



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

WELLINGTON DOS SANTOS MELO

**Avaliação Tecnológica da Potencialidade do  
fruto Buriti (*Mauritia flexuosa*)**

BELÉM

2008



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**WELLINGTON DOS SANTOS MELO**

**Avaliação Tecnológica da Potencialidade do fruto Buriti  
(*Mauritia flexuosa*)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

**ORIENTADORA:**  
Prof. Dra. Luiza Helena Meller da Silva

**BELÉM**

**2008**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**WELLINGTON DOS SANTOS MELO**

**Avaliação Tecnológica da Potencialidade do fruto Buriti  
(*Mauritia flexuosa*)**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Luiza Helena Meller da Silva - FEA/ITEC-UFPA  
(Orientadora)

---

Rosinelson da Silva Pena – FEA/ITEC-UFPA  
(Membro)

---

Sylvain Henry Darnet – ICB/UFPA  
(Membro)

---

Rafaella de Andrade Mattietto – EMBRAPA - CPATU  
(Membro)

## **Agradecimentos**

A Deus por estar sempre presente em minha vida, me proporcionando grandes vitórias e colocando em meus caminhos pessoas especiais com as quais tive a honra de conviver durante toda minha vida.

Aos meus pais por me darem à oportunidade que nunca puderam ter. Serei eternamente grato pelos esforços que sempre fizeram para que eu chegasse até aqui.

À minha família, cuja fé em mim me ensinou a ter fé em mim. Em especial ao meu tio Floriano, à minha irmã Bia e meus primos-irmãos Eduardo, Dany e Kelly pela amizade, incentivo, apoio e companheirismo. Foram vocês, nas horas mais difíceis da minha caminhada, meu ponto de sustentação, com palavras de perseverança e conforto, fortalecendo-me com carinho, amor e compreensão, por esses laços que sempre nos uniram e deram um valor especial para consolidação desta vitória.

À Profa. Dra. Luiza Helena Meller da Silva, pela confiança que depositou em mim, pela orientação, amizade, muita paciência e pelos ensinamentos durante todas as etapas;

Aos professores Dr. Rosinelson da Silva Pena e Dra. Alessandra dos Santos Lopes pela valiosa ajuda e por mostrarem-se sempre atenciosos e solícitos quando necessário;

Aos professores Dr. Rafaella Mattietto, Dr. Rosinelson da Silva Pena e Dr. Sylvain Henri Darnet pela disposição em participar da banca examinadora, pelos comentários e sugestões;

Às grandes amigas Josiane Silva, Milene Moura, Priscilla Maia, Tais Faria e Valena Silva por me ensinarem que na vida o que vale são as coisas simples, por me acompanharem nesse caminho longo sem nunca me abandonar.

Às grandes amigas que estiveram comigo desde graduação Heloísa, Lícia e Telma, as quais tive a sorte de conviver por mais estes dois anos. Agradeço pelos momentos de extrema descontração e pelas trocas de conhecimentos e de “informações”, tornando este trabalho menos solitário.

Tive muita satisfação na realização deste trabalho, porém, um das maiores foi que através deste, eu tive a sorte e o prazer de conhecer pessoas especiais, os “meus bolsistas” Danilo Oliveira, Tayse Ferreira, Thais Souza, Francylla Nogueira, Allena Gonçalves e Tayná Veiga (graduação oh...hum!!!!!!), amigos com quem eu sempre pude contar desde o primeiro dia e que foram de fundamental importância nas análises laboratoriais. Agradeço também pelas conversas à toa, risadas e companhia, que amenizaram os momentos de cansaço.

Aos amigos das dissertações 1, 2 e 3 (Daniella, Denny, Gyane, Johnatt, Luiza, Thais) que sempre me deram prioridade no uso dos computadores e pelos momentos compartilhados. Em especial aos grandes amigos Jardilene Moura, Marcelo Martins, Renan Chisté e Priscilla Rodrigues que sem medir esforços, sempre me apoiaram e também pela valiosa ajuda nos experimentos e nos momentos difíceis.

Aos amigos sempre prestativos Anderson Pereira, Diego Aires, Caroline Santos, Rafael Vitti e Priscila Alamar pela amizade e contribuição nas análises.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

## RESUMO

Diante da falta de informações relacionadas à caracterização do fruto buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e da necessidade de alternativas para a utilização dos resíduos gerados durante o seu processamento, este estudo teve como objetivo geral contribuir para a formação de um banco de dados de composição que permita complementar o conhecimento científico desta fruta genuinamente amazônica. As características físicas do fruto e da semente foram determinadas, os resíduos (casca e fibra) foram transformados em farinha e juntamente com a polpa e a amêndoa foram avaliados quanto sua composição físico-química, a fim de investigar o potencial de utilização na indústria de alimentos. Foram ainda determinados os teores de carotenóides (polpa e casca) e tocoferóis (polpa) e construídas isotermas de sorção de umidade a 25 °C para a farinha da fibra de buriti. Os resultados das análises realizadas indicaram que na polpa do fruto há um elevado teor de lipídios (19,02 g/100 g polpa fresca) possuindo um perfil de ácidos graxos semelhante ao do azeite de oliva, predominando em ambos o ácido oléico. Além disso, a polpa do buriti pode ser classificada como fonte de  $\alpha$ -tocoferol (1109,38  $\mu\text{g/g}$  de polpa seca) cujo teor é maior do que o presente em alguns óleos considerados como fonte dessa vitamina. A análise de carotenóides indicou alta concentração na casca (430,28  $\mu\text{g/g}$  de polpa seca) e na polpa (422,52  $\mu\text{g/g}$  de polpa seca), caracterizando-o como um fruto rico em vitamina A. As farinhas obtidas a partir fibra e da casca de buriti possuem elevador teor de fibras alimentares predominando as insolúveis. A farinha obtida da fibra do buriti apresentou isotermas de sorção tipo III, sendo que o modelo de GAB descreveu com precisão as isotermas a 25 °C. Pela importância que esses produtos representam para a população regional, os resultados indicam que as amostras estudadas têm grande potencial para ser exploradas como fonte alternativa alimentar.

## ABSTRACT

Given the lack of information related to Buriti fruit (*Mauritia flexuosa L*) and the need to provide alternatives to commercial use of the waste generated during its processing, this study aimed to contribute to the general training of a database of food composition allowing a better knowledge scientific result of this genuinely Amazon. The Physical characteristics of the fruit and seed were determined. The residues were transformed in flour and together with the pulp and seed were evaluated according to its physical-chemical composition aiming to search the potential of utilization by food industries. Were also determined the levels of carotenoids (pulp and shell) and tocopherols (pulp) and adsorption and desorption isotherms were plotted at 25 C ° to the fiber of buriti flour. The results of the tests carried out indicate that the flesh of the fruit there is a high level of lipids (19,02 g/100 g on wet base), with the fatty acid composition are similar to olive oil, predominantly in both, the oleic acid (65 g/100 g). In addition, the pulp of buriti (1109,38 µg/g de dried pulp) can be classified as sources of α-tocopherol, whose level is higher than that found in some oils that is considered as a source of vitamin. The analysis indicated high concentration of carotenoids in the shell (430.28 µg/g de dried pulp) and pulp (422.52 µg/g de dried pulp), characterizing it as a fruit rich in vitamin A. The flour derived from fiber and shell of buriti has high levels of dietary fiber, predominantly the fibers insoluble. The flour of buriti fiber presented sorption isotherms of type III, and the model of GAB accurately described the sorption isotherms of the meal the fiber of buriti 25°C. For the importance that these products represent for the regional population, the results indicate that buriti fruit have great potential to be explored as an alternative alimentary source.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Habitat natural das palmeiras de buriti _____	14
Figura 2. Fruto de buriti (com e sem Casca) _____	17
Figura 3. Corte interno do Fruto de Buriti _____	17
Figura 4. Estrutura do carotenóides _____	25
Figura 5. Sistema cromóforo dos carotenóides _____	26
Figura 6. Transformação do $\beta$ -caroteno em vitamina A _____	28
Figura 7. Estrutura do Tocoferol _____	30
Figura 8. Estrutura do tocotrienol _____	31
Figura 9. Diagrama de Cromaticidade _____	34
Figura 10. Fluxograma da caracterização Física _____	35
Figura 11. Determinação das dimensões do fruto _____	36
Figura 12. Fluxograma do método da análise de fibras (AOAC, 2000) _____	41
Figura 13. Etapas de determinação quantitativa de carotenóides totais em polpa de frutas, adaptado de TALCOTT e HOWARD (1999) _____	43
Figura 14. Etapas da determinação de tocoferóis em polpa de frutas, proposto por LINS (200 _____	44
Figura 15. Curva de calibração do $\beta$ -caroteno _____	55
Figura 16. Isoterma de Sorção para a farinha da fibra do buriti a 25 °C _____	59



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação das fibras _____	22
Tabela 2. Homólogos do Tocoferóis _____	30
Tabela 3. Homólogos do Tocotrienóis _____	31
Tabela 4. Caracterização física dos frutos e das amêndoas do buriti _____	47
Tabela 5. Percentual das partes do fruto após o descascamento _____	48
Tabela 6. Resultados das propriedades físicas dos frutos e amêndoas _____	49
Tabela 7. Resultados da caracterização físico-química do buriti in natura _____	50
Tabela 8. Composição em ácidos graxos da polpa de buriti e do azeite de oliva ____	51
Tabela 9. Resultados da caracterização físico-química dos resíduos de buriti (g/ 100 g) b.u _____	52
Tabela 10. Resultados da cor da polpa e das farinhas da casca e da fibra do buriti	53
Tabela 11. Concentração de $\beta$ -caroteno presente na polpa e na farinha da casca de buriti comparada com frutos da região amazônica _____	55
Tabela 13. Dados de sorção para a farinha da fibra do buriti à 25 ° C _____	58
Tabela 14. Parâmetros GAB para a farinha da parte fibrosa do buriti _____	60

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>14</b>
<b>2.1. O BURITI</b>	<b>14</b>
2.1.1. Descrição Botânica	15
2.1.2. Aproveitamento do Buriti	17
<b>2.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS FRUTOS E PROPRIEDADES FÍSICAS</b>	<b>18</b>
<b>2.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS</b>	<b>19</b>
<b>2.4. FIBRA ALIMENTAR</b>	<b>20</b>
2.4.1. Principais fontes de fibra Alimentar	21
2.4.2. Classificação das fibras	21
2.4.3. Efeitos Fisiológicos das Fibras	23
2.4.4. Possíveis efeitos negativos no consumo de fibras	24
<b>2.5. CAROTENÓIDES</b>	<b>24</b>
2.5.1. Síntese e distribuição	24
2.5.2. Estrutura e Classificação	25
2.5.3. Funções	26
2.5.4. Fatores que afetam a estabilidade dos carotenóides	29
<b>2.6. TOCOFERÓIS</b>	<b>29</b>
2.6.1. Estrutura e classificação	29
2.6.2. Funções	31
<b>2.7. COR</b>	<b>33</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>35</b>
<b>3.1. MATÉRIA-PRIMA</b>	<b>35</b>
<b>3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA</b>	<b>36</b>
<b>3.3. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO FRUTO INTEIRO E DA AMÊNDOA</b>	<b>37</b>
<b>3.4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA</b>	<b>39</b>
3.4.1. Umidade	39
3.4.2. Lipídios	39
3.4.3. Proteínas	40

3.4.4.	Cinzas _____	40
3.4.5.	Carboidratos _____	40
3.4.6.	Determinação de Fibras Dietéticas _____	40
<b>3.5.</b>	<b>DETERMINAÇÃO DA COR _____</b>	<b>41</b>
<b>3.6.</b>	<b>PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS (AOCS, 2002) _____</b>	<b>42</b>
<b>3.7.</b>	<b>QUANTIFICAÇÃO DE CAROTENÓIDES TOTAIS _____</b>	<b>42</b>
3.7.1.	Procedimento _____	42
3.7.2.	Preparo da Curva de Calibração do Beta-caroteno _____	42
3.7.3.	Detecção e Quantificação _____	43
<b>3.8.</b>	<b>DETERMINAÇÃO DE TOCOFEROL _____</b>	<b>44</b>
<b>3.9.</b>	<b>ISOTERMAS DE SORÇÃO _____</b>	<b>45</b>
3.9.1.	Obtenção dos dados de sorção de umidade para a farinha da fibra de buriti _____	45
3.9.2.	Predição das isotermas de sorção _____	45
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO _____</b>	<b>47</b>
<b>4.1.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS FRUTOS _____</b>	<b>47</b>
<b>4.2.</b>	<b>PROPRIEDADES FÍSICAS DOS FRUTOS E DAS AMÊNDOAS _____</b>	<b>48</b>
<b>4.3.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FRUTO _____</b>	<b>49</b>
<b>4.4.</b>	<b>COR DA POLPA E DAS FARINHAS DA CASCA E DA FIBRA DE BURITI _____</b>	<b>53</b>
<b>4.5.</b>	<b>CAROTENÓIDES _____</b>	<b>54</b>
<b>4.6.</b>	<b>TOCOFERÓIS _____</b>	<b>56</b>
<b>4.7.</b>	<b>ISOTERMAS DE SORÇÃO _____</b>	<b>58</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO _____</b>	<b>62</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS _____</b>	<b>63</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar da situação privilegiada da Amazônia em relação à sua biodiversidade, os recursos florestais existentes na região, geralmente são comercializados como matéria-prima *in natura*, sem nenhum ou pouco processo de beneficiamento. A diversidade biológica e ecológica da região constitui um diferencial que, nos últimos anos, tem atraído atenção, principalmente do setor agroindustrial para a utilização de espécies nativas e seus produtos nas indústrias de alimentos, farmacêutica e cosmética.

Os frutos das palmeiras da região amazônica são fontes alternativas e abundantes de óleo vegetal com alto valor nutricional. Atualmente, somente algumas dessas palmeiras estão sendo cultivadas e exploradas, e o processamento de seus frutos é ainda realizado em pequena escala comercial. Dentre essas palmeiras destaca-se o buriti (*Mauritia flexuosa*), uma espécie que habita solos ácidos e pouco férteis, encontrando-se distribuída no Brasil, Peru, Venezuela, Equador, Bolívia e Colômbia (FILHO e LIMA, 2001). No Brasil, não é comum a utilização dos frutos do buriti, sendo consumido somente pela população local de algumas partes das regiões Norte e Nordeste, principalmente como suco fresco e doce caseiro.

O óleo extraído dos frutos do buriti é de grande interesse por suas características físicas e químicas (LOGNAY, 1987; ALBUQUERQUE, 2005). Estudos realizados por ALBUQUERQUE *et al.* (2003) indicaram que o óleo de buriti apresenta altas concentrações de carotenos, tocoferóis e dos ácidos graxos: oléico e palmítico. O expressivo crescimento nos últimos anos da industrialização dos frutos de buriti para a obtenção do óleo contribui para a geração de grande quantidade de resíduos: casca, amêndoas e fibras.

O Brasil parece ser um dos países latinos mais férteis para o cultivo do desperdício, pois recursos naturais, financeiros, oportunidades e até alimentos são literalmente atirados na lata do lixo, sem possibilidade de retorno. Como sintoma de desorganização e desestruturação, o desperdício está incorporado à cultura brasileira, ao sistema de produção e à engenharia do país, provocando perdas irrecuperáveis na economia, contribuindo para o desequilíbrio do abastecimento e diminuindo a disponibilidade de recursos para a população (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

As indústrias alimentícias brasileiras produzem resíduos que poderiam ter uma finalidade muito mais útil ao homem e ao meio ambiente (KOBORI e JORGE, 2005). Os resíduos de frutas e hortaliças desprezados pela indústria, geralmente são utilizados na elaboração de ração animal ou de fertilizantes, quando poderiam ser aplicados como fontes alternativas de nutrientes em alimentos com baixo custo.

O aproveitamento de resíduos de frutas como matéria-prima para a produção de alguns alimentos já vem sendo estudado como alternativa desde o início da década de 1970 (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

Existe, portanto, a necessidade de estudar novas alternativas para o aproveitamento de resíduos, que somente será possível através do desenvolvimento de pesquisas, para caracterizar e identificar o potencial dos mesmos. No caso do buriti, a parte fibrosa e a coloração acentuada da casca, resíduos oriundos do processamento indicam a necessidade de levantamento do conteúdo de fibras alimentares totais e de seus pigmentos naturais para avaliação das possíveis aplicações nas indústrias alimentícia e farmacêutica.

Diante da falta de informações relacionadas ao fruto buriti e seus resíduos, e da necessidade de apresentar alternativas de uso comercial, o presente estudo teve como objetivo geral contribuir para a formação de um banco de dados de composição de alimentos que permita um melhor conhecimento científico deste fruto genuinamente amazônico. Pretende-se ainda, contribuir para o incentivo à utilização mais ampla dos produtos do beneficiamento do resíduo na alimentação humana, bem como para outras aplicações.

Os objetivos específicos são:

- ✓ Determinar as propriedades físicas do fruto inteiro e da amêndoa;
- ✓ Caracterizar a composição físico-química da polpa, incluindo a determinação do perfil de ácidos graxos e a quantificação dos teores de carotenóides e tocoferóis presentes na mesma;
- ✓ Caracterizar os resíduos, através da transformação em farinhas, das partes não utilizadas industrialmente (Casca e Fibra), e estudar o comportamento higroscópico das mesmas a temperatura ambiente.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. O BURITI

O Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) é uma palmeira da família *Palmae* (ou *Arecaceae*) e subfamília *lepidocarycideae*, cujo nome foi dedicado a Maurício de Nassau, rei dos países baixos (1567-1623). Sua distribuição geográfica abrange toda a Amazônia e norte da América do Sul e estende-se ao nordeste e centro-sul do Brasil (FILHO e LIMA, 2001).

