI da família n-3 apresentam uma relação mais acentuada com a incidência de doenças cardíacas, mas eles reduzem os níveis de triglicerídeos sérico apresentam apenas um impacto pequeno nos níveis de lipoproteínas do colesterol, em humanos (GUIVERNAU *et al.*, 1994). O consumo de gorduras monoinsaturadas também reduz os níveis de colesterol, mas nem tanto como o consumo de AGPI n-6 (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). O consumo de ácido graxo *trans* aumenta os níveis de LDL e reduz os níveis de HDL (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). As fibras da dieta também influenciam nas concentrações de colesterol. Em geral, as fibras insolúveis, como celulose, hemicelulose e lignina, presentes em grãos e vegetais, possuem efeitos limitados nos níveis de colesterol. Já as fibras solúveis, como gomas e pectinas, encontradas nos legumes e nas frutas, possuem propriedades mais intensas na redução do colesterol. Esse efeito é possível porque elas atuam como agentes seqüestradores de ácidos biliares, aliado ao fato de que as fibras reduzem o aumento da insulina devido à redução da velocidade de absorção de carboidratos que ela gera e com isso reduz a síntese de colesterol. Um outro mecanismo que envolve as fibras é o fato delas produzirem ácidos graxos de cadeia curta, que são absorvidos pela circulação portal e inibem a síntese de colesterol (ANDERSON, 1987). O consumo de calorias em excesso, resultando em obesidade também está associado a níveis mais elevados de colesterol no sangue (ANDERSON, 1987). Logo, estes fatores da dieta sugerem que a substituição de alimentos de origem animal, com alta densidade energética e ricos em gorduras saturadas por alimentos de origem vegetal favorece a manutenção de um perfil lipídico sérico desejável. Dessa forma a seleção de alimentos pode influenciar a distribuição das gorduras da dieta entre oxidação e retenção para o armazenamento ou utilização estrutural, em humanos. Isso é importante para a saúde humana porque o consumo de gordura associado a uma maior retenção pode resultar em um aumento da tendência à obesidade, além do fato que o maior acúmulo nas células de ácidos graxos com menos preferência pela oxidação pode conferir alterações estruturais/ funcionais devido as mudanças dos padrões dos fosfolípidios dos ácidos graxos de membranas ou das razões entre prostaglandinas:tromboxanos (SHILLS *et al.*, 2003).

### **2.3.2. Proteína**

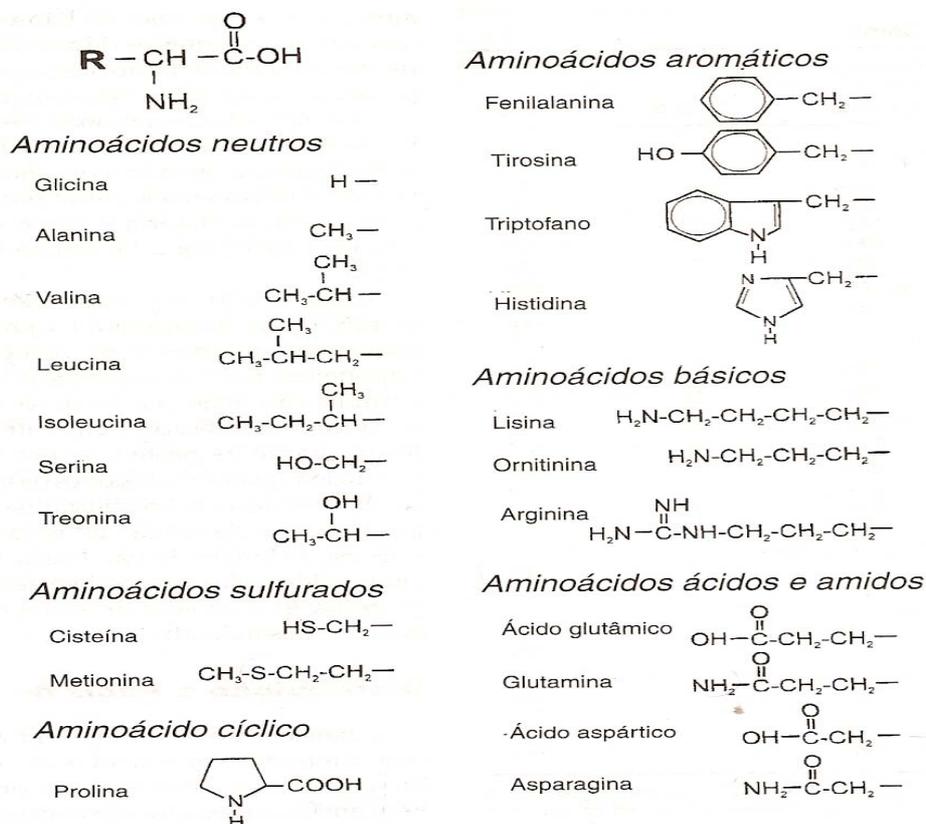
No processo de utilização da proteína como fonte de energia, após serem secretadas no lúmen intestinal, são digeridas e se tornam disponíveis para absorção, Após esta etapa, são transportados através da veia porta para o fígado, onde os aminoácidos podem ser desaminados (remoção de N) e transformados em carboidratos, que podem ser oxidados para serem convertidos em glicose pela via da gliconeogênese. Uma exceção são os aminoácidos

de cadeia ramificada, que são metabolizados mais notavelmente nos músculos. Outro caminho para os aminoácidos absorvidos é entrar no *pool* de aminoácidos direcionados para síntese de todas as proteínas, onde suas concentrações são controladas pelas regulações homeostáticas, cuidando da disponibilidade de cada aminoácido, ou até de outros compostos que contém nitrogênio. Então os aminoácidos passam para a circulação sistêmica e são levados para diferentes tecidos. É importante saber que é no início do estado de jejum, quando as reservas de glicogênio hepáticos estão exauridos, que o organismo começa a usar a energia das proteínas pela via da gliconeogênese. Isso só ocorre quando o organismo não tem outro recurso para obter esta energia, pois as proteínas depletadas são vitais para as funções corporais, da atividade enzimática as funções musculares relacionadas a respiração e circulação, sendo assim podem levar o indivíduo a morte (SHILLS *et al.*, 2003).

Os alimentos ricos em proteína são obtidos primariamente da carne ou produtos de origem animal tais como leite e ovos. A maioria dos alimentos vegetais são relativamente pobres em proteínas, com exceção das leguminosas em geral (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

Os aminoácidos apresentam na sua estrutura química um grupo carbono-carboxila e um grupo amina nitrogenada ligados a um carbono  $\alpha$  central, além de um átomo de hidrogênio e um grupo funcional (grupo R), que é quem fornece a identidade dos aminoácidos. Exceto o grupo R, todos os outros componentes são idênticos em todos os aminoácidos. Ao se ligarem por ligações peptídicas formada entre a carboxila OH de primeiro aminoácido e o nitrogênio do seguinte, formam uma longa cadeia de peptídeos, que são as proteínas (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

**Figura 03.** Estrutura química geral dos aminoácidos e sua classificação quanto à estrutura química.



Fonte: SHILLS *et al.*, 2003.

Alguns esqueletos de carboidratos podem ser produzidos no nosso organismo, a partir de intermediários de vias metabólicas, são eles os aminoácidos não essenciais. Alguns desses esqueletos de carbono não podem ser produzidos no nosso organismo, dessa forma só podendo ser obtido através da dieta, são eles os aminoácidos essenciais. (SHILLS *et al.*, 2003).

**Figura 04 - Classificação dos aminoácidos quanto a sua essencialidade.**

Aminoácidos Comuns no Corpo			
Molecular	Abreviação Padrão		Peso <sup>a</sup>
	3 Letras	1 Letra	
<i>Aminoácidos essenciais</i>			
Isoleucina	Ile	I	131
Leucina	Leu	L	131
Lisina	Lys	K	146
Metionina	Met	M	149
Fenilalanina	Phe	F	165
Treonina	Thr	T	119
Triptofano	Trp	W	204
Valina	Val	V	117
Histidina <sup>b</sup>	His	H	155
<i>Aminoácidos não-essenciais</i>			
Alanina	Ala	A	89
Arginina	Arg	R	174
Ácido aspártico	Asp	D	133
Asparagina	Asn	N	132
Ácido glutâmico	Glu	E	147
Glutamina	Gln	Q	146
Glicina	Gly	G	75
Prolina	Pro	P	115
Serina	Ser	S	105
<i>Aminoácidos condicionalmente essenciais</i>			
Cisteína	Cys	C	121
Tirosina	Tyr	Y	181
<i>Alguns aminoácidos especiais</i>			
Aloisoleucina	alle		131
Citrulina			175
Homocisteína			135
Hidroxilisina	Hyl		162
Hidroxiprolina	Hyp		131
3-Metilistidina			169
Ornitina	Orn		132

<sup>a</sup>O peso molecular está arredondado para o número inteiro mais próximo e representa o número de gramas por mol de aminoácido. Pelo fato da glutamina ser degradada a glutamato quando as proteínas são hidrolisadas, a soma da glutamina e glutamato é freqüentemente abreviada *Glx*. O mesmo é verdade também para a soma da asparagina e aspartato: *Asx*. As abreviações com 1 letra são freqüentemente usadas para indicar sequências de proteínas.

Fonte: SHILLS *et al.*, 2003.

SNYDERMAN (1984) observou que as crianças prematuras necessitavam de cisteína e tirosina (dispensável para maioria das crianças a termo) para garantir a retenção de nitrogênio e manter os níveis plasmáticos normais. Seus precursores são metionina e fenilalanina, respectivamente, logo se esses são consumidos em quantidades eficientes, reduz a necessidade da cisteína e tirosina. A Histidina é essencial para recém-nascidos, mas não para crianças e adultos saudáveis (SHILLS *et al.*, 2003). O triptofano é precursor de niacina. Logo, a necessidade de niacina é reduzida pela presença de triptofano da dieta (60mg de triptofano da dieta equivale a 1mg de niacina). Também é precursor da síntese de serotonina. Tirosina é precursor para síntese de catecolaminas (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

A glutamina é necessária para nutrição e síntese de nucleotídeos das células do enterócito e dos leucócitos. O glutamato parece ser importante em várias desordens neurológicas da esclerose lateral amiotrófica ao mal de Alzheimer (ROTHSTEIN *et al.*, 1992). A Arginina é não essencial e é produzida em grande quantidade no organismo para produção de uréia, mas essa produção depende da disponibilidade de seus precursores ornitina e citrulina. Ela é indispensável para o crescimento, para promoção do sistema imunológico e melhora na cicatrização de ferimentos.

A determinação dos aminoácidos vem sendo usada, há muito tempo, em pesquisa bioquímica e, mais recentemente na área de ciência e tecnologia de alimentos, no intuito de melhor se conhecer a composição das proteínas (CARREIRA *et al.*, 2002). Sabendo que os aminoácidos são unidades estruturais básicas das proteínas, a quantificação e a qualificação dos mesmos tornam-se necessárias, uma vez que o principal fator determinante da qualidade de uma proteína é o seu perfil de aminoácidos e seu valor biológico, que pode ser determinado pelo aminoácido essencial mais limitante, que é aquele presente em menor concentração na proteína quando comparado com as necessidades humanas (KIPP *et al.*, 1996). Como certos aminoácidos são “limitantes” na maioria dos alimentos vegetais, as dietas baseadas em um único produto alimentar de origem vegetal não promovem um crescimento ótimo. Na verdade, o valor nutricional das proteínas alimentares está relacionado ao seu conteúdo em aminoácidos essenciais, associado a sua digestibilidade (BEJOSANO & CORKE, 1998). A digestibilidade das fontes de proteína pode ser afetada alguns fatores como, por exemplo, a composição química do alimento e dentre ela é ressaltado o material fibroso, além do processamento desse alimento, como cocção, condições de armazenamento entre outros. Esses fatores podem aumentar ou diminuir a biodisponibilidade das proteínas, logo eles devem ser considerados quando se falar da qualidade protéica (CRIM, 1994).

### 2.3.3. Carboidratos

São por definição uma classe de substância que possui a fórmula C:H:O na razão molar de 1:2:1, embora esta definição não seja adequada para os oligossacarídeos, polissacarídeos e álcoois do açúcar (sorbitol, manitol, galactitol, lactitol, maltitol) (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

Os carboidratos podem ser classificados como: carboidratos simples, que são os monossacarídeos (glicose, frutose e galactose) e os dissacarídeos da maltose (glicose-glicose), da sacarose (glicose-frutose) e da lactose (glicose-galactose) e carboidratos complexos, como o amido vegetal, o glicogênio animal, a pectina, a goma e a celulose. Uma outra classificação muito usada é a que organiza os carboidratos de acordo com o número de monossacarídeos. Neste caso o monossacarídeo é o carboidrato com uma unidade simples de carboidrato, os dissacarídeos fornecem dois monossacarídeos, os oligossacarídeos fornecem de 2 a 10 monossacarídeos e os polissacarídeos resultam em mais de 10 monossacarídeos (SHILLS *et al.*, 2003).

Embora exista uma grande variedade de carboidratos, apenas um pequeno número tem importância comercial e são utilizados na indústria, embora eles sejam essenciais na dieta do homem. No mundo ocidental, o homem obtém cerca de metade das suas necessidades calóricas diárias a partir dos carboidratos. Nos países em desenvolvimento, os carboidratos são a principal fonte dietética. Dos carboidratos ingeridos, cerca de 60% deles está na forma de polissacarídeos, principalmente amido, enquanto que os dissacarídeos sacarose e lactose representam 30 e 10%, respectivamente (SHILLS *et al.*, 2003).

O consumo médio anual de sacarose mais frutose nos países desenvolvidos é de cerca de 25% da ingestão calórica, sendo a frutose mais lipogênica do que a glicose. A alta ingestão de sacarose (50kg/ano/pessoa) pode influenciar na saúde do homem, tendo como consequências a produção de cáries, a hiperlipidemia, a resistência insulínica, a hipertensão e lesões teciduais semelhantes às que ocorrem em pacientes com diabetes, embora esta relação não esteja totalmente elucidada (SHAFRIR, 1991).

Atualmente, há evidências de que aumentos na glicose plasmática podem influenciar o aprendizado em humanos e intensificar a memória e outras funções cognitivas em idosos, pacientes com síndrome de Alzheimer e adultos jovens com Síndrome de Down, estando dessa forma a glicose atrelada à melhora da perda normal da função mental com a idade e a

degeneração cruel da capacidade mental da Síndrome de Alzheimer. Muitas drogas que prejudicam o aprendizado e a memória (por exemplo opiáceos, antagonistas colinérgicos, agonistas  $\gamma$ -aminobutíricos) podem ter suas ações reduzidas pela glicose (GOLD, 1992).

Os monossacarídeos são raramente encontrados livres na natureza, mas aparecem nas formas di e polissacarídeos. Dentre eles tem-se glicose, galactose e frutose, que podem ser absorvidos pelo ser humano. Elas diferem entre si quanto ao comportamento químico, paladar, doçura e fonte dietética. A glicose é o açúcar mais amplamente distribuído na natureza, apesar de ser raramente consumido em sua forma monossacarídica. Na forma de polímero, ela está presente no amido, na celulose e todos os dissacarídeos comestíveis. Já a frutose é mais doce de todos os monossacarídeos, pode estar presente como hexose livre (mel, refrigerante, adoçante, maçã, pêra) ou é produzida pela hidrólise do dissacarídeo sacarose, presente na dieta. (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

Na formação de di e oligossacarídeos, as unidades de monossacarídeos são unidas por ligação glicosídica. Dentre eles tem-se a sacarose, formada pela glicose e frutose; a lactose, formada pela glicose e galactose, sendo produzida quase exclusivamente nas glândulas mamárias e tem poder de doçura reduzida e maltose, que é formada por duas moléculas de glicose e é proveniente da hidrólise do amido. Os oligossacarídeos não digeríveis são resistentes à acidez do estômago e a ação da amilase e enzimas hidrolíticas intestinais, então entram no intestino grosso intacto e podem ser fermentados por bactérias nativas, o que pode causar gases e abdômen distendido. As amilases secretadas pelas glândulas salivares e pelo pâncreas, cliva apenas a ligação  $\alpha$  entre as duas moléculas de glicose. As enzimas da borda em escova da célula mucosa intestinal hidrolisam apenas as ligações da sacarose, maltose, isomaltose e lactose. Os carboidratos que contêm outras ligações não podem ser digeridos e são classificados como fibras (SHILLS *et al.*, 2003).

O amido consiste em unidades simples de glicose, sendo por isso um homopolissacarídeo chamado de glicano, com dois polímeros: amilose (15-20%), que possui moléculas de  $\alpha$ -D-glicose ligadas linearmente (1-4) e amilopectina (80-85%), uma forma altamente ramificada contendo tanto ligações 1-4 como ligações 1-6. A amilase salivar e pancreática age nas ligações 1-4 internas e não nas ligações glicose-glicose externa e nem nas ligações 1-6. (SHILLS *et al.*, 2003). Os polissacarídeos dietéticos, como amido e glicogênio, têm que ser degradados em seus monossacarídeos constituintes antes que possam ser usados no metabolismo. Esta degradação é iniciada pela ação da enzima  $\alpha$ -amilase secretada pelas glândulas salivares e pelo pâncreas, dando origem a grandes oligossacarídeos (dextrinas com terminação alfa) e completada pela barreira das dissacaridases secretadas pela membrana da borda em escova, dos enterócitos maduros que cobrem as vilosidades do intestino delgado. Ele apresenta função estrutural e de armazenamento de carboidrato (FREITAS, 2002).

O amido, de modo geral, é utilizado em todos os países e seu consumo aumenta com o grau de desenvolvimento. A situação do setor de amido no mundo pode ser resumida em dois pontos principais: dificilmente novos reagentes químicos ou derivados serão aprovados para uso alimentar e, nos amidos existentes, os níveis permitidos de tratamentos químicos para modificação permanecerão estacionários. As razões para estas restrições são a proteção ao consumidor, segurança do trabalho, proteção ao meio ambiente e economia nos custos de produção (BE MILLER, 1997). Portanto as indústrias de alimentos e os produtores agrícolas estão interessados na identificação e no desenvolvimento de espécies que produzam amidos nativos, com características físico-químicas especiais. Estes amidos poderiam substituir amidos quimicamente modificados ou abrir novos mercados para amidos (KIM *et al.*, 1995).

A fibra alimentar é a soma de todos os polissacarídeos de vegetais (celulose, hemicelulose, pectinas, gomas e mucilagens), mais as ligninas, que não são hidrolisadas por enzimas do trato-digestivo humano. Dentre as suas diversas funções fisiológicas têm-se: regulação da função intestinal, prevenção de constipação, melhoramento da flora bacteriana

intestinal, inibição da absorção de substâncias prejudiciais, prevenção de câncer de cólon, imunotivação, regulação do conteúdo de açúcar no sangue, inibição de secreção de insulina e de glicogênio, prevenção de diabetes mellitus, regulação do conteúdo de colesterol no sangue, prevenção da formação de cálculo biliar, redução da gordura natural, prevenção de obesidade e efeito hipotensor (AZIZAH & LUAN, 2000). As fibras, sozinhas ou em combinação, podem atuar das seguintes formas: alterando a digestão e absorção de lipídeos dietéticos e/ou aumentando a excreção de lipídeos através das fezes; aumentando a produção de ácidos graxos de cadeia curta no cólon, devido a fermentação (TOPPING, 1991). Além dos benefícios fisiológicos providos por alimentos com alto teor de fibras, estudos mostram que as fibras podem dar textura, geleificação, emulsão e estabilidade aos alimentos (DREHER, 1987).

Elas podem ser classificadas de acordo com a sua solubilidade em água, como: insolúveis (são os polissacarídeos estruturais como celulose, lignina e hemicelulose) e solúveis (são os polissacarídeos não estruturais como as pectinas,  $\beta$ -glicanas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses), as quais têm mostrado efeitos fisiológicos diferentes (SOUZA & MENEZES, 2004).

As fibras insolúveis aumentam o volume fecal, o que reduz o tempo de trânsito intestinal, tornando a absorção de glicose mais lenta e retardando a hidrólise de amido. Essas fibras não possuem ação sobre o colesterol total, mas auxiliam na redução da ingestão calórica (FRAN, 1990).

As fibras solúveis retardam o esvaziamento gástrico, aumentam o tempo de trânsito intestinal, tornando a absorção de glicose mais lenta, reduzem os níveis de colesterol total e de LDL-colesterol (FRAN, 1990). As frações pécicas, gomas e mucilagens são significativamente hipocolesterolemizantes (CAMPOS, 1990; CAVALCANTI, 1989).

Embora em concentrações diferentes, a maioria dos alimentos contém uma combinação dos dois tipos de fibras: as solúveis, tendo como principais fontes alimentares as leguminosas e as frutas e as insolúveis, que estão presentes nos grãos de cereais, no farelo de trigo, nas hortaliças e nas cascas de frutas (IAL, 2005). Segundo a ADA (1993), o consumo de fibra alimentar associado a uma dieta balanceada, rica em carboidratos e pobre em lipídeos é importante para promover saúde, reduzindo o risco de doenças crônico-degenerativas. As recomendações nutricionais proposta para a população brasileira regem o consumo mínimo diário de 20g de fibra alimentar (VANNUCCHI *et al.*, 1990).

Cerca de 25% das causas de morte no mundo devem-se às doenças coronárias. Apesar dos países desenvolvidos serem os mais incidentes para estas doenças, elas também afetam a população dos países em desenvolvimento (STEBBENS, 1989), tendo como conseqüências, entre outras, aumento dos gastos com saúde pública, aumento do sofrimento dos pacientes e das mortes súbitas. Uma das principais causas das doenças coronárias são os altos níveis de colesterol e triglicérides séricos (FIETZ & SALGADO, 1999). A ingestão de fibras dietéticas é um meio de prevenção dessas doenças.

#### **2.3.4. Minerais**

Os minerais constituem um grupo de elementos largamente distribuídos na natureza, que exercem funções diversas no organismo. O corpo humano é constituído por cerca de 99% de macronutrientes, moléculas compostas de C, H, O e N representadas por água, glicídios, lipídeos e proteínas. Cerca de 1% do homem adulto é composto de micronutrientes (ANDRADE *et al.*, 2003). Os elementos minerais reconhecidos como essenciais são comumente divididos entre macrominerais, necessário em quantidades de 100mg/dia ou mais e entre eles estão cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio, enxofre, microminerais, necessários na faixa de 100 $\mu$ g/dia, quantidades menores porém essenciais para o ótimo

crescimento, saúde e desenvolvimento e elementos ultra- traços, quando a necessidades dietéticas estimadas geralmente são abaixo de 1µg/g (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). Já a WHO (1996), os elementos traços são classificados, em função da sua significância nutricional em humanos, como: elementos essenciais (I, Zn, Se, Cu, Mo, Cr, Fe e Co); elementos provavelmente essenciais (Mn, Si, Ni, B e V); elementos potencialmente tóxicos, muito embora alguns deles possam apresentar algumas funções essenciais em níveis baixos de concentração (F, Pb, Cd, Hg, As, Al, Li e Sn).

