



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE AGRONOMIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DO  
GÊNERO SPONDIAS: UMBU E UMBU-CAJÁ EM TRÊS ESTÁDIOS  
DE MATURAÇÃO, PRODUZIDOS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

**José Messias Filho**

DIGITALIZAÇÃO  
SISTEMOTECA - UFCG

**Pombal – PB**

**- 2009 -**

**UFCG / BIBLIOTECA**

**José Messias Filho**

**TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DO  
GÊNERO SPONDIAS: UMBU E UMBU-CAJÁ EM TRÊS ESTÁDIOS  
DE MATURAÇÃO, PRODUZIDOS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> . Adriana Ferreira dos Santos, Dr.Sc.

**Co-orientadora:** Prof<sup>a</sup> . Fernanda Vanessa Gomes da Silva, M.Sc.

**Pombal-PB**

**- 2009 -**



Catálogo da Publicação da Fonte. Universidade Federal de Campina Grande. Biblioteca Setorial do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA)

M585t MESSIAS FILHO, José.

Transformações físicas e físico-químicas de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá, em três estádios de maturação produzidos no Semiárido Paraibano. Pombal: CCTA/UFCG, 2009.

42p.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sc. Adriana Ferreira dos Santos.

Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ms. Sc. Fernanda Vanessa Gomes da Silva.

Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Agronomia) Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar/ Universidade Federal de Campina Grande.

1.Umbu (Spondias tuberosa Arruda Câmara) 2.Umbu-Cajá (Spondias SPP) – Maturação – Qualidade. 3. TÍTULO.

CDU. 634.442

**José Messias Filho**

**TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DO  
GÊNERO SPONDIAS: UMBU E UMBU-CAJÁ EM TRÊS ESTÁDIOS  
DE MATURAÇÃO, PRODUZIDOS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à  
Universidade Federal de Campina Grande, como  
parte das exigências do Curso de Agronomia da  
UATA para conclusão do curso de Bacharelado em  
Agronomia do Campus - Pombal - PB.

**ORIENTADOR:** Prof.<sup>a</sup> Adriana Ferreira dos Santos, Dr.Sc.

**CO-ORIENTADOR:** Prof.<sup>a</sup> Fernanda Vanessa Gomes da Silva, M. Sc.

**Pombal – PB**

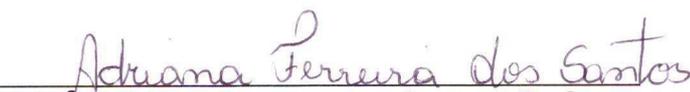
**- 2009 -**

José Messias Filho

**TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DO  
GÊNERO SPONDIAS: UMBU E UMBU-CAJÁ EM TRÊS ESTÁDIOS  
DE MATURAÇÃO, PRODUZIDOS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

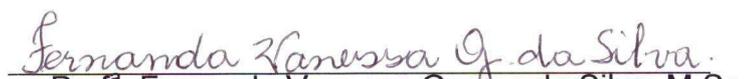
APROVADA EM 09 / 07 / 2009

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof.<sup>a</sup> Adriana Ferreira dos Santos, Dr.Sc.

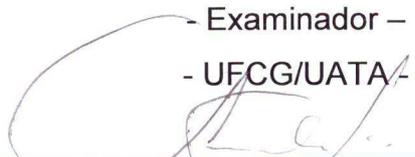
- Orientadora -

- UFCG/UATA -

  
Prof.<sup>a</sup> Fernanda Vanessa Gomes da Silva, M.Sc.

- Examinador -

- UFCG/UATA -

  
Prof.<sup>a</sup> Lucia Moraes Lira, M.Sc.

- Examinador -

- UFCG/UATA -

Pombal – PB

- 2009 -

Aos meus filhos: **Rafael Casimiro Messias, Rodolfo C. Messias, Rômulo C. Messias e July Emily C. Messias**, pela resignação que tiveram pelos momentos em que muitas vezes precisavam de minha presença e que alguns instantes fui omissos, em virtude das minhas preocupações das atividades laboriais que preencheram paulatinamente, todavia valeu a luta com fé e esperança, cheguei a um dos topos, porém existem outros obstáculos pela frente, contudo com a força de Deus haveres de conquistá-lo e conquista não é só minha e de todos.

A minha esposa: **Maria do Socorro Cassimiro Messias**: carinhosamente (corrinha), em que todas as dificuldades, barreiras que o passei sempre estive ao meu lado incentivando, torcendo, estimulando para nunca baixar a cabeça para os problemas que o viesse, e que em todos os momentos fáceis e difíceis estive sempre ao meu lado, portanto, muito obrigado pelo amor e dedicação.

**DEDICO**

Aos meus pais: **José Messias (falecido) e Maria Augusta Dias Messias**, a senhora por ter sido a maior anfitriã desta jornada, pois foi e está sendo a obra maior desta construção, primeiro por ser mãe, daí vem como professora do pré-escolar e assim sucessivamente, no decorrer deste coticiano, foi a bandeira da luta, para o término da construção.

As minhas irmãs: **Corrinha, Cemina, Célia e Liduina**, que deram palavras de otimismo, perseverança, confiança, com parcialidade, fidelidade para comigo, em todos os momentos em que precisei.

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, por ter me dado coragem de luta para mim resgatar um sonho, que no pretérito deixei de realizá-lo, todavia nunca é tarde para realizar aquilo que o deseja, basta crer no senhor.

À Faculdade de Agronomia de Pombal – FAP (Fundação de Ensino Superior de Cajazeiras), por ter aberto o caminho no município de Pombal – PB, com ajuda do padre Sólon, que teve a preocupação com a formação acadêmica da região.

A todos os docentes sem exceção, não querendo citar nomes, por questões de esquecimento, deixá-lo de omitir alguns, quero encarecidamente, carinhosamente, de coração agradecer a todos.

À Universidade Federal de Campina Grande – UFCG pela oportunidade que nos deu de forma transmissiva, complexidade compreensiva e passiva de nos acolher para conclusão do curso.

A minha orientadora Adriana Ferreira dos Santos, pela disponibilidade e apoio por ter acreditado na possibilidade da realização deste trabalho.

A minha co-orientadora Fernanda Vanessa, que se disponibilizou para a concretização deste trabalho.

A professora Lúcia Moraes Lira, pela sua generosidade em participar como examinadora deste trabalho.

Aos meus professores do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Campus de Pombal – PB.

A todos aqueles que contribuíram indiretamente em nossa caminhada, nos ajudando nos deslocamentos da cidade de Sousa a Pombal e vice-versa, nas caronas em particular e todos os caminhoneiros.