O buriti é a segunda palmeira americana em termos de área coberta, sendo superado apenas pelo babaçu (*Orbignya martiana*) (LLERAS *et al.*, 1983). A palmeira do buriti ocorre exclusivamente em áreas alagadas ou brejosas, como em beira de rios, igapós, lagos e igarapés, onde comumente é encontrada em grandes concentrações na forma de populações homogêneas, formando os chamados “buritizais”. Geralmente, partes do tronco ficam submersas na água por longos períodos, sem que isso lhe cause danos, por isso, conclui-se que a água concorra para a maior dispersão dos frutos (CAVALCANTE, 1996). A grande capacidade de adaptação do buriti às áreas inundadas está associada à alta porosidade dos tecidos das raízes. Na terra firme vegeta nas áreas descampadas, em pequenos grupos ou dispersos (CALBO *et al.*, 1998). A Figura 1 apresenta o *habitat* natural das palmeiras de buriti.



**Figura 1. Habitat natural das palmeiras de buriti**

Mesmo plantas que vivem em comunidades muito úmidas, como por exemplo, florestas pluviais tropicais de locais baixos, podem experimentar estresses hídricos ao longo do dia e em anos mais secos serem submetidas a *déficit* de água severo. Portanto, embora o *habitat* preferido do buriti seja a várzea, devido a sua ampla dispersão, estudos realizados por CALBO e MORAES (1997) comprovaram que esta espécie pode ser submetida a períodos de aclimatação, pois possui mecanismos para tolerar uma seca moderada.

Na Amazônia a palmeira recebe várias denominações, no entanto os nomes mais usuais são: Buriti e Miriti, designações originárias do tupi que significam “árvore que emite líquido”. Em alguns países da bacia amazônica incluem-se ainda denominações como “Aguaje” ou “Achual” (Peru), “Moriche” (Venezuela) e “Bache” (Guiana Francesa) (CAVALCANTE, 1996; FILHO e LIMA, 2001).

Na literatura existe divergência quanto ao nome científico do fruto, duas nomenclaturas são utilizadas: *Mauritia flexuosa* e *Mauritia vinifera*. Segundo BOHÓRQUEZ (1976) a espécie *Mauritia flexuosa* se confunde com a *Mauritia vinifera*, com a qual convive muitas vezes e da qual se distinguem facilmente por apresentar, a primeira, frutos de coloração amarelo-alaranjado quando imaturos, transformando-se para vermelho-escuro com o processo de maturação. Enquanto que a *Mauritia vinifera* apresenta frutos um pouco maiores e quando imaturos são de cor verde, já quando maduros apresentam coloração amarelada. Ao contrário da *M. flexuosa*, a *M. vinifera* vive só ou formando pequenos grupos e é muito mais alta, podendo alcançar 50 m de altura. Recentemente verificou-se que a *M. vinifera* é apenas uma variedade ecológica da *M. flexuosa*, sendo encontrada no Brasil nas regiões nordeste e Centro-sul (LIMA, 2001).

O buritizeiro floresce durante quase o ano inteiro, porém com maior intensidade nos meses de dezembro a abril. A maturação dos frutos verifica-se principalmente nos meses de dezembro a junho (BRASMAZON, 2002).

### **2.1.1. Descrição Botânica**

O buritizeiro é uma palmeira robusta, uma das maiores da região amazônica, de tronco ereto e cilíndrico de 30 a 60 cm de diâmetro, algumas vezes com um leve



engrossamento na região média, alcançando geralmente 20 a 25 m de altura, podendo chegar até os 35 e ocasionalmente a 50 m nos indivíduos decrépitos, oportunidade em que os estipes parecem mais finos. Quando adulta possui 20 a 30 folhas palmadas eretas, dispostas quase sempre em leque (CALBO, 1997; CAVALCANTE, 1996).

Não existe consenso na literatura com relação ao sistema reprodutivo da *Mauritia flexuosa*, muitos autores relatam que existem plantas com flores masculinas e com flores femininas; outros indicam que há plantas com flores masculinas, plantas com flores femininas e hermafroditas (BOHÓRQUEZ, 1976; CALZADA BENZA, 1980; MAURITIA, 1983; URREGO, 1987; GEIFUS, 1994; VILLACHICA, 1996; CAVALCANTE, 1996)

A inflorescência é axilar, as flores masculinas e femininas são semelhantes, volumosas, de 2,5 m a 3m de comprimento, o pedúnculo com cerca de 1 m, com brácteas tubulares, raque com 2 m de comprimento com numerosos ramos providos de bacteólas tubulares de onde partem pequenos eixos de 1 a 6 cm, onde estão inseridas as flores (CAVALCANTE, 1996).

O fruto é uma drupa oblongo-elipsóideia ou globosa de 5 a 7 cm de comprimento por 4 a 5 cm de diâmetro, com peso médio de 40 a 50g, epicarpo (casca) formado de escamas rambóides, córneas de cor castanho-avermelhado e lustrosas; mesocarpo (polpa) representado por uma camada espessa, massa amarelada ou alaranjada; endocarpo esponjoso (fibra) e semente muito dura (CAVALCANTE, 1996). Na Figura 2 estão apresentados frutos de Buriti com e sem casca e na Figura 3 as partes internas e externas do fruto.

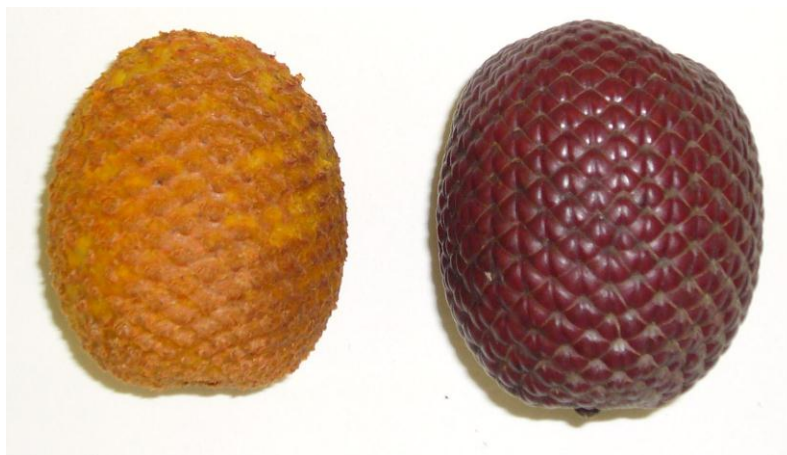


Figura 2. Fruto de buriti (com e sem Casca)

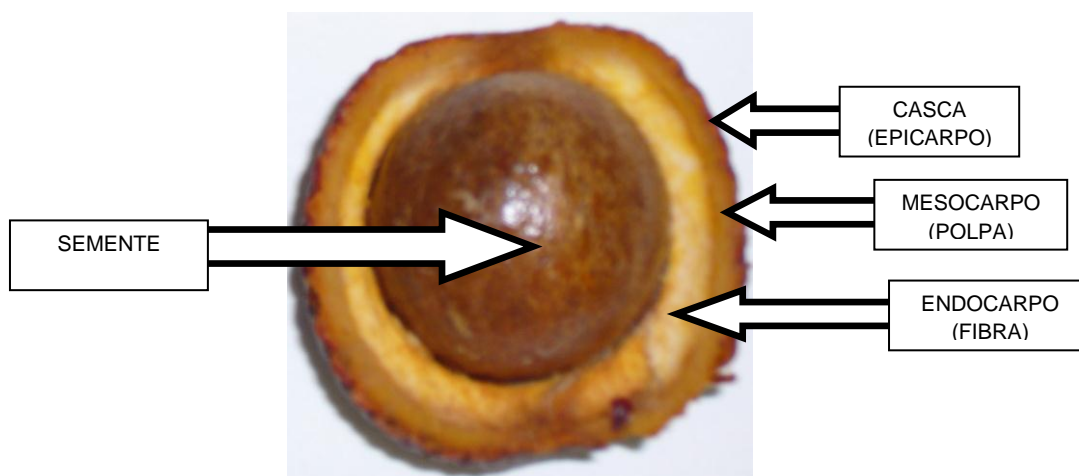


Figura 3. Corte interno do Fruto de Buriti

### 2.1.2. Aproveitamento do Buriti

As espécies do gênero *Mauritia* apresentam diversidade de aplicações raramente visto em outras plantas, o que levou muitos historiadores a descreverem a palmeira como “árvore da vida”. De fato, as populações que habitam as zonas de incidência da palmeira, de modo especial, os indígenas e ribeirinhos da Amazônia, dela se servem para múltiplos propósitos além de suas necessidades alimentares (LORENZI, 1996).

Infelizmente, o conhecimento dos benefícios da maior parte da variedade de produtos naturais da Amazônia ainda permanece como herança da população

nativa. Apesar de sua larga distribuição e amplas possibilidades econômicas, o comércio em grande escala pode ser observado somente em Iquitos, Perú, e em pequena escala, no Equador (RUIZ *et al.*, 2001).

Inúmeros produtos do buritizeiro são aproveitados pela população ribeirinha em suas necessidades diárias: a polpa (mesocarpo) que envolve a semente do fruto pode ser consumida *in natura* ou mesmo usada para fabricação de doces, sendo também utilizada no preparo de uma espécie de vinho caseiro. O óleo comestível da polpa é usado na fritura, na produção de sabão caseiro além da indústria de cosméticos. No Ceará, as sementes são utilizadas para alimentação de suínos (CAVALCANTE, 1991).

Da medula do tronco, por processos caseiros, obtém-se uma fécula amilácea idêntica ao “sagu” da Índia, utilizada no preparo de mingau. As folhas maduras servem para cobertura de casas rústicas e as novas fornecem embiras bastante resistentes, muito usadas no artesanato regional para confecção de redes, chapéus, balaios, etc. O pecíolo, leve e poroso, é um material macio e fácil de trabalhar sendo empregado na fabricação de rolhas e no artesanato regional principalmente brinquedos. O tronco é resistente, permitindo a sustentação de residências simples e, quando oco, é utilizado para calhas. Também é empregado nas construções rurais e de trapiches na beira dos rios. (CAVALCANTE, 1991).

## 2.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS FRUTOS E PROPRIEDADES FÍSICAS

A qualidade dos frutos é atribuída as características físicas que respondem pela aparência externa, entre os quais destacam-se o tamanho, a forma do fruto e a cor da casca. Essas características estão relacionadas ao conjunto de atributos referentes à aparência, sabor, odor, textura e valor nutritivo (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Além disso, informações concernentes ao tamanho e à forma, entre outras características físicas dos produtos agrícolas, são consideradas de grande importância para estudos envolvendo transferência de calor e massa e movimentação de ar em produtos granulares. As propriedades físicas de matrizes oleaginosas são importantes na elaboração de projetos de unidades de

processamento e ao dimensionamento de equipamentos de secagem, separação, armazenagem e classificação. O projeto destes tipos de equipamentos sem levar em consideração tais propriedades pode conduzir a aplicações inadequadas, com conseqüentes perdas de produção e baixa eficiência da operação a que se destina o equipamento (WEBER, 1995).

Cabe também mencionar que para determinar as propriedades térmicas de um produto é necessário determinar suas propriedades físicas tais como a: densidade real e aparente, porosidade, diâmetro equivalente, esfericidade, área e volume da matriz oleaginosa, grãos e semente. Nesse sentido, as propriedades físicas desempenham um importante papel no desenvolvimento de processos e equipamentos com a finalidade de melhorar a produção a partir das matérias primas, agregando, assim, valor às mesmas, especialmente quando se tratam de matérias primas de compõem o cenário agrícola de pequenos produtores.

### 2.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS

Até pouco tempo, a definição de “resíduo” foi “esbanjamento” ou “perda”, pois de modo geral, seu aproveitamento era praticamente inexistente na elaboração de novos produtos. Entretanto, atualmente entende-se como “resíduo” a sobra resultante da matéria-prima processada e não aproveitada na elaboração do produto alimentício principal conhecido com subproduto (EVANGELISTA, 1992).

Existem consideráveis perdas de produtos agrícolas nas diversas etapas da cadeia produtiva, desde as operações envolvidas na produção até o momento do consumo pela população. Durante a produção, podem-se citar as perdas provocadas pelo manejo inadequado da plantação, principalmente na colheita, falta de aplicação de técnicas na pós-colheita, inadequada conservação dos alimentos e não aproveitamento dos descartes e resíduos do beneficiamento e processamento agroindustrial. No consumo, a falta do hábito de ingestão de alimentos na forma integral e o desconhecimento do valor nutritivo das diversas partes contribuem para o desperdício e acúmulo de resíduos (DARIS, JACQUES e VALDUGA, 2000).

A importância econômica de um resíduo agrícola depende tanto da quantidade produzida, quanto de suas características. Grandes quantidades de um

determinado resíduo agrícola, concentrados em uma única região, podem justificar seu emprego como matéria-prima para obter outros produtos (BAO IGLESIAS et al., 1987). Devem-se buscar utilizações viáveis e econômicas para os inevitáveis resíduos agroindustriais gerados. Sempre que possível, o resíduo final deverá ser matéria-prima para um novo processo, constituindo uma segunda transformação (CEREDA, 2000).

Inúmeros estudos utilizando resíduos agroindustriais, a exemplo de talos, cascas, ramas, bagaços, películas externas de vegetais, sementes tem sido realizados com objetivo de caracterização, aproveitamento e aplicação em produtos alimentícios (MELO e REIS 2006; WAUGHON, 2006; KOBORI e JORGE, 2005; OLIVEIRA *et al.* 2002).

De acordo com suas características, esses resíduos podem ser considerados excelentes fonte de fibras, vitaminas e provitaminas, sais, minerais e proteínas, o que os torna matéria prima interessante com alto teor nutritivo, além de agregar valor aos produtos elaborados.

#### 2.4. FIBRA ALIMENTAR

O conceito de fibra alimentar (FA) vem-se modificando a medida que ocorrem avanços nas metodologias de análise e nos estudos sobre o comportamento dos alimentos no trato digestivo de humanos (KANASHIRO-INABA, 2005).

PAURCHET-CAMPOS (1990) define fibra alimentar como o conjunto de componentes dos alimentos vegetais que resistem à hidrólise pelas enzimas endógenas do tubo digestivo. Tais resíduos alimentares, como não são digeridos, não possuem valor calórico, passam para as fezes, e são degradados no intestino grosso.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa (Resolução RDC n.40 de 21/03/2001) define FA como “qualquer material comestível, que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo de humanos e determinada segundo os métodos publicados pela AOAC em sua edição mais atual”.

Mais recentemente, a *American Association of Cereal Chemists* (AACC, 2000) definiu fibra alimentar como a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos

que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Fibra alimentar inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias de plantas associadas. Fibra alimentar promove efeitos fisiológicos benéficos, incluindo efeito laxante, e/ou atenuação do colesterol e da glicose no sangue.

De acordo com Slavin (2003), pode ser definido como Fibra Alimentar Total a soma de todos os carboidratos não digeríveis e a lignina, que são intrínsecos e intactos nos vegetais, e os carboidratos não digeríveis e isolados, cujos efeitos fisiológicos são benéficos ao organismo humano.

#### **2.4.1. Principais fontes de fibra Alimentar**

As fibras alimentares estão presentes na maioria das vezes nas dietas consumidas pelas populações e são, na maior parte, material das paredes celulares das plantas. São encontradas principalmente em vegetais, frutas e grãos integrais e podem, também, ser extraídas de sementes, algas marinhas e raízes tuberosas (JIMÉNES et al., 2000; MARLETT e CHEUNG, 1997).

Todos os alimentos de origem vegetal contribuem com o teor de fibras na dieta, porém sua importância varia de acordo com as concentrações presentes e a quantidade ingerida. A maior concentração de fibras é encontrada em farelos das películas externas de sementes e grãos, arroz integral e frutas. Há alternativas para complementação e balanceamento da dieta com fibras, nas quais são utilizadas fibras sintéticas e produtos à base de fibras, como biscoitos ricos em fibra alimentar e barra de cereais (MÁRQUES, 2004). Existem várias tabelas informando o tipo e teor de fibra contido em determinado tipo de alimento, assim como tabelas que informam em que tipo de alimento pode-se encontrar determinada fibra.

#### **2.4.2. Classificação das fibras**

As fibras alimentares desempenham uma importante função na saúde humana (ANDERSON, SMITH e GUFTANSON, 1994). Os efeitos fisiológicos estão relacionados às propriedades físico-químicas e funcionais das fibras dietéticas. É de

amplo conhecimento que as fibras dietéticas, obtidas por diversos métodos e de distintas fontes, comportam-se diferentemente durante sua passagem pelo trato gastrointestinal, dependendo da sua composição química, das características físico-químicas e do processo que o alimento foi submetido (CHAU e HUANG, 2003; JIMÉNEZ et al., 2000).

As fibras alimentares são classificadas em fibras solúveis e fibras insolúveis (Tabela 1), com base nas suas propriedades físicas (capacidade de retenção, absorção, adsorção de água, capacidade de troca catiônica e absorção de moléculas orgânicas) e funções fisiológicas (GUERRA et al., 2004; CORRÊA, 2000; GUTKOSKI e PEDÓ, 2000). As fibras solúveis são compostas por polissacarídeos não amiláceos, tais como: pectina, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses; apresentam a tendência de formação de géis quando em contato com a água. São altamente fermentescíveis e tem alta viscosidade. A celulose, a lignina e grande parte das hemiceluloses são classificadas como fibras insolúveis. As fibras insolúveis são pouco fermentescíveis e não são viscosas (DE FRANCISCO et al., 2000).