Esses elementos estão relacionados à saúde humana e às doenças, uma vez que sua deficiência ou excesso pode induzir mudanças fisiológicas nos indivíduos. Do ponto de vista de saúde pública é importante assegurar à população que a ingestão de todos os nutrientes seja adequada numa dieta normal. Ao mesmo tempo, a dieta não deve conter elementos tóxicos acima dos níveis permissíveis. Com exceção da exposição ambiental, a maior entrada desses elementos, essenciais e tóxicos, no organismo humano, ocorre via cadeia alimentar.

Os minerais são influenciados pela biodisponibilidade deles mesmos em cada alimento. O termo biodisponibilidade indica a proporção do nutriente que é absorvido e utilizado pelo organismo e está relacionado com a forma química que estes elementos se encontram nos alimentos, pois espécies solúveis dos metais, tais como sulfatos e nitratos, são absorvidas sem passarem por modificações químicas, enquanto outras, como o carbonato, são absorvidas apenas após serem dissolvidas em secreções ácidas no estômago. Os sais solúveis, apesar de terem uma absorção favorecida em relação aos poucos solúveis e insolúveis, como óxidos e sulfetos, não são altamente biodisponíveis (COZZOLINO, 1997). Dentre os diversos fatores intrínsecos e extrínsecos que podem influenciar benéfica ou maleficamente para o aproveitamento dos nutrientes, temos como fatores intrínsecos influenciando, a espécie de alimento, a matrix onde o nutriente está incorporado e a ligação molecular desse nutriente. Como fatores extrínsecos influenciando, temos: quantidade desse nutriente na dieta associada às interações que ele pode sofrer, os atenuadores de bioconversão, o estado nutricional do indivíduo, os fatores genéticos relacionados com o indivíduo. Logo a determinação do teor total de certo mineral em algum alimento não possibilitar traçar um perfil da sua eficiência de absorção (SANDSTORM, 2001).

#### **a) Cálcio**

O íon cálcio tem um raio iônico de 0,99 Å e é capaz de formar ligações de coordenação com até 12 átomos de oxigênio. A combinação dessas duas características torna o cálcio quase único entre todos os cátions na sua capacidade de encaixar-se precisamente dentro de dobras de cadeia peptídica. Ao ligar-se com os átomos de oxigênio dos resíduos de ácidos glutâmico e aspártico, que se projetam na espinha dorsal do peptídeo, o cálcio enrijece a molécula de proteína e fixa a sua estrutura terciária. O Magnésio e o estrôncio, que são quimicamente semelhantes ao cálcio no tubo de ensaio, têm raios iônicos diferentes e não se ligam tão bem a proteínas. Os íons chumbo e cádmio, em contraste, substituem muito bem o cálcio, e de fato o chumbo liga-se a várias proteínas ligadoras de cálcio com maior avidéz do que o próprio cálcio, sendo até esse motivo responsável pela toxicidade deste mineral, muito embora nenhum desses elementos esteja presente em quantidade significativa no meio ambiente no qual os organismos vivos prosperam (SHILLS *et al.*, 2003).

Um dos papéis mais óbvio do cálcio é estrutural e mecânico, expresso na massa, dureza e resistência dos ossos e dentes. Além de outras como conformar proteínas-chave biológicas para ativar suas propriedades catalíticas e mecânicas, dessa forma regulando funções no organismo. Quanto a ligação do cálcio a um grande número de proteínas celulares desde aquelas envolvidas com o movimento celular e a contração muscular até a transmissão nervosa, secreção glandular e a divisão celular, além de ser co-fator para enzimas e proteínas

extracelulares. Quanto à parte estrutural deste mineral, o esqueleto é um reservatório importante de cálcio para manter as concentrações plasmáticas deste mineral (LERNER *et al.*, 2000).

Durante a digestão, o cálcio geralmente é liberado dos complexos da dieta na forma solúvel e ionizável para absorção. No entanto, complexos de baixo peso molecular, como oxalato de cálcio e carbonato de cálcio podem ser absorvidos intactos. A absorção ativa é mais eficiente no duodeno e jejuno, próximo de onde o pH é mais ácido, porém ela é maior no íleo onde ele passa mais tempo. Alguns fatores afetam a absorção do cálcio como o estado da vitamina D, o tempo de trânsito intestinal e a massa de mucosa. A fase da vida também influencia na absorção do cálcio, uma vez que a eficiência deste processo diminui na meia-idade. A redução do suco gástrico reduz a solubilidade dos sais insolúveis de cálcio, reduzindo a absorção também. Com relação a excreção, o cálcio pode ser perdido pela urina, fezes e suor (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

Diversos constituintes dos vegetais formam sais indigeríveis com o cálcio reduzindo sua absorção. O inibidor mais potente da absorção de cálcio é o ácido oxálico, presente no espinafre e ruibarbo. Por exemplo, a absorção de cálcio do espinafre é de apenas 5% se comparado com a taxa de 27% do leite, embora tenham carga semelhante. O ácido fítico, a forma de armazenamento do fósforo em sementes, também é inibidor da absorção do cálcio. No entanto, a biodisponibilidade de outras plantas ricas em cálcio (brócolis, couve, repolho, mostarda, folhas de nabo) é tão boa quanto o do leite. A absorção de ferro não-heme é reduzida à metade em refeições de teste radiomarcadas na presença de ingestões de cálcio até 300mg/dia. A inibição da absorção de ferro pelo cálcio não parece ser um efeito no tubo digestivo e pode envolver competição com o transporte de ferro na mucosa intestinal (SHILLS *et al.*, 2003).

Vannucchi *et al.* (1990), consideraram o baixo consumo de cálcio como um problema nutricional presente e potencial no país, causando problemas ósseos como osteoporose no adulto e raquitismo nas crianças.

Ingestões adequadas de cálcio foram definitivamente estabelecidas como protetoras contra osteoporose e foram associadas com a redução do risco de hipertensão, câncer de cólon e envenenamento por chumbo e cálculos renais em pacientes com síndrome de intestino curto. A toxicidade nutricional do cálcio significa uma elevação das concentrações sanguíneas de cálcio (hipercalcemia) por causa de excessivo consumo de cálcio, ou uma elevação da excreção urinária de cálcio a ponto de os rins calcificarem ou desenvolverem cálculos renais. A hipercalcemia, que essencialmente nunca decorre da ingestão de fontes alimentares naturais, resulta em fraqueza do tônus muscular, constipação grandes volumes urinário, náuseas, podendo evoluir para confusão, coma e morte (SHILLS *et al.*, 2003).

## **b) Fósforo**

Assim como os fosfatos, o fósforo participa de várias funções essenciais do corpo. O DNA e RNA são baseados no fosfato. A principal forma de energia celular (trifosfato de adenosina – ATP) contém ligações de fosfato de alta energia. Esse mineral está presente em cada membrana celular do corpo, como parte dos fosfolípidos e também se liga com íons de cálcio para formar hidroxapatita, a principal molécula inorgânica presente nos dentes e ossos. O sistema de tampão do fosfato é muito importante no fluido intracelular e nos túbulos renais (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

A relativa quantidade de fosfatos de ácido inorgânico e orgânico na dieta varia com o tipo de fosfatos consumidos. Independente da forma, a maioria dos fosfatos são absorvidos no estado inorgânico. A biodisponibilidade depende da forma do fosfato e do pH ácido na porção mais próxima do duodeno, que aumenta essa disponibilidade. Em geral a eficiência de

absorção dos fosfatos se aproxima a 60% nos adultos, sendo ela muito mais rápida que a do cálcio. A via primária de excreção desse mineral é a renal (SHILLS *et al.*, 2003). Em geral, as fontes de proteína também são excelentes fontes de fósforo, como as carnes, aves, peixes e ovos. O leite e seus derivados, nozes, leguminosas, cereais e grãos são boas fontes deste mineral. Muito embora a parte externa de grãos de cereais como trigo, o fósforo é encontrado na forma de ácido fítico, que pode formar complexos insolúveis com alguns minerais (SHILLS *et al.*, 2003).

A deficiência de fosfato é rara, mas pode se desenvolver em indivíduos que estejam usando drogas conhecidas como ligantes a fosfato, o que pode resultar na síntese reduzida de ATP e outras moléculas orgânicas de fosfato. Ocorrem anormalidades neuromusculares, esqueléticas, hematológicas e renais. A toxicidade pode ocorrer por uma concentração persistentemente elevada de PTH (paratormônio), devido o consumo crônico de uma dieta de baixo teor de cálcio e alto teor de fósforo. É o que se chama de hiperparatireoidismo secundário nutricional, que pode contribuir tanto para a mineralização óssea limitada durante o crescimento, ou seja, pico inadequado de acúmulo de massa óssea nos adolescentes e adultos jovens, como para a perda de massa óssea em adultos (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

### **c) Magnésio**

O magnésio é um co-fator de mais de 300 enzimas metabólicas. Entre as reações que necessitam dele estão à síntese de ácido graxo e proteínas, a fosforilação da glicose e seus derivados na via glicolítica e as reações da transcetolase. Ele também desempenha papel na transmissão e atividade neuromuscular (WAITZBERG, 2002).

A eficiência da absorção deste mineral varia entre 35 a 45% e embora ele possa ser absorvido ao longo do intestino delgado, a maior parte da absorção ocorre no jejuno. A homeostase do magnésio é regida pela absorção intestinal e excreção renal. Não se conhece nenhum hormônio que tenha um papel principal no controle do magnésio sérico, apesar do PTH possuir um papel menor. A via de excreção primária é renal (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

Esse mineral é abundante em muitos alimentos e a dieta comum deve fornecer quantidades adequadas se os alimentos certos forem consumidos. São boas fontes as sementes, nozes, leguminosas e cereais integrais, assim como hortaliças de folhas escuras, onde ele é constituinte essencial da clorofila. Embora o leite e seus derivados sejam fontes moderadas, talvez isso seja compensado por eles serem amplamente consumidos. As altas ingestões de cálcio, proteína, vitamina D e álcool, bem como o estresse físico ou psicológico, aumentam a necessidade deste mineral. Apesar de rara, a deficiência grave de magnésio pode se manifestar com tremor, espasmo muscular, mudanças de personalidade, anorexia, náuseas e vômito e em alguns casos convulsões e coma. Já a depleção moderada é aparentemente prevalente em idosos de populações ocidentais e tem sido sugerido que este estado pode contribuir para o aparecimento de várias doenças crônicas como disritmias, isquemia do miocárdio. Quanto à toxicidade, os únicos casos relatados foram em trabalhadores de fundição de minérios que inalaram muito pó de magnésio a ponto de se tornar uma carga tóxica (SHILLS *et al.*, 2003).

### **d) Sódio, Potássio e Cloro**

Esses três constituintes, indispensáveis na dieta, são conhecidos como os eletrólitos que se relacionam entre si no corpo. Eles estão envolvidos na manutenção de importantes funções fisiológicas do corpo, como: equilíbrio osmótico; equilíbrio ácido-base e

concentrações intra e extracelulares que estão relacionadas com o sistema de bomba Na/K, que é importante na regulação do volume e na manutenção do potencial de membrana. Os três elementos são absorvidos no intestino delgado e excretados principalmente pela urina (SHILLS *et al.*, 2003).

O fato desses minerais estarem amplamente distribuídos na dieta, quadros de deficiência, em geral, não ocorrem em indivíduos saudáveis, no entanto pode ocorrer a deficiência de potássio em populações que tem um consumo reduzido de frutas e hortaliças e a ingestão insuficiente deste mineral tem sido associada a hipertensão e osteoporose. O consumo excessivo de sódio é comum e contribui para o desenvolvimento de hipertensão e osteoporose. A hipertensão arterial é um problema de saúde que leva a outros mais sérios, como falhas no funcionamento do coração e dos rins (HADDY & PAMMANI, 1995). No Brasil, a hipertensão arterial é uma doença altamente prevalente, que atinge cerca de 15 a 20% da população adulta com mais de 18 anos, chegando a índices de 50% das pessoas idosas (MION *et al.*, 2001). Entretanto, ela não é uma manifestação exclusiva de adultos, pois aproximadamente 1 a 2% de crianças e adolescentes podem apresentar hipertensão (KATER & COSTA-SANTOS, 2001). A necessidade mínima estimada de sódio de um ser humano adulto ou em crescimento não excede 500mg/dia e há de suspeitas deste valor ser ainda menor (NRC, 1989). De acordo com o comitê do Food and Nutrition Board dos EUA (NRC, 1989), as necessidades mínimas recomendadas de sódio são normalmente excedidas em dietas normais, o que é ruim porque aumenta a excreção de cálcio gerando ou agravando um quadro de deficiência deste elemento.

Pesquisas revelam que dietas ricas em frutas, verduras e laticínios, mesmo em presença de elevados níveis de sódio têm sido apontadas como responsáveis pela redução de hipertensão em outros setores da população (MCCARRON, 1998).

#### **e) Cobre e Zinco**

São microminerais, que tem seu processo de absorção ocorrendo no estômago e intestino delgado, sendo neste último a absorção máxima. Ela ocorre por difusão ativa, onde esses minerais se complexam a ligantes endógenos e exógenos, permitindo seu transporte e absorção. No entanto estes processos podem ser afetados pela biodisponibilidade destes minerais (WAPNIR *et al.*, 2000). O cobre na sua forma solúvel é absorvido entre 40 e 60% do total ingerido. Já o zinco é absorvido entre 60 a 70% e depois de liberado dos alimentos, ele forma complexos com ligantes endógenos e exógenos, como histidina, ácido cítrico e ácido picolínico (FRANCO, 1995). A existência de quelados dos elementos traços permite uma eficiência de absorção destes elementos de até 100%. Daí a importância do conhecimento da forma química desses elementos. Ele é essencial para definir a biodisponibilidade (SANDSTORM, 2001) A biodisponibilidade do cobre está comprometida com o excesso de vitamina C e de zinco, ambos reduzem o processo de absorção do cobre (COZZOLINO, 1997)

O cobre é essencial em diversas funções como mobilização de ferro para síntese de hemoglobina, além de ser componente de várias enzimas (citocromo C-oxidase, superóxido desmutase, monoamino-oxidase...) (FRANCO, 1995). A excreção é por via fecal e em maior quantidade pela bile, assim como a urina e suor. Sua deficiência provoca anemia, leucopenia, neutropenia, hiperuricemia, retardo no crescimento; enquanto a sua toxicidade provoca diarreia, náuseas, vômitos, cirrose, anemia e bronquite (WAITZBERG, 2002). São fontes deste mineral mariscos, vísceras, carnes de músculos, chocolate, nozes, grãos de cereais, leguminosas e frutas. (SHILLS *et al.*, 2003).

O zinco, co-fator de mais de 100 enzimas, também participa de diversos processos metabólicos, como crescimento e multiplicação celular, cicatrização e funcionamento dos

macrófagos e linfócitos (SANDSTEAD, 1998), mas também atua na mobilização hepática da vitamina A e maturação sexual (FRANCO, 1995). Ele é armazenado principalmente no fígado e excretado através da urina. Sua deficiência causa retardo no crescimento, falta de apetite, lesões cutâneas e alterações de comportamento, enquanto a sua toxicidade provoca náuseas, cefaléia e deficiência de cobre (WAITZBERG, 2002). Carnes, peixes, aves, leites e seus derivados fornecem 80% do zinco total da dieta. Muito embora mariscos, fígado, cereais de grãos integrais, feijões secos e nozes sejam boas fontes (SHILLS *et al.*, 2003).

#### **f) Ferro**

A absorção deste mineral depende de vários fatores como dos estoques corporais, do conteúdo fornecido pela dieta e da fonte alimentar, além de receber influência dos outros alimentos ingeridos na mesma refeição (MARTINEZ *et al.*, 1999). O ferro do organismo tem dupla origem: ferro exógeno, adquirido através dos alimentos e o endógeno, proveniente da destruição das hemácias, que libera cerca de 27mg desse metal, sendo em seguida reutilizado. O ferro dos alimentos não é inteiramente aproveitado pelo organismo, dependendo da forma sob a qual é ingerido, isto é, de sua separação das combinações químicas sob as quais se apresenta, pois para sua absorção é necessário que seja solúvel, ionizável e ultrafiltrável (FRANCO, 1995). O ferro da dieta existe como ferro heme, encontrado na hemoglobina e na mioglobina e como ferro não heme. O ferro heme (5 a 10% de ferro da dieta) pode ter até 25% de absorção, enquanto o ferro não heme, só 5% (COUTINHO, 1981).

A falta de ferro é a mais importante deficiência nutricional do mundo, e se a anemia é usada como um indicador de insuficiência de ferro, estima-se que 30% a 60% das mulheres e crianças de países em desenvolvimento sejam carentes deste mineral (NOGUEIRA *et al.*, 1998). O mesmo é afirmado por BAKER (1978), para quem a deficiência de ferro é a causa mais comum da anemia nutricional do homem. Ela pode ser agravada por uma dieta desbalanceada com insuficiência de ferro, proteína, folato, vitaminas B<sub>12</sub>, B<sub>6</sub> e C.

As melhores fontes de ferro na dieta são fígado, ostras, frutos do mar, carne magra, aves e peixes. Entre os vegetais, feijões secos e hortaliças são as melhores fontes (SHILLS *et al.*, 2003).

#### **g) Elementos ultra-traços**

O Iodo é necessário para síntese de hormônios tireóideos, é absorvido facilmente na forma de iodeto e a excreção primária se dá pela urina. A deficiência de iodo, geralmente ocorre em pessoas que vivem em áreas montanhosas ou abaixo da região delta, porém ela é praticamente eliminada com a iodação do sal. Como consequência desta deficiência observa-se, além do bócio endêmico, hipotireoidismo, estatura reduzida, surdo-mudez, deficiência mental, inclusive cretinismo, especialmente durante a gravidez. Em caso de ingestões excessivas desse mineral, o que não é comum, o bócio também irá se desenvolver lentamente (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

O selênio é um oligoelemento essencial à saúde. A sua absorção ocorre na parte superior do intestino delgado, porém é mais eficiente sob condições de deficiência. A excreção primária é feita pela urina. Segundo alguns relatos, ele parece aumentar a resistência imunológica e prevenir infecções (WAITZBERG, 2002), além de se mostrar um importante antioxidante. No caso de doenças crônicas como a aterosclerose, câncer, artrite, cirrose e efisema, há fortes indícios de que ele atue como elemento protetor, além de retardar o envelhecimento, combater a tensão pré-menstrual e preservar a elasticidade dos tecidos. Em homens, ele aumenta a potência e o interesse sexual, além de suprir a carência gerada quando o selênio é perdido com o sêmen (ALVARENGA, 2002). A sua deficiência é rara em seres

humanos, porém pode estar associada à miocardiopatias e doenças virais ainda não muito bem elucidadas. Dietas carentes em selênio induziram cataratas em animais, logo se associa a relação entre a carência deste mineral em idosos, frequentemente desnutridos, e o aparecimento de cataratas (SHILLS *et al.*, 2003). Sinais de toxicidade são vistos através de alterações cutâneas e nas unhas, cárie dental e anormalidades neurológicas. As principais fontes alimentares são castanhas do Pará, rim, fígado, carne vermelha e aves; frutas e vegetais são pobres neste mineral (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

O manganês é um componente de muitas enzimas como glutamina sintetase, piruvato carboxilase, superóxido dismutase mitocondrial. Ele também ativa muitas outras enzimas, além de estar associado à formação de tecidos conjuntivos e esqueléticos, crescimento, reprodução e metabolismo de carboidratos e lipídeos. Ele é absorvido em todo o intestino delgado. O ferro e o cobalto competem pelos mesmos sítios de absorção. A excreção primária desse mineral é feita pelas fezes através da bile (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). O “Total Diet Study” da FDA relatou a ingestão deste mineral abaixo da recomendação em meninas adolescentes, porém nenhuma evidência fisiológica de insuficiência foi detectada (PENNINGTON E SCHOEN, 1996). Estudos estabelecem que essa deficiência pode levar a esterilidade, anormalidades esqueléticas notáveis e ataxia na prole de mães deficientes. A toxicidade só foi observada em mineradores, devido o excesso absorvido de manganês através do trato respiratório, que se acumula no fígado e SNC, produzindo sintomas semelhantes aos da doença de Parkinson (SHILLS *et al.*, 2003).

O cromo potencializa a ação da insulina, logo influencia no metabolismo de carboidrato, lipídeos e proteínas. Um outro possível papel, similar ao do zinco, está na regulação da expressão genética. O cromo orgânico e inorgânico são absorvidos de forma diferente. O cromo orgânico é prontamente absorvido, porém rapidamente eliminado através da bile. Já o inorgânico é excretado primariamente pelos rins. Alimentos com altas concentrações deste mineral são levedo de cerveja, ostra, fígado e batatas. Em menores concentrações, têm-se frutos do mar, grãos integrais, queijo, frango, carnes e farelos. A sua deficiência pode resultar em resistência insulínica e algumas anormalidades lipídicas (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

### **2.3.5. Carotenóides**

Os carotenóides representam um grupo de pigmentos naturais lipossolúveis com tonalidades que variam do amarelo ao vermelho, existem em mais de 600 compostos, excluindo-se os isômeros, contendo geralmente 40 carbonos, todos constituídos de poliisoprenóides, apresentam amplo sistema de duplas ligações e por isso podem ser oxidados, tanto química como biologicamente (AGOSTINI *et al.*, 1996). No entanto, poucos isômeros entre todos esses são considerados atualmente importantes em nutrição animal. Os carotenóides e seus metabólitos realizam diversas funções úteis na natureza, entre elas sua conversão em vitamina A em animais e alguns microorganismos, sua capacidade de sequestrar oxigênio “singlete” e as propriedades antioxidantes/pró-oxidantes, dependendo das circunstâncias, além de estimular o aumento da comunicação célula-célula, a diferenciação celular, aumentar do desempenho reprodutivo em animais e humanos e reduzir o risco de doenças degenerativas, prevenir a formação de catarata entre outras (SILVA & MERCADANTE, 2002).

A composição de carotenóides em vegetais é afetada por diversos fatores como a variedade, desigualdade na distribuição em um dado alimento e parte do vegetal que é consumido, grau de maturação, clima, tipo de solo, condições de cultivo e área geográfica da produção, condições de colheita, processamento e armazenamento (SHILLS *et al.*, 2003). Com o clima tropical e subtropical, muitos países em desenvolvimento têm uma enorme

variedade de fontes carotenogênicas, que incluem frutas, hortaliças e óleos extraídos de frutos de palmeiras diversas (FRANCO, 1995). No entanto esclarecer os fatores que afetam a biodisponibilidade de carotenóides em vegetais é imprescindível para determinar até que ponto o consumo desses vegetais e óleos podem auxiliar no combate à deficiência de vitamina A (ORTEGA-FLORES & PENTEADO, 1992). Alguns fatores que afetam a absorção de carotenóides são: tipo de carotenóide ingerido, ligações moleculares, quantidade de carotenóide na dieta, matriz em que o carotenóide se encontra, presença de fatores inibidores ou facilitadores da absorção, estado nutricional do indivíduo, fatores genéticos, fatores relacionados com o indivíduo e a interação entre estas variáveis (TANUMIHARDJO, 2002). Dentre os fatores que influenciam na biodisponibilidade de carotenóides, os relacionados com a dieta têm sido os mais intensamente estudados, principalmente o tipo de alimentos que eles se encontram. A presença de fibras também pode interferir na biodisponibilidade dos carotenóides. Já o aumento da biodisponibilidade dos carotenóides é favorecido pelo processamento e homogeneização mecânica dos alimentos, que tem suas partículas reduzidas (BULUX *et al.*, 1996). Alguns estudos analisaram que processamentos térmicos também favorecem o aumento da produção da quantidade total de carotenóides provitamínicos A em relação aos vegetais frescos, provavelmente devido a uma desnaturação mais eficiente dos complexos carotenóide-proteína. No entanto deve-se ressaltar que o tratamento térmico promove a isomerização dos carotenóides nos alimentos, da forma isomérica trans para cis, que exibe menor potência, dependendo do grau e da duração do tratamento (RODRIGUEZ-AMAYA, 1998).