## AGRADECIMENTO ESPECIAL

São muitas homenagens que muitas das vezes deixamos de citá-lo, por questões de esquecimentos ou até mesmo por falta de reconhecimento, portanto é muito pouco para enfatizar uma pessoa que por sua generosidade, bondade, amizade sincera, eu o agradeço de coração do eclodir do íntimo, ao meu amigo **Francisco Donato Filho** (Donato), engenheiro agrônomo, pessoa essa que não era um chefe de trabalho, porém sim, um amigo e como eu não tenho pai, ele foi mais um pai que não tive as suas palavras de amigo, afeto, de incentivo ao curso e de liberar muito das vezes das atividades do trabalho, reconhecendo o esforço das minhas aptidões voltado ao curso.

Só quero que Deus o ilumine eternamente, porque não são todos os dias nem em qualquer um que faria o que ele fez, pois seus ensinamentos não era só técnico, mas de vida vivida.

Caro amigo **'Donato'** obrigado pelos os bons tempos de trabalho que me ensinou fazendo as atividades do cotidiano e eu como aluno fui um dos privilegiados por ter tido um professor no curso, que foi você.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	v
SUMÁRIO.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE ANEXOS.....	xi
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1. <i>Spondias</i> – Aspectos Gerais.....	3
2.2 Transformações durante a Maturação e Amadurecimento.....	6
2.3. Fisiologia Pós-Colheita.....	7
2.4. Avaliações de Qualidade.....	8
2.4.1 Sólidos Solúveis.....	9
2.4.2 Acidez.....	9
2.4.3 Relação SS/AT.....	10
2.4.4 Vitamina C.....	10
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
3.1 Condução do Experimento.....	12
3.2 Avaliações.....	14
3.2.1 Avaliações Físicas.....	14
3.2.2 Avaliações Físico-químicas.....	14
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	16
4.1 Avaliações Físicas.....	16
- Peso Fresco.....	16
- Avaliação do Crescimento (Comprimento e Diâmetro).....	16
- Volume e Densidade.....	18
- Rendimento de Polpa, Casca e semente.....	20
4.2 Avaliações Físico-químicas.....	22
- SS.....	22
- AT e pH.....	23
- Relação SS/AT.....	25
- Ác. ascórbico.....	26
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	28
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	29
ANEXOS.....	35

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Estádios de maturação e colheita para frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá, Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA). (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 13
- Figura 2.** Estádios de maturação e colheita para frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá, Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA). (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 13
- Figura 3.** Valores médios de peso fresco (g) do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 17
- Figura 4.** Valores médios de diâmetro (mm) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 18
- Figura 5.** Valores médios de comprimento (mm) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 18
- Figura 6.** Valores médios de volume (cm<sup>3</sup>) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 19
- Figura 7.** Valores médios de densidade (g/cm<sup>3</sup>) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 20
- Figura 8.** Valores médios de rendimento de polpa (%) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker ; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 21
- Figura 9.** Valores médios de rendimento de casca (%) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da 21

pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).....

**Figura 10.** Valores médios de rendimento de semente (%) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 22

**Figura 11.** Valores médios de sólidos solúveis (SS, %) do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 23

**Figura 12.** Valores médios de acidez titulável (AT, ácido cítrico.  $100^{-1}g$ ) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 24

**Figura 13.** Valores médios de pH de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 25

**Figura 14.** Valores médios da relação SS/AT de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 26

**Figura 15.** Valores médios de vitamina C ( $mg.100^{-1}g$ ) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker; estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009)..... 27

## LISTA DE ANEXOS

<b>Tabela 1A.</b> Análise de Variância para o peso fresco (g) de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	36
<b>Tabela 2A.</b> Análise de Variância para o diâmetro de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	36
<b>Tabela 3A.</b> Análise de Variância para o comprimento de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	36
<b>Tabela 4A.</b> Análise de Variância para o volume de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	36
<b>Tabela 5A.</b> Análise de Variância para a densidade de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	37
<b>Tabela 6A.</b> Análise de Variância para o rendimento de polpa de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	37
<b>Tabela 7A.</b> Análise de Variância para o rendimento de casca de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	37
<b>Tabela 8A.</b> Análise de Variância para o rendimento Semente de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	37
<b>Tabela 9A.</b> Análise de Variância para os sólidos solúveis de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	38
<b>Tabela 10A.</b> Análise de Variância para o pH de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	38
<b>Tabela 11A.</b> Análise de Variância para a acidez titulável de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	38
<b>Tabela 12A.</b> Análise de Variância para o SS/AT de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	38
<b>Tabela 13A.</b> Análise de Variância para o ácido ascórbico de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.....	39
<b>Tabela 14A.</b> Análise de Variância para o peso fresco de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	39
<b>Tabela 15A.</b> Análise de Variância para o diâmetro de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	39
<b>Tabela 16A.</b> Análise de Variância para o comprimento de frutos do gênero Spondias:	39

umbu-cajá em três estádios de maturação.....	
<b>Tabela 17A.</b> Análise de Variância para o volume de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	40
<b>Tabela 18A.</b> Análise de Variância para a densidade de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	40
<b>Tabela 19A.</b> Análise de Variância para o rendimento de Polpa de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	40
<b>Tabela 20A.</b> Análise de Variância para o rendimento de casca de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	40
<b>Tabela 21A.</b> Análise de Variância para o rendimento de semente de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	41
<b>Tabela 22A.</b> Análise de Variância para os sólidos solúveis de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	41
<b>Tabela 23A.</b> Análise de Variância para o pH de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	41
<b>Tabela 24A.</b> Análise de Variância para a acidez titulável de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	41
<b>Tabela 25A.</b> Análise de Variância para a relação SS/AT de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	42
<b>Tabela 26A.</b> Análise de Variância para o ácido ascórbico de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.....	42

FILHO, J. M. **Transformações físicas e físico-químicas de frutos do gênero *Spondias*: Umbu e Umbu-cajá em três estádios de maturação, produzidos no semiárido paraibano.** Pombal: UATA/UFCEG, 2009. 56 pg. (Trabalho de Conclusão de Curso)<sup>1</sup>.

**RESUMO** - A crescente demanda pelas frutas tropicais *in natura* ou de seus produtos processados vem sendo constatada há mais de duas décadas, como também a sua importância sócio-econômica para as regiões Norte e Nordeste brasileira e o interesse dos fruticultores e da agroindústria na exportação comercial das *Spondias*. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as transformações físicas e físico-químicas em frutos do gênero *Spondias*: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação, representando a primeira etapa para o estabelecimento de índices de maturidade utilizados como critérios para colheita e armazenamento de *spondias*. Os frutos de umbu e umbu-cajá foram coletados de diferentes plantas no município de Pombal e Paulista - PB, respectivamente e avaliados quanto às características físicas e físico-químicas. Foram avaliados três estádios de maturação para cada fruto do gênero *Spondias*: umbu e umbu-cajá, onde: estágio I (B) - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III - fruto com predominância do amarelo (PA). Após a colheita, os frutos correspondentes para cada estágio de maturação, foram levados ao laboratório da UATA. Instalou-se um delineamento inteiramente casualizado, com 3 (três) repetições de 36 frutos/estádio para as avaliações físicas e de 12 frutos/estádio para as avaliações físico-químicas. Os dados foram submetidos ao teste de médias, empregado o Tukey a nível de 5% de probabilidade. De acordo com os resultados, verificou-se que o estágio de maturação PA (predominância do amarelo) para os dois tipos de frutos avaliados apresentou os maiores teores de sólidos solúveis, sendo o estágio de maturação mais indicado para o processamento de polpa, sucos, etc e as avaliações físicas não apresentaram efeitos significativos consideráveis para os frutos avaliados nos três estádios de maturação, constatando que estes já apresentavam seu pleno desenvolvimento em expansão celular.