**Tabela 1. Classificação das fibras**

<b>FIBRAS</b>	<b>Fibras Insolúveis (Não hidrossolúveis)</b>	<b>Ligninas Celulose Hemicelulose (maioria)</b>
	<b>Fibras solúveis (hidrossolúveis)</b>	<b>Hemicelulose (algumas) Pectinas Gomas Mucilagens</b>

Algumas substâncias, tais como inulina, frutooligossacarídeos, amido resistente e açúcares não absorvíveis, também apresentam características semelhantes às das fibras e recentemente foi proposto classificá-las como pertencentes a este mesmo grupo. Essas substâncias, normalmente presentes na dieta, também resistem à digestão pelas enzimas humanas, sendo fermentadas quase na totalidade no cólon (SLAVIN, 2003).

### 2.4.3. Efeitos Fisiológicos das Fibras

Antes da década de 70, as fibras alimentares não eram consideradas nutrientes e não era reconhecida sua importância para a manutenção da saúde. Passado mais de uma década e com o aumento do conhecimento científico, verificou-se seu valor nutricional e comprovado que sua deficiência pode ter efeitos adversos à saúde.

A presença de fibra alimentar nos alimentos é de grande interesse na área da saúde, já que têm sido relatados numerosos estudos que relacionam o papel da fibra alimentar com a prevenção de algumas doenças crônicas (ANDERSON et al., 2000 b). A fibra alimentar pode influenciar vários aspectos da digestão, absorção e metabolismo, entre eles: a) a diminuição do tempo de trânsito intestinal dos alimentos; b) aumento da velocidade de absorção intestinal da glicose; c) diminuição dos níveis de colesterol sanguíneo e d) diminuição do conteúdo de calorias ingeridas (CALIXTO, 1993).

Por outro lado, é importante também conhecer o tipo de fibra presente em cada alimento, pelo menos quanto a sua solubilidade em água, tendo em vista que embora hajam efeitos fisiológicos relacionados com a fração fibras totais existem outros que têm sido mais relacionados com a fração solúvel da fibra (ANDERSON et al., 2000 a).

Quanto às fibras solúveis, vários estudos confirmam a sua ação favorável na redução dos níveis de colesterol sanguíneo. As propriedades das fibras solúveis devem-se principalmente à sua viscosidade que provoca redução da absorção de lipídeos e de colesterol do intestino delgado (BORDERÍAS, SÁNCHEZ-ALONSO e PÉREZ-MATEOS, 2005). As fibras insolúveis são responsáveis pelo aumento do bolo fecal, reduzem o tempo de trânsito no intestino grosso e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida, diminuindo o risco de hemorróidas, diverticulites e câncer de cólon (MHETA, 2005).

Essas propriedades, segundo CALIXTO (1993), fazem das fibras um adequado regulador intestinal. As fibras são ainda fatores de importância em regimes dietéticos para a prevenção ou tratamento de diabetes, pessoas com problemas de hipercolesterolemia e obesidade. Ao contrário, a falta de fibra na dieta



pode ser relacionada com o desenvolvimento de câncer de cólon e outros distúrbios gastrointestinais.

#### **2.4.4. Possíveis efeitos negativos no consumo de fibras**

A fibra alimentar pode diminuir a biodisponibilidade de minerais como o cálcio, ferro, magnésio e zinco, principalmente se estiverem associadas a fitatos (ácido fítico – ácido orgânico que contém fósforo), oxalatos (sais ou ésteres do ácido oxálico) e substâncias fenólicas. Esse efeito é mais acentuado com a utilização de fibras insolúveis, quando consumidas em grande quantidade. O consumo excessivo de fibra alimentar também pode ocasionar dor abdominal, meteorismo intestinal (aumento do volume de gás intestinal), flatulência e diarreia (KANASHIRO-INABA, 2005).

## **2.5. CAROTENÓIDES**

### **2.5.1. Síntese e distribuição**

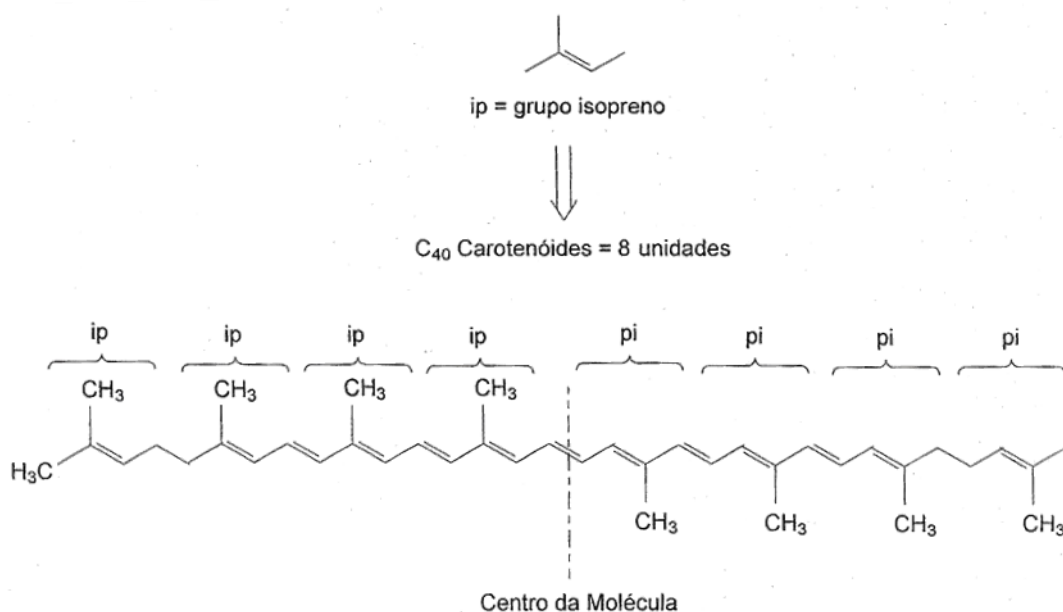
Os carotenóides constituem um dos mais importantes grupos de pigmentos da natureza, devido às suas numerosas funções, larga distribuição e diversidade estrutural (OLIVER e PALOU, 2000). Compreendem uma numerosa família de compostos químicos lipossolúveis, de cores que vão do amarelo ao vermelho, amplamente distribuídos nos reinos: vegetal, animal, fungos e bactérias (ARMSTRONG, 1997).

Os carotenóides são sintetizados pelas plantas e por outros organismos fotossintéticos, assim como em alguns organismos não-fotossintéticos. São responsáveis pela coloração de muitas aves, insetos e animais marinhos, assim como as cores de muitas flores e frutos. Embora os animais sejam incapazes de sintetizá-los, estes são normalmente encontrados em algumas espécies, sendo-lhes fornecidos através da dieta (QUIRÓS e COSTA, 2006, STAHL e SIES, 2005).

## 2.5.2. Estrutura e Classificação

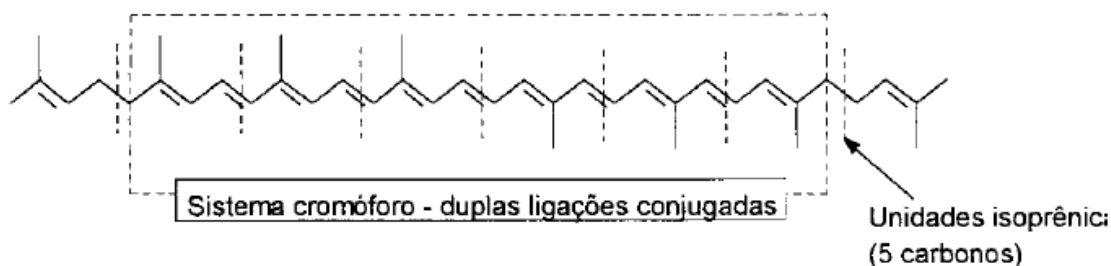
Os carotenóides são tetraterpenóides ( $C_{40}$ ), constituídos de oito unidades isoprenóides ( $C_5$ ), cuja ordem é invertida no centro da molécula. Sua estrutura básica é linear (cadeia alifática), podendo apresentar uma ou ambas as extremidades cíclicas (cadeia mista: alifática-alicíclica). Estes compostos possuem grupos metila (ramificações  $-CH_3$ ) separados por 6 átomos de carbono ao centro, enquanto os demais grupos metila da molécula estão afastados por 5 átomos de carbono (RODRIGUES-AMAYA, 2001).

As propriedades físico-químicas, funções e ações dos carotenóides estão intimamente ligadas à sua estrutura, apresentada na Figura 4.



**Figura 4. Estrutura do carotenóides**

A pigmentação dos carotenóides é devida à presença de um sistema cromóforo na molécula (Figura 5), constituído por uma série de duplas ligações conjugadas, uma vez que estas absorvem parte do espectro luminoso que nelas incidem, além de influenciar nas suas propriedades físicas, químicas e bioquímicas (RODRIGUES-AMAYA, 2003).



**Figura 5. Sistema cromóforo dos carotenóides**

Os carotenóides podem ser divididos em dois principais grupos: carotenos e xantofilas. O primeiro grupo é representado pelos hidrocarbonetos carotenóides conhecidos como carotenos, possuindo em suas moléculas apenas átomos de carbono e hidrogênio. Já o segundo grupo de carotenóides as xantofilas, possuem além das estruturas moleculares características dos carotenos, átomos de oxigênio na forma de grupos álcoois (monóis, dióis, polióis), cetonas, aldeídos, epóxidos, furanóxilas, metoxilas, ésteres, além de outros grupos funcionais, podendo ainda conter unidades glicosídicas e cadeias laterais de ácidos graxos acilados. Porém, alguns autores referem-se aos derivados oxigenados como oxicarotenóides, utilizando o termo xantofila somente para os hidroxicarotenóides (QUIRÓS e COSTA, 2006).

Há outras formas de se classificar os carotenóides quanto às suas estruturas. Entretanto, a principal classificação dos carotenóides está relacionada à atividade vitamínica A que estas substâncias exercem, representando a maior contribuição para a nutrição de seres humanos e de outros animais. Assim, os carotenóides podem ser classificados em carotenóides provitamina A e carotenóides inativos.

### **2.5.3. Funções**

#### *2.5.3.1. Carotenóides como vitamina A*

Os Carotenóides têm sido intensamente estudados em diferentes áreas como a química, a agricultura, a nutrição e a medicina, devido às suas importantes funções biológicas nos organismos humanos.

Os carotenóides atuam como pigmentos naturais conferindo cores: amarela, laranja ou vermelha em flores e frutos. Este atributo é de grande importância, uma vez que a cor é um critério de aceitação da qualidade dos alimentos (CHEN et al., 2005). Entretanto o grande interesse no estudo desses compostos se deve às suas funções fisiológicas e biológicas.

O primeiro grande avanço para a compreensão da importância dos carotenóides na bioquímica dos vertebrados, parte de estudos da vitamina A. A relação existente entre carotenóides e vitamina A foi determinada em 1919 e, em 1930 foi estabelecido que alguns deles formam pro vitamina A (HANDELMAN, 2001).

O termo vitamina A refere-se a dois grupos distintos de substâncias consumidas nas dietas alimentares. O primeiro trata-se de várias formas de vitaminas A pré-formadas (retinóides) encontradas exclusivamente em alimentos de origem animal (fígado, carnes, leite, etc.), onde se incluem todos os compostos biologicamente ou estruturalmente relacionados com o retinol, ou seja, ácido retinóico, retinaldeído e ésteres de retinila. O segundo grupo compreende os carotenóides pro-vitamina A, que nos organismos animais, após a ingestão, são biologicamente transformados em vitamina A, isto é, em retinol. Desta forma os carotenóides pro-vitamina A podem ser considerados compostos precursores do retinol. As fontes deste segundo grupo de substâncias ativas são, em grande parte, os alimentos de origem vegetal, embora alguns alimentos de origem animal (gema do ovo, leite, manteiga, etc.) possam conter tanto a vitamina A como a pro-vitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA, 1989).

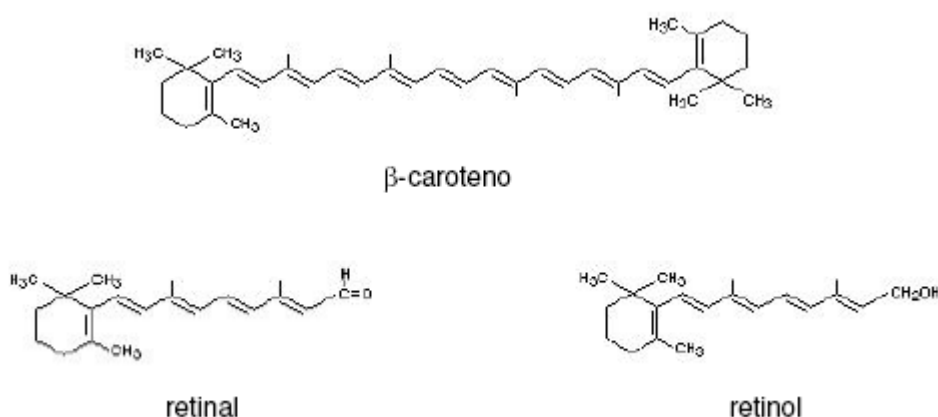
A vitamina A é um nutriente de vital importância para a saúde humana e de várias espécies animais. É reconhecida sua importância na diferenciação celular, no funcionamento normal dos epitélios, da visão, na morfogênese, na integração do sistema imunológico, no crescimento, sendo que sua deficiência resulta em anemia, pois tem importante papel na mobilização do ferro no organismo (Layrisse et al., 2000)

Deve-se salientar que nem todos os carotenóides atuam como precursores da vitamina A. Dos mais de 600 carotenóides, identificados e presentes na natureza, apenas cerca de 50 a 60 podem ser convertidos teoricamente em vitamina A

(DELGADO-VARGAS, JIMENEZ e PAREDE-LÓPES, 2000), sendo que o  $\beta$ -caroteno é o mais ativo (100% de atividade), havendo também outras formas como as alfas e as betas criptoxantinas, os quais têm aproximadamente metade da atividade do  $\beta$ -caroteno.

O beta-caroteno é a pro vitamina A mais abundante nos alimentos. Cerca de 10 a 50% do beta-caroteno total consumido é absorvido no trato gastrintestinal, e é parcialmente convertido em vitamina A dentro da parede intestinal. A eficiência da absorção do beta-caroteno diminui com o aumento da ingestão, e a conversão em vitamina A é regulada pelo *status* de vitamina A do indivíduo. Portanto, somente são convertidos em vitamina A, quando requisitados pelo organismo, evitando uma possível toxicidade (WANG, 1994 *apud* LAYRISSE *et al.*, 2000 ).

A transformação dos carotenóides pró-vitâmicos em vitamina A ocorre por clivagem central (mecanismo principal), onde o carotenóide é dividido ao meio, formando duas moléculas de retinal no caso do  $\beta$ -caroteno (Figura 6) ou uma molécula no caso dos demais carotenóides pró-vitâmicos A, que são posteriormente transformadas em retinol. Alternativamente, pode ocorrer clivagem excêntrica em que segmentos são retirados de uma das extremidades da molécula do carotenóide, formando apocarotenóides e eventualmente retinal (Niizu, 2003).



**Figura 6. Transformação do  $\beta$ -caroteno em vitamina A**

### 2.5.3.2. Outras funções

Em adição à atividade pro-vitáminica A de alguns carotenóides, eles também possuem outras funções. Em particular, eles têm um importante papel na proteção da célula como antioxidantes contra radicais livres e no fortalecimento do sistema imunológico. Estudos epidemiológicos indicam uma associação entre o alto consumo de vegetais e a diminuição do risco de doenças degenerativas crônicas, tais como certos tipos de câncer, doenças cardiovasculares e degenerações maculares relacionadas à idade e formação de catarata (QUIRÓS e COSTA, 2006).

### 2.5.4. Fatores que afetam a estabilidade dos carotenóides

Os carotenóides são susceptíveis a isomerização e oxidação durante o processamento e a estocagem, resultando em perda de cor e da atividade biológica, além da formação de compostos voláteis que podem conferir aromas e sabores desejáveis ou indesejáveis em alguns alimentos. A ocorrência de oxidação depende da presença de oxigênio, metais, enzimas, lipídios insaturados e antioxidantes; exposição à luz, tipo e estado físico do carotenóide presente; severidade do tratamento; material da embalagem e condições de estocagem. A alteração da composição dos carotenóides durante a preparação doméstica, processamento industrial e estocagem foi revisada recentemente. Devido à susceptibilidade destes pigmentos às reações de degradação, torna-se importante avaliar as alterações causadas por processamentos térmicos diversos, o que tem despertado interesse de alguns pesquisadores (RAMOS et al., 2001).

## 2.6. TOCOFERÓIS

### 2.6.1. Estrutura e classificação

Vitamina E é um termo coletivo usado para designar um conjunto de moléculas que exibem atividade biológica de  $\alpha$ -tocoferol (EITENMILLER e LANDEN). São compostos monofenólicos, que podem ser encontrados na natureza nas membranas celulares de todos os organismos fotossintéticos e estão agrupados

em duas séries de compostos que possuem estrutura química semelhante e recebem o nome genérico de tocóis e tocotrienóis (LAMPI *et al.*, 2002).

Tanto os tocoferóis quanto os tocotrienóis possuem um anel cromanol e uma cadeia lateral hidrofóbica, chamada fitol, ligada ao anel cromanol na posição 2. Esta cadeia é de natureza isoprênica, constituída por 16 átomos de carbono, sendo responsável pela lipossolubilidade da vitamina E. Os diferentes isômeros desses compostos diferem entre si pelo número e pela posição de grupos metil no anel cromanol e recebem os prefixos  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$  em sua nomenclatura (LAMPI *et. al.*, 2002). As estruturas genéricas dos tocoferóis e dos tocotrienóis estão apresentados nas Figuras 7 e 8 e os respectivos isômeros nas tabelas 2 e 3.