Esses pigmentos são encontrados nos alimentos em duas formas principais: em soluções oleosas, onde sua biodisponibilidade é de mais de 50% e como constituintes de matrizes no interior de frutas e hortaliças, juntamente com fibras, polissacarídeos digeríveis e proteínas e pelo fato dessas matrizes não serem quebradas completamente durante a preparação do alimento e na sua passagem pelo intestino, a biodisponibilidade destes compostos é de menos de 10%. A eficiência da absorção de carotenóides diminui à medida que aumenta a quantidade ingerida. Também existe uma relação entre vitamina E e carotenóides, pois suplementos de vitamina E tendem a reduzir as concentrações plasmáticas de carotenóides, apesar de pequenas quantidades desta vitamina também serem capazes de prevenir a oxidação de carotenóides do trato gastrintestinal (SHILLS *et al.*, 2003).

Eles são encontrados em todos os tecidos do organismo, principalmente no tecido adiposo, no fígado e no plasma, estando presente em tecidos 90% ou mais dos carotenóides totais do organismo e menos de 10% no plasma. O fato de serem, em sua maioria, moléculas hidrofóbicas e interagirem, conseqüentemente, com porções lipofílicas da célula, como as membranas e os glóbulos lipídicos, faz com que o processo de absorção desses compostos seja semelhante ao dos lipídeos, por isso que o consumo dos lipídeos, paralelo ao consumo de carotenóides, parece ser de extrema importância para absorção desses agentes provitamínicos, uma vez que eles são lipossolúveis e geralmente absorvidos de maneira semelhante aos demais lipídeos da dieta, através da formação de micelas na luz intestinal para garantir solubilização (LEVIN & MOKAGY, 1995). Após a absorção, eles são transportados juntamente com ésteres de metila a partir da mucosa intestinal via linfa para o interior da circulação geral. O hepatócito incorpora grande parte dos carotenóides alimentares em lipoproteínas. Os carotenóides hidrocarbonetos predominam em VLDLs e LDLs enquanto as xantofilas predominam em HDLs e LDLs (SHILLS *et al.*, 2003).

Carotenóides,  $\alpha$ -tocoferol, vitamina C, polifenóis e selênio são geralmente denominados de nutrientes antioxidantes, que por sua própria natureza, previnem a oxidação de importantes estruturas celulares, geralmente por serem preferencialmente oxidados, isto é, fornecendo 1 ou 2 elétrons a algum oxidante celular ativo. Em algumas circunstâncias, eles

também podem aceitar elétrons de algum doador e se tornarem pró-oxidantes (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

Alguns carotenóides são capazes de serem convertidos em vitamina A e como tal desempenham um importante papel nutricional. Esta função adquire maior importância em países de terceiro mundo, onde os vegetais e frutos ricos em carotenóides, principalmente  $\alpha$  e o  $\beta$ -caroteno e a  $\beta$ -criptoxantina que podem ser biologicamente transformadas em vitamina A em organismos animais (RODRIGUEZ-AMAYA, 1998), constituem as principais fontes de vitamina A (OSLON, 1989). Eles também exercem outras atividades além desta, tais como a redução do risco de doenças degenerativas, prevenção da formação de catarata, redução da degeneração macular relacionada ao envelhecimento e redução do risco de doenças coronarianas, além de desempenhar papel fundamental como pigmento acessório na fotossíntese, agindo como coletor de energia e protetor contra fotoxidação (KRINSKY, 1994).

Segundo Pinheiro-Sant'ana *et al.* (1998), as cenouras são as principais fontes de origem vegetal de  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno. Os carotenóides compõem um dos grupos de pigmentos naturais mais extensamente encontrados na natureza, responsáveis pelas colorações do amarelo ao vermelho de flores, folhas, frutas, algumas raízes (cenoura), gema de ovo, lagosta e outros crustáceos, peixes e aves.

Dentre os carotenóides com atividades pró-vitâmicas A e seus respectivos percentuais de atividades têm-se  $\beta$ -caroteno, com 100%; criptoxantina, com 57%,  $\alpha$ -caroteno, com 53%,  $\gamma$ -caroteno, entre 42-50% e  $\beta$ -zeacaroteno, entre 20-40% (GROSS, 1991).

A deficiência de vitamina A continua sendo uma carência nutricional de impacto na saúde pública, pois atinge populações no mundo inteiro. Segundo a WHO (1995), só nas Américas a prevalência de hipovitaminose A é de cerca de 20%. Em grandes regiões brasileiras, constitui-se um problema endêmico. A deficiência de vitamina A foi detectada em vários estados brasileiros (Amazonas, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina) e em alguns desses estados, a hipovitaminose A foi reconhecida como um problema de saúde pública. Entre as principais estratégias utilizadas no combate à deficiência de vitamina A nos países em desenvolvimento estão a suplementação medicamentosa, a fortificação de alimentos e mudanças na alimentação, incluindo maior consumo de vegetais ricos em carotenóides (QUEIROZ & TORRES, 2000).

Quanto à magnitude do problema causado por esta deficiência, as estimativas mundiais indicam que 5 a 6 milhões de crianças apresentam manifestações visíveis (clínicas, fisiológicas ou funcionais). Ainda calcula-se que um número 5 a 10 vezes maior têm reservas orgânicas inadequadas, que caracterizam a deficiência marginal. Estima-se que 1,5 a 2,5 milhões de mortes poderiam ser evitadas a cada ano, neste grupo etário, com base em estudos de mortalidade e morbidade (WHO, 1992).

Em Pernambuco (Recife e interior), 40% ou mais das crianças de 2 a 6 anos de idade apresentam a forma marginal, ou as formas mais avançadas desta carência (FLORES & ARAÚJO, 1984).

Entre as funções da vitamina A no organismo estão a participação no processo de visão, crescimento, diferenciação de tecidos, função imunológica, reprodução e desenvolvimento embrionário (OSLON, 1990). A carência de vitamina A pode levar à cegueira noturna, xeroftalmia, xerodermia e hiperqueratose folicular. Além disso, crianças com deficiência de vitamina A estão sob o maior risco de sarampo, diarreia e infecções respiratórias (SOMMER & WEST, 1996).

O  $\beta$ -caroteno é o carotenóide com maior atividade pró-vitâmica e mais distribuído, não apresentam toxicidade detectável, mesmo se ingerido em altas doses (RODRIGUEZ-AMAYA, 1998). Isso é possível pelo fato deles não serem absorvidos no intestino, de terem sua eficiência de absorção reduzida com o aumento da ingestão, além da taxa de conversão em vitamina A ser lenta sob o ponto de vista enzimático. No entanto, a ingestão excessiva

pode causar hiperqueratose. A coloração amarela ou laranja da pele afeta as áreas onde a secreção gordurosa é mais intensa (dobras nasolabiais, testa, axilas e região entre as pernas) e nas superfícies queratinizadas, como as palmas das mãos e solas dos pés (SHILLS *et al.*, 2003).

Estudos epidemiológicos também revelaram que a ingestão de  $\beta$ -caroteno está inversamente relacionada com a redução da incidência de câncer de pulmão, cabeça, pescoço, estômago e esôfago, no entanto ela foi associada a uma melhora na taxa de sobrevivência em pacientes com câncer de mama. A ingestão de carotenóides também tem sido associada a um risco reduzido, tanto de eventos coronarianos como de acidentes vasculares cerebrais, devido a ação protetora dos carotenóides sob as LDLs com relação a oxidação, pois este parece ser um papel chave na aterogênese (SHILLS *et al.*, 2003).

Os métodos mais utilizados para separação e quantificação de carotenóides envolvem cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC – high-performance liquid chromatography) em colunas de fase reversa ou fase direta, combinada com detecção espectrofotométrica e integração de picos. Uma coluna C30 de HPLC proporciona melhor resolução (FURR *et al.*, 1994; SHILLS *et al.*, 2003). Nos últimos anos, a análise dos carotenóides individuais em alimentos melhorou muito. As fontes mais ricas de carotenóides são óleos de palmeiras, que contêm primariamente  $\beta$ -caroteno (4,7 mg/ 100ml),  $\alpha$ -caroteno (3,7 mg /100ml) e menores quantidades dos outros carotenóides (MERCADANTE *et al.*, 1997).

### 2.3.6. Ácido Ascórbico

O ácido ascórbico constitui a forma enólica de uma  $\alpha$ -cetolactona. A estrutura molecular contém dois átomos de hidrogênio enólico ionizável, que proporcionam ao composto seu caráter ácido. O átomo assimétrico do carbono 5 possibilita duas formas enantioméricas. O ácido ascórbico consiste em um sólido estável, branco e inodoro, de fórmula  $C_6H_8O_6$ , que é solúvel em água, ligeiramente solúvel em álcool e insolúvel em solventes orgânicos. Em solução aquosa, esse composto é facilmente oxidado a ácido desidroascórbico e transformado subsequentemente nos ácidos dicetogulônico, oxálico e treônico, bem como outros produtos menores. A oxidação do ácido ascórbico a desidroascórbico é reversível. Atualmente, a vitamina C é a denominação genérica utilizada para todos os compostos que exibem a atividade biológica qualitativa do ácido ascórbico, logo ela se refere às duas formas comuns biologicamente ativas, o ácido ascórbico e o ácido desidroascórbico. Essas duas formas proporcionam atividade vitamínica C biológica (antiescorbuto), enquanto os seus produtos de oxidação imediata não (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

Esse ácido é absorvido no intestino humano por meio de um processo ativo dependente de energia, que é saturável e dose-dependente. Essa absorção e a entrada desse ácido são facilitadas pela conversão dele em ácido desidroascórbico, que é transportado através das membranas mais rapidamente que o ácido ascórbico. Após a sua entrada nas células intestinais, o ácido desidroascórbico é prontamente reduzido a sua forma original novamente. No caso de ingestões reduzidas (inferiores a 30mg/dia), o ácido ascórbico é completamente absorvido. Cerca 70 a 90% da ingestão usual de ácido ascórbico (30-180mg/dia) são absorvidos. Entretanto, a absorção é reduzida 50% em casos de doses elevadas, como por exemplo, em doses de 1 a 1,5mg/dia (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). A presença de maiores quantidades de ácido ascórbico não absorvido no intestino pode ser responsável por diarreia e desconfortos intestinais. A absorção máxima se dá através da ingestão de diversas doses espaçadas de menos de 1g durante o dia, em vez de uma única megadose. Vale ressaltar que à medida que a quantidade de ácido ascórbico sérico aumenta, a capacidade dos túbulos renais de reabsorver o mesmo aumenta até o seu máximo e o excesso

de ácido ascórbico não absorvido e seus metabólitos são excretados na urina (SHILLS *et al.*, 2003).

Esse composto tem várias funções, que se baseiam principalmente em sua propriedade como redutor biológico reversível. Assim ele é essencial como co-fator para várias reações bioquímicas e também é antioxidante protetor que funciona em fase aquosa, podendo ser regenerado *in vivo* quando oxidado. Ele pode doar elétrons a serem seqüestrados por vários oxidantes e radicais livres reativos, retornando facilmente ao seu estado reduzido por doadores de elétrons como glutatona e NADPH. A vitamina seqüestra eficientemente os radicais hidroxilas, peroxila e superóxidos, bem como as espécies reativas de peróxidos, oxigênio singlete e hipocloritos, além de proteger contra peroxidação dos lipídeos plasmáticos e de LDL, que inibe a aterosclerose na íntima vascular. Assim ele consegue afetar uma variedade de fatores associados com o risco de doenças cardíacas, incluindo a integridade do tecido vascular, o tônus vascular, o metabolismo de lipídeos e a pressão sanguínea (SHILLS *et al.*, 2003). A elasticidade e integridade estrutural da matriz vascular dependem desta vitamina, uma vez que ela atua como co-fator para síntese de colágeno do tecido conjuntivo desta matriz vascular. Dessa forma, ele apresenta efeitos benéficos no sistema cardiovascular. Também exerce efeitos vasodilatadores e anticoagulantes, alterando a produção de prostaciclina e outras prostaglandinas (HORROBIN, 1996). Revisões mais recentes afirmam que os resultados mais limitados dos ensaios controlados de intervenção a respeito de vitamina antioxidante, como vitamina C, não dão suporte, aparentemente a hipótese de proteção de doença cardíaca sugerida pela evidência experimental e epidemiológica.

Níveis mais elevados de ácido ascórbico proporcionam proteção antioxidante contra radicais livres gerados fotoliticamente nos tecidos oculares, incluindo o cristalino, córnea, humor vítreo e tecidos oculares. Também protegem contra danos oxidativos a proteínas do esperma. Como antioxidante intracelular, ele é importante na proteção do DNA contra danos oxidativos associados a mutagênese e à iniciação da carcinogênese. O ácido ascórbico pode proporcionar proteção antioxidante indireta, fornecendo elétrons para regenerar a forma reduzida ativa de outros antioxidantes biológicos como a glutatona, o tocoferol e flavonóides (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

Outro papel importante desta vitamina é a sua participação durante a formação de colágeno. Também influencia na biossíntese de outros componentes do tecido conjuntivo, como elastina, fibronectina, matriz óssea entre outros. (RONCHETTI *et al.*, 1996). Ele também atua na síntese e no metabolismo de neurotransmissores, já que é co-fator necessário para enzima dopamina- $\beta$ -hidroxilase, que atua sob a dopamina para formar norepinefrina (KATSUKI, 1996).

O ácido ascórbico pode aumentar a absorção de ferro não-heme. A deficiência dessa vitamina em cobaias resulta em concentrações ferro sérico reduzidas. Ele também atua conjuntamente com o ferro na biossíntese de carnitina, que transporta ácidos graxos de cadeia longa através da membrana mitocondrial, para que a  $\beta$ -oxidação forneça energia para as células (SGARBIERI, 1987).

Os humanos constituem uma das poucas espécies incapazes de sintetizar ácido ascórbico a partir da glicose e em casos de ingestão alimentar de ácido ascórbico insuficiente é possível observar sintomas dessa deficiência chamada de escorbuto, como defeitos na formação de tecido conjuntivo, manifestações hemorrágicas (sangramento no interior das articulações, na cavidade peritoneal e/ou no saco pericárdio e nas adrenais, em casos severos). O escorbuto é raro em países desenvolvidos. Ele é encontrado com mais freqüência em homens idosos que vivem sozinhos e ingerem dietas freqüentemente reduzidas em frutas e hortaliças, principalmente em idosos institucionalizados, confinados em casa e enfermos (WAITZBERG, 2002).

Além da necessidade absoluta de 5 a 10mg/dia para prevenir escorbuto, a necessidade alimentar humana de vitamina C permanece controversa. As recomendações mundiais atuais para ingestão dessa vitamina variam de 30 a 100mg/dia e essa quantidade é maior que a necessidade para prevenção de escorbuto para fornecimento de uma reserva corporal total, para prevenir contra os sintomas desta doença mesmo após semanas de ingestão reduzida da vitamina. Segundo o NRC (1989) estabeleceu uma ingestão tanto para homens como para mulheres de 60mg/dia, que é facilmente alcançada através das dietas ocidentais normais (SHILLS *et al.*, 2003).

Quanto a estabilidade, a vitamina C é um dos nutrientes mais sensíveis às condições de processamento e armazenamento, e a sua degradação está relacionada com diversos fatores como: oxigênio, pH, luz, temperatura e atividade de água (GABAS *et al.*, 2003). Pesquisas mostram que a degradação da vitamina C aumenta em atividades de água mais alta, supostamente devido o fato da reação ocorrer mais facilmente quando a fase aquosa do produto é menos viscosa (ZANONI *et al.*, 1999). Ela é a mais facilmente degradada de todas as vitaminas. É estável apenas em meio ácido e na ausência de luz, de oxigênio e de calor (SGARBIERI, 1987).

### 2.3.7. Polifenóis

Os fitoquímicos que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxila, recebem a denominação de compostos fenólicos e geralmente apresentam propriedade antioxidante. Os polifenóis constituem um grupo de substâncias largamente distribuídas nos vegetais, presente em vários alimentos e bebidas comumente consumidos na dieta humana e de animais (MANACH *et al.*, 2004 e 2005).

Existem milhares de compostos fenólicos já identificados em plantas. A ocorrência deste complexo grupo de substâncias nos vegetais é extremamente variável, pois são encontradas desde moléculas simples, como os ácidos fenólicos, até compostos altamente polimerizados, como os taninos (BRAVO, 1998). Eles podem estar presentes nos vegetais sob duas formas: livre ou conjugada (SOARES, 2002). Ocorrem primariamente na forma conjugada com monossacarídeos, dissacarídeos ou oligossacarídeos, sendo a glicose o monossacarídeo mais comumente encontrado. Também podem estar associados a compostos como: ácidos orgânicos (Ácido glicurônico, galacturônico e propanos), e compostos como aminas e lipídeos, além de ligações com outros fenóis (BRAVO, 1998).

Segundo Harbone (2000), os polifenóis podem ser divididos, em pelo menos 10 classes diferentes, de acordo com a sua estrutura básica. Entre elas estão os fenóis simples, ácidos e aldeídos fenólicos, fenilpropanóides, estilbenos, flavonóides, taninos e lignina (SAURA-CALIXTO e JIMÉNEZ-ESCRIG, 2001).

Em 2002, Soares apresentou a classificação para compostos fenólicos adotada por Ribéreau-Gayon, onde eram classificados como os poucos distribuídos na natureza (fenóis simples, pirocatecol, hidroquinona, resorcinol e os aldeídos derivados dos ácidos benzóicos); os polímeros (taninos e ligninas); e os largamente distribuídos na natureza (flavonóides e derivados e ácidos fenólicos como ácido benzóico e ciâmico).

Os efeitos biológicos dos polifenóis são determinados pela quantidade consumida destes compostos e pela sua biodisponibilidade (MANACH *et al.*, 2004).

Não existe na literatura informação precisa sobre a ingestão total dos polifenóis (BRAVO, 1998), existem apenas informações parciais sobre o consumo em alguns países e estes dados foram obtidos através da análise dos alimentos mais consumidos pelos humanos (MANACH *et al.*, 2004). A ingestão total de flavonóides e seu conteúdo nos alimentos parece ser maior do que o descrito na literatura porque a maioria dos estudos refere-se apenas aos flavonóis e flavonas (AHERNE & O'BRIEN, 2002), mas atualmente já se tem conhecimento

de um grande número de compostos fenólicos presente nos alimentos além destes. Segundo Manach *et al.*, 2004, provavelmente a ingestão de polifenóis totais deve atingir 1g/dia em pessoas que consomem várias porções de frutas e vegetais, porque segundo este mesmo autor, as frutas, os vegetais e bebidas como o vinho tinto e chás são as principais fontes dos polifenóis na dieta humana. Segundo Arrabi *et al.* (2004), a ingestão de flavonóides no Brasil variou entre 60 e 106mg/dia, sendo a média entre os homens de 79mg/dia e para as mulheres 86mg/dia, demonstrando que embora a nossa população tenha um baixo consumo de chás e vinhos, que são ricos em polifenóis, o nosso consumo é significativo quando comparado com outros países.

As propriedades biológicas, biodisponibilidade, capacidade antioxidante, interação com receptores celulares e enzimas estão relacionados com a estrutura química dos polifenóis. A absorção e o metabolismo dos polifenóis dependem do grau de glicosilação, conjugação com outros compostos, tamanho molecular, grau de polimerização e solubilidade do composto. A enorme variedade deste grupo de substâncias, assim como sua presença nas plantas como uma complexa mistura de compostos fenólicos dificulta o estudo da sua biodisponibilidade e dos efeitos fisiológicos e nutricionais (BRAVO, 1998).

Uma das propriedades mais conhecidas dos polifenóis é a sua capacidade de se ligar e precipitar proteínas, formando complexos insolúveis, que não são absorvidos no trato gastrointestinal e por isso são excretados pelas fezes, reduzindo a digestibilidade e absorção de proteínas (SAURA-CALIXTO e JIMÉNEZ-ESCRIG, 2001). Eles também podem formar complexos com carboidratos da alimentação, afetando a resposta insulínica e glicêmica (THOMPSON *et al.*, 1984 *apud* SAURA-CALIXTO e JIMÉNEZ-ESCRIG, 2001), quando complexados com as gorduras podem aumentar a excreção fecal da mesma (BRAVO *et al.*, 1992 *apud* BRAVO, 1998).

Uma outra propriedade destes compostos é a sua capacidade de atuar como agentes redutores e junto com outros compostos antioxidantes presentes na alimentação como a vitamina C, vitamina E e os carotenóides, protegem os tecidos corporais contra o estresse oxidativo e as patologias associadas. Baseada na sua função antioxidante, esses compostos têm apresentado ações antiateroescleróticas, antiinflamatórias, antitumorais, antitrombogênicas, antiosteoporóticos e antivirais (NIJVELDT *et al.*, 2001). As pesquisas sobre os efeitos dos polifenóis dietéticos na saúde humana tiveram grande desenvolvimento nos últimos 10 anos, demonstrando seu papel na prevenção de doenças degenerativas como cardiovasculares (MANACH *et al.*, 2005), câncer (SCALBERT & WILLIAMSON, 2005) e distúrbios neurovegetativos (WILLIAMS *et al.*, 2004). A atividade anticancerígena dos polifenóis ainda é muito discutida na literatura. Um estudo realizado na Holanda com idosos não encontrou associação entre a ingestão de 26mg/dia de flavonóis e flavonas e a mortalidade por câncer (HERTOG *et al.*, 1993). Várias pesquisas *in vitro* e *in vivo* demonstraram os efeitos dos polifenóis, principalmente dos flavonóides, em inibir a peroxidação lipídica e conseqüentemente o risco de aterogênese por diminuir a oxidação da LDL-colesterol no plasma. (SERAFINI *et al.*, 2000).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Material**

##### **3.1.1. Matéria-prima**

Buritis frescos, no estágio de maturação próprio para consumo, caracterizado pela cor vermelha escura da casca, constituída de escamas rígidas e uniformes, com tamanhos e formatos uniformes foram colhidos de dois cachos de uma palmeira localizada na região do município de Marituba, no estado do Pará. Posteriormente, os frutos com  $16 \pm 0,2886$ cm de circunferência e pesando em média  $50,6876 \pm 1,1342$ g, foram acondicionados em caixas plásticas e transportados no mesmo dia da colheita, via aérea para o Rio de Janeiro – RJ em compartimento refrigerado para cargas perecíveis.

#### **3.2. Métodos**

##### **3.2.1. Manuseio dos frutos**

Cerca de 12 horas após o embarque em Belém – PA, os frutos foram retirados do Aeroporto Internacional Tom Jobim, Rio de Janeiro - RJ e transportados para o Laboratório de Análise e Processamento de Alimentos do Instituto de Nutrição da UFRJ, onde foram inspecionados. Após a eliminação dos frutos que apresentavam algum defeito, como formato anormal, atacados por insetos ou danos físicos, eles foram acondicionados em sacos de polietileno e armazenados em freezer, a uma temperatura média de  $-20^{\circ}\text{C}$ , até a obtenção da polpa.