**Palavras Chaves:** *Spondias tuberosa* A. Câm., *Spondias* spp., estádios de maturação, aspectos de qualidade, índices de maturidade.

---

<sup>1</sup> **Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Adriana Ferreira dos Santos

FILHO, J. M. **Physical and physiochemical transformations in fruits of Spondias gender: Umbu and Umbu-cajá in three maturation stadiums, produced in the Paraíba's semi arid.** Pombal: UATA/UFCG, 2009. 56p. (Course Conclusion Work).

**ABSTRACT** - The crescent disputes for the in natura tropical fruits or their processed products it has been verified for more than two decades, as well as its socioeconomic importance for the North and Northeast Brazilian areas and the interest of the fruits producing and agribusiness in the commercial export of Spondias, The present work had as objective evaluates the physical and physiochemical transformations in fruits of the Spondias gender: umbu and umbu-cajá in three maturation stadiums, representing the first stage for the establishment of maturity indexes used as criteria for spondias crop and storage. The umbu and umbu-cajá fruits were collected of different plants in the municipal district of Pombal e Paulista in Paraíba State, respectively and appraised as for the physical and physiochemical characteristics. They were appraised three maturation stadiums for each fruit of the Spondias gender: umbu and umbu-cajá, where: stadium I (B) - fruits with green coloration break - Breaker (B); stadium II - fruits with beginning of the yellow pigmentation (IP); stadium III - fruit with yellow predominance (PA). After the crop, the corresponding fruits to each maturation stadium, it was taken to the UATA laboratory. It was installed a entirely casualty random, with 3 (three) repetitions of 36 fruits/stadium for the physical evaluations and of 12 fruits/stadium for the physiochemical evaluations. The data were submitted to the averages test, used Tukey at 5% probability level. In agreement with the results, it was verified that maturation stadium PA (yellow predominance) for the two types of appraised fruits it presented the largest tenors of soluble solids, being the more suitable maturation stadium for the pulp processing, juices, etc and the physical evaluations didn't present considerable significant effects for the appraised fruits in the three maturation stadiums, verifying that these already presented this full development in cellular expansion.

**Key words:** *Spondias tuberosa* A. Câm., *Spondias spp.*, maturation stadiums, quality aspects, maturity indexes.

## 1. INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro apresenta uma grande diversidade de espécies frutíferas nativas, entretanto, os diferentes tipos de ocupação do semiárido brasileiro através da agricultura, da pecuária e até mesmo da exploração do subsolo, têm ocasionado o desaparecimento de algumas espécies, antes mesmo de serem estudadas e de se conhecer o seu potencial (ARAUJO, 2004).

A crescente demanda pelas frutas exóticas e tropicais *in natura* ou de seus produtos processados vem sendo constatada há mais de duas décadas, como também a sua importância sócio-econômica para as regiões Norte e Nordeste brasileira e o interesse dos fruticultores e da agroindústria na exportação comercial das Spondias. A deficiência em políticas públicas de produção e exportação de frutas *in natura* ou processados dificulta o mercado interno e externo destes produtos. Um certo domínio tecnológico no processo de industrialização de frutas já se tem obtido, apesar de estudos científicos ainda serem necessários na área do conhecimento da fisiologia pós-colheita, alterações que podem ocorrer desde a colheita, manuseio, transporte, beneficiamento e armazenamento destas frutas exóticas e tropicais. A falta de pomares comerciais leva às agroindústrias a total dependência da produção obtida do extrativismo que é sazonal e insuficiente para operacionalização das fábricas durante todo o ano (MACIEL e GUERRA, 2008).

Dentre as 18 espécies que pertencem ao gênero *Spondias* da família Anacardiaceae, seis ocorrem no Nordeste brasileiro e são árvores frutíferas tropicais em domesticação, exploradas pelo valor comercial dos seus frutos (SOUSA e ARAÚJO, 1999). No Nordeste brasileiro, destacam-se as espécies: *Spondias mombin* L. (cajazeira), *Spondias purpúrea* L. (cirigueleira), *Spondias cytherea* Sonn. (cajaraneira), *Spondias tuberosa* Arr. Câm. (umbuzeiro) e *Spondias spp.* (umbucajazeira e umbugueleira), as árvores frutíferas tropicais que são exploradas, através do extrativismo (como a cajazeira e o umbuzeiro) ou em pomares domésticos e em plantio desorganizados conduzidos empiricamente como a cajaraneira, a cirigueleira, a umbugueleira e a umbu-cajazeira (TODA FRUTA, 2009).

Algumas plantas nativas da região semiárida, de modo especial o umbuzeiro ou umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), apresenta uma produção significativa, possibilitando o extrativismo do seu fruto pelos pequenos agricultores, constituindo-se em fonte complementar de renda e, muitas vezes, como a única fonte de renda para algumas famílias rurais (CAVALCANTI; RESENDE e BRITO, 1999). Para os

sertanejos, durante sua frutificação, os umbuzeiros servem como alimentação e vendas para o consumo *in natura*, além de fortes meios econômicos para a sustentação familiar.

A umbu-cajazeira apresenta características de planta xerófila, sendo encontrada em plantios não-organizados, disseminados em Estados do Nordeste (Lima et al., 2002).

A comercialização do fruto para mercados mais distantes é dificultada devido à escassez de conhecimento sobre a fisiologia de maturação, o que dificulta o emprego de técnicas pós-colheita adequadas ao seu manuseio (SILVA et al., 2003).