Os compostos da série tocóis possuem cadeia lateral saturada ligada ao anel, com três centros quirais de assimetria nas posições 2', 4' e 8' e são denominados tocoferóis, enquanto que os da série tocotrienóis possuem cadeia insaturada com duplas ligações nas posições 3, 7 e 11 e apenas um carbono quiral na posição 2 (SHAHIDI; JANITHA e WANASUNDARA, 1992). Essa diferença estrutural, portanto, responde pelas diferentes ações biológicas de ambos os compostos.

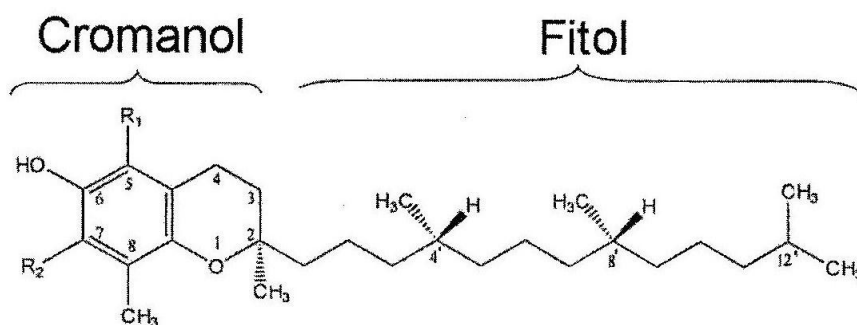
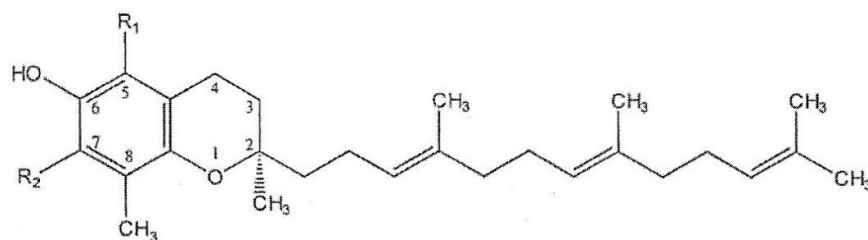


Figura 7. Estrutura do Tocoferol

Tabela 2. Homólogos do Tocoferóis

Nome Trivial	Nome Químico	Abreviação	Posição no anel	
			R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
$\alpha$ -tocoferol	5, 7, 8-trimetiltocol	$\alpha$ -T	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>
$\beta$ -tocoferol	5, 8-dimetiltocol	$\beta$ -T	CH <sub>3</sub>	H
$\gamma$ -tocoferol	7, 8-dimetiltocol	$\gamma$ -T	H	CH <sub>3</sub>
$\delta$ -tocoferol	8-metiltocol	$\delta$ -T	H	H



**Figura 8. Estrutura do tocotrienol**

**Tabela 3. Homólogos do Tocotrienóis**

Nome Trivial	Nome Químico	Abreviação	Posição no anel	
			R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
α-tocotrienol	5, 7, 8-trimetiltocotrienol	α-T3	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>
β-tocotrienol	5, 8-dimetiltocotrienol	β-T3	CH <sub>3</sub>	H
γ- tocotrienol	7, 8-dimetiltocotrienol	γ-T3	H	CH <sub>3</sub>
δ- tocotrienol	8-metiltocotrienol	δ-T3	H	H

FONTE: MARTINS (2006)

### 2.6.2. Funções

Os tocoferóis são moléculas interessantes para variadas aplicações porque apresentam duas propriedades importantes: vitamínica e antioxidante. A atividade biológica da vitamina E tem sido associada à sua capacidade antioxidante, especificamente contra a peroxidação lipídica em membranas biológicas, pois age prevenindo a propagação das reações dos radicais livres nas membranas biológicas (THERIAULT et al., 1999).

No organismo humano, a atividade metabólica normal produz constantemente radicais livres. Estas moléculas, geradas *in vivo*, reagem com DNA (ácido desoxirribonucléico), RNA (ácido ribonucleico), proteínas e outras substâncias oxidáveis, promovendo danos que podem contribuir para o envelhecimento e a instalação de doenças degenerativas, como câncer, aterosclerose, artrite reumática, entre outras (MELO et al., 2006). A autoxidação dos ácidos graxos insaturados,



componentes da membrana celular, é apontada por RAMARATHNAM *et al.* [23] como o processo oxidativo que ocorre mais freqüentemente no organismo humano.

Assim, a vitamina E é um potente seqüestrador do radical peroxil protegendo os ácidos graxos insaturados dentro dos fosfolipídios das membranas e nas lipoproteínas plasmáticas. Os hidroperóxidos lipídicos, quando oxidados a radicais peroxil, produzem uma reação mil vezes maior com a vitamina E que com os ácidos graxos insaturados, pois o grupamento hidroxil fenólico do tocoferol reage com um radical orgânico peroxil formando o hidroperóxido orgânico correspondente e o radical tocoferoxil (Vitamina E - O) (TRABER, 2003). O radical tocoferoxil formado migra da dupla camada lipídica para o meio aquoso reagindo com a vitamina C, sendo oxidado e retornando à sua forma estável. A vitamina C e a glutathione são capazes de realizar essa regeneração da vitamina E, já que são doadores de hidrogênio. No entanto, esse fenômeno depende da oferta de antioxidantes hidrossolúveis e da atividade metabólica das células (TRABER, 2003; MEYDANI, 1998).

A atividade antioxidante da vitamina E têm levado estudiosos a avaliar a sua habilidade para prevenção de doenças crônicas, especialmente aquelas relacionadas ao estresse oxidativo como doenças cardiovasculares, câncer e desordens neurodegenerativas (BRIGELIUS-FLOHÉ & TRABER, 1999; TRABER, 2003).

A atual RDI (Recomendação Diária de Ingestão) da vitamina E é de 20 mg/dia (30 UI – Unidades Ingeridas). É raro ocorrer deficiência em vitamina E; observa - se, sobretudo, em situações especiais que provocam má absorção das gorduras – fibrose quística (doença que causa o funcionamento anormal das glândulas que produzem muco, suor, saliva, lágrima e suco digestivo) colestase hepática crônica, abetalipoproteinemia e síndrome do intestino curto. As manifestações clínicas da deficiência em vitamina E envolvem fraqueza muscular, ataxia e hemólise. Em adultos, as doses de 200 a 800 mg/dia são, habitualmente, bem toleradas, sem ocorrência de outros efeitos adversos para além de distúrbios gastrintestinais. Com doses de 800 a 1.200 mg/dia, podem ocorrer efeitos antiplaquetários e hemorragias. Doses superiores a 1.200 mg/dia podem provocar cefaléias, fadiga, náuseas,

diarréia, câibras, fraqueza, visão turva e disfunção das gônadas (FAIRFIELD e FLETCHER, 2003).

Além de atuar como vitamina e antioxidante em seres vivos, os tocoferóis e tocotrienóis são importantes aditivos antioxidantes na indústria de alimentos, nas quais melhoram a estocagem e a estabilidade do processamento de muitos materiais contendo gorduras (LAMPI *et al.*, 2002).

Tanto os carotenóides como os tocoferóis contribuem para a coloração forte, apresentadas pelos frutos.

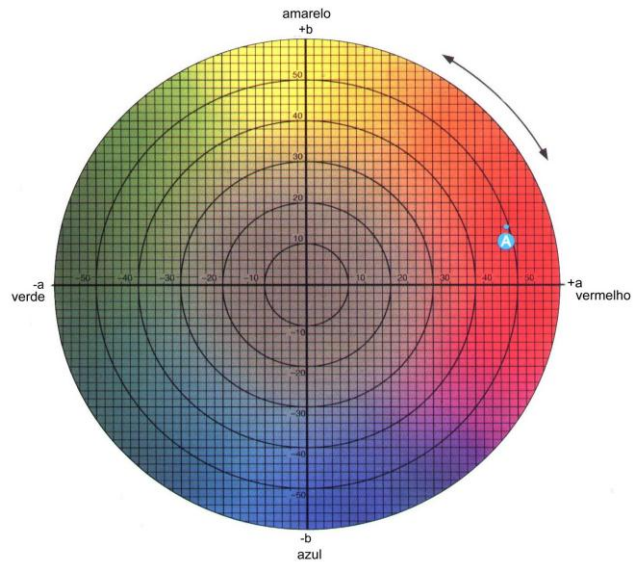
## 2.7. COR

A cor é a impressão recebida pela mente devido a certos estímulos da retina. A percepção da cor ocorre porque os objetos refletem ou transmitem a luz, que ao atingir o olho, age sobre o nervo ótico e produz a sensação de luz e cor no cérebro. A cor é um atributo que caracteriza de tal forma os objetos, que se constitui num dos principais critérios para aceitação ou não do mesmo (MORI *et al.*, 2005).

A cor é um atributo de importância fundamental no julgamento da qualidade de um alimento, uma vez que a apreciação visual é o primeiro dos sentidos a ser usado, sendo, portanto, uma característica decisiva na escolha e aceitação do produto. A identificação humana das cores é obtida a partir de uma complexa sensação de brilho, intensidade e claridade, dentre outras. Na percepção das cores primárias e de suas nuances, a definição de uma cor é uma interpretação subjetiva.

Todas as cores podem ser especificadas em termos da contribuição proporcional dos componentes vermelho, verde e azul do espectro visível que equivale à cor da amostra. A combinação das três cores primárias, representadas pelos símbolos R (red, vermelho), G (green, verde) e B (blue, azul) resulta, portanto, na cor da amostra que pode ser caracterizada objetivamente e expressa por meio de valores numéricos e por diferentes sistemas de medida (Francis ; Clydesdale , 1975). Com o intuito de obter a caracterização objetiva da cor, a CIE (Commission Internationale de l'Éclairage), em 1976, estabeleceu o sistema CIELAB ( $L^*a^*b^*$ ), em que uma particular cor tem uma única localização, especificada numericamente em

um espaço tridimensional esférico (Figura 9), definido por três eixos perpendiculares: o eixo  $L^*$  (luminosidade) varia do preto (0) ao branco (100); o eixo  $a^*$ , do verde ( $-a$ ) ao vermelho ( $+a$ ) e o eixo  $b^*$ , do azul ( $-b$ ) ao amarelo ( $+b$ ) (Mcguire, 1992)

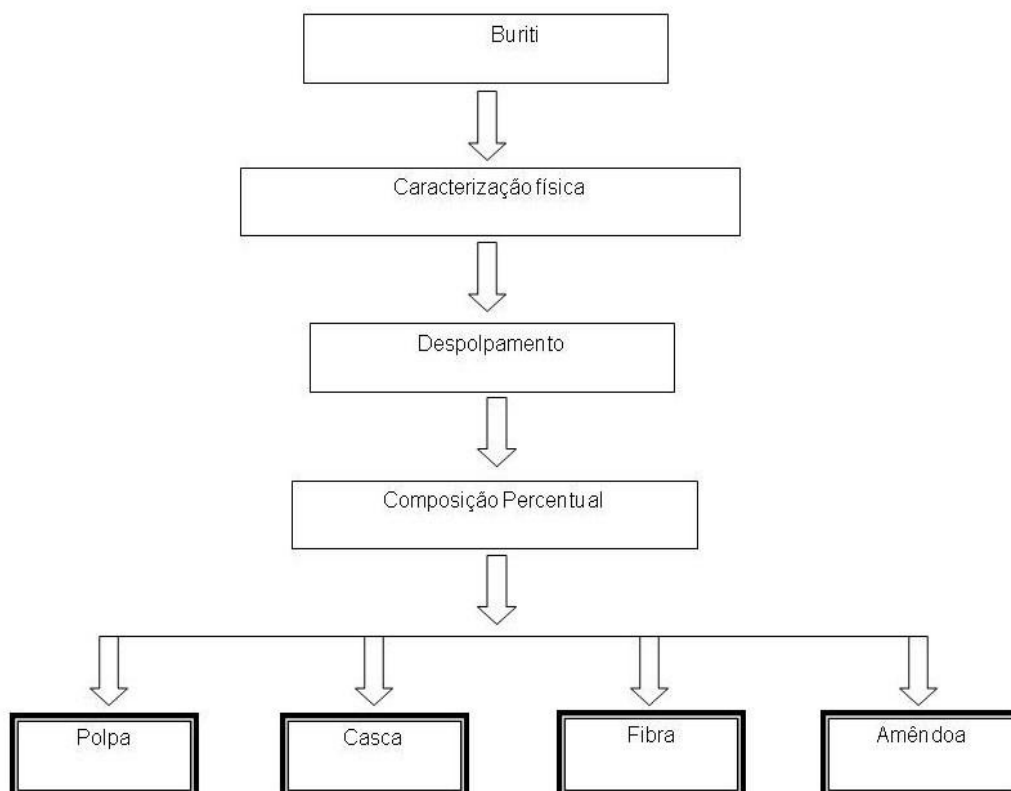


**Figura 9. Diagrama de Cromaticidade**

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. MATÉRIA-PRIMA

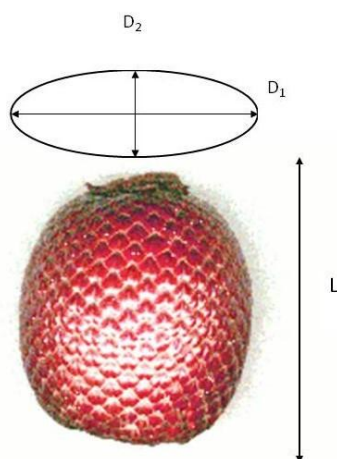
Aproximadamente 80 kg de frutos de Buriti foram coletados de palmeiras localizadas na região fluvial do município de Abaetetuba (Pará, Brasil), no mês de março de 2007 e transportados para o Laboratório de Operações de Separação (LAOS) - Laboratório de Engenharia Química (LEQ) - da Universidade Federal do Pará (UFPA). Os frutos foram selecionados, lavados e sanitizados. A sanitização foi realizada por imersão dos frutos em água clorada (5 ppm) durante 30 minutos. Os frutos que apresentaram defeitos visuais, injúrias mecânicas, ataque fúngico e/ou insetos foram descartados. Após a etapa de sanitização os frutos foram divididos em quatro lotes embalados em sacos plásticos e armazenados a temperatura de  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  até o momento da realização das análises. Antes do armazenamento foi retirada uma amostra de um dos lotes para a caracterização física do fruto, de acordo com a Figura 10.



**Figura 10. Fluxograma da caracterização Física**

### 3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Para a caracterização física, utilizou-se um dos lotes, de onde se retiraram aleatoriamente 132 frutos, que foram individualmente analisados, considerando-se as seguintes variáveis: massa do fruto inteiro ( $m$ ), comprimento (altura -  $L$ ), diâmetros do fruto (obtidos na posição mediana dos frutos) - sendo  $D_1$  considerado o diâmetro maior do fruto e  $D_2$  o diâmetro menor do fruto, conforme esquematizado na Figura 11. A variável massa foi obtida com auxílio de uma balança analítica digital sendo os resultados expressos em gramas. As medidas de dimensões ( $L$ ,  $D_1$  e  $D_2$ ) foram efetuadas por meio de um paquímetro de aço inoxidável, com precisão de 0,05 mm, da marca VONDER e anotadas em centímetros.



**Figura 11. Determinação das dimensões do fruto**

O buriti *in natura*, dependendo de seu estágio de maturação apresenta casca com elevada aderência à polpa, dificultando a etapa de despulpamento dos frutos. Para viabilizar este procedimento, os frutos foram submetidos ao cozimento por 30 min a 120 °C utilizando uma autoclave vertical (Phoenix, AV 75 plus, temperatura de 100 a 121 °C, pressão de 0 a 2 kgf/cm<sup>2</sup>), localizada no Centro de Tecnologia de Alimentos (CTA), na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

Após a etapa de cozimento procedeu-se o despulpamento manual, com auxílio de facas de aço inoxidável, separando-se o fruto em quatro partes: casca, polpa, fibra e semente, que foram avaliadas quanto ao rendimento percentual e em

seguida armazenadas sob refrigeração até o momento da realização dos experimentos.

Uma pequena quantidade da polpa (1 Kg) foi liofilizada, para a realização da quantificação de tocoferóis, por 48 h em Liofilizador da marca Virtis e foram acondicionadas sob vácuo, em embalagens de polietileno de 250 g e armazenadas a -12 °C até o momento da realização das análises.

As cascas e as fibras do buriti foram submetidas ao processo de desidratação em estufa à vácuo, à temperatura de 60 °C durante 24 h. O material seco foi moído em moinho de facas da Marca Tecnal (Modelo TE 650). No caso da casca, por apresentar uma estrutura rígida, apenas a moagem em moinho não foi suficiente para a trituração da casca, sendo necessária a complementação em um multiprocessador da Marca Mallory. Em seguida, as farinhas obtidas foram peneiradas, utilizando peneiras de 14 mesh, para obtenção de um produto homogêneo. Por fim os produtos (farinhas) foram acondicionados sob vácuo, em embalagens de polietileno de 1 kg e armazenadas a -12 °C até o momento da realização das análises.

Finalmente, as amêndoas dos frutos foram submetidas ao mesmo processo de caracterização física dos frutos inteiros, ou seja, medidas das dimensões L,  $D_1$  e  $D_2$ , a fim de determinar as propriedades físicas de ambas as partes do fruto.