##### **3.2.2. Obtenção da polpa**

Após degelo, os frutos foram pesados, lavados em água corrente e transferidos para uma despoldadeira vertical, onde a polpa foi separada das cascas e sementes. A polpa obtida foi acondicionada em sacos de polietileno de alta densidade e barreira ao oxigênio atmosférico, que depois de hermeticamente fechados foram estocados a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Durante o despoldamento a iluminação artificial da planta foi desligada, conforme as recomendações International Vitamin A Consultive Group (IVACG) descrita por Arroyave *et al.* (1982).

##### **3.2.3. Determinações**

Antes das determinações analíticas, os sacos de polpa congelados eram retirados com antecedência para o degelo e posterior homogeneização da mesma em ambiente escuro. Todas as análises foram realizadas em triplicata ( $n=3$ ).

###### **a) Umidade**

A umidade foi determinada por gravimetria e constou de pesagens de alíquotas com aproximadamente  $5 \pm 0,0069$ g de polpa em pesa-filtros. Cada pesa-filtro foi previamente tarado, adicionado da amostra e aquecido em estufa a  $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$  até a obtenção de peso constante (IAL, 2005). Os resultados foram expressos em g de umidade/100g de amostra.

## **b) Lipídeos Totais**

A extração da fração lipídica foi realizada a temperatura ambiente e de acordo com a metodologia preconizada por Bligh & Dyer (1959) e a quantificação por gravimetria. Nos procedimentos metodológicos foram utilizadas alíquotas com  $5 \pm 0,0047$ g e as proporções recomendadas dos solventes clorofórmio, metanol e água. Os resultados foram expressos em g de lipídeos totais/100g de amostra.

### **b.1) Ácidos Graxos**

A fração lipídica das amostras extraída pelo método de Bligh & Dyer (1959), a partir de alíquotas de  $20 \pm 0,1653$ g foi submetida à saponificação e metilação. Os ésteres de ácidos graxos foram determinados em um cromatógrafo gasoso CG Chrompack CP9001 (FDI), equipado com uma coluna capilar, CP – Sil 88 for FAME fused sílica WCOT 0,2  $\mu$ m 50m x 0,25mm. Catálogo Chrompack n.7488, que operou sob as seguintes condições: temperatura do injetor = 250°C; temperatura do detector (FID) = 250°C; temperatura inicial da coluna, 160°C (32 min.), com rampa de 3°C/min até 200°C e temperatura final da coluna, 200°C (30 min); “Splitter” (razão de divisão da amostra), 1:100; gás de arraste, hidrogênio, a 70 KPa; volume da amostra injetada, 0,2  $\mu$ L. Foi realizada uma injeção para cada amostra. (INGI, s.d.). A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos. Os resultados foram expressos em percentual de ácidos graxos em relação ao teor total de lipídeos.

## **c) Nitrogênio total e proteína bruta**

Para determinação do nitrogênio total (Nt) alíquotas com aproximadamente  $0,05 \pm 0,0003$ g, foram submetidas as etapas de digestão, destilação e titulação de acordo com os procedimentos sugeridos pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995). O teor de proteína foi calculado através da multiplicação do teor de nitrogênio total pelo fator de conversão 6,08, calculado a partir do perfil de aminoácidos da amostra. Os resultados foram expressos em g de proteína total ou bruta/100g de amostra.

### **c.1) Aminograma**

A determinação do perfil de aminoácidos foi realizada no laboratório de CLAE da EMBRAPA-Agroalimentos do Rio de Janeiro. Os aminoácidos foram obtidos após hidrólise de alíquotas de amostras secas com HCl 6M por 24h a  $110 \pm 1$ °C em ampolas seladas a vácuo. Os hidrolisados foram evaporados em dessecador contendo pastilhas de NaOH e posteriormente suspensos em tampão citrato pH 2,2. Então foi realizada a determinação por CLAE com detecção fluorimétrica após derivatização com 6-aminoquinolyl-N-succinimidyl carbamate, em coluna de resina de troca caatiônica e derivatização pós-coluna com ninidrina em auto-analisador de aminoácidos Beckman, modelo 7300, equipado de coluna de 200mm de comprimento, contendo resina de troca iônica de sódio, com a injeção de 25 $\mu$ L da amostra e operando em condições para hidrolisados protéicos (fluxo de 1mL/min, à temperatura de 25°C) (SPACKMAN *et al.*, 1958). O teor de triptofano, metionina e cisteína não foram analisados. Os resultados foram convertidos para base úmida e expressos em g de aminoácido/100g de polpa.

## **d) Carboidratos**

Os teores de monossacarídeos, dissacarídeos e amido foram determinados pelo método de Somogy adaptado por Nelson (NELSON, 1944), onde foi adotado como glicídio padrão à glicose anidra. Já os teores de fibra alimentar total (FAT) foram determinados pelo método gravimétrico não enzimático, segundo Li & Cardoso (1994), sendo os resultados expressos em g do carboidrato correspondente/100g de amostra e o teor de carboidratos totais foi obtido através do somatório dos teores de monossacarídeos, dissacarídeos, amido e fibras presente na amostra e expressos em g de carboidratos totais/100g de amostra.

#### **d.1) Monossacarídeos**

Para tal determinação, inicialmente foram preparadas 03 soluções:

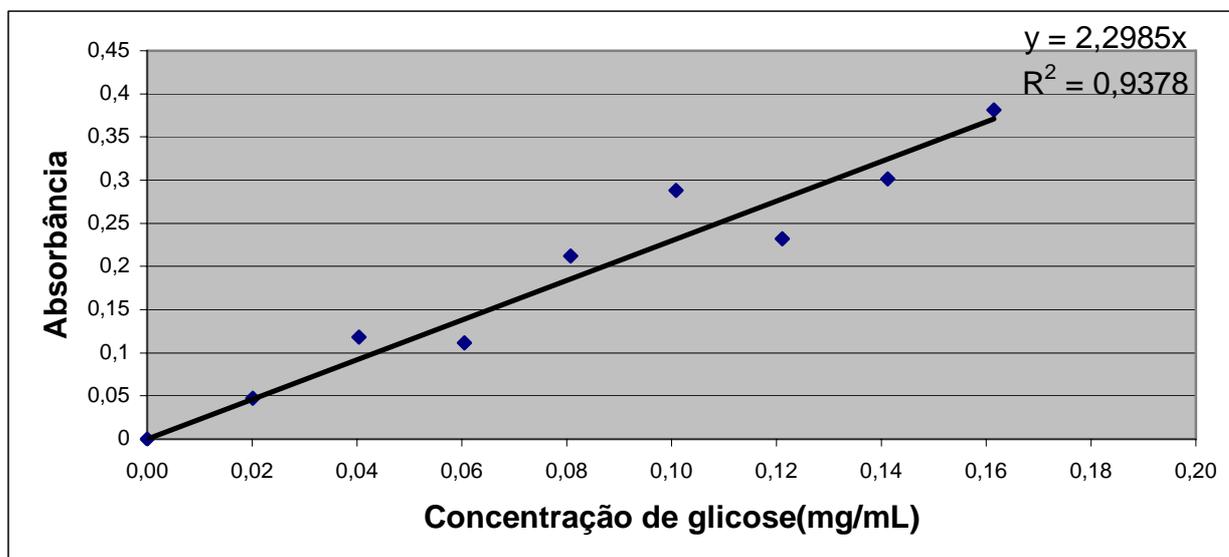
Solução A – contendo 16g de  $\text{NaHCO}_3$ , 12g de  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{KNa}$ , 24g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e 114g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  em 800mL de água destilada.

Solução B – em 100mL de solução de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  a 4% (p/v) foi adicionado 36g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , sendo o volume completado para 200mL com água destilada.

Solução C – após completa solubilização de 25g de  $(\text{NH}_4)_6\text{MoO}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  em 450mL de água destilada, foi acrescentado 21mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e uma solução de 3g de  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  em 25mL de água destilada. Toda a mistura foi homogeneizada e mantida em estufa a  $37^\circ\text{C}$  por dois dias em frasco escuro.

A partir de uma solução padrão de glicose anidra, foram realizadas diluições desta solução com concentrações de 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 e 180mg/mL desse monossacarídeo. Em cada tubo de Foulin Wu devidamente identificados com essas concentrações foi adicionado 1mL de cada diluição correspondente. Em seguida foi adicionado 1mL da mistura das soluções A e B na proporção 4:1. Os tubos foram aquecidos em banho-maria por 10 minutos ( $100^\circ\text{C}$ ) e resfriados até a temperatura ambiente. Então foi adicionado 2mL da solução C em cada tubo e em seguida agitado até total desprendimento gasoso. Os volumes dos tubos foram completados a 25mL com água destilada e homogeneizados para distribuição uniforme da coloração da solução e então foi realizada a leitura no espectrofotômetro Beckman DU 650 à 540nm. Os dados da absorbância foram utilizados para a construção da curva padrão (Figura 05), tendo sido utilizado branco como branco 1mL de água destilada.

**Figura 05** – Curva padrão de glicose.



Para determinação na amostra, alíquotas pesando  $5 \pm 0,0009$ g foram transferidas para béckers de 500mL. Cada frasco recebeu cerca de 300mL de água destilada e foi submetido à agitação constante por 30 minutos. As suspensões foram filtradas à vácuo, sendo o filtrado recolhido em becker de 500mL, onde foi adicionado 1,5mL de solução saturada de acetato de chumbo neutro, como solução clarificadora, conforme procedimentos descritos no IAL (2005). Todo sistema foi filtrado novamente até a obtenção de solução clarificada e sem interferentes. As soluções clarificadas foram transferidas para balões volumétricos de 500mL que tiveram seus volumes completados com água destilada. Dessas soluções foram retiradas alíquota de 1mL de cada balão e transferidas para tubos de "Foulin Wu" devidamente identificados. Em seguida procedeu-se exatamente como foi aplicado para determinação da absorbância das diluições de glicose para construção da curva padrão. Os dados das absorbâncias obtidas foram transformados em concentração de glicose através da equação da reta fornecida pela curva padrão (Figura 05), tendo sido utilizado como branco a água destilada.

#### **d.2) Dissacarídeos**

Inicialmente foi realizada a hidrólise química dos açúcares não redutores presentes na amostras. Para tal, alíquotas com  $5 \pm 0,0005$ g foram transferidas para béckeres de 500mL, que receberam aproximadamente 200mL de água destilada. Essas suspensões foram aquecidas até 90°C durante 5 minutos, filtradas à quente e acidificadas com ácido clorídrico concentrado até pH 3,2. Depois foram mantidas sob ebulição por 30 minutos (IAL, 2005). Esfriadas até a temperatura ambiente, a suspensão foi neutralizada com NaOH e em seguida foi adicionada 1,5mL de solução neutro de acetato de chumbo saturada em cada frasco, como solução clarificadora (IAL, 2005), que posteriormente foram filtradas e recolhidas em balão volumétrico de 500mL e tiveram seus volumes completado com água destilada. Dessas soluções foram retiradas alíquotas de 1mL e transferidas para tubos de Foulin Wu devidamente identificados. Em seguida procedeu-se exatamente como foi aplicado para determinação da absorbância das diluições de glicose para construção da curva padrão. Os dados das absorbâncias obtidas foram transformados em concentração de glicose através da

equação da reta fornecida pela curva padrão (Figura 05), tendo sido utilizado como branco água destilada. Para calcular o teor de dissacarídeos em sacarose foram consideradas as concentrações de glicose encontrados nesta análise e o fator de conversão de monossacarídeos provenientes da hidrólise, que é de 0,95 (IAL, 2005).

### **d.3) Amido**

Inicialmente foi realizada uma hidrólise química drástica dos amidos presentes na amostras. Para tal, alíquotas com  $10 \pm 0,0024\text{g}$  foram transferidas para béckeres de 500mL, acrescidos de 100mL de água destilada e 3mL de solução de hidróxido de sódio a 10%. Os frascos, devidamente identificados, foram autoclavados a 120°C/1 hora. Após o resfriamento, eles foram acidificados com 10mL de ácido clorídrico concentrado e novamente autoclavados por mais 30 minutos a 120°C. Finalizada a etapa de hidrólise do amido em moléculas de glicose foi iniciada a etapa de neutralização com adição de solução de hidróxido de sódio até pH 7. Em seguida as suspensões foram clarificadas conforme descrito no item anterior (IAL, 2005), filtradas e recolhidas em balões volumétricos de 500mL, que tiveram seus volumes completados com água destilada. Dessas soluções foram retiradas alíquotas de 1mL e transferidas para tubos de Foulin Wu, previamente identificados. Em seguida procedeu-se exatamente como foi aplicado para determinação da absorbância das diluições de glicose para construção da curva padrão. Os dados das absorbâncias obtidas foram transformados em concentração de glicose através da equação da reta fornecida pela curva padrão (Figura 05), tendo sido utilizado como branco água destilada. Para calcular o teor de amido foram consideradas as concentrações de glicose encontradas nos itens d.1 e d.2 e o fator de conversão de monossacarídeos provenientes da hidrólise, que é de 0,90 (IAL, 2005).

### **d.4) Fibra Alimentar Total**

Alíquotas com  $0,5 \pm 0,0357\text{g}$  foram transferidas para béckeres e solubilizadas em 25mL de água destilada. Então os frascos foram cobertos e mantidos em banho-maria a 37°C sob agitação por 90 minutos. Em seguida, eles receberam 100mL de etanol a 95% e foram novamente mantidos em banho-maria, mas agora a 65°C sob agitação por 1 hora. Após o resfriamento até a temperatura ambiente, as amostras foram filtradas em funis de Gooch Pirex®, previamente tarados e identificados e os materiais recolhidos foram mantidos em estufa a 105°C/noite. Os materiais desidratados foram lavados duas vezes com 20mL de etanol 78%, uma vez com 10mL de etanol 95% e uma vez com 10mL de acetona, onde então retornaram a estufa à 105°C/noite. Após esfriar em dessecador por 2 horas foram pesados e depois colocados em mufla a 525°C/6 horas e pesados novamente. No material remanescente de cada funil de Gooch, depois homogeneizado foram utilizados para determinação de nitrogênio total e, por conseguinte, de proteína pelo método de Kjeldhal (IAL, 2005). A FAT foi calculada através da seguinte equação:

$$\text{FAT} = 100 \times (\text{Umidade} - (\text{Proteína} + \text{Cinza}) / 100 \times \text{Umidade}) / \text{Amostra}$$

### **e) Valor calórico total (VET)**

O valor calórico foi calculado utilizando-se os fatores de conversão tradicionais para proteínas (4kcal/g), lipídeos (9kcal/g) e carboidratos (4kcal/g), segundo Lehninger (1986). Os resultados foram expressos em kcal/100g de amostra

### **f) Minerais totais ou cinzas**

Foi determinada através de prévia carbonização de alíquotas com  $2 \pm 0,0020\text{g}$  até a formação de carvão e posterior incineração em mufla a  $550^\circ\text{C}$  até eliminação completa do carvão (IAL, 2005). Os resultados foram expressos em g de cinzas/100g de amostra.

### **f.1) Perfil de minerais**

A determinação do perfil de minerais foi realizada no laboratório de espectrofotometria do Instituto de Química da Pontifícia Universidade Católica (PUC) do Rio de Janeiro. As amostras secas, pesando  $5 \pm 0,0035\text{g}$ , foram calcinadas em mufla a  $550^\circ\text{C}$ , por período mínimo de 2 horas e as cinzas obtidas foram dissolvidas em HCL 2mol/L. Então foram analisadas por espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado no modo semiquantitativo, utilizando o equipamento ELAN 6000 da Perkin Elmer-Sciex (AOAC, 1995). Os resultados foram convertidos para base úmida e expressos em mg do mineral correspondente/100g de amostra.

### **g) Carotenóides**

Inicialmente foi realizada a etapa de extração dos carotenóides na polpa estudada, onde alíquotas de  $2,0000 \pm 0,0018\text{g}$  de amostra seca foram transferidas para béckeres de 250mL e hidratadas com água deionizada por 5 minutos. Então elas foram filtradas em funis de bucher acoplados a quitasatos e sistema de bomba a vácuo, sendo lavadas sucessivas vezes com acetona padrão HPLC, a frio, até a extração total dos carotenóides. Os filtrados foram transferidos para balões de separação, onde foram adicionados éter de petróleo padrão HPLC e água deionizada e posteriormente desprezadas as fases de água e acetona, sendo mantida a fase etérea onde estavam solubilizados os carotenóides. Em seguida, esta fase retida em cada balão foi filtrada e recolhida em balões de vidro âmbar de 100mL, que tiveram seus volumes completados com éter de petróleo padrão HPLC. Uma alíquota de 5mL de cada balão foi transferida para vidros pequenos, que foram submetidos a banho de terra à  $30^\circ\text{C}$  com injeção de  $\text{N}_2$  até a secura total das amostras e posteriormente foram diluídas em acetona e homogeneizadas em Vortex®. A etapa cromatográfica, que possibilita a separação e identificação dos carotenóides presentes na amostra, foi realizada sob as seguintes condições: fase móvel: gradiente de metanol/metil t-butil éter – 80:20 para 10:90 em 28 minutos; fluxo: 0,8 ml/min; detector: Photodiode Array (DAD) 300 a 550nm; coluna: C30  $3\mu\text{m}$  4.6 x 250mm – YMC Carotenoid WATERS; temperatura da coluna:  $30^\circ\text{C}$ ; volume da amostra injetada, 0,2 $\mu\text{L}$  tendo sido realizada uma injeção para cada amostra (RODRIGUEZ-AMAYA E &KIMURA, 2001). Todas as etapas da análise foram realizadas ao abrigo da luz e o extrato de carotenóide foi protegido com papel alumínio. A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção de carotenóides do padrão utilizado. Este padrão apresenta picos para violaxantina, luteína, zeaxantina,  $\beta$ -criptoxantina,  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno e licopeno. Os resultados foram expressos mg de  $\beta$ -caroteno/100g de amostra e mg de  $\alpha$ -caroteno/100g amostra, uma vez que não foram encontradas quantidades significantes dos outros carotenóides nesta amostra. A determinação de carotenóides totais foi realizada a partir do mesmo procedimento de extração de carotenóides descrito acima e posterior leitura em espectrofotômetro Hitachi-U 3200 com comprimento de onda de 449nm (RODRIGUEZ-AMAYA E &KIMURA, 2001). Os resultados foram convertidos para base úmida e expressos em mg de carotenóides totais/100g de amostra.

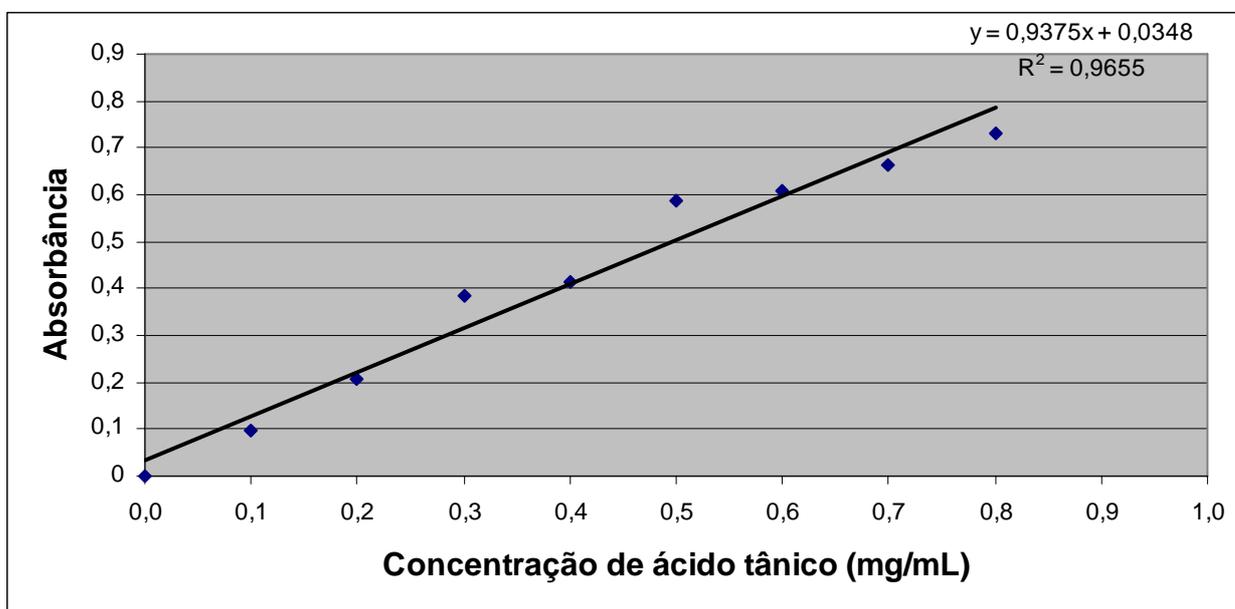
### **h) Ácido Ascórbico**

O ácido ascórbico foi determinado pelo método de Tillman's (IAL, 2005), modificado por Benassi & Antunes (1988), que utilizaram ácido oxálico como solvente em substituição ao ácido metafosfórico. Alíquotas de  $3,500 \pm 0,002\text{g}$  foram transferidas para balões volumétricos de 100mL e avolumados com solução de ácido oxálico 1%. Em cada balão foi adicionado 1,5mL de solução neutro de acetato de chumbo saturada (IAL, 2005), que depois de completa dispersão, foi filtrado. As soluções clarificadas obtidas foram usadas na titulação com reagente de Tillman's (IAL, 2005). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100g de amostra.

### i) Polifenóis totais

Foram determinados pelo método de Folin-Denis descrito na AOAC (1995), onde foi adotado como polifenol padrão o ácido tânico. A partir de uma solução padrão de ácido tânico, foram realizadas diluições desta solução com concentrações que variaram de 0 a 0,9mg/mL desse ácido. Em balões volumétricos de 100mL, previamente identificados com essas concentrações, foi adicionado 1mL de cada diluição correspondente, 5mL do reagente Folin-Denis e 10mL de uma solução de carbonato de sódio saturada. Os volumes dos balões foram completados com água destilada, que foram deixados em repouso por 30 minutos para que a reação ocorresse. Após este período, eles foram agitados para distribuição uniforme da coloração da solução. Foi realizada a leitura das diluições de ácido tânico em espectrofotômetro à 540nm. Então foi procedida a leitura em espectrofotômetro Beckman DU 650 à 760nm. Os dados da absorbância foram utilizados para a construção da curva padrão (Figura 06), tendo sido utilizado branco como branco 1mL de água destilada.