O desenvolvimento de tecnologias visando estabelecer as condições que retardem o amadurecimento e a senescência, prolongando a vida útil durante o armazenamento e a manutenção da qualidade de umbu é necessário tendo em vista o potencial desse fruto. Porém, a fragilidade da qual é constituído o fruto, muitas vezes apresenta-se como uma das principais barreiras para sua comercialização na forma *in natura*, tornando-se indispensável o desenvolvimento de alternativas viáveis, para preservação dos atributos de qualidade. O interesse pós-colheita de frutos e hortaliças tem aumentado nos últimos anos no Brasil, com virtude de grandes safras, do aumento do consumo e da necessidade de um abastecimento no volume de exportação (BELING, 2004).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as transformações físicas e físico-químicas em frutos do gênero *Spondias*: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação, representando a primeira etapa para o estabelecimento de índices de maturidade utilizados como critérios para colheita e armazenamento de spondias.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. *Spondias* – Aspectos Gerais

Os frutos de Anacardiáceas do gênero *Spondias*, especialmente umbu, cajá ciriguela e umbu-cajá, são altamente perecíveis e consumidos nas regiões Nordeste e Norte do Brasil. O mercado, tanto interno quanto externo para produtos desses frutos tem-se mostrado promissor e em crescimento (FILGUEIRAS, 2001).

Segundo (FILGUEIRAS, 2001) nenhum desses frutos é produzido significativamente em plantios sistematizados, e tanto o produtor quanto o comprador e o industrial carecem de informações sobre índices de qualidade, maturação, ponto de colheita, condições de armazenamento e vida útil.

Na região semiárida do Nordeste brasileiro, a agricultura convive com uma série de adversidades, tendo na escassez dos recursos hídricos, sua principal restrição. Por outro lado, fatores de natureza física, biológica e sócio-econômica, como a escassez e a má distribuição de chuvas, as limitações de solos (físicas e químicas), a falta de tecnologias adaptadas, entre outros, têm contribuído para que a produção agrícola não atinja os objetivos desejados (CAVALCANTI, RESENDE e BRITO, 1999).

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* A. Câmara) é uma espécie heliófita, decídua, pertencente à família Anacardiaceae, típica das caatingas do nordeste brasileiro (AMARAL et al., 2007). Atualmente, a sua exploração é feita de forma extrativista em grande parte do Nordeste (Araújo, 2004). O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) É uma frutífera adaptada a sobreviver e produzir sob condição de estresse hídrico (NEVES, CARVALHO e RODRIGUES, 2004).

Podem ser consumidas de forma "*in natura*" e/ou várias formas, pois apresentam excelente sabor, aroma, e qualidade nutritiva além de elevada porcentagem de rendimento em polpa de frutos maduros (SILVA et al., 1990).

O umbu ou imbu é agridoce e quando maduro, sua polpa é quase líquida. É consumido ao natural fresco - chupado quando maduro ou comido quando "de vez" - ou ao natural sob forma de refrescos, sucos, sorvete, misturado a bebida (em batidas) ou misturado ao leite (em umbuzadas). Industrializado o fruto apresenta-se sob forma de sucos engarrafados, de doces, de geléias, de vinho, de vinagre, de

acetona, de concentrado para sorvete, polpa para sucos, ameixa (fruto seco ao sol). O fruto fresco ainda é forragem para animais (SEAGRI, 2009).

As características físicas e químicas dos frutos de umbu são de grande importância para a sua comercialização e manuseio. A aparência externa dos frutos, tais como tamanho, consistência, espessura, forma e coloração da casca são fatores importantes para a aceitabilidade pelos consumidores (COSTA et al., 2004). Sua época da safra vai de dezembro a março, há fartura de frutos e, durante a colheita, ocorre perda considerável de umbu maduro por ser bastante perecível. Como consequência, surgiu a necessidade do desenvolvimento de tecnologia apropriada para doces de polpa de umbu verde, para o aproveitamento de toda a produção e diminuição de perdas para o produtor, além da agregação de valor aos produtos derivados (POLICARPO et al., 2003).

A maturação do fruto é observada quando a cor da sua casca passa do verde ao amarelo. Maduro o fruto cai ao chão, sem danificar-se; deve-se preferir frutos arredondados e com casca lisa. Para consumo imediato o fruto é colhido maduro; para transportar colher o fruto "de vez" (SEAGRI, 2009). A polpa de umbu é caracterizada pela alta acidez, que causa, durante o armazenamento, elevada sinérese no doce. A redução da acidez pode contribuir para a redução da sinérese, e o emprego de agentes com propriedade de evitar este fenômeno, sem prejudicar as características sensoriais, pode ser alternativa interessante para melhorar as características do produto final (MARTINS et al., 2007).

De acordo com Lima (1992) o potencial dessa espécie para exploração sistemática de frutos e raízes é fundamental para dieta do homem e animal, visto que, estes órgãos vegetais são ricos em vitamina C (ácido ascórbico) e sais minerais. A avaliação dos processos de desenvolvimento de um fruto permite estabelecer as bases para definir o ponto mais adequado de colheita e estratégias para sua conservação, visando o aumento da vida útil pós-colheita (MOURA, 2003).

Entre as demandas de pesquisa, ressaltam-se a adequação de tecnologias convencionais e o desenvolvimento de novas tecnologias para o processamento dessa fruta, de forma a promover um aproveitamento mais rentável, mediante a agregação de valor a esse produto (FOLEGATTI et al., 2003).

A existência de plantas, em condições naturais, apresentando caracteres intermediários entre algumas espécies do gênero *Spondias*, indica a viabilidade de cruzamentos naturais e também a presença de fracas barreiras de incompatibilidade

dentro do gênero. (SILVA, 2009). Ao produzir híbridos que possuem entre si os caracteres necessários para obter as combinações especificamente desejadas, os melhoristas de plantas cria populações nas quais a seleção terá maior probabilidade de êxito (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Em se tratando de hibridação, o umbu-cajá, (*Spondias* spp.) árvore pertencente à família Anacardiaceae, é uma frutífera nativa do Nordeste brasileiro ainda em fase de domesticação, originada por possíveis cruzamentos naturais entre o cajá (*Spondias mombin*) e o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) que apresenta acentuada variabilidade em função das variações morfológicas entre folhas e frutos (LIMA et al., 2002; PIRES, 1990; SANTOS, 1992).

De acordo com Santos et al. (1999) a existência de híbridos de plantas, em condições naturais, apresentando caracteres intermediários entre algumas espécies do gênero, o que indica não apenas a viabilidade de cruzamentos naturais, mas também a presença de fracas barreiras de incompatibilidade dentro do gênero. Os frutos possuem excelente sabor e aroma, boa aparência e qualidade nutritiva, sendo muito consumido na forma *in natura*, apresentando rendimento médio de 55 a 65% em polpa, com potencial para utilização na forma processada como polpa congelada, sucos, néctares e sorvetes (LIMA, 2002).

O fruto do umbu-cajá assume posição de destaque no tocante ao aspecto comercial em função do aroma, sabor e palatabilidade que oferece ao ser degustado nas mais variadas formas (NORONHA et al.2000). O fruto é caracterizado como uma drupa arredondada, de cor amarela, casca fina e lisa, com endocarpo (caroço) grande, branco, saboroso e enrugado, localizado na parte central do fruto, no interior do qual se encontram os lóculos, que podem ou não conter uma semente. A umbu-cajazeira apresenta cerca de 90% dos endocarpos desprovidos de sementes (Souza et al., 1997).