### 3.3. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO FRUTO INTEIRO E DA AMÊNDOA

Com os dados obtidos na caracterização física (L,  $D_1$  e  $D_2$ ) foram calculadas as propriedades físicas dos frutos inteiros e das amêndoas. As propriedades físicas obtidas nesse estudo foram: Diâmetro equivalente ( $D_{eq}$ ), Esfericidade ( $\varphi$ ), Volume (V) e Área superficial ( $A_{supf}$ ). No caso das amêndoas foram medidas também as propriedades, Porosidade ( $\epsilon$ ), densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ), densidade real ( $\rho_{re}$ ),

O diâmetro equivalente ( $D_{eq}$ ) foi calculado com base nos diâmetros perpendiculares segundo equação descrita por JAIN e BAL (1997) e MOHSENIN, (1986), conforme descrito pela equação 1.

$$D_{eq} = \sqrt[3]{(L \cdot D_1 \cdot D_2)} \quad (1)$$

onde:

$D_{eq}$  = diâmetro equivalente, em mm.

$D_1$ ,  $D_2$  e  $L$  = as três dimensões do fruto, em mm.

Para o cálculo da esfericidade, foi aplicada a equação 2, descrita por Mohsenin (1986), utilizando diâmetro equivalente.

$$\phi = \frac{D_{eq}}{L} \quad (2)$$

Segundo JAIN e BAL (1997), as propriedades volume e a área superficial de amêndoas, grãos e semente podem ser determinadas por meio das equações 3 e 4 respectivamente.

$$V_{gr} = \frac{\pi \cdot \beta^2 \cdot L^2}{6(2L - \beta)} \quad (3)$$

$$A_{Supf} = \frac{\pi \cdot \beta \cdot L^2}{(2L - \beta)} \quad (4)$$

onde  $\beta = \sqrt{D_1 \cdot D_2}$

A densidade real das amêndoas foi feita com auxílio de um densímetro digital modelo DSL900 da marca GEHAKA. Foram utilizadas 100 amostras, sendo o valor final do parâmetro a média resultante de todas as leituras.

A determinação da densidade aparente foi realizada de acordo com a metodologia de SINGH E GOSWANI (1996), empregando-se um recipiente padrão com formato cilíndrico e capacidade de 500 mL. O aparato de medição empregado nesta determinação permitiu que em todos os ensaios realizados as amostras não sofressem compactação. A análise de densidade aparente compreendeu um total de

20 replicatas a fim de se obter valores representativos e com baixos desvios. Para o cálculo da densidade foi utilizada a Equação 5.

$$\rho_{ap} = \frac{Massa_{Amostra}}{Volume_{Probeta}} \quad (5)$$

A porosidade ( $\varepsilon$ ) foi calculada a partir dos valores de densidade real ( $\rho_{re}$ ) e densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ) através da Equação 6.

$$\varepsilon = \left( 1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_{re}} \right) \times 100 \quad (6)$$

### 3.4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

A caracterização físico-química foi realizada na polpa, na amêndoa e nas farinhas obtidas da casca e da fibra de acordo com os métodos oficiais de análises de frutas (AOAC, 1997; AOCS, 2002). As análises foram realizadas, em triplicata e estão descritas abaixo.

#### 3.4.1. Umidade

O teor de umidade foi determinado pelo método AOAC 931.04 (AOAC, 1997), em estufa de circulação de ar, na temperatura de  $105 \pm 1$  °C até peso constante. O resultado foi expresso em porcentagem a partir da perda de massa da amostra.

#### 3.4.2. Lipídios

Os lipídios foram extraídos e quantificados de acordo com o método Ba 3-38 (AOAC, 2000), utilizando o equipamento de Soxhlet e éter de petróleo como solvente de extração. Os resultados foram expressos em porcentagem.



### **3.4.3. Proteínas**

A determinação de proteínas totais foi feita de acordo com o método AOAC 920.152 (AOAC, 1997), o qual é baseado na determinação da quantidade de nitrogênio total existente na amostra, utilizando-se o fator 6, 25.

### **3.4.4. Cinzas**

A determinação de cinzas foi realizada em mufla a 550 °C durante 24 horas, segundo o método AOAC 940.26 (AOAC, 1997).

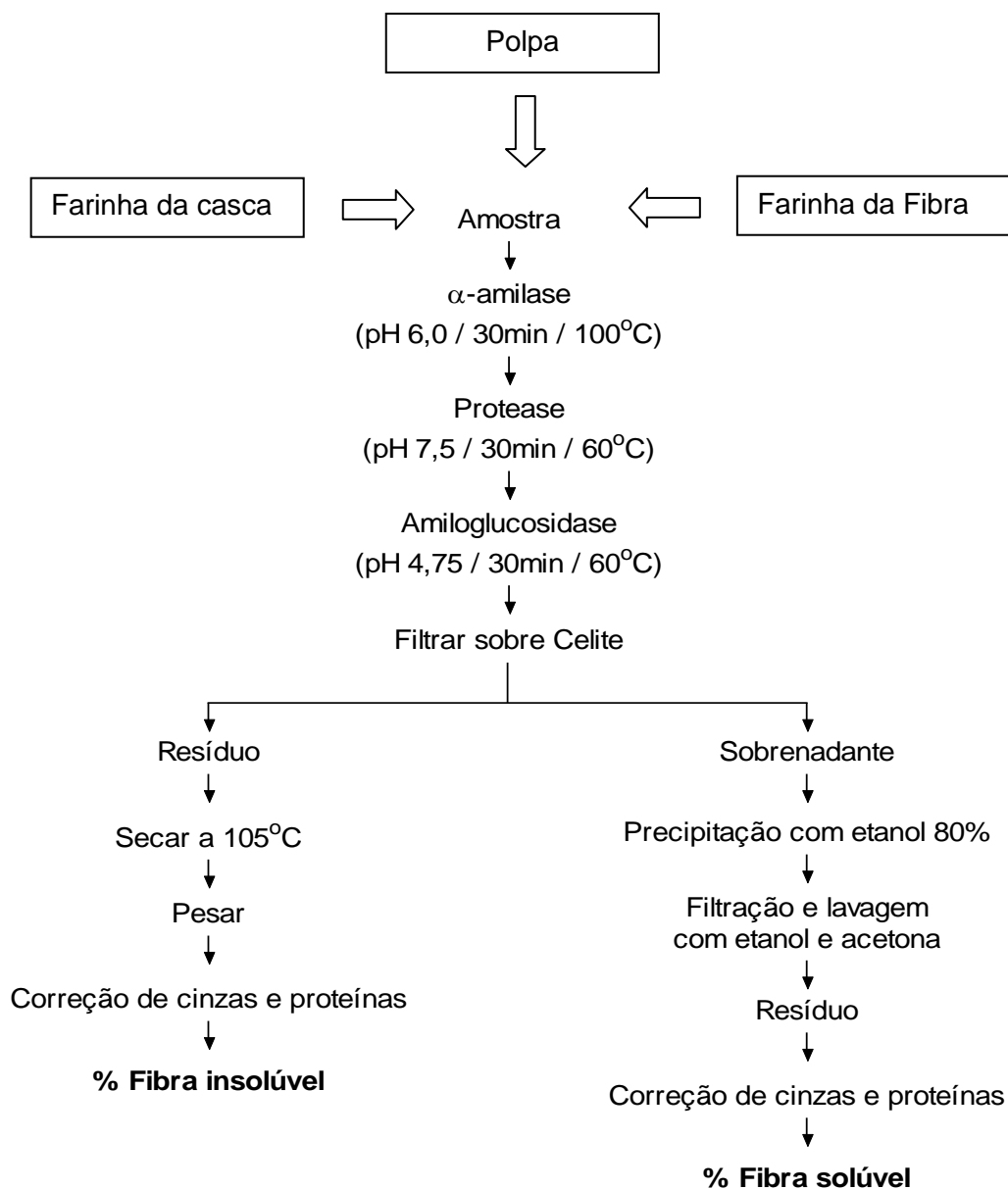
### **3.4.5. Carboidratos**

Os carboidratos foram calculados por diferença.

### **3.4.6. Determinação de Fibras Dietéticas**

O teor de fibras dietéticas totais, solúveis e insolúveis foi determinado na polpa e nas farinhas da casca e fibra do buriti, utilizando o método oficial 985.29 enzimático-gravimétrico da AOAC (2002), cujo esquema é apresentado na Figura 12. Foram utilizadas para hidrólise as enzimas  $\alpha$ -amilase Termoresistente (A – 3360 Sigma), Protease (P – 3910 Sigma) e Amiloglicosidase (A – 0013 Sigma) e o resíduo resultante, o qual é insolúvel em etanol à 95%, foi determinado gravimetricamente.

Na quantificação da fração insolúvel não é realizada a etapa de adição do álcool a 95%. Correções são aplicadas pela dedução das frações de proteínas residuais e componentes inorgânicos (cinzas) e o resultado obtido é corrigido pela fração etérea da amostra. O teor de fibras solúveis foi determinado por diferença entre as frações de fibras totais e fibras insolúveis.



**Figura 12. Fluxograma do método da análise de fibras (AOAC, 2000)**

### 3.5. DETERMINAÇÃO DA COR

A avaliação objetiva da cor da polpa e das farinhas da casca e da fibra foi efetuada através da colorimetria de triestímulos, no sistema CIELAB, por meio de colorímetro Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc.). Após a calibração do equipamento com placa de azulejo branca padronizada pelo fabricante ( $Y = 93,40$ ;  $x = 0,3136$ ;  $y = 0,3196$ ), as amostras foram colocadas em placa de vidro transparente redonda (5 cm de diâmetro e 1,4 cm de altura) sobrepostas em uma placa branca

onde foram efetuadas as determinações em triplicata, cujos resultados foram expressos como média, nas coordenadas de cor no espaço CIELAB ( $L^*a^*b^*$ ).

### 3.6. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS (AOCS, 2002)

Foi realizado somente na polpa em um cromatógrafo a gás marca VARIAN, modelo CP-3380, equipado com detector de ionização de chama (Flame Ionization Detector - FID) e coluna capilar de sílica fundida modelo CP-Sil 88 (60m x 0,25mm). Foram injetados 1  $\mu$ L de amostra em sistema split, na razão 1:50, utilizando-se o hélio como gás de arraste numa vazão de 1 mL/min. A temperatura do injetor foi de 245°C e do detector de 280°C. O tempo total das análises foi de 45 minutos.

### 3.7. QUANTIFICAÇÃO DE CAROTENÓIDES TOTAIS

A quantificação dos carotenóides totais presentes na polpa e nas farinhas da casca e da fibra dos frutos de buriti em estudo foi realizada segundo o método descrito por TALCOTT e HOWARD (1999) com algumas modificações, seguindo o fluxograma da Figura 13, sendo determinado por meio de espectrofotometria em ultravioleta.

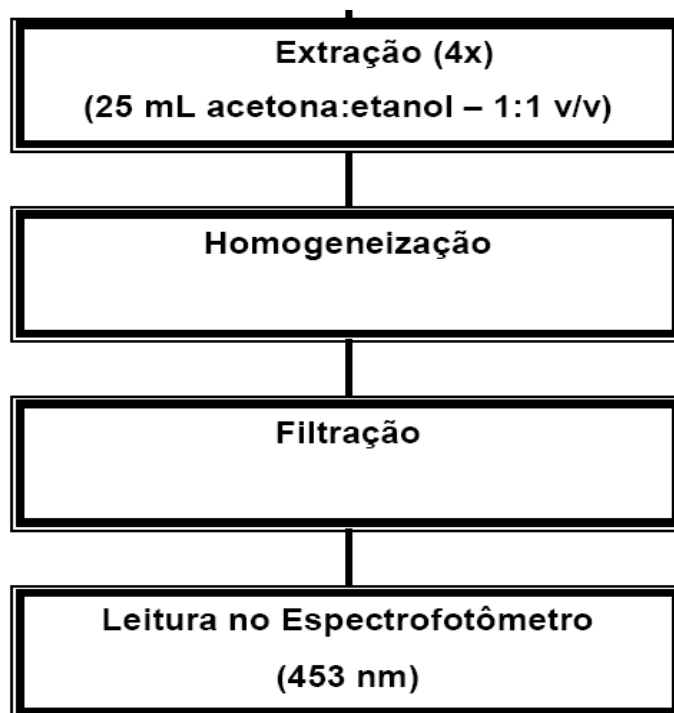
#### 3.7.1. Procedimento

A metodologia consistiu em pesar 0,5 g de amostra seca em estufa à vácuo a 60 °C, adicionar 25 mL de uma solução acetona-etanol (P.A.) (1:1 v/v), homogeneizar e filtrar o extrato em papel filtro (Whatman Quantitative  $\phi$  150 mm). O procedimento foi repetido até se obter a descoloração do resíduo da polpa, em média quatro extrações, e em seguida completar o volume do extrato com a solução acetona-etanol, até 100 mL.

#### 3.7.2. Preparo da Curva de Calibração do Beta-caroteno

Para a obtenção da curva de calibração utilizou-se o padrão comercial de  $\beta$ -caroteno (Sigma), pesou-se 5,2 mg desta substância e diluiu-se em 100 mL acetona-etanol (P.A.) (1:1 v/v). Desta solução, uma alíquota foi submetida a varredura no espectrofotômetro para se conhecer o comprimento de onda de máxima absorção

do  $\beta$ -caroteno nas condições propostas e desta forma, utilizá-lo como parâmetro na leitura dos extratos das amostras.



**Figura 13. Etapas de determinação quantitativa de carotenóides totais em polpa de frutas, adaptado de TALCOTT e HOWARD (1999)**

Posteriormente, a partir da solução concentrada preparou-se sete amostras diluídas, cada uma, em 25 mL da mistura acetona-etanol (P.A.), com concentrações variando de 0,4 a 2,8  $\mu\text{g/mL}$ .

### **3.7.3. Detecção e Quantificação**

A detecção dos carotenóides foi realizada em espectrofotômetro da Marca Pharmacia Biotech (modelo Ultrospec 2000 UV/visible Spectrophotometer), a partir da leitura da absorbância dos extratos obtidos das amostras, na região do UV a um comprimento de onda de máxima absorção, em acetona-etanol, 453 nm. A etapa de quantificação foi realizada usando curva de calibração do caroteno, expressa em microgramas por grama ( $\mu\text{g/g}$ ) de polpa.

### 3.8. DETERMINAÇÃO DE TOCOFEROL

A separação, identificação e quantificação da vitamina E, em tocoferóis, presente na polpa do fruto em estudo, foi realizado segundo protocolo descrito por LINS (2006), adaptado de Cost (1991) e modificado por Debier et al. (1999), conforme representado pela Figura 14.

O procedimento do método é descrito para a determinação de tocoferóis em amostras por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE); partindo-se do princípio de que o óleo/gordura, ou o material não saponificável, é dissolvido em um solvente orgânico e submetido à separação dos tocoferóis em CLAE. A concentração em tocoferóis contidos na amostra foi expressa em  $\mu\text{g/g}$  de polpa.

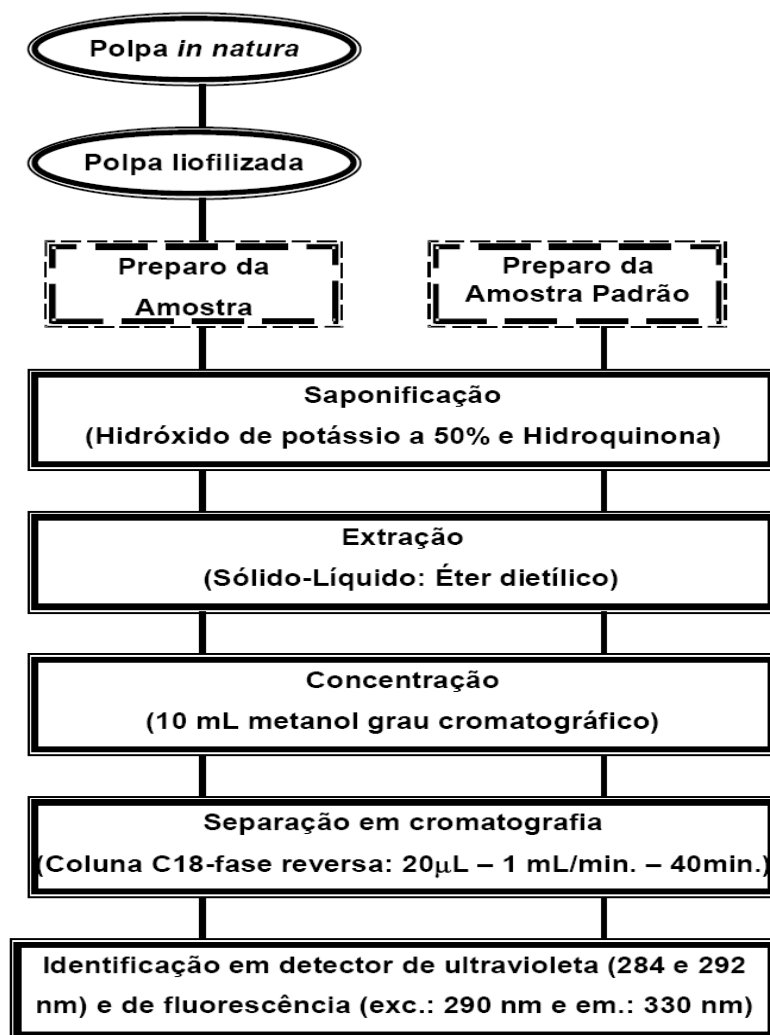


Figura 14. Etapas da determinação de tocoferóis em polpa de frutas, proposto por LINS (2007)

### 3.9. ISORTERMAS DE SORÇÃO

Em virtude da característica apresentada pela farinha da casca, foi avaliado somente o comportamento higroscópico da farinha obtida da fibra de buriti.

#### 3.9.1. Obtenção dos dados de sorção de umidade para a farinha da fibra de buriti

Na obtenção dos dados de adsorção, amostras da farinha da fibra de buriti, devidamente pesadas ( $\approx 0,5$  g) em recipientes do aparelho de atividade de água, foram submetidas à desidratação complementar, em dessecador contendo sílica-gel na base, sob vácuo e à temperatura ambiente ( $\approx 25$  °C), por um período de 24 horas. Em seguida as amostras foram depositadas em dessecador contendo água na base, a qual foi mantido na temperatura ambiente de trabalho (25 °C), com variação de  $\pm 0,5$  °C.