**Figura 06** – Curva padrão de polifenóis totais.



Para análise da polpa do buriti, alíquotas da amostra seca de  $1 \pm 0,0004\text{g}$  foram diluídas em 10mL de solução de acetona/água (7:3) e filtradas. Os extratos filtrados foram transferidos para balões volumétricos de 50mL, onde foi adicionado em cada balão 1,5mL de solução saturada de acetato de chumbo neutro, como solução clarificadora, conforme procedimentos descritos no IAL (2005). Após sucessivas filtrações para a obtenção de soluções clarificadas e sem interferentes, os balões tiveram seus volumes completados com

água destilada. Em seguida procedeu-se exatamente como foi aplicado para determinação da absorbância das diluições de ácido tânico para construção da curva padrão. Os dados das absorbâncias obtidas foram transformados em concentração de ácido tânico através da equação da reta fornecida pela curva padrão (Figura 06), tendo sido utilizado como branco a água destilada. Os resultados foram convertidos para base úmida e expressos em mg de ácido tânico/100g de amostra.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas, algo em torno de 39 milhões de toneladas por ano. Esta elevada produção de diferentes variedades frutíferas nativas ou adaptadas é decorrência da extensão do território e sua inserção, em grande parte, nas zonas de clima tropical e temperado (GRANADA *et al.*, 2004). A fruticultura nacional, no entanto, tem ainda grande potencial de expansão, pois existem inúmeras frutas nativas e exóticas muito pouco exploradas economicamente, cujos estudos para transformá-las em culturas racionais, na sua maioria, estão em andamento, como por exemplo, mirtilo (*Vaccinium myrtillus* L.), lichia (*Litchi chinenses* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), mangostão (*Garcinia mangostana* L.), romã (*Punia granatum* L.), entre outras (SILVA *et al.*, 2006). Além disso, o Brasil possui os maiores recursos em frutos oleaginosos nativos de todo o mundo, inclusive já foi previsto que da Região Amazônica surgiriam os óleos vegetais que iriam abastecer o Hemisfério Ocidental, tanto para alimentação humana e de animais, como para atender a indústria química e a geração de energia, principalmente quando ênfase é dada às fontes de energias mais limpas para minimizar o efeito estufa (TAVARES *et al.*, 1990; PALLET *et al.*, 2002).

Apesar de importantes, alguns desses frutos, por terem ainda seus benefícios desconhecidos, não são amplamente utilizados na alimentação humana, como o buriti, objeto de estudo dessa pesquisa. Dessa forma esta pesquisa se propõe a mostrar suas propriedades nutricionais.

### 3.1. Umidade

Com relação à determinação dos macronutrientes que fazem parte da composição centesimal, merece destaque o conteúdo de umidade, já que todas as matérias primas *in natura* apresentam determinado percentual de umidade, mesmo que em maior ou menor proporção (IAL, 2005). A umidade representa a água contida no alimento, que pode ser classificada como umidade de superfície, água livre do alimento ou presente na superfície do alimento e que pode ser facilmente evaporada e umidade adsorvida, água encontrada no interior do alimento, sem combinar-se quimicamente com o mesmo (IAL, 2005). A metodologia empregada baseia-se na perda de peso sofrida pelo produto quando ele é aquecido nas condições, nas quais a água é evaporada. Além da água, esse processo remove também outras substâncias que possuem pontos de ebulição inferiores à temperatura aplicada, como por exemplo, algumas substâncias responsáveis pelos aromas. A quantidade média de umidade determinada na polpa de buriti foi  $62,93 \pm 0,12\text{g}/100\text{g}$  de polpa (Tabela 01), valor inferior ao determinado por Mariath *et al.* (1989), que foi 69,6 % e pela Tabela de Composição de Alimentos do Estudo Nacional da Despesa Familiar – ENDEF (IBGE, 1999), que foi de 71,7 %. A pesquisa de Mariath foi realizada na Universidade Federal da Paraíba, próximo de região onde o buriti é abundante. Provavelmente os frutos desta pesquisa tenham sido colhidos e imediatamente analisados, enquanto que no presente estudo, os frutos depois de colhidos foram refrigerados e congelados, o que pode ter favorecido a perda de umidade do fruto para o ambiente, sendo esse um fator que pode ter interferido no teor final de umidade. Frutos considerados oleaginosos, como o coco da baía (*Cocos nucifera*, L.), o Pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.) e o abacate (*Persea americana*, Mill) apresentam 54,60, 65,90 e 83,80% de umidade, respectivamente. Dessa forma pode se considerar normal para frutos oleaginosos a faixa de umidade entre 54 e 84% (IBGE, 1999; NEPA-UNICAMP, 2006) e os valores encontrados na polpa de buriti encontra-se dentro da mesma.

**Tabela 01** – Composição centesimal da polpa do buriti em termos percentuais (g/100g amostra).

Análise	Média ± d.p.	Buriti MARIATH <sup>1</sup>	Buriti ENDEF <sup>2</sup>	Coco da baía ENDEF <sup>2</sup>	Pequi TACO <sup>3</sup>	Abacate TACO <sup>3</sup>
Umidade	62,93 ± 0,12	69,6	71,70	54,60	65,90	83,80
Lípido total	13,85 ± 0,69	8,10	11,00	27,20	18,00	8,40
Proteína	2,10 ± 0,19	1,80	2,60	3,50	2,30	1,20
Carboidrato total	8,25 *	19,8	13,10	13,7	13,00	6,00
Cinza	0,94 ± 0,06	0,70	1,60	1,00	0,80	0,50
VET	166,36 *	-	144,00	296,00	205,00	96,00

<sup>1</sup> MARIATH *et al.*, 1989.

<sup>2</sup> Tabela de Composição de Alimento do ENDEF/IBGE, 1999.

<sup>3</sup> Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-TACO, NEPA-UNICAMP, 2006.

d.p. = desvio padrão

\* Não houve desvio padrão para o valor de carboidratos totais, uma vez que ele é resultado do somatório dos valores de monossacarídeos, dissacarídeos, amido e fibras conforme tabela 05. Da mesma forma para o VET, já que foi obtido do somatório dos teores de proteína, carboidrato e lipídeos multiplicados por seus respectivos fatores de conversão.

### 3.2. Lipídeos totais e perfil de ácidos graxos

Os lipídeos totais, segundo maior componente da composição centesimal em termos de quantidade na polpa de buriti, representam todas as substâncias solúveis em solvente orgânico, sendo incluídos nessa categoria os óleos e gorduras, carotenóides, a clorofila e outros pigmentos, além dos esteróis, fosfatídios, vitaminas lipossolúveis entre outros (IAL, 2005).

A obtenção dessa fração em amostras sólidas pode ser feita através de métodos contínuos de extração em aparelhos do tipo Soxhlet com solventes orgânicos, seguido da remoção desses solventes por evaporação ou destilação e a mensuração por gravimetria (IAL, 2005). Em alguns casos podem ser aplicados outros métodos como a hidrólise ácida (método de Gerber ou Stold-Weibull) ou alcalina (método Rose-Gotllieb-Mojonnier) (IAL, 2005). Para amostras líquidas ou pastosas, a mais indicada seria a extração com solventes à frio (método de Bligh & Dyer, 1959), onde são utilizados clorofórmio, metanol e água, nas proporções 2:1:0,8, respectivamente. A fração lipídica da amostra fica retida na fase clorofórmica e é determinada por gravimetria após a evaporação do solvente. Sendo a polpa de buriti de consistência pastosa adotou-se este método.

A concentração de lipídeos totais encontrada nessa polpa foi de 13,85 ± 0,69g/ 100g de polpa (Tabela 01), valor superior ao descrito por Mariath *et al.* (1989) e mostrado na Tabela de Composição de Alimentos do ENDEF (IBGE, 1999), 8,10 e 11,00%, respectivamente. Além da possível desidratação do fruto durante as etapas de transporte e armazenamento, as metodologias utilizadas podem ter sido diferente, o que possivelmente pode ter interferido na diferença dos resultados apresentados. Os teores de lipídios reportados na literatura para polpas de frutos considerados oleaginosos, como o abacate que contém 8,40% de lipídeos e o pequi com 18,00% são próximos do teor encontrado na polpa do buriti, sendo por isso também considerado um fruto oleaginoso (NEPA-UNICAMP, 2006). A concentração de lipídeos do buriti deve ser valorizada, pois os óleos e gorduras são a principal fonte de energia para o corpo humano, além de serem úteis para a indústria por suas

habilidades para dissolver *flavor*, compostos aromáticos e alterar a consistência de vários produtos (FRANÇA *et al.*, 1999).

Os ácidos graxos podem ser classificados em AGS, que não apresentam nenhuma dupla ligação na cadeia carbônica; AGMI, que apresentam apenas uma dupla ligação na cadeia de carbonos e AGPI, que apresentam mais de uma dupla ligação na sua estrutura carbônica (CHIARELLO *et al.*, 2005).

Os AGEs são AGPI assim denominados pela incapacidade do organismo humano sintetizá-los e que devem ser ingeridos através da dieta (GALVÃO, 2000). Dentre eles, destacam-se o ácido linoléico e o linolênico, compostos das séries ômega-6 (C18:2 n-6) e ômega-3 (C18:2 n-3), respectivamente (DOMINIONI & DIONIGI, 1987). Pesquisas indicam que esses ácidos graxos desempenham importante papel no organismo humano, uma vez que, fazem parte da membrana celular, possuem ações antitrombóticas e antiinflamatórias, pois atuam como precursores de prostaglandinas antitrombóticas e leucotrienos e estimulam a imunidade respectivamente, além de estarem relacionados com a diminuição de doenças cardíacas coronarianas e seus fatores de risco. Estão presentes em alimentos como, peixes e óleos vegetais, dentre eles, canola, milho, soja, algodão, linhaça, gergelim, e girassol. Os AGMI também são importantes e fundamentais na síntese de hormônios no organismo humano, na redução dos níveis séricos de colesterol LDL e triglicerídios semelhantemente aos AGPI, porém sem alterar significativamente o HDL (CHIARELLO *et al.*, 2005). Entre eles, vem ganhando destaque o ácido oléico (C18:1), que contém uma dupla ligação no carbono 9, sendo por isso chamado de ômega-9 (GALVÃO, 2000; TURATTI, 2000) e está presente em grande quantidade no azeite de oliva, óleo de amendoim, nozes pecã, amêndoas e abacate.

Na fração lipídica da polpa de buriti, os ácidos graxos linoléico (2,69%) e linolênico (2,17%) estão presentes em menores quantidades se comparado ao oléico (73,33%) (Tabela 02). No entanto, esses valores são semelhantes aos encontrados por França *et al.* (1999) e Albuquerque *et al.* (2003) (Tabela 02 e Figura 07).

**Tabela 02** – Composição de ácidos graxos do óleo da polpa de buriti em termos percentuais.

Ácido graxo	Média <sup>1</sup>	FRANÇA <i>et al.</i> <sup>2</sup>	ALBUQUERQUE <i>et al.</i> <sup>3</sup>	Azeite de oliva <sup>4</sup>	Óleo de canola <sup>4</sup>
Caprílico (C8:0)	0,59 ± 0,13	-	-	-	-
Palmítico (C16:0)	19,31 ± 0,13	17,34	18,27 ± 1,31	11,00	4,00
Esteárico (C18:0)	1,86 ± 0,03	-	2,0	2,20	1,80
Oléico (C18:1 c)	73,32 ± 0,10	78,73	76,01 ± 3,83	72,50	56,10
Linoléico (C18:2 c)	2,69 ± 0,12	3,93	3,16 ± 1,08	7,90	20,30
Linolênico (C18:3 c)	2,17 ± 0,03	-	2,2	0,60	9,30
Ácidos graxos saturados	21,76	-	-	13,50	7,10
Ácidos graxos insaturados	78,18	-	-	82,10	88,50

<sup>1</sup> Calculado com base nos valores extraídos dos cromatogramas que expressam os resultados da determinação de ácidos graxos da polpa estudada (anexo A, B e C).

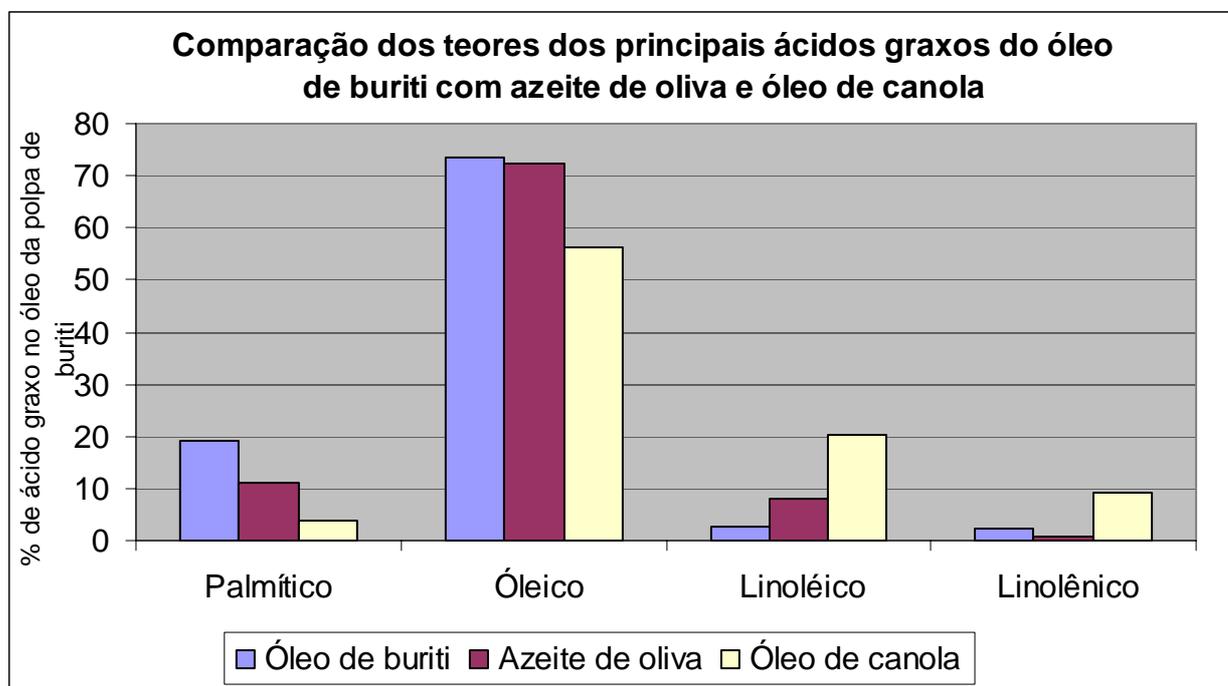
<sup>2</sup> FRANÇA *et al.*, 1999.

<sup>3</sup> ALBUQUERQUE *et al.*, 2003.

<sup>4</sup> SHILS *et al.*, 2003.

d.p. = desvio padrão

**Figura 07** – Comparação dos teores dos principais ácidos graxos do óleo de buriti com azeite de oliva e óleo de canola.



É importante salientar que um dos óleos mais usados na dieta humana e com grande apelo como alimento saudável é o azeite de oliva, que contém em sua fração lipídica 72,50% de ácido oléico. O óleo de buriti, apesar de apresentar níveis mais elevados desse ácido (73,32%) (Tabela 02 e Figura 07), até o presente momento não foi incorporado na dieta habitual, talvez por falta de incentivo a produção em escala industrial ou falta de divulgação desses dados. Outro óleo também muito utilizado na prevenção de doenças cardiovasculares é o de canola, que contém cerca de 23,60% a menos desse ácido se comparado com óleo de buriti, no entanto sua utilização na alimentação humana não é tão difundida como o óleo de canola.

O óleo da polpa de buriti contém aproximadamente quatro vezes mais ácido linolênico (C18:2 n-3) do que o azeite de oliva, embora o ácido linoléico (C18:2 n-6) esteja presente cerca de três vezes menos no óleo analisado. O óleo de canola apresenta valores mais elevados para ambos os ácidos quando comparado com o óleo analisado neste estudo, muito embora deva ser considerado que o óleo de canola geralmente é utilizado em alimentos submetidos à cocção e que dependendo da temperatura e do tempo de processo aplicado, ele poderá sofrer alterações indesejadas na estrutura química deste ácido o que, por conseguinte, aviltará os seus benefícios a saúde humana. O mesmo não ocorre com os ácidos do óleo de buriti, que na maioria das vezes é consumido *in natura* e provavelmente será mais aproveitado pelo organismo.

Dentre os AGS, predomina o ácido palmítico (C16:0), que corresponde 19,31% (Tabela 02 e Figura 07) e que de acordo com a literatura é um dos vilões no aumento do colesterol sérico. Segundo Hartman (1993), a elevação de colesterol pode ser creditado a transformação dos ésteres de colesterol em colesterol livre, quando os hepatócitos se tornam enriquecidos com ácidos C16:0. Níveis mais altos de colesterol livre suprimem a atividade dos receptores de LDL, elevando os níveis séricos. O nível de ácido palmítico da fração lipídica dessa polpa foi semelhante aos resultados mostrados por França *et al.* (1999) e

Albuquerque *et al.* (2003) (Tabela 02 e Figura 07). A literatura revela que essa polpa contém níveis mais elevados deste ácido quando comparado com o azeite de oliva, que dispõe de 11% e óleo de canola, que tem 4%.

### 3.3. Proteína e perfil de aminoácidos

A determinação do teor de proteínas totais foi realizada de acordo com o método de Kjeldahl, que mensura a concentração de nitrogênio total contido na amostra *in natura* (IAL, 2005). O percentual de proteína do buriti, que nesse trabalho foi denominada de *flexuonina* em homenagem ao nome dessa espécie, assim como foi utilizado para a castanha do Brasil (*Berthollecia excelsa* HBK), excelcina, para soja (*Glycine max* L.), glicenina, entre outros, foi determinado através nitrogênio total contido na amostra e o fator de conversão (fc) calculado especificamente para esta proteína a partir do perfil de aminoácidos dela, convertidos para base úmida (Tabela 03). Como não foram determinados os teores de triptofano e os aminoácidos sulfurados (cisteína e metionina), foram utilizados para o cálculo do fc os valores desses aminoácidos na polpa de buriti expressos na Tabela de Composição de Alimentos do ENDEF (IBGE, 1999). Nesses cálculos foram considerados: o peso molecular (PM), o percentual de nitrogênio de cada aminoácido e o teor de cada aminoácido dessa proteína. A quantidade total de nitrogênio da proteína (126,70mg) dividido pela quantidade total de aminoácidos da amostra (770,68mg) indicou o percentual total de nitrogênio (16,44%), que foi o quociente para determinação do fc (6,08) (Tabela 03). Desse modo o teor de proteína bruta na *flexuonina* foi de  $2,10 \pm 0,19$ g/100g de polpa (Tabela 01).

**Tabela 03** – Perfil de aminoácidos da polpa de buriti.

Aminoácidos (AA)	g AA/100g amostra	mg AA/100g amostra	PM	% N	mg N na proteína
Ac. Aspártico (Asp)	0,08	76,12	132,12	0,21	15,98
Serina (Ser)	0,05	46,21	105,09	0,13	6,00
Ac. Glutâmico (Glu)	0,06	62,52	146,15	0,19	11,88
Glicina (Gly)	0,04	38,06	75,07	0,19	7,23
Histidina (His)	0,04	38,06	155,16	0,27	10,28
Arginina (Arg)	0,06	57,09	174,2	0,32	18,27
Treonina (Thr)	0,05	48,93	119,12	0,08	3,91
Alanina (Ala)	0,05	46,21	89,09	0,16	7,39
Prolina (Pro)	0,03	32,62	115,13	0,12	3,91
Tirosina (Tyr)	0,04	40,78	181,19	0,08	3,26
Valina (Val)	0,04	40,78	117,15	0,12	4,89
Lisina (Lys)	0,04	40,78	146,19	0,19	7,75
Isoleucina (Ile)	0,03	35,34	131,18	0,11	3,89
Leucina (Leu)	0,05	48,93	131,18	0,11	5,38
Fenilalanina (Phe)	0,05	54,37	165,19	0,08	4,35
Sulfurados totais*	N.A.	48,39**	270,36	0,21	10,16
Triptofano (Trip)	N.A.	15,49**	204,23	0,14	2,17
<b>Total</b>		<b>770,68</b>			<b>126,70</b>
%N = 16,44		Fator = 6,08			

\* Aminoácidos sulfurados totais = Metionina (Met) + Cisteína (Cis)

\*\* Metionina + cisteína = 178mg/100g de amostra e triptofano = 57mg/100g de amostra, segundo Tabela de Composição de Alimentos do ENDEF (IBGE, 1999).

N.A. = não analisado

O valor encontrado no trabalho de Mariath *et al.* (1989) foi de 1,8%, logo mais próximo do valor encontrado neste estudo do que o valor mostrado na Tabela de Composição de Alimentos do ENDEF (IBGE, 1999), que foi de 2,6%. A superioridade deste valor pode ser creditada ao fator de conversão utilizado na Tabela de Composição de Alimentos do ENDEF, que foi de 6,25 e ao teor de nitrogênio total, que foi de 0,41g/100g de polpa. Outros frutos considerados oleaginosos, como coco da baía, pequi e abacate, apresentam 3,50, 2,30 e 1,20% de proteína respectivamente. Dessa forma pode se considerar normal para frutos oleaginosos a faixa de proteína entre 1,2 e 3,5% (IBGE, 1999; NEPA-UNICAMP, 2006) e os valores encontrados na polpa de buriti encontra-se dentro da mesma (Tabela 01).

A tabela 04 mostra os aminoácidos essenciais presentes na *flexuonina*, alguns em concentrações inferiores e outros acima quando comparado à proteína padrão sugerido pela FAO (1985). Apesar de não ser considerada uma fonte de proteína, a polpa de buriti apresenta um aminograma que deve ser muito considerado em função das elevadas concentrações de aminoácidos sulfurados (metionina + cisteína), aromáticos (fenilalanina + tirosina) e triptofano quando comparados com a proteína padrão da FAO. Esses aminoácidos normalmente são limitantes em muitas proteínas de origem vegetal, principalmente os sulfurados e triptofano (SABAA-SRUR, 1976).

**Tabela 04** – Perfil de aminoácidos essenciais presentes na polpa de buriti e a comparação com a proteína padrão estabelecida pela FAO (1985).

Aminoácidos essenciais	gAA/100g Proteína Padrão <sup>1</sup>	g de AA/ 100g <i>flexuonina</i> <sup>2</sup>	AA limitantes
Histidina	-	1,90	
Isoleucina	4	1,42	2°
Leucina	7,00	2,38	1°
Lisina	5,50	1,90	1°
Metionina	-	-	
Cisteína	-	-	
<b>Sulfurados totais*</b>	3,50	8,08	
Fenilalanina	-	-	
Tirosina	-	-	
<b>Aromáticos totais**</b>	6,00	16,64	
Treonina	4,00	8,55	
Triptofano	1,00	2,38	
Valina	5,00	1,90	3°

\*aminoácidos sulfurados totais = metionina + cisteína

\*\*aminoácidos aromáticos totais = fenilalanina + tirosina

<sup>1</sup> FAO/WHO/UNU, 1985.

<sup>2</sup> Dados extraídos da tabela 03.