A crescente demanda pelos frutos das *Spondias* e seus produtos processados vem aumentando e pode contribuir para a economia da Região Nordeste, se cultivados de forma racional. O interesse nesses frutos e em seus produtos pode significar um fornecimento regular para o mercado interno e externo, além de representar mais uma fonte de renda para os médios e pequenos produtores da região. Aliado a isso, hoje se torna necessário o incentivo ao cultivo e preservação dessas espécies, tendo em vista o risco da ameaça de extinção em virtude da implantação de pastagem e outras atividades do uso do solo de forma

estrativista em áreas onde crescem de forma natural, colocando em risco sua variabilidade genética se nada for realizado nesse sentido. Dentre as árvores frutíferas das regiões Norte e Nordeste, a cajazeira, cirigueleira, umbu e o umbu-cajá representam considerável importância social e econômica, devido à crescente comercialização de seus frutos e produtos processados. Além da importância regional, os frutos vêm apresentando um relevante destaque no agronegócio brasileiro, com o desenvolvimento de novos produtos e a comercialização em maior escala de sua polpa (SACRAMENTO e SOUZA, 2000; GOMES et al., 2006).

## **2.2. Transformações durante a maturação e amadurecimento**

Os frutos, por serem organismos biologicamente vivos, passam por uma série de transformações endógenas durante o seu processo de desenvolvimento, resultante do seu metabolismo (AWAD, 1993).

O conhecimento do estágio de maturação adequado é importante para o planejamento da colheita. Portanto, conhecer o comportamento das curvas de maturação para diferentes períodos do ciclo de desenvolvimento, permitindo a estimativa do teor de sólidos solúveis, e assim determinar o melhor estágio de maturação para a colheita (JUNIOR et al., 1997). Vários critérios têm sido utilizados na determinação da maturidade de frutos, baseados no aspecto aparente (tamanho, diâmetro, cor, etc.) e na composição química (sólidos solúveis, acidez titulável, etc.) do produto na época da colheita (MARTINS, et al., 2003).

A maturação é a fase do desenvolvimento na qual podem ocorrer perdas consideráveis devido ao manuseio impróprio, podendo-se obter maior benefício econômico com a redução dessas perdas que com o aumento de produção (AWAD, 1993). Durante a maturação dos frutos ocorre aumento do conteúdo de sólidos solúveis totais, principalmente devido à biossíntese de açúcares solúveis, atribuídos, principalmente, a hidrólise de carboidratos de reserva, como o amido (SIGRIST, 1988).

O fruto quando amadurecido, torna-se mais palatável devido ao desenvolvimento de sabores e odores específicos como, por exemplo, aumento da doçura e diminuição da acidez (COOMBE, 1976). O fruto quando apresenta o amadurecimento pleno enfraquece a camada de abscisão do pecíolo ocorrendo à preparação para a liberação do fruto da planta (Martins et al. 2003).

Os açúcares solúveis mais comuns nos frutos são a frutose, glicose e sacarose, que juntamente com os ácidos orgânicos fornecem a maior contribuição para o sabor do fruto, sendo também usados como substratos da respiração (SEYMOUR et al., 1993). A qualidade e o potencial de armazenamento de frutos são influenciados pelo estágio de maturação em que são colhidos. Em termos de pós-colheita, a maturação ótima é o estágio de desenvolvimento no momento da colheita, que assegure o amadurecimento e a manutenção da qualidade por o máximo período possível (KAYS, 1997).

O aproveitamento socioeconômico e a demanda de pesquisas de espécies frutíferas nativas, como o cajá-umbu, têm sido inibidos tanto pela forte pressão do mercado consumidor de frutas tradicionais de clima tropical e subtropical, já adaptadas, como também pelo mercado de frutas de clima temperado, aclimatadas (JUNIOR et al. 2005).

### **2.3. Fisiologia Pós-Colheita**

Depois de colhidas, as frutas são submetidas a condições que favorecem sua deterioração porque perde o suprimento de água e nutrientes que recebiam da planta mãe. Como seres vivos, permanecem respirando e transpirando, o que culminará em perdas importantes de qualidade. Para se controlar esses processos é necessário o conhecimento da sua natureza, fisiologia e comportamento no ambiente em que está armazenado (ARIAS, 1998).

Chitarra e Chitarra (2005) definem qualidade ótima para consumo de um produto hortícola como “aquela atingida num determinado grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento em que a combinação de atributos físicos e componentes químicos tem o máximo de aceitação pelo consumidor”. Para a maioria dos consumidores o que determina o grau de aceitação é a qualidade sensorial, ou seja, características que possibilitam perceber uma sensação agradável ao se consumir um produto. Esta sensação deve-se, prioritariamente, aos aspectos gustativos (acidez, doçura, textura, aroma) e visuais (cor, defeitos, formato). A manifestação de todas essas características num fruto é função das transformações que ocorrem nos seus componentes químicos durante as diferentes fases de seu desenvolvimento e maturação.

Durante a maturação ocorre uma série de eventos bioquímicos e estruturais que provocam mudanças nos componentes químicos que torna o fruto atrativo para o consumo. As principais mudanças relacionam-se a carboidratos, ácidos orgânicos, compostos voláteis e pigmentos (AWAD, 1993; CARVALHO, 2002).

A qualidade e o potencial de armazenamento de frutos são influenciados pelo estágio de maturação em que são colhidos. Em termos de pós-colheita, a maturação ótima é o estágio de desenvolvimento no momento da colheita, que assegure o amadurecimento e a manutenção da qualidade por o máximo período possível (KAYS, 1997). A maturação, no entanto, somente pode ser compreendida através do amplo conhecimento da fisiologia do fruto e ambos servem como base para o desenvolvimento de tecnologias de conservação pós-colheita que assegurem ampliar a vida útil pós-colheita dos frutos, permitindo a agregação de valor e a competitividade da produção dessas espécies e, assim, o aumento do valor econômico e social que as mesmas têm para a região. O conhecimento sobre o desenvolvimento e fisiologia dessas fruteiras nativas pode contribuir também para elevar os níveis de produtividade e busca de novos mercados.

O desenvolvimento de estudos relacionados a fisiologia e a bioquímica pós-colheita de frutos de Spondias, até então, vem permitindo grandes avanços no sentido de aportar conhecimento científico a esse gênero de elevada importância sócio-econômica e potencialmente comercialmente importantes, para a região Nordeste e para o país, e pode viabilizar uma base sólida para o desenvolvimento de tecnologias pós-colheita para as mesmas, bem como abrir possibilidades de mercado para frutas não-tradicionais e exóticas.