Para obtenção dos dados de dessorção, as mesmas amostras do produto, submetidas ao processo de adsorção, foram mantidas em dessecador contendo água na base, na temperatura de trabalho (25 °C), por 24 horas, em ambiente com variações de temperatura de no máximo  $\pm 0,5$  °C, para que ocorresse a umidificação completa das mesmas. Em seguida as amostras foram transferidas para um dessecador contendo sílica-gel na base, e o conjunto foi mantido na mesma temperatura da adsorção.

Tanto nos ensaios de adsorção quanto de dessorção, retiraram-se amostras em duplicata, em tempos crescentes (pseudo-equilíbrio), para determinar a umidade por diferença de massa, com o auxílio de uma balança analítica e a atividade de água ( $a_w$ ) com auxílio de um higrômetro AQUAlab 3TE. Durante todos os ensaios as amostras foram submetidas à inspeção visual, a fim de acompanhar alterações perceptíveis como: *caking*, escurecimento e crescimento de fungos.

#### 3.9.2. Predição das isotermas de sorção

O modelo matemático proposto por Guggenheim-Anderson-De Boer (GAB) foi ajustado aos dados de equilíbrio e a monocamada ( $m_0$ ) foi determinada através da

equação de GAB (Equação 7) por meio de regressão não-linear, utilizando o aplicativo de cálculo estatístico “STATISTICA 7.0”

$$\frac{m}{m_0} = \frac{c \cdot k \cdot a_w}{(1 - k \cdot a_w) \cdot (1 - k \cdot a_w + c \cdot k \cdot a_w)} \quad (\text{Equação 7})$$

onde: m é umidade (g H<sub>2</sub>O/100 g<sup>-1</sup> b.s.); a<sub>w</sub>, a atividade de água; m<sub>0</sub>, a umidade na monocamada (g H<sub>2</sub>O/100 g<sup>-1</sup> b.s.); C é a constante de Guggenheim e K a é o fator relacionado às multicamadas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS FRUTOS

As médias obtidas para a massa, comprimento (L) e diâmetros ( $D_1$  e  $D_2$ ) do fruto, bem como os desvios-padrão e o coeficiente de variação são mostrados na Tabela 4. Em relação às dimensões dos frutos, o comprimento (L) foi a variável que apresentou os maiores valores, tanto para o fruto quanto para as amêndoas. O comprimento do fruto variou de 3,92 a 5,79 cm, com valor médio de 4,65 cm, enquanto que  $D_1$  esteve entre 3,78 e 5,13 cm (média = 4,41 cm) e o  $D_2$  entre 3,77 e 5,0 (média = 4,29 cm), sendo que mais de 50% dos frutos apresentaram comprimento superior a 4,5 cm. Já para a amêndoa, a média obtida foi de 3,29 cm  $\pm$  0,33 para a variável comprimento e 2,68 cm  $\pm$  0,36 e 2,89 cm  $\pm$  0,22 para os diâmetros  $D_1$  e  $D_2$ , simultaneamente.

Para os frutos, os resultados obtidos mostraram uma diferença significativa, para a variável massa com coeficiente de variação (Cv) de 17,47%. Já quanto à diferença entre as dimensões, parâmetro que indica regularidade do tamanho, ou seja, baixa variabilidade das medidas, a análise mostrou que não houve diferença significativa (CV < 10%), indicando homogeneidade entre os frutos estudados. Já para a amêndoa, devido a seu formato irregular, apresentaram coeficiente de variação acima de 10% para o comprimento e o diâmetro maior.

**Tabela 4. Caracterização física dos frutos e das amêndoas do buriti**

Parâmetros analisados	Fruto inteiro	CV (%)	Amêndoa	CV (%)
Massa (m)	44,65 $\pm$ 7,81	17,49	16,62 $\pm$ 3,46	20,82
Comprimento (L) (cm)	4,65 $\pm$ 0,40	8,6	3,29 $\pm$ 0,33	10,03
$D_1$ (cm)	4,42 $\pm$ 0,29	6,56	2,68 $\pm$ 0,36	13,43
$D_2$ (cm)	4,30 $\pm$ 0,25	5,55	2,89 $\pm$ 0,22	7,61



ALBUQUERQUE E REGIANE (2006), estudando esta espécie para avaliar seu potencial na produção de biodiesel, encontraram resultados próximos para o comprimento ( $L= 4,2$  cm), mas ligeiramente maiores para o diâmetro maior do fruto ( $D_1= 7,35$  cm). Os autores também reportaram para a massa do fruto um valor médio de 32,26 g, o qual está bem abaixo da média encontrada neste trabalho ( $m = 44,65$  g).

A Tabela 5 apresenta as percentagens das quatro partes do fruto após o processo de descascamento (casca, polpa, amêndoa e fibra). Os percentuais de casca e polpa apresentaram médias de 19,0 e 21,79%, respectivamente, superiores aos resultados constatados por FRANÇA *et al.* (1999) em frutos provenientes de palmeiras da região amazônica.

**Tabela 5. Percentual das partes do fruto após o descascamento**

<b>Composição</b>	<b>Resultados (Média)</b>
Casca (%)	19,00
Polpa (%)	21,79
Fibra (%)	16,12
Amêndoa (%)	43,09

Observa-se que os frutos estudados apresentam uma relação resíduo/polpa elevada, o que caracteriza como frutos de baixo teor de polpa comestível, contribuindo assim para a geração de grande quantidades de resíduos na indústria de processamento do fruto.

#### 4.2. PROPRIEDADES FÍSICAS DOS FRUTOS E DAS AMÊNDOAS

A partir dos valores médios das dimensões do fruto e da amêndoa do buriti, foram determinadas as propriedades físicas diâmetro equivalente ( $D_{eq}$ ), Esfericidade ( $\varphi$ ), Volume ( $V$ ) e Área superficial ( $A_{supf}$ ). Ainda para as amêndoas, foram calculados os valores de densidade real ( $\rho_R$ ), densidade aparente ( $\rho_A$ ) e porosidade ( $\epsilon$ ). Para os

frutos não foi possível realizar este ensaio, uma vez que as dimensões dos mesmos não eram compatíveis com o equipamento utilizado. Os resultados encontram-se na tabela 6.

**Tabela 6. Resultados das propriedades físicas dos frutos e amêndoas**

<b>Propriedades</b>	<b>Fruto</b>	<b>Amêndoa</b>
<b>D<sub>eq</sub> (cm)</b>	4,45	2,94
<b>φ</b>	0,96	0,89
<b>V (cm<sup>3</sup>)</b>	43,47	11,52
<b>A<sub>supf</sub></b>	59,86	24,88
<b>ρ<sub>R</sub> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	-	1,215 ± 0,06
<b>ρ<sub>A</sub> (g/cm<sup>3</sup>)</b>	-	0,542 ± 0,02
<b>ε (%)</b>	-	55,38

De um modo geral, verifica-se uma redução dos valores das propriedades físicas das amêndoas em relação a semente, comportamento plenamente previsível, uma vez que as mesmas encontram-se no interior dos frutos. É importante salientar que a geometria dos frutos foi a que mais se aproximou de uma forma esférica, com esfericidade estimada em 96%.

### 4.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FRUTO

#### 4.3.1. Polpa

Os dados da caracterização físico-química da polpa do buriti *in natura* estão apresentados na tabela 7 e estão de acordo com os disponíveis na literatura. O teor de umidade encontrado para a polpa do fruto, em torno de 50%, é semelhante ao que ocorre em polpas de outros frutos oleaginosos, tais como dendê, pupunha e tucumã (CLEMENTE, 2005; GUEDES, 2006).

**Tabela 7. Resultados da caracterização físico-química do buriti *in natura* (g/ 100g de polpa) b.u**

Determinações	Polpa de buriti
Umidade	50,50 ± 1,14
Lipídios totais	19,02 ± 0,72
Saturados	6,09
Insaturados	12,93
Proteínas	3,74 ± 0,02
Cinzas	0,63± 0,01
Carboidratos Totais	26,11
Fibras totais	22,76 ± 0,43
Fibras Insolúveis	18,21± 1,88
Fibras solúveis	4,54 ± 1,88

A polpa do buriti apresentou os maiores valores de lipídios e proteínas quando comparadas às outras partes do fruto. A polpa apresentou um teor de 19,02% b.u, indicando que os frutos possuem alto teor de óleo. O teor lipídico da polpa de buriti é comparável ao de algumas oleaginosas exploradas comercialmente, ratificando o fruto como boa fonte de óleo vegetal.

A alta porcentagem de óleo encontrada na polpa, bem como a sua composição em ácidos graxos (Tabela 8), o qualifica para ser utilizado como matéria prima na indústria oleoquímica e como óleo vegetal na alimentação humana. A composição em ácidos graxos revelou a predominância do ácido oléico, dentre os ácidos graxos monoinsaturados, palmítico dentre os ácidos saturados, além do ácido graxo polinsaturado (linoléico), ácido graxo essencial da série ômega-6.

Os resultados encontrados estão próximos aos encontrados na literatura e sua composição em ácidos graxos é muito próxima ao azeite de oliva, principalmente com relação ao teor de ácido oléico (ALBUQUERQUE et al., 2005; CANTO *at al.*, 1980).

**Tabela 8. Composição em ácidos graxos da polpa de buriti e do azeite de oliva**

<b>Ácidos graxos (g/100g)</b>	<b>Este trabalho</b>	<b>Óleo de buriti (ALBUQUERQUE et al., 2005)</b>	<b>Azeite de oliva (CANTO <i>at al.</i>, 1980)</b>
C14:0 (mirístico)	0,1	0,1	-
C16:0 (palmítico)	24,6	17,34 – 19,2	11,0 – 19,0
C18:0 (esteárico)	3,0	2,0	1,5 – 3,5
C20:0 (araquídico)	1,7	-	-
C16:1 (palmitoleico)	0,1	-	1,0 – 3,5
C18:1 (oléico)	65,1	73,3 – 78,73	61,0 – 71,0
C18:2 (linoléico)	2,6	2,4 – 2,93	11,0 – 17,0
C18:3 (linolênico)	0,1	2,2	-
∑ Saturados	32,1	19,35 – 21,3	12,5 – 22,5
∑ Monoinsaturados	65,2	73,3 – 78,73	62,0 – 74,5
∑ Poliinsaturados	2,7	4,6 – 5,13	11,0 – 17,0

Segundo SAASTAMOINEN et al. (1989) os ácidos graxos linoléico e linolênico são essenciais na nutrição de mamíferos e, o ácido graxo palmítico aumenta a estabilidade do óleo contra a peroxidação, o mesmo não ocorrendo com os ácidos graxos insaturados, que causam instabilidade do óleo. A peroxidação natural desses ácidos graxos insaturados resulta em hidroperóxidos que são tóxicos aos mamíferos e causa alteração no sabor e aroma do óleo.

Analisando sob esse ponto de vista, pode-se inferir que o alto grau de insaturação encontrado no óleo de buriti (67,9% p/p) confere-lhe uma baixa estabilidade química, tornando-o mais suscetível à oxidação e a problemas de conservação. Nesse contexto, sugerem-se estudos a fim de quantificar a presença de antioxidantes naturais, como os carotenóides e os tocoferóis, cujos resultados serão apresentados no item 4.6 e 4.7.

#### 4.3.2. Resíduos

Os resultados encontrados para os produtos obtidos dos resíduos (farinha da casca e da fibra), assim como para a amêndoa do fruto estão apresentados na tabela 9.

**Tabela 9. Resultados da caracterização físico-química dos resíduos de buriti (g/ 100 g) b.u**

Determinações	Farinha da Fibra	Farinha da Casca	Semente
Umidade	6,24 ± 0,08	7,47 ± 0,07	34,10 ± 0,02
Lipídeos totais (g/100 g) b.u	7,06 ± 0,05	6,32 ± 0,41	2,75 ± 0,06
Proteínas (g/ 100 g) b.u	2,61 ± 0,05	2,02 ± 0,05	3,5 ± 0,29
Cinzas (g/ 100 g)b.u	4,38 ± 0,01	3,21 ± 0,01	2,13 ± 0,07
Carboidratos Totais	79,71	80,98	57,52
Fibras totais	71,73 ± 0,64	74,97 ± 1,70	-
Fibras Insolúveis	70,62 ± 0,37	74,01 ± 0,54	-
Fibras solúveis	1,11	0,96	-

Quanto aos níveis relacionados ao teor protéico, observa-se que o fruto em geral (casca, polpa, fibra e amêndoa) possui baixas quantidades de proteínas. Portanto, diferentemente do que ocorre com outras oleaginosas, tais como a soja e a castanha do Brasil, os resíduos, (casca, amêndoa e fibra) obtidos após extração do óleo não possuem aplicabilidade como fonte protéica.

A casca e a parte fibrosa do fruto são constituídas principalmente por carboidratos, dentre os quais predominam as fibras. Verifica-se um teor de fibras totais de 74,97 g para a casca, 71,73 g para a parte fibrosa. Constatou-se que o tipo de fibra predominante é a insolúvel, representada por 98,72% para a casca, 98,45% para a parte fibrosa. Este fator limita de certa forma, a aplicabilidade do resíduo em dietas que necessitam de fibras, por não apresentar uma boa relação fibras insolúveis/fibras solúveis. A relação recomendada é de 1:2 (LARONDELLE, 2004).

Entretanto os resíduos estudados podem ser aplicados com intuito de enriquecimento de produtos alimentícios, já que reduz o valor calórico do alimento,

uma vez que as fibras não contribuem para o mesmo. As fibras insolúveis desempenham um papel importante no volume fecal e na redução do tempo de trânsito intestinal, acarretando uma maior eliminação fecal de nutrientes e menor absorção (CABALLERO, 1988).

Estudando a composição química de resíduos fibrosos de algumas plantas brasileiras, SILVESTRE-MARINHO e JOKL (1983) concluíram que alguns dos resíduos fibrosos contêm celulose como principal componente da fibra, além de proteínas e minerais. A celulose constitui o meio mais efetivo para promover o funcionamento normal do organismo, corrigindo o mau funcionamento intestinal, como a prisão de ventre, tão comum nos climas quentes (CALIXTO, 1993).

#### 4.4. COR DA POLPA E DAS FARINHAS DA CASCA E DA FIBRA DE BURITI

A análise final da cor de qualquer produto lhe garante um padrão de qualidade de mercado, exigido mundialmente. A polpa e as farinhas da casca, da fibra do buriti foram submetidas a determinação de cor e os resultados encontram-se na Tabela 10.

**Tabela 10. Resultados da cor da polpa e das farinhas da casca e da fibra do buriti**

Escala	Farinha da Casca	Farinha da Fibra	Polpa
L	39,24	69,18	46,81
a*	17,16	7,61	16,87
b*	30,04	26,58	46,07

L\* define a luminosidade da cor, em que o valor 0 indica cor totalmente preta e 100 totalmente branca; a\* indica a tonalidade vermelha. Esse número, quando positivo, indica a existência de maior teor de pigmentos vermelhos, já quando negativo aponta a inexistência destes. O b\* refere-se à tonalidade amarela. Essa tonalidade encontra-se presente na amostra, em maior intensidade, quanto maior for o valor de b\*. Quando os valores das escalas a\* e b\* estiverem próximos de 0, indicam que a amostra apresenta uma cor próxima à neutralidade.

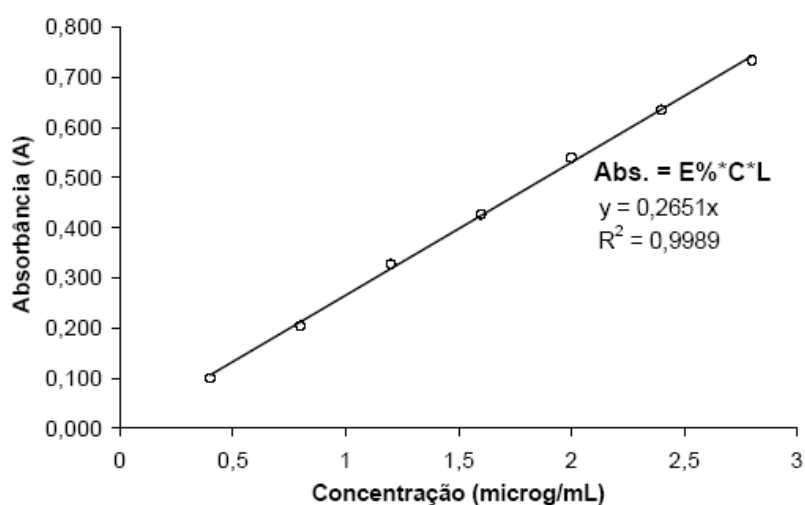
Observando a Tabela 10, pode-se verificar que os valores de  $L^*$  para a farinha da fibra de buriti apresentaram-se elevados, indicando que a amostra possui coloração com tendência ao branco, por ser a amostra que mais se aproxima do valor 100. Os valores de  $a^*$  mostraram-se muito baixos, indicando que as amostras apresentam uma pequena pigmentação vermelha. Em relação a  $b^*$  verifica-se a existência de pigmentação amarela, sendo esta maior na polpa de buriti se comparada com as demais amostras, o que já era esperado por se tratar de amostras ricas em pigmentos tipo carotenóides.

#### 4.5. CAROTENÓIDES

A determinação dos carotenóides totais foi realizada por espectrofotometria. De acordo com a literatura, para a maioria dos frutos ricos em carotenóides, o  $\beta$ -caroteno, é o que aparece em maior concentração (< 90%). Neste sentido, a quantificação dos carotenóides feita neste estudo considerou que o  $\beta$ -caroteno é o carotenóide predominante, na composição do buriti.