Chama-se atenção para os elevados teores de aminoácidos aromáticos totais encontrados nesta amostra, que foi 16,64g/100g proteína (Tabela 04), quando considerados as necessidades desse aminoácido para compor uma proteína padrão e visto a sua importância para crianças prematuras, que necessitam de tirosina para garantir a retenção de nitrogênio e manter os níveis plasmáticos normais (SHILLS *et al.*, 2003). Outra surpresa revelada por esse

aminograma é a riqueza em triptofano (2,38g/100g de proteína), que atende cerca 238% da necessidade para composição da proteína padrão estabelecido pela FAO (1985). O triptofano é precursor da serotonina, um potente vasoconstrictor encontrado no plasma sanguíneo, além de ser estimulante nas atividades gastrointestinais (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). Ele também é precursor da niacina, logo as necessidades desta vitamina são reduzidas pela presença de triptofano na dieta. Os aminoácidos sulfurados também surpreenderam em seus teores, pois atendem em 230% a quantidade determinada pela FAO (1985) para se obter uma proteína padrão, o que é de extrema importância para alimentação humana, já que a metionina atua como principal doador de grupos metila para a síntese de vários componentes, como a colina e a creatina e a cisteína garante o suprimento de nitrogênio tão necessário em bebês prematuros (SHILLS *et al.*, 2003). Os elevados teores de aminoácidos sulfurados e de triptofano na proteína da polpa do buriti fazem dela uma proteína de origem vegetal de excelente qualidade, só comparável com a da castanha-do-brasil (*Berthollecia excelsa*, HBK), já denominada a carne vegetal (SABAA-SRUR, 1976). No entanto, essa proteína não atende na sua plenitude o padrão de proteína ideal estipulada pela FAO (1985), já que alguns aminoácidos essenciais são limitantes. Entre eles visualiza-se, como primeiro limitante, a leucina e lisina, em seguida a isoleucina e o terceiro limitante é a valina (Tabela 04). Ainda assim, as concentrações desses aminoácidos não devem ser desconsideradas, já que podem contribuir de forma importante na alimentação humana, pois somados aos aminoácidos essenciais de outros alimentos ingeridos na dieta podem fornecer ao indivíduo as quantidades requeridas.

A tabela 05 compara os teores de aminoácidos essenciais da *flexuonina* com as estimativas de necessidades desses nutrientes sugerida pela FAO (1985). O que pode se observar é que o consumo de 0,5kg desta polpa/dia atende cerca de um quarto das necessidades diárias de histidina, isoleucina, leucina, lisina, sulfurados totais e valina para um adulto, pesando em média 70kg, além de atender um terço das necessidades estimadas de triptofano e a metade das necessidades de aromáticos totais e treonina, o que pode ser considerado excelente para uma proteína vegetal.

**Tabela 05** - Composição de aminoácidos essenciais da polpa de buriti comparados com as estimativas de necessidades diárias sugeridas pela FAO (1985).

Aminoácidos	mg de AA/ 100g de polpa	mg de AA/ 500 g de polpa	FAO <sup>1</sup> (mg/Kg/dia)		
			~2 anos	10-12 anos	Adulto
Histidina	38,06	190,30	-	-	8-12
Isoleucina	35,34	176,70	31	28	10
Leucina	48,93	244,65	73	44	14
Lisina	40,78	203,90	64	44	12
Metionina	-	-	-	-	-
Cisteína	-	-	-	-	-
<b>Sulfurados totais*</b>	48,39	241,95	27	22	13
Fenilalanina	-	-	-	-	-
Tirosina	-	-	-	-	-
<b>Aromáticos totais **</b>	95,15	475,75	69	22	14
Treonina	48,93	244,65	37	28	7
Valina	40,78	203,90	38	25	10
Triptofano	15,49	79,50	12,5	3,3	3,5

<sup>1</sup> FAO/WHO/UNU, 1985.

\*\*aminoácidos sulfurados totais = metionina + cisteína

\*\*aminoácidos aromáticos totais = fenilalanina + tirosina

### 3.4. Carboidratos

O grupo de glicídeos tem os mais variados tipos de substâncias, desde os monossacarídeos, representados pela glicose, os dissacarídeos, dos quais os mais freqüentes em alimentos são a sacarose e a lactose, até os polissacarídeos, como amido e celulose (IAL, 2005).

Os monossacarídeos, glicose e frutose, são açúcares redutores que por possuírem um grupo carbonílico e cetônico livres são capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas. Os dissacarídeos não possuem essa característica, por isso denominados açúcares não redutores, sendo reduzidos apenas depois de sofrerem hidrólise da ligação glicosídica. A análise desses açúcares é uma atividade rotineira nos laboratórios das indústrias alimentícias, nas quais pode-se observar uma certa carência, no que se refere a técnicas padronizadas para análises (SILVA *et al.*, 2003).

Para se estimar o teor de açúcares redutores e açúcares redutores totais em alimentos, existem vários métodos químicos não seletivos que fornecem resultados, com elevado grau de confiabilidade, quando utilizados corretamente após eliminação de interferentes (BORGES *et al.*, 1987). Outros métodos mais seletivos vêm sendo estudados e aplicados em menor escala como a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), que identifica uma maior variedade de carboidratos na amostra, por ser mais sensível, além de possuir um tempo de análise pequeno (CANO & ALMEIDA-MURADIAN, 1998) e as reações enzimáticas, que sendo muito específicas, não vão sofrer ação de possíveis interferentes com grupos redutores livres (FROST, 1984). Os métodos químicos clássicos conhecidos para análise de açúcares redutores são na sua maioria fundamentados na redução de íons cobre em soluções alcalinas (solução de Fehling), mas também existem aqueles fundamentados na desidratação dos açúcares, por uso de ácidos concentrados, com posterior coloração com compostos orgânicos, além da simples redução de compostos orgânicos, formando outros compostos de coloração mensurável na região do visível (LANE & EYNON, 1934; NELSON, 1944; MILLER, 1959). Logo os métodos podem ser agrupados tanto em titulométricos (Edta e Lane-Eynon, Luff-Schoorl) (MATISSEK *et al.*, 1998), gravimétricos (Musson-Walker) (SPENCER & MEADE, 1945) e espectrofotométricos (Fenol-Sulfúrico, Somogy-Nelson) (NELSON, 1944; MILLER, 1959; VILLELA *et al.*, 1973).

No método de Somogy adaptado por Nelson (1944), os glicídeos redutores aquecidos em meio alcalino, transformam-se em enodíóis que reduzem o íon cúprico presente à cuproso. O óxido cuproso assim formado reduz a reação arsênio-molibídico a óxido de molibdênio de coloração azul cuja intensidade de cor é proporcional à quantidade de açúcares redutores existentes na amostra (NELSON, 1944).

Pesquisa realizada por Silva *et al.* (2003), a respeito da comparação de métodos para determinação de açúcares redutores e totais em mel mostrou que as metodologias que se fundamentam na espectrofotometria se comportam melhor na determinação de açúcares frente as que se fundamenta tanto na titulometria quanto na gravimetria. Os resultados desta pesquisa serviram de base para escolha dessa metodologia empregada na mensuração dos açúcares redutores, não-redutores e amido.

O teor de carboidratos totais da polpa de buriti foi de 8,25g/100g de polpa (Tabela 01 e 06), inferior aos valores encontrados no trabalho de Mariath *et al.* (1989) e na Tabela de Composição de Alimentos do ENDEF (IBGE, 1999), que foram de 19,80 e 13,10%, respectivamente, o que pode ser justificado pelo fato de ambos os dados terem sido obtidos pelo somatório dos teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos da polpa de buriti *in natura*

e subtraído de 100, enquanto nesse estudo esses teores foram determinados analiticamente, por método espectrofotométrico, de maior precisão conforme Silva *et al.* (2003). Outros frutos considerados oleaginosos, como coco da baía, pequi e abacate, apresentam 13,70, 13,00 e 6,00% de carboidratos totais respectivamente. Dessa forma pode se considerar normal para frutos oleaginosos a faixa de carboidratos totais entre 6,00 e 13,00% (IBGE, 1999; NEPA-UNICAMP, 2006) e os valores encontrados na polpa de buriti encontra-se dentro da mesma (Tabela 01).

**Tabela 06** – Teores de monossacarídeos, dissacarídeos, amido, fibras e carboidratos totais presentes da polpa de buriti (g/100g amostra).

Carboidratos	Média	d.p.
Monossacarídeos	1,29	0,00
Dissacarídeos	0,11	0,16
Amido	1,68	0,07
Fibras	5,17	1,16
Carboidratos totais	8,25	-

d.p. = desvio padrão

Dentre os vários nutrientes pesquisados, certamente as fibras alimentares merecem grande destaque, devido às suas propriedades funcionais cientificamente comprovadas (RAUPP *et al.*, 2002), já que a sua presença nos alimentos é de grande interesse na área da saúde e numerosos estudos têm relacionado o papel da fibra alimentar com a prevenção de certas enfermidades como a diverticulite, o câncer de cólon, a obesidade, os problemas cardiovasculares e o diabetes (MEYER *et al.*, 2000). As metodologias utilizadas para determinação de fibra, normalmente são gravimétricas com tratamentos que utilizam enzimas e soluções tampões que simulam a digestão *in vivo*. Face o excessivo manuseio e possíveis perdas do material ensaiado, fazem com que erros nos resultados obtidos por esta metodologia sejam constantes (GUERRA *et al.*, 2004). Por isso Li & Cardoso (1994) desenvolveu uma metodologia, especialmente para frutos e hortaliças com reduzido teor de amido ( $\leq 2,0\%$ ), onde incubações enzimáticas são suprimidas, o que tornou a determinação desta fração mais simples e conferiu mais confiabilidade nos resultados, fatos estes que viabilizaram a sua adoção pela AOAC, em 1998, para quantificação de FAT.

O teor de amido de 1,68% encontrado na amostra (Tabela 06) possibilitou a adoção desta metodologia para mensurar FAT, cujo resultado foi de  $5,17 \pm 1,16$ g/100g de polpa, sendo inferior ao relatado pela Tabela de Composição de Alimentos do ENDEF (IBGE, 1999), que foi de 7,6%, que pode ser justificado por possíveis diferenças nas metodologias utilizadas. Quando comparados com outras polpas de frutos oleaginosos, esse valor está semelhante ao teor de fibras na polpa de pequi, que é de 5,5% e inferior aos teores das polpas de coco da baía e de abacate, que são 3,8% e 2,0% (IBGE, 1999; NEPA-UNICAMP, 2006). Se forem consideradas as recomendações da American Dietetic Association (ADA, 1993), os adultos devem ingerir uma dieta rica em carboidratos, baixa em gorduras e que contenha em torno de 20-30g/dia de fibras, considerado como valores ótimos para prevenção de câncer de cólon, o consumo de 100g de polpa de buriti é capaz de atender cerca de 20% desta recomendação diária, fato que deve ser considerado visto a sua contribuição na prevenção de inúmeras doenças.

### 3.5. Minerais totais e perfil de minerais

Os elementos minerais têm muitos papéis essenciais, como íons dissolvidos em fluidos corpóreos, que regulam as atividades de muitas enzimas, mantêm o equilíbrio ácido-base e a pressão osmótica, além de facilitar a transferência, pela membrana celular, de nutrientes essenciais e manter a irritabilidade nervosa e muscular e como constituintes de moléculas estruturais de tecidos corpóreos extracelulares, como ossos e dentes (ANDRADE *et al.*, 2003).

É importante dizer que na determinação do teor de minerais totais, durante por incineração da amostra a 550°C, como preconiza a metodologia empregada, pode ocorrer à volatilização de alguns sais minerais presentes na (IAL, 2005).

O teor de minerais totais da polpa de buriti foi de  $0,94 \pm 0,06$ g/100g de polpa (Tabela 01), sendo inferior ao valor encontrado no trabalho de Mariath *et al.* (1989), de 0,70% e superior ao encontrado na Tabela de Composição de Alimentos do ENDEF (IBGE, 1999), de 1,60%, provavelmente devido os teores diferenciados dos constituintes da composição centesimal dos trabalhos, já que a metodologia empregada na determinação das cinzas na polpa deste fruto possivelmente foi a mesma nas três pesquisas. Segundo a Tabela de Composição de Alimentos do ENDEF (IBGE, 1999), coco da baía, pequi e abacate, oleaginosos como buriti, contém valores de cinzas de 1,0, 0,8 e 0,5% respectivamente (Tabela 01), mostrando que o resultado encontrado neste trabalho é bem característico de polpa de frutos ricos em óleos.

A determinação do perfil de minerais em alimentos pode ser realizada por diferentes técnicas analíticas, entre elas: volumetria com indicadores visuais ou potenciométricos, voltametria de redissolução anódica e técnicas espectrométricas como: espectrofotometria ultravioleta-visível, espectrometria de absorção atômica com chama, com forno de grafite, com vapor frio e com gerador de hidretos e espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio indutivamente acoplado com detecção óptica ou acoplado a espectrômetro de massa. Para essa análise é necessário tornar os analitos disponíveis em solução por meio de mineralização e posterior digestão (ou dissolução dos resíduos com ácidos minerais), sendo estas duas etapas do processo consideradas as mais críticas da determinação, podendo levar erros ao resultado por uma possível contaminação ou perda de minerais por adsorção ou volatilização da amostra (IAL, 2005). Em função da rapidez, disponibilidade e confiabilidade dos resultados foi utilizada a técnica de espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado.

Os minerais podem ser classificados como macrominerais, necessário em quantidades de 100mg/dia ou mais, microminerais, necessários em quantidades bem menores e elementos ultra-traços, quando a necessidades dietéticas estimadas geralmente abaixo de 1µg/g (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002).

A Tabela 07 mostra os teores de minerais presentes na polpa de buriti e é possível verificar que ela apresenta alguns minerais em quantidades consideráveis, sendo extremamente importante para a alimentação humana, se não for considerado a biodisponibilidade, já que a absorção desses elementos pelo organismo está relacionada com a sua forma química encontrada nos alimentos. Dentre os macrominerais, o potássio (218mg/100g polpa) é o que se encontra em maior concentração na polpa, elemento muito importante por seu envolvimento em funções fisiológicas vitais, como o equilíbrio osmótico, o ácido-base e concentrações intra e extracelulares relacionadas ao sistema da bomba Na/K (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2002). A segunda maior concentração de minerais nesta polpa é creditada ao cálcio (80,49 mg/100g polpa), relevantes na prevenção de problemas

ósseos, como a osteoporose em adultos e raquitismo em crianças, já que o baixo consumo de cálcio é um problema potencial no Brasil (VANNUCHI *et al.*, 1990). O magnésio (40,34mg/100g polpa) é a terceira maior porção dos minerais dessa polpa, considerável diante da sua essencialidade em funções orgânicas, por ser um co-fator de mais de 300 enzimas metabólicas e participar de reações de síntese de ácido graxo e proteínas e de fosforilação da glicose e seus derivados na via glicolítica, além de desempenhar um papel na transmissão e atividade neuromuscular (SHILLS *et al.*, 2003). O sódio (11,25mg/100g polpa) como quarto componente em quantidade de minerais, deve ser considerado, já que também é atuante no equilíbrio osmótico e ácido-base, além da bomba Na/K (SHILLS *et al.*, 2003), embora possa provocar problemas de saúde, como a hipertensão arterial quando ingerido em excessivo. Ainda assim a pesquisa de Mccarron (1998) mostra que dietas ricas em frutas e verduras, mesmo em presença de elevados níveis de sódio têm sido apontadas como responsáveis pela redução de hipertensão em humanos.

**Tabela 07** – Comparação do perfil de minerais da polpa de buriti com as recomendações nutricionais (NRC, 1989), para homens/mulheres, respectivamente, de 25-50 anos.

Minerais	Média (mg/100g amostra)	d.p.	RDA <sup>1</sup>
<b>Macrominerais</b>			
Potássio (K)	218,00	12,26	-
Cálcio (Ca)	80,49	4,37	800/800mg/dia
Sódio (Na)	11,25	0,46	-
Magnésio (Mg)	40,34	1,98	350/280 mg/dia
<b>Microminerais</b>			
Ferro (Fe)	1,77	0,03	10/15 mg/dia
Cobre (Cu)	0,15	0,01	1,5-3,0µg/dia
Zinco (Zn)	0,60	0,02	15/12mg/dia
<b>Ultra-traço</b>			
Cromo (Cr)	0,12	0,01	50-200 µg/dia
Manganês (Mn)	1,79	0,07	2-5mg/dia
Selênio (Se)	0,03	0,01	70/55µg/dia
Iodo (I)	7,47	2,15	150/150µg/dia
Alumínio (Al)	0,21	0,02	-
Rubídio (Rb)	0,69	0,03	-
Estrôncio (Sr)	0,14	0,01	-
Níquel (Ni)	0,06	0,00	-
Titânio (Ti)	0,05	0,00	-
Césio (Cs)	0,02	0,00	-
Bário (Ba)	0,13	0,02	-

<sup>1</sup> NRC/RDA, 1989.

d.p. = desvio padrão

Dentro do universo dos microminerais, a maior concentração encontrada nessa polpa foi a de ferro (1,77 mg/100g polpa), seguida de zinco (0,60 mg/100g polpa) e subsequente de cobre (0,15 mg/100g polpa). A anemia por deficiência de ferro é altamente incidente em mulheres e crianças de países em desenvolvimento (NOGUEIRA *et al.*, 1998), daí a importância da presença desse mineral na polpa estudada. A essencialidade do zinco é dada por ele ser um co-fator de mais de 100 enzimas e participa de diversos processos metabólicos, como crescimento e multiplicação celular, cicatrização e funcionamento dos macrófagos e linfócitos (WAITZBERG, 2002). Da mesma forma, o cobre por sua atuação em diversas

funções metabólicas como a mobilização de ferro para síntese de hemoglobina, além de ser componente de várias enzimas, como a citocromo C-oxidase, superóxido desmutase, monoamino-oxidase (FRANCO, 1995). A presença desses minerais na polpa de buriti enriquece ainda mais o valor nutricional deste alimento.

Entre os elementos ultra-traços conhecidos, estão presentes na polpa o iodo, manganês, cromo e selênio. A presença do iodo é fundamental na prevenção do bócio endêmico (SHILLS *et al.*, 2003). Já o selênio, um potente antioxidante, pode ser essencial por retardar o envelhecimento, combater a tensão pré-menstrual, preservar a elasticidade dos tecidos, prevenir o câncer e neutralizar os radicais livres (ALVARENGA, 2002). O manganês se torna relevante, já que a deficiência desse mineral pode levar a esterilidade, anormalidades esqueléticas notáveis e ataxia na prole de mães deficientes (WAITZBERG, 2002). A presença de cromo nessa polpa é de grande valor nutricional, já que este mineral potencializa a ação da insulina, logo influência no metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas (SHILLS *et al.*, 2003).

Também foram encontrados na polpa, os teores de alumínio, rubídio, estrôncio, níquel, titânio, céσιο e bário, no entanto ainda não está bem elucidada nas literaturas disponíveis a verdadeira função destes elementos no metabolismo humano.

Os elementos minerais estão extremamente relacionados à saúde humana e às doenças, uma vez que sua deficiência ou excesso pode induzir mudanças fisiológicas nos indivíduos (GIBSON, 1989). Do ponto de vista de saúde pública, é importante assegurar à população que a ingestão de todos os nutrientes seja adequada numa dieta normal. Ao mesmo tempo, a dieta não deve conter elementos tóxicos acima dos níveis aceitáveis para evitar intoxicação química.

Face às recomendações expostas na tabela 07, observa-se que 100g dessa polpa pode atender 10,06% de cálcio para adultos em geral, 11,52% e 14,4% de magnésio para homens e mulheres, respectivamente. Quanto ao sódio e potássio, ainda não existem recomendações para eles, embora a NRC (1989) sugira que a necessidade mínima de sódio, para um adulto, não deve exceder 500mg/dia, havendo suspeitas desse valor ser ainda menor. Considerando esse princípio, o teor de sódio na polpa atenderia 2,25% das necessidades. O cobre atende a recomendação para esse mineral na sua plenitude, enquanto o ferro atende cerca de 10% e o zinco apenas 5%. A respeito dos elementos cromo, manganês e iodo, eles atendem perfeitamente as recomendações, enquanto o selênio atende cerca de 50% das necessidades tanto para homens, como para mulheres.

### 3.6. VET

Na nutrição, a energia utilizada pelo corpo é a que está contida nas ligações químicas da estrutura do alimento. Ela deve ser fornecida regularmente para atender as necessidades de energia para a sobrevivência do organismo. Tradicionalmente, as recomendações de necessidades de energia têm sido baseada em estimativas auto-registradas (registro de dietas) ou auto-relatadas (recordatório 24hs) da ingestão alimentar, embora eles não forneçam estimativas precisas. De acordo com a WHO (1990), as estimativas da necessidade de energia devem, até onde for possível, ser baseada nas estimativas de gasto de energia. O conhecimento do valor energético dos alimentos é de grande interesse para área de nutrição, uma vez que possibilita o conhecimento da ingestão calórica que está sendo feito pelo consumidor. Neste sentido este trabalho, determinou que o valor calórico de 100g de polpa de buriti corresponde a 166,36kcal, próximo ao valor encontrado na Tabela de Composição de Alimentos do ENDEF, que foi 144,00kcal (IBGE, 1999) (Tabela 01), porém bem inferior ao valor calórico de frutos oleaginosos como coco da baía e pequi, que contém 296,00 e 205,00kcal/100g de amostra (IBGE, 1999; NEPA-UNICAMP, 2006).

### 3.7. Carotenóides

A cor da polpa de buriti é atribuída à presença de carotenóides, substâncias que existem em alguns vegetais, como as cenouras, frutas e hortaliças (IAL, 2005). A respeito dos carotenóides, já são conhecidos mais de 600 compostos e eles representam um grupo de pigmentos naturais, lipossolúveis e com tonalidades que variam do amarelo ao vermelho (IAL, 2005). Nos alimentos, além de contribuírem com a cor, alguns carotenóides, como o  $\alpha$  e  $\beta$  carotenos, são antioxidantes e atuam como pró-vitamina A. Eles podem ser determinados por cromatografia em coluna ou espectrofotometria UV/VIS (IAL, 2005). A determinação de carotenóides realizada neste estudo utilizou como metodologia a CLAE, após a extração com auxílio de solvente orgânico e posterior saponificação dos ácidos graxos dos carotenóides presentes na amostra, etapas necessárias para tornar possível a separação e quantificação desses pigmentos pelo cromatógrafo. A escolha da metodologia empregada foi basicamente, pela confiabilidade que ela oferece nos resultados.

Os resultados revelaram a polpa do buriti apresenta 23,26mg de carotenóides totais/100g de polpa (Tabela 08). Os carotenóides encontrados nesta polpa em quantidades significantes e com atividade pró-vitáminica foram o  $\alpha$ -caroteno, que possui 53% de atividade pró-vitáminica A e o  $\beta$ -caroteno, que possui 100% dessa atividade (GROSS, 1991). O principal carotenóide da polpa de buriti é  $\beta$ -caroteno, correspondendo 60% dos carotenóides totais, enquanto o  $\alpha$ -caroteno, corresponde apenas 6%. Os dados encontrados por Godoy & Rodriguez-Amaya (1994), para  $\beta$ -caroteno e  $\alpha$ -caroteno foram bem superiores aos encontrados neste estudo, o que pode ser justificado por possível oxidação da amostra analisada, já que a determinação não foi realizada imediatamente após a colheita. Ainda assim, essa polpa apresentou mais  $\beta$ -caroteno do que a cenoura e a couve manteiga, que são consideradas fontes as principais desse carotenóide na alimentação. Todo esse benefício pode estar aliado ao fato de que geralmente a fruta analisada é consumida *in natura*, enquanto a cenoura e couve, comumente sofrem algum processo térmico antes de serem ingeridos, podendo provocar oxidação desses carotenóides e perda da sua capacidade antioxidante. O fato dos carotenóides exercerem muitas funções, como por exemplo, precursor da vitamina A, suas atividades antioxidantes, torna este resultado de suma importância para vida humana, uma vez que este fruto pode ser utilizado em diversas doenças entre elas problemas de visão advindas da carência de vitamina A, doenças provenientes do estresse oxidativos, como câncer, entre outras.