#### **2.4. Aspecto de Qualidade**

Os atributos de qualidade em frutos são de fundamental importância para o desenvolvimento de técnicas de manuseio pós-colheita, assim como para boa aceitação do produto por parte do consumidor (JÚNIOR, 2008).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), os requisitos de qualidade de um produto hortícola são agrupados em categorias (sensoriais, rendimento, valor nutritivo e segurança), devendo ser considerados em conjunto não só para satisfazer a necessidade do consumidor, como também, para proteção da saúde pública.

As principais características qualitativas estudadas em pós-colheita de frutos são: a firmeza de polpa, que indica a resistência ao transporte, assim como a vida útil em prateleira (Menezes, et al., 1998). Para Moura (2003), a avaliação dos processos de desenvolvimento de um fruto permite estabelecer as bases para definir o ponto mais adequado de colheita e estratégias para sua conservação, visando o aumento da vida útil pós-colheita.

#### **2.4.1. Sólidos solúveis (SS)**

O teor de sólidos solúveis (SS), tradicionalmente é utilizado para expressar o teor de açúcares dos frutos. Tem sido usado como índice de maturidade para alguns frutos e indicam a quantidade de sólidos que se encontram dissolvidos no suco (JUNIOR et al., 1997).

O teor de sólidos solúveis é uma medida indireta do conteúdo de açúcares, pois seu valor aumenta à medida que estes vão se acumulando no fruto. No entanto, a sua determinação não representa o teor exato de açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas no conteúdo celular (vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos), apesar de os açúcares serem os mais representativos e poderem constituir até 85-90% destes (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Os sólidos solúveis (SS) abrangem compostos solúveis em água e impactantes na determinação da qualidade do fruto. O conteúdo de SS dá um indicativo da quantidade de açúcares existente na fruta, considerando outros compostos, embora em mais reduzidas proporções, também façam parte a exemplo dos ácidos, vitaminas e aminoácidos (KLUGE, 2002). O conteúdo de açúcares é um bom indicativo do estado de maturação, sendo o clima um dos fatores que mais influem no acúmulo de açúcares (JUNIOR et al., 1997).

#### **2.4.2. Acidez Titulável (AT)**

O teor de ácidos de um fruto é dado pela Acidez Titulável (AT), medida num extrato da fruta, por titulação com hidróxido de sódio de todos os ácidos presentes (KLUGE, 2002). São numerosos os compostos ácidos, os quais também apresentam natureza química variada, os mais abundantes entre frutas são cítricos e o málico

havendo predominância de outros de acordo com a espécie (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A acidez em vegetais é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais de ésteres, glicosídeos. Os mais abundantes em frutas são o cítrico e o málico, havendo predominância desses ou de outros, de acordo com a espécie (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

#### **2.4.3 Relação Sólidos Solúveis e Acidez Titulável- SS/AT**

A relação SS/AT é o índice mais representativo do grau de maturidade dos frutos, também denominado índice de palatabilidade, tem sido associado ao estágio de maturidade fisiológica dos frutos. A sua palatabilidade caracterizada pelo sabor predominante. O fruto quando amadurecido, torna-se mais palatável devido ao desenvolvimento de sabores e odores específicos como, por exemplo, aumento da doçura e diminuição da acidez (COOMBE, 1976).

A relação SS/AT indica o grau de doçura de um fruto ou de seu produto evidenciando qual o sabor predominante, o doce ou o ácido, ou ainda se há equilíbrio entre eles (JÚNIOR, 2008). A relação SS/AT propicia uma boa avaliação do sabor dos frutos, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares e de acidez (PINTO et al. 2003). Com o amadurecimento, a acidez diminui até atingir um conteúdo tal que, juntamente com os açúcares, dá à fruta o seu sabor característico, que varia com a espécie (BLEINROTH, 1984).

#### **2.4.4. Ácido ascórbico**

A vitamina C é encontrada largamente nos frutos e hortaliças e recebe o nome de ácido ascórbico (forma reduzida), sendo o ácido ascórbico a sua forma principal e biologicamente ativa. Após oxidar-se, o ácido ascórbico transforma-se em ácido de hidroascórbico, que também é ativo. Essa oxidação se dá pela ação da enzima ácido ascórbico oxidase. O ácido ascórbico é hidrossolúvel reconhecidamente agindo contra os radicais livres, participando ainda da regeneração da forma reduzida e antioxidante da vitamina E. O ácido ascórbico é necessário *in vivo* como cofator de várias enzimas, sendo as mais conhecidas a

prodina – hidroxilase e a lisina- hidroxilase, envolvidas na biossíntese do colágeno (HALLIWELL e GUTTERIDGE, 1985). Segundo Aldrigue et al. (2002), o ácido ascórbico (vitamina C) tem função muito importante devido à sua ação fortemente redutora. É largamente empregado como agente antioxidante para estabilizar a cor e o aroma do alimento. Além do emprego como conservante, é utilizado pelo enriquecimento de alimentos ou restauração, a níveis normais, do valor nutricional perdido durante o processamento.

O ácido ascórbico é um antioxidante largamente conhecido, não é produzido pelo organismo humano e, por isso, necessitando estar presente na alimentação diária. A busca por antioxidante de ocorrência natural vem aumentando nos últimos anos, por possibilitarem alternativas para a substituição com eliminação do uso de antioxidantes sintéticos em diversos setores (MOREIRA, 1999).

Tendo em vista que o processamento de frutas, representa ainda um pequeno percentual da cadeia alimentar, sendo a maior parte da produção comercializada na forma in natura, pesquisas sobre desenvolvimento de novos produtos de frutas tropicais, geralmente mais ricas em vitamina C e outros compostos antioxidantes, devem ser estimulados para que possam desenvolvimento políticas públicas que viabilizem plantios comerciais destas frutas, permitindo assim um melhor aproveitamento, distribuição e comercialização.

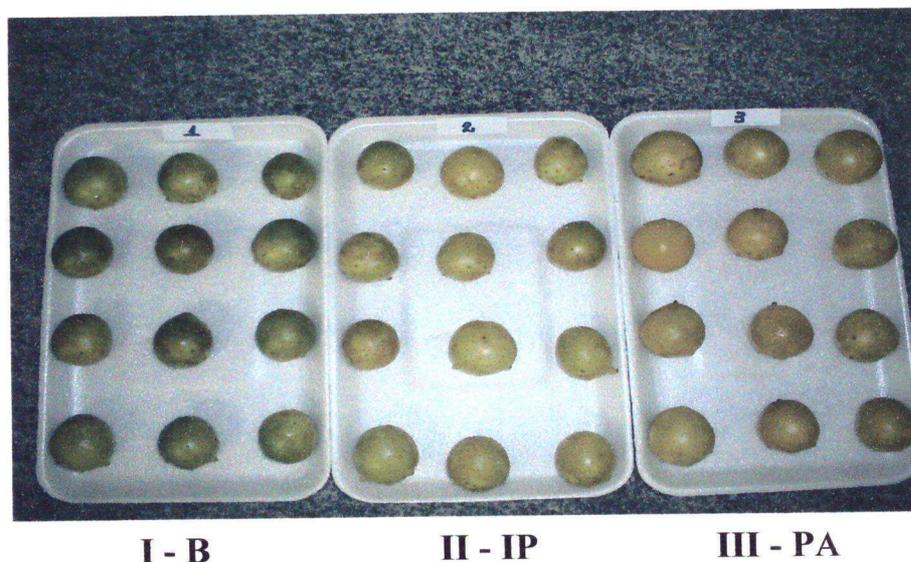
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Condução do Experimento.