A curva de calibração foi obtida através da diluição da solução padrão de  $\beta$ -caroteno. A faixa de concentrações usadas foi de 0,4 a 2,8  $\mu\text{g/mL}$ . As absorções das alíquotas a 453 nm apresentaram valores de absorbância entre 0,100 e 0,734 A.

Na Figura 15, está apresentada a curva de calibração obtida pelas soluções diluídas do padrão de  $\beta$ -caroteno. A partir da construção da curva foi obtido o valor do coeficiente de absorvidade para a mistura etanol-acetona utilizada nos experimentos.



**Figura 15. Curva de calibração do  $\beta$ -caroteno**

O conteúdo de  $\beta$ -caroteno presente na casca e na polpa do fruto de buriti (Tabela 11) foi 22,95 e 20,91 mg/100g de amostra fresca, respectivamente. Altas concentrações de  $\beta$ -caroteno tanto na casca quanto na polpa já era esperada, devido a coloração acentuada das amostras.

**Tabela 11. Concentração de  $\beta$ -caroteno presente na polpa e na farinha da casca de buriti comparada com frutos da região amazônica**

Amostras	BURITI			LINS (2006)	
	Casca	Polpa	FRANÇA et al. (1999)	MARI	INAJÁ
[C] ( $\mu\text{g/g}$ de polpa seca)	430,28	422,52	777,00	142 - 376	74 - 157

FRANÇA *et al.*(1999) citam um conteúdo de 777,00  $\mu\text{g/g}$  de polpa seca (solvente: n-hexano e acetona 7:3 v/v e absorvância de 450 nm), muito elevado em comparação aos encontrados neste trabalho. Isto se deve provavelmente às diferenças existentes entre as variedades das amostras, maturação, armazenamento e condições de análises, já que no trabalho citado, os carotenóides



foram extraídos por CO<sub>2</sub> supercrítico, o que possibilita maior estabilidade durante a extração desses compostos.

Entretanto os resultados encontrados neste trabalho foram superiores aos encontrados por RODRIGUES-AMAYA (1996) para frutos oriundos de palmeiras do norte do país como buriti (360 µg/g), tucumã (107 µg/g) e pupunha (22 µg/g). LINS (2006) determinou o conteúdo de carotenóides totais de algumas oleaginosas amazônicas e de acordo com a tabela, pode-se verificar que os valores encontrados para a polpa de buriti foram superiores. Portanto, tanto a casca quanto a polpa de buriti podem ser consideradas boas fontes de carotenóides totais quando comparadas com outros frutos.

#### 4.6. TOCOFERÓIS

Os dados da Tabela 12 mostram os valores referentes ao conteúdo de tocoferóis presentes na polpa de buriti e em alguns óleos vegetais.

**Tabela 12. Teor de tocoferóis presente na polpa de buriti e em alguns óleos vegetais**

Oleaginosas	Tocoferóis Totais (µg/g)	α-T (µg/g)
Polpa de buriti	1169	1109,38
Polpa de buriti (COSTA, 2007)	1130	643,2
Soja	1549	252
Milho	1647	-
Palma	630	185
Girassol	709	-
Canola	766	-

Na determinação do conteúdo de tocoferóis, observa-se que  $\alpha$ - tocoferol (1109,38  $\mu\text{g/g}$ ) é o isômero predominante, compreendendo cerca de 94,9% dos tocoferóis presentes na polpa do fruto, seguido do  $\beta$  e  $\gamma$ -Tocoferol (59,62  $\mu\text{g}$ ). COSTA (2007) encontrou valores semelhantes para o conteúdo de tocoferóis totais na polpa de buriti, entretanto, verificou-se uma redução de mais 40% nos teores de  $\alpha$ -tocoferol quando comparados aos valores determinados neste trabalho.

De acordo com a resolução nº 269, de 22 de setembro de 2005, que estabelece a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas e minerais para adultos, a IDR para vitamina E é de 10 mg de  $\alpha$ -tocoferol. Diante disso, conclui-se que a polpa de buriti é uma excelente fonte dessa vitamina, pois 100 g desta polpa atende mais de 10 vezes as necessidades diárias de um adulto.

Segundo a portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998, que estabelece diretrizes para os alimentos que utilizam informação nutricional complementar, para ser considerado alimento rico ou com alto teor de uma determinada vitamina, o mesmo precisa oferecer no mínimo 15% do valor correspondente ao previsto na tabela de Ingestão Diária Recomendada (IDR) e divulgada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portanto é possível utilizar essa alegação na rotulagem do óleo de buriti em sua comercialização.

Levando em consideração que o principal produto obtido do buriti é o óleo extraído de sua polpa e que os óleos vegetais e as oleaginosas são as fontes alimentares que mais contém vitamina E, especialmente os óleos de girassol, de soja e de milho (MURKOVIC et al., 1996), o teor de tocoferóis totais encontrado para a polpa de buriti é próximo ou mesmo superior aos presentes no óleo de palma, girassol e canola; os quais são considerados fontes desta vitamina.

De acordo com COSTA (2007) a polpa do buriti tem especial importância para a saúde, devido o seu conteúdo de  $\alpha$ -tocoferol (643,2  $\mu\text{g/g}$ ), uma vez que este é o principal tocoferol para o organismo humano. Assim como na polpa de buriti,  $\alpha$ -tocoferol é a forma predominante de outras oleaginosas (YAMASHITA et al., 2003).

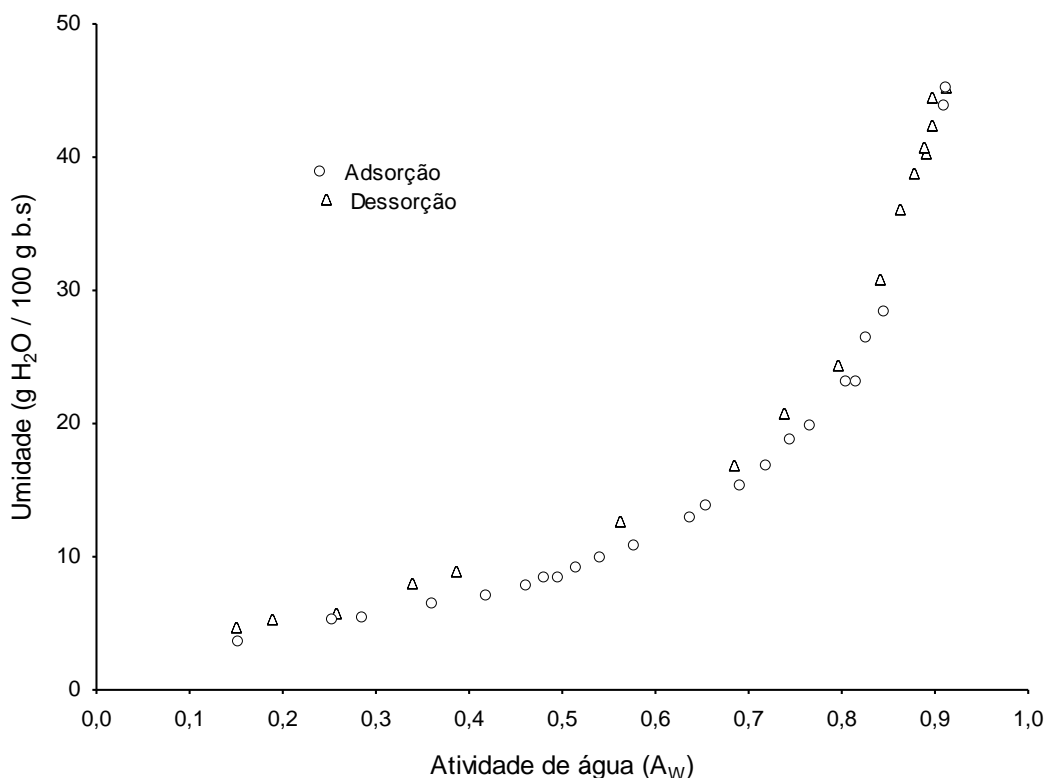
#### 4.7. ISOTERMAS DE SORÇÃO

Os resultados experimentais da umidade de equilíbrio ( $X_{eq}$ ) com suas respectivas atividades de água ( $a_w$ ), na temperatura de 25 °C, para farinha da fibra do buriti estão apresentados na Tabela 14.

**Tabela 12. Dados de sorção para a farinha da fibra do buriti à 25 ° C**

Adsorção		Dessorção	
$a_w$	$X_{eq}$	$a_w$	$X_{eq}$
0,15	3,67	0,91	45,13
0,25	5,29	0,90	44,49
0,29	5,34	0,90	42,41
0,36	6,45	0,89	40,19
0,42	7,10	0,89	40,71
0,46	7,83	0,88	38,76
0,48	8,40	0,86	36,09
0,50	8,45	0,84	30,73
0,52	9,10	0,80	24,29
0,54	9,86	0,74	20,69
0,58	10,80	0,69	16,84
0,64	12,92	0,56	12,58
0,66	13,81	0,39	8,91
0,69	15,31	0,34	7,97
0,72	16,87	0,26	5,74
0,75	18,81	0,19	5,31
0,77	19,83	0,15	4,61
0,81	23,09		
0,80	23,13		
0,83	26,46		
0,85	28,40		
0,91	43,88		
0,91	45,13		

As isotermas de adsorção e dessorção de umidade, construídas a partir dos dados da tabela 14 estão representadas na Figura 16. As isotermas apontam um aumento do teor de umidade de equilíbrio com aumento da atividade de água, manifestando-se na forma de uma curva exponencial, refletindo, assim um comportamento típico de isoterma do tipo III, de acordo com classificação da IUPAQ (International Union of Pure and Applied Chemistry, 1985). Segundo ORDÓÑEZ (2005) essas curvas que apresentam uma zona mais plana na sua primeira parte, ou seja, em forma de J, são típicas de alimentos com grande quantidade de açúcar e solutos e que têm pouca adsorção por capilaridade, como as frutas e os doces de frutas.



**Figura 16. Isoterma de Sorção para a farinha da fibra do buriti a 25 °C**

Pesquisas feitas por TROLLER (1980) indicam que um alimento com atividade de água abaixo de 0,6 é estável ao crescimento microbiano. Então, por meio da correlação atividade de água e umidade de equilíbrio apresentada na figura 16 (curva de adsorção), verifica-se que o produto deverá apresentar uma umidade

abaixo de 11,5 g/100 g b.s., sendo, a partir deste valor, inibido qualquer crescimento de microrganismos. Ainda na Figura 16 é possível observar que as isotermas apresentaram um leve efeito de histerese, o qual se estendeu na faixa de 0,3 a 0,8 de  $a_w$  (região de condensação capilar). A tabela 15 mostra os parâmetros de ajuste do modelo de GAB aos dados de equilíbrio na modelagem das isotermas de sorção da farinha da fibra do buriti para a temperatura de 25 °C, assim como o coeficiente de determinação.

**Tabela 13. Parâmetros GAB para a farinha da parte fibrosa do buriti**

Isoterma	Parâmetros			
	$m_0$	C	K	R
Adsorção	5,35	6,85	0,97	0,9994
Desorção	6,58	8,12	0,94	0,9983

O modelo de GAB descreve com precisão as isotermas de sorção da farinha da fibra de buriti na temperatura estudada, evidenciado pelo valor de coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,9994 para a adsorção e 0,9983 para a dessorção. Conforme LOMAURO *et al.* (1985) a equação de GAB representa com maior precisão as isotermas de sorção para frutos, hortaliças e carnes, quando comparadas com as equações de dois parâmetros, sendo assim, é amplamente utilizada por pesquisadores para descrever as isotermas de diversos produtos agrícolas como constatado por GABAS (1998), em dessorção de Uva Itália, KECHAOU e MAALEY (1999), em dessorção de banana, PENA ET AL (2000), em isoterma de adsorção do extrato em pó de guaraná e GALDINO (2003), para isoterma de adsorção do extrato em pó de umbu.

Os valores médios da monocamada ( $m_0$ ) para adsorção e dessorção foram de 5,35 g H<sub>2</sub>O/100 g b.s. e 6,58 g H<sub>2</sub>O/100 g b.s., respectivamente. Segundo MISHIRA *et al.* (1996) a umidade na monocamada determina o teor de umidade para uma armazenagem segura, na qual o material tem estabilidade máxima, pois é o limite de umidade abaixo do qual iniciam reações químicas indesejáveis e há o favorecimento da elevação do consumo de energia, para que se possa eliminar a quantidade residual de água do alimento; não sendo recomendada a secagem do produto em

níveis inferiores a estes, para evitar gasto excessivo de energia. Tomando como base o processo de dessorção não se recomenda a secagem do produto em níveis inferiores a 6,58 H<sub>2</sub>O/100 g b.s., para evitar possíveis gastos excessivos de energia.

## 5. CONCLUSÃO

- ✓ Em relação à caracterização física do fruto inteiro, os resultados evidenciaram uma homogeneidade entre os valores obtidos para o comprimento (L) e os diâmetros ( $D_1$  e  $D_2$ ), enquanto para a amêndoa essas variáveis apresentaram maior variação
- ✓ Os frutos de buriti apresentam formato ovalado com rendimento de: 19% de casca, 21,79% de polpa, 16,12% de fibra, 43,09% de semente e massa média de 44,65 g caracterizando-o como uma fruta com baixo teor de polpa;
- ✓ As farinhas da casca e da fibra de buriti, além da polpa são boas fontes de fibra alimentar, apresentando predominância da fração insolúvel da fibra (mais de 90%), podendo ser utilizada como ingrediente de ótima qualidade para enriquecimento de produtos a base de fibras.
- ✓ A polpa apresentou elevado teor de lipídios, constituídos principalmente por ácidos graxos insaturados (oléico), podendo ser utilizado como matéria prima na indústria oleoquímica e como óleo vegetal.
- ✓ As amostras estudadas constituem fontes potenciais de pigmentos naturais tipo carotenóides, presentes especialmente na casca e na polpa dos frutos de buriti.
- ✓ O fruto pode ser classificado como fonte de vitamina E.
- ✓ A farinha da fibra do buriti apresentou isotermas de sorção tipo III, estando de acordo com a sua composição.
- ✓ O modelo de GAB descreveu com precisão as isotermas de sorção da farinha da fibra de buriti 25 °C;
- ✓ Recomenda-se acondicionar a farinha da fibra do buriti em embalagens apropriadas quando a mesma for armazenada em ambiente com umidade relativa superior a 50% para minimizar o ganho de umidade.

## 6. REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, K.K.; CLARY, B.L.; SCHROEDER, E.W. Mathematical models of peanut pod geometry. ASAE, St. Joseph, 1972, 30p. Paper nº 72-315.
- ALBUQUERQUE, S.R.S; REGIANI, A.M. Estudo do fruto de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) para obtenção e síntese de biodiesel. 29º Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química, 2006.
- ALBUQUERQUE, M.L.S.; GUEDES I.; ALCÂNTARA P.; MOREIRA S.G.C.; NETO, N.M.B.; CORREA, D.S. Characterization of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil by absorption and emission spectroscopies. **J. Braz. Chem. Soc.** São Paulo, v. 16, n. 6a, 2005.
- ALBUQUERQUE M.L.S.; GUEDES I.; ALCÂNTARA P.; MOREIRA S.G.C. Infrared absorption spectra of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil. **Vib Spectrosc.** V.33, p.127–31. 2003.
- ANDERSON, J. W.; ALLGOOD, L. D.; LAWRENCE, A.; ALTRINGER, L. A.; JERDACK, G. R.; HENGEHOLD, D. A.; MOREL, J. G.. Cholesterol-lowering effects of psyllium intake adjunctive to diet therapy in men and women with hypercholesterolemia: Meta-analysis of controlled trials. **J. Am. Coll. Nutr.**, v.71, p. 472-479, 2000 a.
- ANDERSON, J.W.; HANNA, T. J.; PENG, X.; KRYSCIO, R. J. Whole grain foods and heart disease risk. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 19, p. 291-299, 2000 b.
- ANDERSON, J. W., SMITH, B. M., e GUFTANSON, N. S. Health benefit and practical aspects of high-fibre diets. **American Journal of Clinical Nutrition**, 595, p.1242–1247, 1994.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). **Approved Methods of American Association of Cereal Chemists.** 10th ed. Saint Paul, Minnesota: AACC, 2000.
- ARMSTRONG, G.A. Genetics of eubacterial carotenoids biosynthesis: A colorful tale. *Annual Review of microbiology*, v.51, p.629-659. 1997.



ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington, DC, 1995. 2000 p.

BAO-IGLESIAS, M.; DELGADO DIAZ S.; TORRES SANCHEZ M.; GARCIA CRUZ M. D. Aprovechamiento de residuos de platanera. Producción em Islãs Canarias, sus características y alternativas de utilización. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v. 27, p. 1-58, 1987.

BOHÓRQUES, J.A. Monografía sobre *Mauritia flexuosa* L.f. In: Simpósio Internacional sobre plantas de interes economico de la flora Amazonica, Belém, 1972, Turrialba, IICA-TROPICOS, 1976. 292p., il. (Informes de Conferências Cursos e Reuniones, 93).

BORDERÍAS, A.J. SÁNCHEZ-ALONSO, I.; PÉREZ-MATEOS, M. New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. **Trends in Food Science and Technology**, v.16, p. 458-465, 2005.

BRIGELIUS-FLOHÉ, R. et al. The european perspective on vitamina E: current knowledge and future research. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 76, p. 703-16, 2002.

CABALLERO, B. Interacciones entre los componentes de la dieta. Arch. Latinoam. Nutr., 38(3):656-684, 1988.

CALBO, M.E.R.; MORAES, J.A.P.V.; CALBO, A.G. Crescimento, Condutância estomática, fotossíntese e porosidade de Buriti sob inundação. Brasília. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.10, n.1, p.51-58, 1998.