**Tabela 08** – Teor de carotenóides totais e dos principais carotenóides da polpa de buriti.

Carotenóides	Média $\pm$ d.p. (mg/100g polpa)	Godoy & Rodriguez- Amaya( $\mu$ g/100g) <sup>1</sup>	Cenoura ( $\mu$ g/100g) <sup>2</sup>	Couve manteiga ( $\mu$ g/100g) <sup>2</sup>
$\alpha$ -caroteno	1,48 $\pm$ 0,09	8010	3700	0
$\beta$ -Caroteno	13,71 $\pm$ 0,75	35980	9800	5400
Carotenóides Totais	23,36 $\pm$ 0,98	-	-	-

<sup>1</sup>GODOY & RODRIGUEZ-AMAYA, 1994.

<sup>2</sup>MANGELS *et al.*, 1993

d.p. = desvio padrão

### 3.8. Ácido ascórbico

O ácido ascórbico tem várias funções, que se baseiam principalmente em sua propriedade como redutor biológico reversível. Assim ele é essencial como co-fator para

várias reações bioquímicas e também é antioxidante protetor que funciona em fase aquosa, podendo ser regenerado *in vivo* quando oxidado. Ele pode aumentar a absorção de ferro não-heme, pode participar durante a formação de colágeno (RONCHETTI *et al.*, 1996), proporcionar proteção antioxidante indireta, fornecendo elétrons para regenerar a forma reduzida ativa de outros antioxidantes biológicos como a glutatona, o tocoferol e polifenóis, bem como afetar uma variedade de fatores associados com o risco de doenças cardíacas, incluindo a integridade do tecido vascular, o tônus vascular, o metabolismo de lipídeos e a pressão sanguínea (HORROBIN, 1996).

A metodologia utilizada neste trabalho está baseada na capacidade do ácido ascórbico de reduzir cromógenos, como o 2,6-diclorofenolindol (Reagente de Tillman's), logo este método não envolve a oxidação do ácido ascórbico em ácido desidroascórbico e por isso não o quantifica.

Os resultados revelaram que a polpa de buriti contém teores de ácido ascórbico (56,90mg/100g polpa) (Tabela 09) próximo aos valores encontrados na laranja (40-78,00mg/100g laranja) (SHILLS *et al.*, 2003) e bem menores aos encontrados na couve (90-150,00mg/100g couve), sendo esses dois alimentos considerados fonte de vitamina C. No entanto o elevado teor desse antioxidante na couve não deve ser totalmente considerado quando comparado com o buriti, que geralmente é consumido *in natura*, enquanto a couve normalmente é submetida a processos térmicos antes do consumo, processos esses que aceleram a perda dessa vitamina, já que ela é instável ao calor.

**Tabela 09** – Teores de alguns nutrientes com ação antioxidantes presentes na polpa de buriti expressos em mg/ 100g amostra.

Antioxidantes	Média	d.p.	Laranja	Cenoura	Couve de bruxelas
Polifenóis	9,47	3,06	-	0,17 <sup>1</sup>	0,51 <sup>1</sup>
Ac. Ascórbico	56,90	2,56	40-78 <sup>2</sup>	-	90-150,00 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> CUNHA, 2005.

<sup>2</sup> SHILLS *et al.*, 2003.

d.p. = desvio padrão

### 3.9. Polifenóis totais

Os polifenóis constituem um grupo de substâncias largamente distribuídas nos vegetais, presente em vários alimentos e bebidas comumente consumidos na dieta humana e de animais (MANACH *et al.*, 2004 e 2005). Segundo Harbone (2000), os polifenóis podem ser divididos, em pelo menos 10 classes diferentes, de acordo com a sua estrutura básica. Entre elas estão os fenóis simples, ácidos e aldeídos fenólicos, fenilpropanóides, estilbenos, flavonóides, taninos e lignina (SAURA-CALIXTO e JIMÉNEZ-ESCRIG, 2001).

Em 2002, Soares apresentou a classificação para compostos fenólicos adotada por Ribéreau-Gayon, onde eram classificados como os poucos distribuídos na natureza (fenóis simples, pirocatecol, hidroquinona, resorcinol e os aldeídos derivados dos ácidos benzóicos); os polímeros (taninos e ligninas); e os largamente distribuídos na natureza (flavonóides e derivados e ácidos fenólicos como ácido benzóico e ciâmico).

Uma propriedade desses compostos é a sua capacidade de atuar como agentes redutores e junto com outros compostos antioxidantes presentes na alimentação como a vitamina C, vitamina E e os carotenóides proteger os tecidos corporais contra o estresse oxidativo e as patologias associadas. Baseada na sua função antioxidante, esses compostos tem apresentado ações antiateroescleróticas, antiinflamatórias, antitumorais, antitrombogênicas, antiosteoporóticos e antivirais (NIJVELDT *et al.*, 2001). As pesquisas

sobre os efeitos dos polifenóis dietéticos na saúde humana tiveram grande desenvolvimento nos últimos 10 anos, demonstrando seu papel na prevenção de doenças degenerativas como cardiovasculares (MANACH *et al.*, 2005), câncer (SCALBERT & WILLIAMSON, 2005) e distúrbios neurovegetativos (WILLIAMS *et al.*, 2004). A atividade anticancerígena dos polifenóis ainda é muito discutida na literatura.

Para determinação dos polifenóis totais utilizou-se método de Folin-Denis (AOAC, 1995), que envolve a redução do reagente de Folin-Denis, em meio básico, pelo ácido tânico presente na amostra, produzindo uma coloração azul intensa, que é mensurada em espectrofotômetro na região do visível e através dela constatou-se que 100g de polpa de buriti contém  $9,46 \pm 3,06$  mg de polifenóis totais, valor maior do que o encontrado na literatura para cenoura e couve (*Brassica oleracea*, L.) (CUNHA, 2005) (Tabela 09), característica de grande relevância para a saúde humana no que se refere à prevenção de doenças advindas do estresse oxidativo entre outras, conforme relatado anteriormente.

## 5. CONCLUSÕES

Pesquisas envolvendo a descoberta da presença de substâncias bioativas em frutas e hortaliças tem sido de suma importância tanto pelo aspecto funcional relacionado ao consumo de alimentos *in natura* e/ou enriquecidos, como para as indústrias de alimentos, na busca por substâncias nutracêuticas no combate às doenças degenerativas da saúde humana. O presente estudo procurou mostrar a importância da exploração racional do buriti, tendo em vista suas inúmeras propriedades funcionais, que podem contribuir de forma importante para a saúde humana. Dentre eles foi possível observar valores surpreendentes de ácido graxo ômega-9, que auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares, de aminoácidos sulfurados, de suma importância para bebês prematuros e triptofano, precursor de niacina. Este fruto se revela um grande antioxidante, visto sua presença em quantidades consideráveis de carotenóides, polifenóis e ácido ascórbico, podendo ser usado na prevenção de inúmeras doenças advindas do estresse oxidativo, com diversos tipos de cânceres por exemplo. O elevado teor de  $\beta$ -caroteno nessa polpa aliado a sua atividade pró-vitáminica A permite que seja feito incentivos de sua utilização como medidas de prevenção de endemias carenciais de vitamina A. A presença de diversos minerais importantes no metabolismo humano, contribui ainda mais para os benefícios atribuídos a esta polpa.

Diante de todas essas características pode-se considerar a polpa do buriti como um alimento funcional.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINI, T.S.; CECCHI, H.M.; GODOY, H.T. Composição de carotenóides no marolo *in natura* e em produtos de preparo caseiro. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 16(1), p. 67-71, jan/maio, 1996.
- AHERNE, S.A.; O'BRIEN, N.M. Dietary flavonols: chemistry, food content and metabolism. **Nutrition**, v. 18, n. 1, p. 75-81, 2002
- ALBUQUERQUE, M.L.S.; GUEDES, I.; ALCANTARA, P.; MOREIRA, S.G.C. Infrared absorption spectra of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil. **Vibrational Spectroscopy**, v. 33, p. 127-131, 2003.
- ALVARENGA, R.M. Palavra de médico. Tudo o que você deve saber sobre as novas Fontes da Juventude. Disponível em: <http://palavrademedico.cjb.net/>. Acesso em: 26/08/ 2002.
- AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION (ADA). Position of the American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber. **Journal Am. Diet. Assoc.**, v. 93, p. 1446-1447, 1993.
- \_\_\_\_\_. Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. **Journal Am. Diet. Assoc.**, v. 104, n. 5, p. 814 – 826, 2004.
- ANDERSON, J.W. Dietary fiber, lipids and atherosclerosis. **American Journal Cardiovascular**, v. 60, p. 17-22, 1987.
- ANDRADE, E.C.B.; BARROS, A.M.; TAKASE, I. Avaliação as solubilidade de cobre e zinco em caldos de leguminosas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23(3), p. 386-388, set-dez., 2003.
- ARRABI, P.R. et al. Flavonoids in vegetables foods commonly consumed in Brazil and estimated ingestion by the brazilian population. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 52, p. 1124-1131, 2004.
- ARROYANE, G.; CHISCHESTER, C.O.; FLORES, H.; GLOVER, J.; MEJIA, L.; SIMPSON, K.L.; UNDERWOOD. **Biochemical methology for assesment of Vitamin A Status**. International Vitamin A Consultive Group – IVACG. The Nutrition Foundation. Washington, D.C., 1982.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analysis Chemists**. Arlington: A.O.A.C., 1995, 957 p.
- AZIZAH, A.H. LUAN, Y.S. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. **Food Chemistry**. Malaysia, p. 15-19, jan., 2000.
- BAKER, S.J. NUTRITIONAL, ANAEMIA – A major controlable public health problem. **Bull. WHO**, n. 56, p. 659-675, 1978.
- BE MILLER, J.N. Starch modification: changes and prospects. **Starch/Starke**, v. 49, n. 4, p. 127-131, 1997.
- BEJOSANO, F.P.; CORKE, H. Protein quality evaluation of Amaranthus whole meal flours and protein concentrates. **Journal of Science Food Agricultural**, Great Britain, v. 76, n. 1, p. 100-106, 1998.
- BELL, L.H.; DECTORN, K.J.; REYNOLDS, H.; HUNNINGHAKE, D.B. Cholesterol – lowering effects of soluble-fiber cereals as part of a prudent diet for patients with mild to moderate hypocholesterolemia. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 52, n. 6, p. 1020-1026, 1990.

- BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1988.
- BLENFORD, D.E. Winner drinks: use of amino acids and peptides insports nutrition. **International Foods Ingrediets**, n. 3, p. 20, jun., 1996.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian. **Journal Biochemistry and Physiology**. v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BLUM, M. Designing foods for betteh health. **International Foods Ingredients**, n. 3, p. 25-29, jun., 1996.
- BONDAR, J.S. **Palmeiras do Brasil**. São Paulo, Secretaria as Agricultura do Estado de São Paulo, 1964. 159 p.
- BORGES, M.T.M.R.; PARAZZI, C.; PIEDADE, S.M.D.S. Avaliação de métodos químicos de determinação de açúcares redutores em xaropes. In: 4º CONGRESSO NACIONAL DA STAB. VIII CONVENÇÃO DA ACTALAC, 1987, Olinda, PE, **Anais...** CD-ROOM.
- BRAVO, L. et al. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutrition Reviews**. v. 56, n. 11, 1998.
- BULUX, J.; SERRANO, J.Q.; PEREZ, R.; RIVIERA, C. ; SOLOMONS, N.W. Studies on the bioconversion and bioavailability of  $\beta$ -carotene in Guatemalan school children. **Eur. J. Clin. Nutr.**, London, v. 50, n. 3, p. 76-77, 1996.
- CALBO, M.E.R.; MORAES, J.A.P.V. Fotossíntese, condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de planta de buriti submetidas a estresse hídrico. **Rev. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 9(2), p. 117-123. 1997.
- CAMPOS, M.A.P. Fibra: A fração alimentar que desafia os estudiosos. **Alim. Nutr.** São Paulo, n. 2, p. 53-63, 1990.
- CANDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. **Alimentos para fins especiais: Dietéticos**. São Paulo: Livraria Varela, 1995.
- CANO, C.B.; ALEMIDA-MURADIAN, L.B. Análise de padrões de carboidratos normalmente encontrados no mel por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)- Parte I. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, "Alimento, População e Desenvolvimento". 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** CD-ROOM.
- CARREIRA, R.L.; BARBOSA, C.M.S.; JUNQUEIRA, R.G.; MOTTA, S.; SILVESTRE, M.P.C. Emprego da cromatografia líquida de alta eficiência hidrofílica na determinação dos aminoácidos de hidrolisados de caseína. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 22(3), p. 229-232, set/dez, 2002.
- CARTER, J.F. Potential of flaxseed and flaxseed oil in baked goods and other products in human nutrition. **Cereal Foods World**, v. 38, p. 753-759, 1993.
- CAVALCANTI, M.L.F. Fibras alimentares. **Revista de Nutrição**. Campinas, v. 2(1), p. 88-97, jan./jun., 1989.
- CEOTTO, B.O. O que é que a linhaça tem. Dentro das sementes da planta que dá origem ao linho há componentes que equilibram os hormônios femininos e reforçam as defesas do corpo. **Revista Saúde**, p. 37-40, jan, 2000.
- CHIARELLO, R.J.; RIOS, C.E.; PEREIRA, S.E. Avaliação subjetiva global de crianças de 1 a 4 anos de idade durante suplementação diária com fonte alimentar vegetal de Ômega-3. **Rev. Inst. Ciênc. Saúde**, v. 23(1), p. 25-34, jan-mar, 2005.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex standard for the labelling of and claims for foods for special medical purposes**. Codex Stan 180-1991, Codex Alimentarius Commission, Rome, 1991.
- COUTINHO, R. **Noções de Fisiologia da Nutrição**. 2º ed., Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1981.

- COZZOLINO, S.M.F. Biodisponibilidade de Minerais. **Revista de Nutrição**, Campinas, p. 87-98, jul-dez., 1997.
- CRAVEIRO, A.A.; CRAVEIRO, A. C. **Alimentos Funcionais**. A Nova Revolução. Fortaleza/UFC-PADETEC, 2003, 282 p.
- CRAWFORD, M.A.; BLOOM, M.; BROADHURST, C.L.; GEHBREMESKEL, K.; LINSEISEN, F.; LLOYD-SMITH, J.; PARKINGTON, J. Evidence for the unique function of docosahexaenoic acids during the evolution of the modern hominid brain. **Lipids**, v. 34, p. 39-47 (Suppl.), 1999.
- CRIM, M.C.; MUNRO, H.N. Proteins and amino acids. In: SHILS, M.E.; *et al.* (eds.). **Modern Nutrition in Health and Disease**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994.
- CUNHA, A.L.P. **Determinação da composição centesimal, fibra insolúvel e polifenóis em horatliças antes e após diferentes processamentos térmicos**. Rio de Janeiro, 2005. 78 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humanas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- DOMINIONI, L.; DIONIGI, R. Immunological function and nutritional assesmnt. **J. Parent Enter Nutr.**, v. 11, p. 705-725, 1987.
- DREHER, M.L. Handbook of dietary fibre: an applied approach. **Food Technology**. v. 35, n. 1, p. 59-67, 1987.
- DUARTE, H. **O segredo do buriti**. Rio de Janeiro: Tv Globo, 2007. Disponível em: <http://globoreporter.globo.com/TVGlobo/Jornalismo/Semanal/Globoreporter>. Acesso em: 14/01/2007.
- DUNCAN, S.E. Dairy products: The next generation. Altering the image of dairy products through technology. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 4, p. 877-883, 1998.
- ENGEL, J. (org.) **Underexploited Tropical Plants with Promising Economic Value**. National Academy of Sciences. Washigton, D.C.: National Academy of Sciences, p. 133-137, 1975.
- FAO/WHO/UNU. **Energy and Protein Requeriments**. Report of a Joint FAO/WHO/UNU. Expert Consultation. Technical Reports Series 724. Geneva: WHO, 1985, p. 65.
- FERRI, M.G. **Vegetação brasileira**. Belo Horizonte, Itatiaia, 1980. 157 p.
- FIETZ, V.R.; SALGADO, J.M. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hiperlipidêmicos. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. Campinas, v. 19(3), p. 318-321, set./dez., 1999.
- FLORES, H.; ARAÚJO, C.R.C. Liver levels of retinol in unselected necropsy specimens: a prevalence survey of vitamin A deficiency in Recife, Brazil. **American Journal of Clinical Nutrition**, Betheseda, v. 40, p. 146-152, 1984.
- FRAN, L. ‘designer Foods’ in câncer prevention. **Food processing**, p. 25, mar., 1990.
- FRANÇA, L. F.; REBER, G.; MEIRELES, M. A. A.; MACHADO, N. T.; BRUNNER, G. Supercritical extraction of carotenoids and lipids from buriti (*Mauritia flexuosa*), a fruit from the Amazon region. **Journal of Supercritical Fluids**. v. 14, p. 247-256, 1999.
- FRANCO, G. **Tabela de Composição de Alimentos**. 9ªed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1995, 307 p.
- FRANK, H.; SPRINGER, M.; PULZ, O.; TIETZ, U.; MKULLER, U. Polyunsaturated fatty acids from microalgae. **International Food Ingredients**. Germany, n. 4, p. 41, jun./jul., 1994.
- FREITAS, M.C.J. Amido resistente: propriedades funcionais. **Nutrição Brasil**, v. 1, p. 40-48, 2002.
- FROST, G.M. Industrial enzyme applications industrial. **Biotechnology Wales**, v. 3, n. 11, p. 1-11, 1984.
- GABAS, A.L.; TELIS-ROMERO, J.; MENEGALLI, F.C. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 23(Supl), p. 66-70, dez., 2003.

GALVÃO, L.P. Novos ingredientes funcionais e seus benefícios para a saúde do século XXI. **Food Ingredients**, n. 9, p. 21, nov./dez., 2000.

GARCIA, D.J. Ômega-3 long-chain PUFA nutraceuticals. **Food Technology**, v. 52, n.6, p. 44-49, 1998.

GIBSON, R.S. Assessment of trace element status in humans. **Prog. Food Nutr. Sci.**, v. 13, p. 67-111, 1989.

GODOY, H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Ocurrence of cis-isomers of provitamin A in Brazilian Fruits. **J.Agric. Food Chem.**, v. 42, p. 1306-1313, 1994.

GOLD, P. Modulation of memory processing: enhancement of memory in rodents and humans. In: BUTTERS, N.; SQUIRE, L.R. (eds.) **Neuropsychology of memory**. New York: Guilford Press, 1992, p. 402-414.

GRANADA, G.G. ; ZAMBLAZI, R.C. ; MENDONÇA, C.R.B. Abacaxi : produção, mercado e subprodutos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 405-422, jul./dez., 2004.

GROSS, J. **Pigments in vegetables: Chlorophylls and Carotenoid**. Nova York: Avy Books, 1991.

GUERRA, N.B.; DAVID, P.R.B.S.; MELO, D.D.; VASCONCELOS, A.B.B.; GUERRA, M.R.M. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 17(1), p. 45-52, jan/mar, 2004.

GUIVERNAU, M.; MEZA, N.; BARJA, P.; ROMAN, O. Clinical and experimental study on the long-term effect of dietary gamma-linolenic acid on plasma lipid, platelet aggregation, thromboxane formation and prostacyclin production. **Prostaglandins Leukotrienes Essent. Fatty acids**, v. 5, p. 311-316, 1994.

HADDY, F.J.; PAMMANI, M.B. Role of dietary salt in hypertension. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 14, p. 428-438, 1995.

HARBONE, J. B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoids research since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, p. 481-504, 2000.

HARTMAN, L. A evolução de idéias sobre a função dos óleos e gorduras na alimentação humana. Palestra. Bol. SBCTA, 27(1), p. 55-58, jan/jun, 1993.

HASLER, C.M. Functional Foods: the western perspective. **Nutrition Reviews**, v. 54, n. 11, p. 6-10, 1996.

\_\_\_\_\_. Functional Foods: Their role in disease prevention and health promotion. **Food Technology**, v. 52, n. 11, p. 63-70, 1998.

HEALTH CANADA. **Final Policy Paper on Nutraceuticals/Functional Foods and Health Claims on Foods**. 1998. Disponível em: [http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/ns-sc/ne-en/health\\_claims-allegations\\_sante/e\\_nutra-funct\\_foods.html](http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/ns-sc/ne-en/health_claims-allegations_sante/e_nutra-funct_foods.html). Acesso em: 06/02/04.

HENRY, C.M. Nutraceuticals: Food or trend? **Chemical Engineering News**, v. 21, p. 42-47, 1999.

HERTOG, M.G.L. et al. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. **The Lancet**, v. 342, p. 1007-1011, 1993.

HORNSTRA, G.; BARTH, C.A.; GALLI, C.; MENSINK, R.P.; MUTANEN, M.; RIENERSMA, R.A.; ROBERFROID, M.; SALMINEN, K.; VANSANT, G.; VERSCHUREN, P.M. Functional food science and the cardiovascular system. **British Journal of Nutrition**, v. 80, n. 1 (suplementar), p. 113-146, 1998.

HORROBIN, D.F. Ascorbic acid and prostaglandin synthesis. In: Harris, Jr. ed. **Subcellular biochemistry**, Ascorbic acid: biochemistry and biomedical cell biology. v. 5. New York: Plenum Press, 1996, p. 109-115.