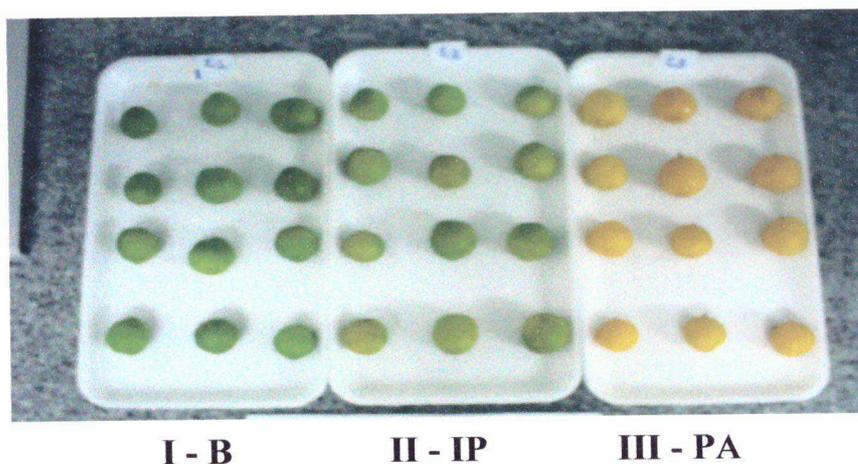
O presente trabalho foi realizado nas dependências do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar/Unidade Acadêmica de Agronomia e Tecnologia de Alimentos, Pombal- PB, cujas coordenadas geográficas são Latitude Sul: 06° 46` e Longitude Oeste 37° 48`.

Os frutos de umbu e umbu-cajá foram coletados de diferentes plantas no município de Pombal e Paulista - PB, respectivamente e avaliados quanto às características físicas e físico-químicas. Foram avaliados três estádios de maturação para cada fruto do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá, onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Figura 1 e 2) análises foram realizadas no Laboratório da Unidade Acadêmica de Agronomia e Tecnologia de Alimentos (UFCEG/UATA).

Os frutos foram colhidos manualmente no período da manhã. Após a colheita, os frutos correspondentes para cada estágio de maturação, foram levados ao Laboratório da UATA. Instalou-se um delineamento inteiramente casualizado, com 36 frutos/estádio para as avaliações físicas. Para as avaliações físicas cada fruto representava uma repetição, ou seja, foram 36 repetições. Para as avaliações físico-químicas as parcelas eram composta de 12 frutos/parcela, com 3 (três) repetições para cada estágio de maturação, totalizando 36 frutos por estágio de maturação. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados através da análise de variância. Os dados submetidos ao teste de médias, empregado o Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 1.** Estádios de maturação e colheita para frutos do gênero Spondias: umbu, Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA). (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).



**Figura 2.** Estádios de maturação e colheita para frutos do gênero Spondias: umbucajá, Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA). (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).

## 3.2. Avaliações

### 3.2.1. Avaliações físicas

A caracterização física dos frutos foi avaliada através das seguintes características:

**Matéria fresca fruto** (g): determinado através de pesagem individual de cada fruto em balança semi-analítica;

**Diâmetro do fruto, Comprimento do fruto** (mm): serão determinados através de medições diretas com auxílio de paquímetro, colocando-o em posição perpendicular e paralela aos eixos do fruto;

**Volume** (cm<sup>3</sup>): sendo o volume de água deslocado pelo fruto, medido através de leitura da graduação da proveta;

**Densidade** (g/cm<sup>3</sup>): calculado através da razão entre a massa fresca do fruto e o volume.

**Rendimento** (% de polpa, casca e sementes): medição do peso de cada componente relacionada ao peso total do fruto obtida em balança semi-analítica;

### 3.2.2. Avaliações físico-químicas

A caracterização físico-química dos frutos foi estabelecida através das seguintes características:

**Sólidos Solúveis** (SS, %): determinados com refratômetro digital (KRÜSS-OPTRONIC, HAMBURGO, ALEMANHA), segundo AOAC (1984);

**Acidez Titulável** (AT, ácido cítrico. 100<sup>-1</sup>g): por titulometria com NaOH 0,1N, segundo Instituto Adolfo Lutz (1985) e expressa em ácido cítrico;

**Relação SS/AT**: relação entre os SS e AT;

**pH**: determinado com potenciômetro digital (HANNA, SINGAPURA), conforme técnica da Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1984);

**Ácido Ascórbico** (mg.100<sup>-1</sup>g): Determinada por método titulométrico que dosou o ácido ascórbico presente na solução preparada a partir de 1 g de polpa

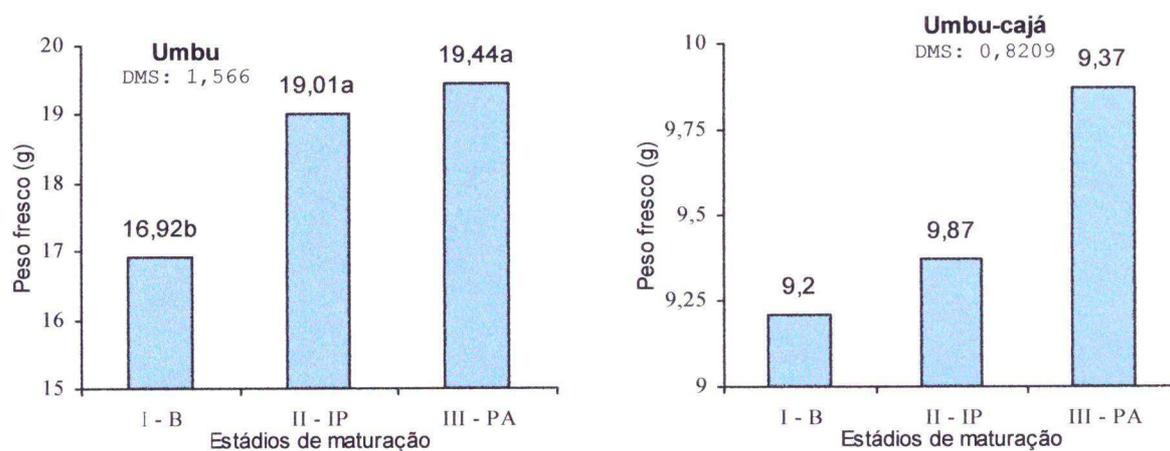
desintegrada, diluída em 30 ml de ácido oxálico a 0,5% com 2,6 diclorofenol indofenol (DFI) a 0,2% (AOAC, 1992).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Avaliações físicas