CALBO, M.E.R.; MORAES, J.A.P.V. Fotossíntese, Condutância estomática, transpiração e ajustamento osmótico de plantas de buriti submetidas a estresse hídrico. Brasília. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.9, n.2, p.117-123, 1997.

CALIXTO, F.S. Fibra dietética de manzana: hacia nuevos tipos de fibras de alta calidad. **Alimentaria**, Madrid, v.4, n.1, p.57-61, mayo 1993.

CALZADA BENZA, J. *Mauritia flexuosa* L. In: CALZAD BENZA, J. **143 frutales nativos**. Lima. El Estudiante, 1980. p.98-101.

CAVALCANTE, P.B. Miriti. In: Cavalcante, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: CNPQ/MPEG, 1996. p.168-171.

CEREDA, M. P. **Manejo, uso e tratamento da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, v. 4, 2000. 320p.

CHAU, C. F., e HUANG, Y. L. Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. Cv. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 51, p.2615–2618, 2003.

CHEN, B.H., Peng, H.Y., Chen, H.E., 1995. Changes of carotenoids, color and vitamin A contents during processing of carrot juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43, 1912–1918.

CLEMENT, C.R. **Introdução à Pupunha**. A Revista da Pupunha. Disponível em: <<http://www.inpa.gov.br/pupunha/revista/crc1.html>>. Acesso em: 09 Nov. 2005.

CORRÊA, A. D. **Farinha de folhas de mandioca**: efeitos de processamentos sobre alguns nutrientes e antinutrientes. 2000. 108 p. Tese (Doutorado Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

COSTA, P.A. Caracterização de ácidos graxos, tocoferóis e fitosteróis em frutas e castanhas das regiões norte e nordeste do Brasil. 2007. 183 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

DARIS, D.; JACQUES, R.; VALDUGA, E. Avaliação de características físico-químicas e sensoriais de doces em pasta elaborados com polpa e/ou casca de banana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17, 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000, v.1, p.3.14.

DE FRANCISCO, A.; DE SÁ, R. M.; SOARES, R. M. D.; VIEIRA, E. L. Fibras alimentares: histórico, classificação e efeitos fisiológicos. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO: HISTÓRIA, CIÊNCIA E ARTE, 26-28 de abril de 2000. Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: 2000, p. 236-241.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMENEZ, A.R.; PAREDES-LÓPES, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins and betalains – Characteristics, biosynthesis, processing and stability. *Critical Reviews in food science and nutrition* , v.40, n.3, p.173-289, 2000.

DELL VALLE, F.R. Efecto de La actividad del agua sobre la conservación de la calidad de los alimentos. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 4. Campinas, 1982.

EITENMILLER, R.R.; LANDEN Junior, W.O. *Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences*, chapter 3, CRC Press LLC, 1999.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. Ed. Atheneu, 1992.

FAIRFIELD, K.M.; FLETCHER, R.H. Vitaminas na prevenção de doenças crônicas do adulto. *JAMA*, v.1, n.8, set, 2003.

FERREIRA, C.D.; PENA, R.S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v.23, n.2, p.251-255, 2003.

FILHO, A.B.G.; LIMA, J.A.S. **O Buritizeiro (*Mauritia flexuosa*) e seu potencial de utilização**. EMBRAPA, Macapá/AP. 2001.

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**.1999, pp. 247–256.

FRANCIS, F. J.; CLYDESDALE, F. M. Food colorimetry: theory and applications. Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc., 1975. 477 p.

GABAS, A.L. **Secagem de uva Itália em leito fixo**. 1998. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Curso de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

GALDINO, P.O. **Desidratação de polpa de umbu**. Universidade Federal de Campina Grande - Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande, 2003, 92 f. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola).

GEILFUS, F. El Aguaje o Buriti. In: GEILFUS, F. El arbol al servicio del agricultor: manual de agroflorestería para el desarrollo rural. Turrialba.

GUEDES, A.M.M. **Caracterização Estudo da Extração do óleo da polpa de Tucumã por CO<sub>2</sub> supercrítico**. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará. 2006.

GUERRA, N.B.; DAVID, P.R.S.D.; 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. **Revista de Nutrição**, v. 17, n.1, p.45-52, 2004.

GURJÃO, K.C.O. **Desenvolvimento, armazenamento e secagem de tamarindo (*Tamarindus indica L.*)**. 2006. 143 f. TESE (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2006.

GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. **Aveia**: composição química, valor nutricional e processamento. São Paulo: Varela, 2000. 191 p.

HANDELMAN, G.J. The evolving role of carotenoids in human biochemistry. *Nutrition*, v.17, n.10, p.818-822, 2001.

IGLESIAS, H.A; CHIRIFE J. *Handbook of food isotherms: water sorption parameters for food components*. 1.ed. New York: Academic Press. 1982. 374p.

IUPAC. International Union of Pure and Applied Chemistry. Reporting physisorption data for gas / solid systems. **Pure & Appl. Chem.**, v. 57, n. 4, p. 603-619, 1985.

JAIN; R. K., BAL; S. Physical properties of pearl millet. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 66, p. 85 – 91. 1997.

JIMÉNEZ, A.; RODRÍGUEZ, R.; FERNÁNDEZ-CARO, I.; GUILLEN, R.; FERNÁNDEZ-BOLAÑOS, J. e HEREDIA, A. Dietary fibre content of table olives processed under different European styles: Study of physicochemical characteristics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 80, p.1903–1908, 2000.

KANASHIRO-INABA, M. Fibras na Alimentação infantil. **Rev. Med. Minas Gerais**, 15(2 Supl 4): p. S295-S300, 2005.

KAREL, M. Water activity and food preservation. In: FENNEMA, O.R. Principles of food science; physical principles of food preservation. New York , Marcel Dekker, 1975. V.4, chap.8, p.237-265.

KECHAOU, N.; MAALEJ, M. Desorption isotherms of imported banana. **Drying Technology**, New York, v.17, n.6, p.1201-1213, 1999.

KOBORI, C.N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, set./out., 2005.

KRIS-ETHERTON, P., et al. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **American Journal of Medicine**. v. 113, p. 71S 88S, 2002.

LABUZA, T.P. Sorption phenomena in foods. *Food Technology*, v. 22, p. 263-272, 1986.

LABUZA, T. P. Sorption phenomena in foods. *Food Technology*, 22 (3): 15-24, 1968.

LAMPI, A.M.; KAMAL-ELDIN; PIIRONEN. **Tocopherols and tocotrienols from oil and cereal grains**, LLC. In: Functional Foods, Biochemical and Processing Aspects, dited by Shi, J.; Mazza, G.; Maguer, M.L. CRC Press, Boca Raton, New York Washington, DC, Chapter 1, 2002.

LAYRISSE, M.; GARCÍA-CASAL, M.N.; SOLANO, L., BARON, M.A.; ARGUELLO, F.; LLOVERA, D.; RAMÍREZ, J.; LEETS, I.; TROPPER, E. New property of vitamin A and  $\beta$ -carotene on human iron absorption: effect on phytate and polyphenols as inhibitors of iron absorption. *Arch. Latinoam. Nutr.*, Guatemala, v. 50, p.243-248, 2000.

LECHNER, M.; REITER, B.; LORBEER, E. Determination of tocopherols as sterols in vegetable oils by solid-phase extraction and subsequent capillary gas chromatographic analysis. **Journal of Chromatography Analytical**. v. 857, p. 231-8, 1999.

LINS, R.T. **Determinação de Tocoferóis e Carotenóides em frutas amazônicas: Implantação de uma metodologia**. 80 p. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará. 2006.

LOGNAY, G.; TREVEJO, E; JORDAN, E; MARLIER, M; SEVERIN, M.; DE ZARATE, I.O. **Investigaciones sobre el aceite de Mauritia flexuosa L.** Grasas y Aceites. 1987; v.38, p.303-307.

LOMAURO, C.J.; BAKSHI, A.S.; LABUZA. T.P.. Evaluation of food moisture sorption isotherm equations. Part I: Fruit, vegetable and meat products. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, Zurich, v.18, n.2, p.111-117, 1985.

LORENZI, H. **Palmeira do Brasil: Exótica e nativas**. Nova Odessa, SP: Editora Platarum, 1996.

MARLETT, J. A.; CHEUNG, T-F. Database and quick methods of assessing typical dietary fiber intakes using data for 228 commonly consumed foods. **Journal of the American Dietetic Association**, 97; 1139-1148, 1997.

MÁRQUES, L.R. Fibra terapêutica. Nutrição em pauta. NOV 2001. Disponível em <http://www.nutricaoempauta.com.br/novo/51/entrevista1.html>. Acesso em 12 de jan. 2008.

MARTINS, P.F. **Estudos e experimentos para a concentração de tocoferóis e fitosteróis por meio da destilação molecular**. 2006. Tese (Doutorado) em em Engenharia Química – Faculdade de Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas.

MAURITIA. In: REUNIÓN DE CONSULTA SOBRE PALMERAS POCO UTILIZADAS DE AMÉRICA TROPICAL, 1983, Turrialba. Informe...San José: Litografia e imprenta LIL, 1983. p.17-20.

MCGUIRE, R. G. **Reporting of objective color measurements**. HortScience, v. 27, n. 12, p. 1254-1555, 1992.

MEHTA, R. S. Dietary fiber benefits. **Cereal Foods World**, v. 50, n. 2, p. 66-71, 2005.

MELO, W.S.; REIS, H.H.M.B. Estudo da secagem da casca de banana cumprida com ênfase ao processo de branqueamento. Trabalho de conclusão de curso (graduação em engenharia de alimentos), UFPA. 2006.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S., LIMA, V.L.A.G.; LEAL, F.L.L.; CAETANO, A.C.S.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, V.26, n.3, p.639-644, jul.-set. 2006.

MEYDANI, M. et al. The effect of long term dietary supplementation with antioxidants. In: HARMAN, D. et al. (Ed.). Towards prolongation of the healthy life span. **Annals of the New York Academy of Sciences**. v. 854. p. 78-91, 1998.

MISHRA, V. K.; ORAIKUL, B.; TEMELLI, F. Physical characterization and water sorption of freeze dried dulse *Palmaria palmata* powder. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 20, n. 1, p. 25-39, 1996.

MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. Predição de atividade de água em alimentos e modelação matemática de isotermas de sorção. In: JARDIM, D. C. P.; GERMER, S. P. M. Atividade de água em alimentos. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1997. Cap. 12.

MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plants and animals material** s. 2. ed. Amsterdam: Gordon and Breach Publishers, 1986, 841 p.

MOHSENIN; N. N. *Thermal properties of foods and agricultural materials*. Gordon and Breach Science Publishers, Nova Iorque, 1980.

MORI, C.L.S.O.; LIMA, J.T.; MORI, F.A.; TRUGILHO, P.F.; GONCALEZ, J.C. **Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp.** Cerne, Lavras, v. 11, n. 2, p. 137-146, abr./jun. 2005

MURKOVIC, M.; PIIRONEN, V., LAMP, A.M., KRAUSHOFER, T., SONTAG, G. Variability of vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). **Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung**. v. 202, n. 4, p. 275-8, 1996.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger principles of biochemistry**. 3 ed. New York: Worth publishers. 2000. 1152p.

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

OLIVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, M.R.F.; BORGES, A.V.; RIBEIRO, P.C.N; RUBACK, V.R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. FLAVICARPA) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, p.259-262, set.-dez. 2002.

OLIVER, J.; PALOU, A. Chromatographic determination of carotenoids in foods. *J. Chromatogr.*, Amsterdam, v.881, p.543-555, 2000.

OLSON, J. A. Bioavailability of carotenoids. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 49, p. 21-25, 1999. Supplement.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 1v.

PARK, K.J.; BIN, A.; BROD, F.P.R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para pêra Bartlett (*Pyrus* SP.) com e sem desidratação osmótica. **Ciencia e tecnologia de alimentos**, v.21, n.1, p.73-77, jan/abr, 2001.

PENA, R.S.; RIBEIRO, C.C.; GRANDI, J.G. Aplicação de modelos matemático bi e triparamétricos na predição das isotermas de adsorção de umidade de guaraná (*Paullinia cupuna*) em pó. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 20, n. 1, p. 8-11, 2000.

PICHAT, P. **A gestão de resíduos**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995. 129p.

POURCHET-CAMPOS, M.A. Fibra: a fração alimentar que desafia os estudiosos. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.2, n.1, p.53-63, mar. 1990.

PRADO, M.E.T. Secagem de tâmaras (*Phoenix dactylifera* L.) para a obtenção de tâmara passa. Campinas: UNICAMP, 1998. 149p. Tese Doutorado

PROSKY, L.; ASP, G.N.; SCHWEIZER, T.F.; et al. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: collaborative study. *J. Assoc. Anal. Chem. Int.*, Washington, v.75, n.2, p.360-367, 1992.

PROSKY, L.; ASP, G.N.; FURDA, I.; DeBRIES, J.W; SCHWEIZER, T.F.; HARLAND, B.F. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products and total diets: interlaboratory study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem*, v.67, p.1044, 1984.



QUIRÓS, A.R.B.; COSTA, H. Analysis de carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. *Journal of food Composition and analysis*, v.19, p.97-111, mar, 2006.

RAMARARHNAM, N.; OSAWA, T.; OCHI, H.; KAWAKISHI, S. The contribution of plant food antioxidants to human health. *Trends Food Sci. Technol.*, v. 6, n. 3, p. 75-82, 1995.

RAMOS, M.I.L; UMAKI, M.C.S., HIANE, P.A., FILHO, M.M.R. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides pró-vitamínicos "A" da polpa de Piqui (*Caryocar brasiliense* camb). *B.CEPPA, Curitiba*, v. 19, n. 1, p. 2332, jan./jun. 2001.

ROBERFROID, M.B. Dietary fiber, inulin and oligofructose: a review comparing their physiological effects. **Critical Reviews in Food and Science and Nutrition**, Philadelphia, v.33, n.2, p.103-148, 1993.

RODRIGUES-AMAYA, D.B. A Guide to Carotenoids Análisis in food, OMNI Rsearch, ILSI Human Nutritional Institute, Washington, 61 pag. 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Critical review of provitamin A determination in plant foods. *J. Micronutr. Anal.*, 5, 191-225, 1989.

RUIZ *et al.* Comercialización de massa y Fruto Verde de Aguaje (*Mauritia flexuosa*) em Iquitos (Perú). **Folia Amazónica**, Vol.12 (1-2). 2001.

SAASTAMOINEN, M.; KUMPULAINEN, J.; NUMMELA, S. Genetic and environmental variation in oil content and fatty acid composition of oats. **Cereal Chem.**, 66(4):269-300, 1989.

SANCHEZ, C.V. Modelagem e predição da atividade de água em produtos alimentícios. **Exame de qualificação de área. Campinas: UNICAMP**, 1994. 31p.

SCHÄR, W.; RUÈGG, M. The Evaluation of GAB Constants from Water Sorption Data. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, v. 18, p. 225-229, 1985.

SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants. **CRC-Critical Review In Food Science and Nutrition**. Cleveland, v.32, n.1, p. 67-103, 1992.

SILVESTRE-MARINHO, M.; JOKL, L. Composição química de resíduos fibrosos de algumas plantas brasileiras. **Revista de Farmácia e Bioquímica**, Belo Horizonte, v.5, n.1, p.45-54, jan./jun. 1983.

SLAVIN, J. Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrient databases. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, p. 287-291, 2003.

STAHL, W.; SIES, H. Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular Basis of Disease*, v.1740, cap.2, p.101-107, mai. 2005.

SUFRAMA e Fundação Getúlio Vargas (FGV) / Instituto Superior de Administração Economia (ISAE). “Projeto Potencialidades Regionais: Plantas para Uso Medicinal e Cosmético”. Jul/2003.

TALCOTT, S.T.; HOWARD, D.L.R. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.47, p.2109-2115, 1999.

TEIXEIRA NETO, R.O.; QUAST, D.G. Isotermas de adsorção de umidade em alimentos. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.8, n.1, p.141-197, jun., 1997.

TELIS-ROMERO, J. et al. Enthalpy-entropy compensation based on isotherms of mango. *Cien. Technol. Aliment.*, Campinas, 25(2): 297-303, 2005.

THERIAULT, A.; CHAO, J.C.; WANG, Q.; GAPOR, A.; ADELI, K. Tocotrienol: a review of its therapeutic potential. **Clinical Biochemistry**, v.32, n.5, p.309-319, 1999.

TRABER, M.G. Vitamina E. In.: SHILS, M.E. et al. **Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença**. v. 1, 9 ed. São Paulo: Manole, 2003. 1026 p.

TREYBALL, R.B. **Drying. Mass Transfer Operations**. New York: McGraw-Hill, 1968, p. 569-575.

TROLLER, J.A. Influence of water activity on microorganisms in foods. **Food Technology**, v.34, p.76-82, 1980.

URREGO, L.E. Estudio preliminar de la fenología de la conangucha (*Mauritia flexuosa* L.F.). **Colombia Amazónica**, Bogotá, v.2, p.57-81, 1987.

VELLACHICA, H. Agauje. In: VELLACHICA, H. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperación Amazonica, 1996. p.3-11.

WAUGHON, T.G.M. **Caracterização e Processamento do Resíduo fibroso gerado na industrialização do suco de abacaxi**. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará. 2006.

WEBER, E.A. Armazenagem agrícola. Porto Alegre: Gráfica e Editora La Salle, 1995. 395p.

YAMASHITA, K.; IKEDA, S.; OBAYASHI, M. Comparative effects of flaxseed and sesame seed on vitamin E and cholesterol levels in rats. **Lipids**. v. 38, n. 12, p. 1249-55, 2003.