INGI, MAURIZIO. **Ministerio dell'Agricoltura e Foreste**. Ispettorato Centrale di Repressione Frodi, Perugia, Itália, s.d.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Quantidade e valor dos produtos de extração vegetal e da sicultura**. Brasil. 2000. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 08/04/2005.
- \_\_\_\_\_. **Estudo Nacional da Despesa Familiar - ENDEF**. Tabelas de Composição de Alimentos/IBGE. 5ª ed.- Rio de Janeiro: IBGE, 1999.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4ªed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.
- INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL (IFIC). **The consumer view on functional foods: Yesterday and today**. Food Insight. May/june, 2002.
- INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE (ILSI). Safety assessment and potential health benefits of food components based on selected scientific criteria. North America Technical Committee on Food Components for Health Promotion. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 39, p. 203-316, 1999.
- KATER, C.E. ; COSTA-SANTOS, M. o espectro das síndromes de hipertensão esteróide na infância e adolescência. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 45, p. 73-86, 2001.
- KATSUKI, H. Vitamin C and nervous tissue: In vivo and vitro aspects. In: HARRIS, Jr. ed. **Subcellular biochemistry**, Ascorbic acid: biochemistry and biomedical cell biology. v. 25. New York: Plenum Press, 1996, p. 293-311.
- KIM, Y.S.; WIESENBORN, D.P.; ORR, P.H.; GRANT, L.A. Screening potato starch for novel properties using differential scanning calorimetry. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 5, p. 1060-1065, 1995.
- KINSELA, J.E. Lipids, membranes, receptors and enzyme: effects of dietary fatty acids. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 4, p. 200-217, 1990.
- \_\_\_\_\_. Food components with potential therapeutic benefits: the n-3 polyunsaturated fatty acids of fish oils. **Food Technology**, v. 40, p. 89-97, 1986.
- KIPP, B.; BELITZ, H.D.; SEILMEIER, W.; WIESER, H. Comparative studies of high Mr. Subunits of rye and wheat. Isolation and biochemical characterization and effects on gluten extensibility. **Journal of Cereal Science**, v. 23, n. 3, p. 227-234, 1996.
- KRINSKY, N.I. The biological properties of carotenoids. **Pure & Applied Chemistry**, v. 66, p. 1003-1010, 1994.
- KWAK, N.S.; JUKES, D.J. Functional foods – Part 1: the development of a regulatory concept. **Food Control** v. 12, n. 2, p. 99-117, mar., 2001.
- LAJOLO, F. Alimentos funcionais: Legislação brasileira. In: I SEMINÁRIO SOBRE ALIMENTOS FUNCIONAIS, 1999, São Paulo, SP. **Resumos ...** CD-ROM.
- LANE, J.H.; EYNON, L. Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator, **Norman Rodge**, London, 8 p. , 1934.
- LEHNINGER, A.L. **Princípios de Bioquímica**. Sarvier: São Paulo, 1986, p. 211.
- LERNER, B.R.; LEI, D.L.M.; CHAVES, S.P.; FREIRE, R.D. O cálcio consumido por adolescentes de escolas públicas de Osasco, São Paulo. **Revista de Nutrição**, v. 1, n. 1, Campinas, jan/abr, 2000.
- LEVIN, G.; MOKAGY, S. Incorporation of *all-trans* or *9-cis-β*-carotene into mixed micelles *in vitro*. **Lipids**. Champaign, v. 30, p. 177-179, 1995.
- LI, B.W.; CARDOZO, M.S. Nonenzymatic-gravimetric determination o dietary fiber in fruits and vegetables. **J. AOAC Int.** v. 77(3), p. 687-689, 1994.
- LIEVENSE, L.C. Plants sterols: A new way to effectively reduce cholesterol. In: **I Seminário sobre Alimentos Funcionais**, São Paulo, SP, 1999, CD-ROM.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa, Editora Plantarum, 1992. 281 p.

- MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause. Alimentos, Nutrição & Dietoterapia** 10<sup>a</sup>ed., São Paulo: Roca, 2002, 1157 p.
- MANACH, C. et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 70, p. 727-747, 2004.
- MANACH, C; MAZUR, A.; SCALBERT, A. Polyphenols and prevention of cardiovascular diseases. **Current Opinion in Lipidology**. v. 16, p. 77-84, 2005
- MANGELS, A.R.; HOLDEN, J.M.; BEECHER, G.R. *et al.* **J. Am. Diet. Assoc.** v. 93, p. 284-296, 1993.
- MARIATH, J.G.R.; LIMA, M.C.C.; SANTOS, M.P. Vitamin A of Buriti (*Mauritia vinifera* Mart) and its effectiveness in treatment and prevention of xerophthalmia. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 49, p. 849-853, 1989.
- MARTIN, F.W. **Perennial Edible Fruits of the Tropics**. United Department of Agriculture. Kansas City, 1990.
- MARTINEZ, C.; ROS, G.; PERIAGO, M.; LÓPEZ, G. Biodisponibilidade del Hierro de los Alimentos. **Archivos Latino-Americano de Nutrição**, v. 49, n. 2, p. 106-113, 1999.
- MASÍS, M. S. P. S. El mercado de los alimentos funcionales y los nuevos retos para la educación alimentaria – nutricional. **Revista Costarricense de Salud Pública**. San Jose, v. 11, n. 20, jul., 2002.
- MATISSEK, R.; SCHENEPEL, F.M.; STEINER, G. **Análisis de los Alimentos: Fundamentos, métodos, aplicaciones**. Editorial Acribia, S.A- España, 1998.
- MAYES, P.A. Metabolismo dos ácidos graxos e eicosanóides. In: MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; MAYES, P.A.; RODWELL, V.W. (eds) **Harper Bioquímica**. 6<sup>a</sup>ed. São Paulo: Atheneu, 1990, p. 215-222.
- MCCARRON, D.A. Dairy foods in healthy. **Bulletin FIL\_IDF**, v. 336, p. 28-30, 1998.
- MCKENNA, J. Functional ingredients close-up: Na expert analysis of the disease-prevention benefits associated with five hot compounds. **Food Processing's – Functional Foods**. p. 20, jul. (Edição Especial), 1999.
- MERCADANTE, A.Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; BRITTON, G. HPLC and Mass Spectrometric Analysis of Carotenoids from Mango. **J. Agric. Food Chem.**, v. 45, p. 120-123, 1997.
- MEYER, K. A.; KUSHI, L. H.; JUNIOR, D.R.; SLACIN, J.; SELLERS, T.A.; FOLSOM, A. R. Carbohydrates dietary fiber and incident type 2 diabetes in older women. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 71, p. 921-930, 2000.
- MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
- MION, Jr. D. ; PIERIN, A.M.G. ; GUIMARÃES, A. Tratamento da hipertensão arterial – Respostas de médicos brasileiros a um inquérito. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 47, p. 249-54, 2001.
- MUELLER, B.A.; TALBERT, R.L. Biological mechanisms and cardiovascular effects of omega-3 fatty acids. **Clinical Pharmacology**, v. 7, n. 11, p. 795-807, 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Recommended Dietary Allowances** (10<sup>th</sup> ed.), National Academy Press, Washington, D.C., 1989
- NELSON, N. A fotometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **J. Biol. Chem.**, v. 153, p. 375-380, 1944.
- NEPA-UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos-TACO**, versão II, 2<sup>a</sup>ed., Campinas-SP: NEPA-UNICAMP, 2006.
- NESTEL, P. Fish oil and cardiovascular disease: lipids and arterial function. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 17 (Suppl.), p. 228-231, 2000.

NIJVELDT, R.J.; NOOD, E.V.; HOORN, D.E.C.; BOELEN, P.G.; NORREN, K.; LEUWEN, P. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential application. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 74, n. 4, p. 418-425, 2001.

NOGUEIRA, N.N.; MARREIRO, D.N.; PARENTE, J.V.; COZZOLINO, S.M.F.P. Estado nutricional de adolescentes grávidas suplementadas com ferro, zinco e ácido fólico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1, Rio de Janeiro, **Resumo ...**1998.

OLSON, J.A. Vitamin A. In: Machlin, L.J. ed **Handbook of vitamins**. New York: Marcel Dekker, 1990, p. 1-57.

\_\_\_\_\_. Biological actions of carotenoids. **Journal of Nutrition**, v. 119, p. 94-95, 1989.

ORTEGA-FLORES, C.I.; PENTEADO, M.V.C. Carotenóides com atividade pró-vitáminica A em cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Rev. Far. Bioquím. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 51-60, 1992.

PALLET, D. Perspectiva de valorização dos frutos amazônicos obtidos por extrativismo. **Colóquio SYAL**, Montpellier, Out. 2002.

PARK, Y.K.; KOO, M.H.; CARVALHO, P.O. Recentes progressos dos alimentos funcionais. **Boletim SBCTA**, v. 31, n. 2, p. 200-206, 1997.

PENNINGTON, J.A.T.; SCHOEN, S.A. Total Diet Study: Estimated dietary intakes of nutritional elements. **Int. J. Vitam. Nutr. Res.**, v. 66, n. 350, p. 1982-1991, 1996.

PIMENTEL, S.A.; CARUSO, M.S.F. Ácido Gama-linolênico: Fontes e perspectivas de sua aplicação terapêutica. **Bol. SBCTA**, v. 33(2), p.162-167, jul/dez, 1999.

PINHEIRO-SANT'ANA, H.M.; STRINGHETA, P.C.; BRANDÃO, S.C.C.; PÁEZ, H.H.; QUEIRÓZ, V.M.V. Evaluation of total carotenoids,  $\alpha$  and  $\beta$ -carotene in carrots (*Daucus carota* L.) during home processing. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 39-44, 1998.

POURCHET-CAMPOS, M.A. Um século de progresso em nutrição e alimentos. **Bol. SBCTA**, v. 32(1), p. 1-10, jan/ago, 1998

QUEIROZ, S.S.; TORRES, M.A.A. Anemia ferropriva na infância. **J. Pediatria**, v. 76, Supl.3, p. 298-304, 2000.

RAUPP, D. S.; CARRIJO, K. C. R.; COSTA, L. L. F.; MENDES, D. C.; BANZATTO, D. A. Propriedades funcionais-digestivas e nutricionais da polpa refinada de maçã. **Sci. Agri.**, v. 57, n. 3, jul/set, 2002.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Fuentes alimentarias latinoamericanas de carotenoides. CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CAROTENÓIDES EM ALIMENTOS. **Anais ...** Unicamp, 1998.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. **Harvestplus Handbook for Carotenoid Analysis**, 74 p., 2001.

RONCHETTI, I.P.; QUAGLINO, D. Jr; BERGAMINI, G. Ascorbic acid and connective tissue. In: HARRIS, Jr. (ed.) **Subcellular biochemistry**, v. 25, Ascorbic acid: biochemistry and biomedical cell biology. New York: Plenum Press, 1996, p. 249-64.

ROTHSTEIN, J.D.; MARTIN, L.J.; KUNCI, R.W. **N. Engl. J. Med.**, v. 326, p. 1464-1468, 1992.

SABAA-SRUR, A.U.O. **Processamento de castanha-do-Brasil (Bertholletia excelsa, H.B.K.)**. Campinas, 1976. 59 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

SALAY, E. (org.). **Composição de Alimentos: Uma abordagem multidisciplinar**. Campinas, São Paulo: Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação. 2005.

SANDSTEAD, H.H.; PENLAND, J.G.; ALCOCK, N.W.; DAVAL, H.H.; CHEN, X.C.; LI, J.S.; ZHAO, F.; YANG, J.J. Effects of repletion with zinc and other micronutrient on

neuropsychologic performance and growth of Chinese. **Am. J. Clin. Nutr.** v. 68(Suppl.), p. 470-475, 1998.

SANDSTORM, B. Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. **The British Journal of Nutrition**, v. 85, Suppl 2, p. 181-185, may, 2001.

SAURA-CAULIXTO, F.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A. Compuesto bioactivos asociados a la fibra dietética. In: Lajolo, F. M. **Fibra dietética em Iberoamérica: Tecnologia y salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos.** Livraria Varela, São Paulo, 2001.

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Polyphenols: antioxidants and beyond. **American Journal of Clinical Nutrition.** v. 81, n. 1, p. 215S-217S, 2005.

SCHACKY, C.V. n-3 Fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. **American Journal Clinical Nutrition,** v. 71 (Suppl.), p. 2245-2275, 2000.

SERAFINI, M. et al. Inhibition of human LDL lipid peroxidation by phenol-rich beverages and their impact on plasma total antioxidant capacity in humans. **Journal of Nutrition Biochemistry.** v.11, p. 585-590, 2000.

SGARBIERI, W.C. **Alimentação e nutrição: Fator de saúde e desenvolvimento.** UNICAMP/Almed, Campinas, São Paulo, 1987, 387 p.

SHAFRIR, E.; Metabolism of Disaccharides and monosaccharides with emphasis on sucrose and fructose and their lipogenic potential. In: GRACEY, M.; KRETCHMER, N.; ROSSI, E. (eds) **Sugars in nutrition.** Nestlé Nutrition Workshop series. New York: Raven Press, 1991, p. 131-52.

SHILS, M. E.; OLSON, J. A.; SHILKE, M.; ROSS, A. C. **Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença.** 9ª ed. São Paulo: Manole, 2003, v. 1, 1026 p.

SILVA, F.O.; MARTINS, M.I.E.; ANDRIAZZI, C.V.G. Custo de implantação de lichia em dois espaçamentos. Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XXVII, 2002, Belém, PA. **Anais..** Belém: UFPEL, 2002. Disponível em: [http://www.ufpel.tche.br/spfruti/anais\\_xvii\\_cbf/fitotecnia/300.htm](http://www.ufpel.tche.br/spfruti/anais_xvii_cbf/fitotecnia/300.htm). Acesso em: 07/09/2006.

SILVA, R.N.; MONTEIRO, V.N.; ALCANFOR, J.D.X.; ASSIS, E.M.; ASQUIERI, E.R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciênc. Tecnol. Alimentos,** v. 23(3), p. 337-341, set-dez., 2003.

SILVA, S.R.; MERCADANTE, A.Z. Composição de carotenóides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) in natura. **Ciênc. Tecnol. Aliment.,** Campinas, v. 22(3), p. 254-258, set/dez, 2002.

SIMOPOULOS, A.P.; LEAF, A.; SALEM, N. Essentiality and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **Annals of Nutrition and Metabolism.,** v. 43, p. 127-130, 1999.

SLOAN A.E. The top 10 functional foods trends: The next generation. **Food Technol.** v. 56, p. 32-57, 2002.

SNYDERMAN, S.E. Human amino acid metabolism. In: VELÁZQUEZ, A; BOURGES, H. (eds.) **Genetic factors in nutrition.** New York: Academic Press, 1984, p. 269-78.

SOARES, A.G. **Extração de purificação de  $\beta$ -caroteno (*Mauritia flexuosa*).** Seropédica, 1999. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

SOARES, S.E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição,** Campinas. v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

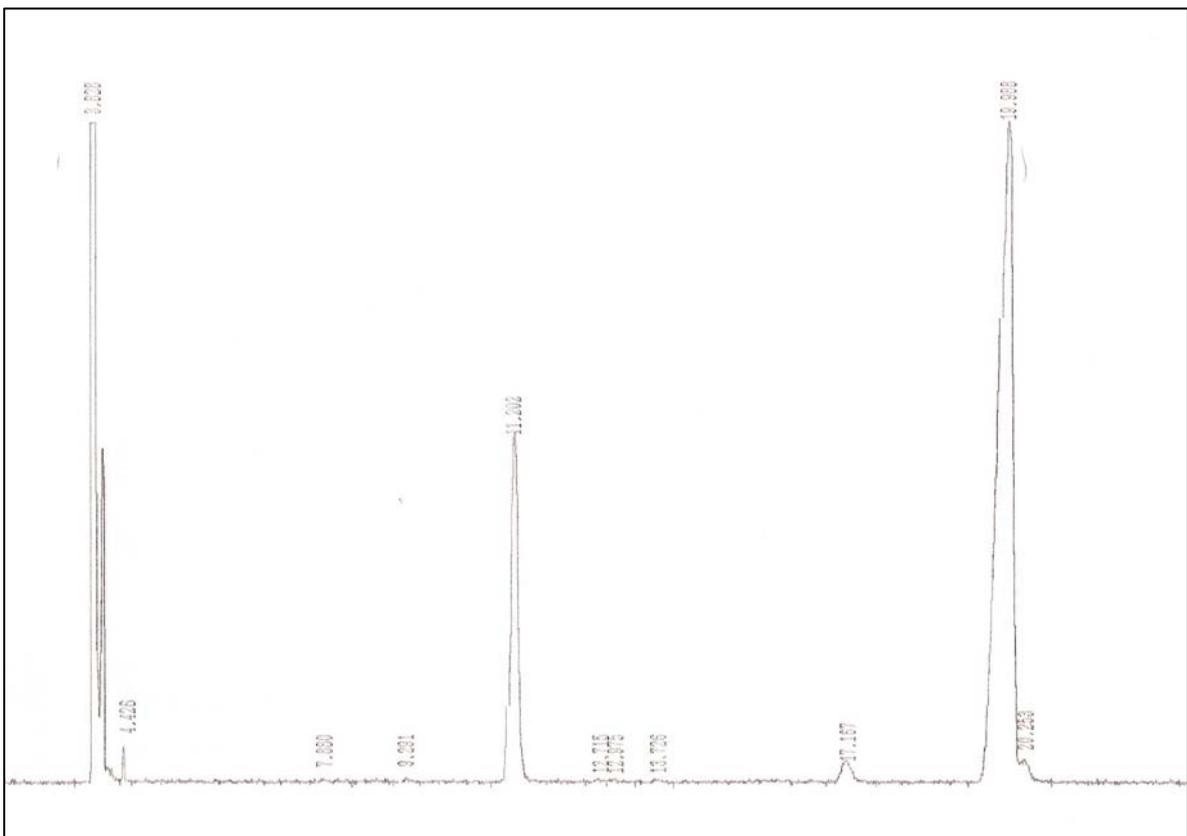
SOMMER, A.; WEST, K.P.JR **Vitamin A deficiency: health, survival and vision.** New York: Oxford University Press, 1996.

SOMOGY, M.A. A new reagent for determination of sugars. **A New Sugar Reagent.** p. 61-68, Maio, 1945.

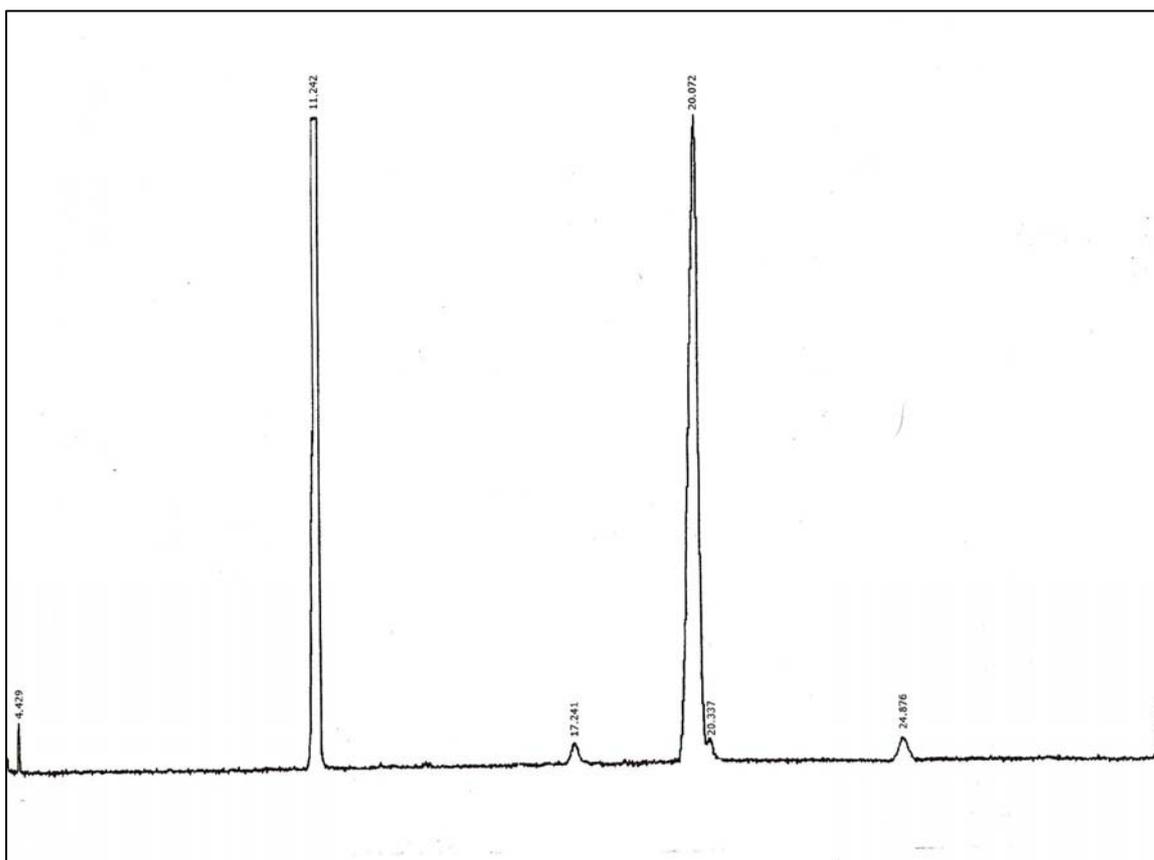
- SOUSA, P.H.M.; SOUSA NETO, M.A.; MAIA, G.A. Componentes funcionais nos alimentos. **Bol. SBCTA**, Campinas, v. 37(2), p. 127-135, jul/dez, 2003
- SOUZA, M.L.; MENEZES, H.C. Processamento de amêndoa e torta de castanha de castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 24(1), p. 120-128, jan-mar. 2004.
- SPACKMAN, D.H.; STEIN, W.H.; MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. **Analytical Chemistry**. v. 30, n.7, p. 1190-1206, 1958.
- STEBBENS, W.J. Diet and atherogenesis. **Nutrition Reviews**, v. 47, n.1, p. 1-12, 1989.
- TANUMIHARDJO, S.A. Factors influencing the conversion of carotenoids to retinol: bioavailability to bioconversion to bioefficacy. **Int. J. Vitam. Nutr. Res.** Bern, v. 72, n.1, 2002.
- TAVARES, M.; BADOLATO, E.S.G.; CARVALHO, J.B.; AUED, S. Óleo de amêndoa de palma (palmiste) brasileiro: caracterização e composição em ácidos graxos. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 50, p. 307-312, 1990.
- TOPPING, D.L. Soluble fiberpolysaccharides: effects on plasma cholesterol and colonic fermentation. **Nutrition Reviews**, v. 49, p. 195-203, 1991.
- TRUJILLO-QUIJANO, J.A.; ESTEVES, W.; PLONIS, G.F.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Variação do perfil de ácidos graxos do óleo da polpa de frutos de diferentes palmeiras oleaginosas, **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 91-96, jan./jun., 1992.
- TURATTI, J.M. Óleos vegetais como fonte de alimentos funcionais. **Food ingredients**, p. 52, nov./dez., 2000.
- VALENZUELA, A. Ácidos graxos Ômega-6 e Ômega-3 na nutrição e saúde humana. In: Angelis, R.A. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde**. São Paulo: Atheneu, 2001, p. 235-244.
- VANNUCCHI, H.; MENEZES, E.W.; CAMPINO, A.O.; LAJOLO, F.M. (Ed.). Aplicação das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira. Ribeirão Preto. **Caderno de Nutrição**. Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição. v. 2, 1990.
- VILELA, G.G.; BACILA, M.; TASTALDI, H. **Técnicas e Experimentos de Bioquímica**, São Paulo: Guanabara, 1973, p. 552..
- WAITZBERG, D.L. **Nutrição Oral, Enteral e Parenteral na Prática Clínica**. 3ªed. São Paulo: Editora Atheneu, 2002, p. 131-134.
- WAPNIR, J. et al. Intestinal Absorption of Copper : Effects of Sodium. **Proceeding of the Society for Experimental Biology and Medicine**. v. 4, n. 11, p. 629-30, 2000.
- WILLIAMS, R.J. et al. Flavonoids: antioxidants or signaling molecules. **Free Radical Biology & Medicine**. v. 36, n.7, p. 838-849, 2004.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) **Feeding of young in developing countries: a review of current scientific knowledge**. Geneva, 1990.
- \_\_\_\_\_. **Vitamin A mortality and morbidity studies**. WHO/USAID/NEI. Geneva, 1992.
- \_\_\_\_\_. **Global prevalence of vitamin A deficiency: micronutrient deficiency information system**. Geneva; 1995. (Document WHO/NUT/95.3).
- \_\_\_\_\_. **Trace elements in human nutrition and health**, Geneva, 1996.
- ZANONI, B.; PERI, C.; NANI, R.; LAVELLI, V. Oxidative heat damage of tomate halves as affected by drying. **Food Research International**, v. 31, n. 5, p. 395-401, 1999.

# ANEXOS

## Anexo A



## Anexo B



# Anexo C