**Peso fresco (g)** – Observou-se que, para o efeito analisado (estádio de maturação) significância apenas para o umbu ( $P \leq 0,01$ ). O peso em spondias é uma das formas a de quantificação do rendimento em polpa utilizada no processamento. De acordo com a figura 3 pode-se observar que houve um aumento no peso fresco dos frutos do estágio I (16,92) para o estágio III (19,44), para o umbu. Para os três estádios avaliados para o umbu-cajá, não houve diferença significativa com relação ao peso fresco, podendo ser decorrente da falta de uniformidade no tamanho dos frutos. Observou-se também que os frutos do gênero Spondias: umbu-cajá apresentou peso fresco inferior ao umbu, constatando-se uma diferença em torno da metade do peso fresco do umbu (Figura 3). De acordo com Kays (1997), diversos fatores influenciam na fisiologia e nas características físicas e físico-químicas de frutos, dentre os quais se destacam a constituição genética, condições edafoclimáticas, estágio de maturação, tratos culturais e tratamento pós-colheita.

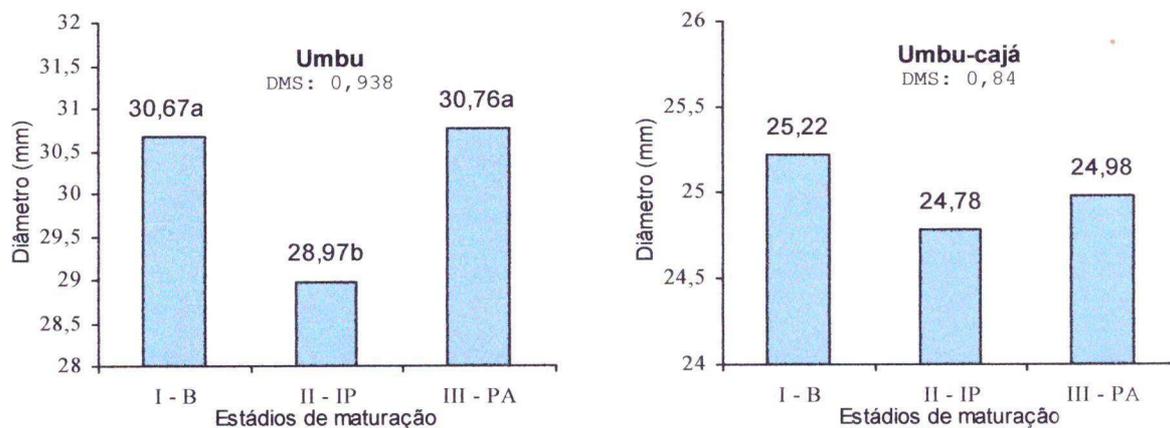
Martins et al. (2003) trabalhando com spondias do brejo paraibano observou um peso médio atingido após a maturação de 13,95g. O aumento gradativo do peso durante o desenvolvimento ocorre, possivelmente, devido a grande quantidade de fotoassimilados, açúcares e carboidratos acumulados (CARVALHO E NAKAGAWA, 2000). Silva e Alves (2008), afirmam que a maturação é caracterizada por uma desaceleração da taxa de crescimento, onde os frutos apresentam taxas mais baixa de aumento de comprimento e diâmetro, e acúmulo de pesos fresco e seco.



\*\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

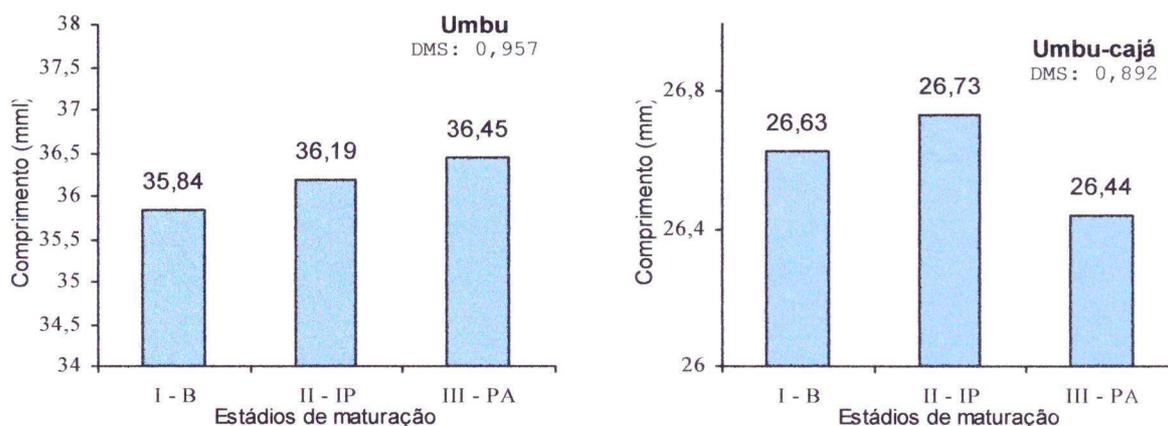
**Figura 3.** Valores médios de peso fresco (g) do gênero *Spondias*: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).

**Diâmetro e Comprimento** – De acordo com os resultados, verificou-se efeito significativo para o diâmetro ( $P \leq 1$ ), para os frutos do umbuzeiro nos três estádios de maturação, enquanto que os frutos da umbucajazeira não apresentaram diferenças significativas para a variável avaliada (Figura 4). Para o comprimento não foram observados efeitos significativos para as duas espécies do mesmo gênero avaliadas. Os frutos apresentavam tamanhos medindo entre 28,97 (Estádio II) a 30,76 (Estádio III) mm de diâmetro e 35,84 (Estádio I) e 36,45 (Estádio III) mm de comprimento, para os frutos do umbuzeiro. Enquanto que, os frutos da umbucajazeira apresentavam tamanhos medindo entre 24,78 (Estádio II) a 25,52 (Estádio I) mm de diâmetro e 26,44 (Estádio III) e 26,73 (Estádio II) mm de comprimento (Figuras 4 e 5). Em alguns trabalhos realizados com *spondias*, tem-se verificado que o padrão de crescimento é do tipo acumulativo retratando um modelo de crescimento sigmóidal simples. O crescimento primário de frutos é devido principalmente a um aumento em volume de célula (HULME, 1970). O período de crescimento é caracterizado pela máxima atividade celular, aumento do volume pigmentação verde intenso e imaturidade fisiológica (RYALL e LIPTON, 1983). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) a expansão celular pode continuar até o amadurecimento.



\*\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Figura 4.** Valores médios de diâmetro (mm) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).



**Figura 5.** Valores médios de comprimento (mm) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).

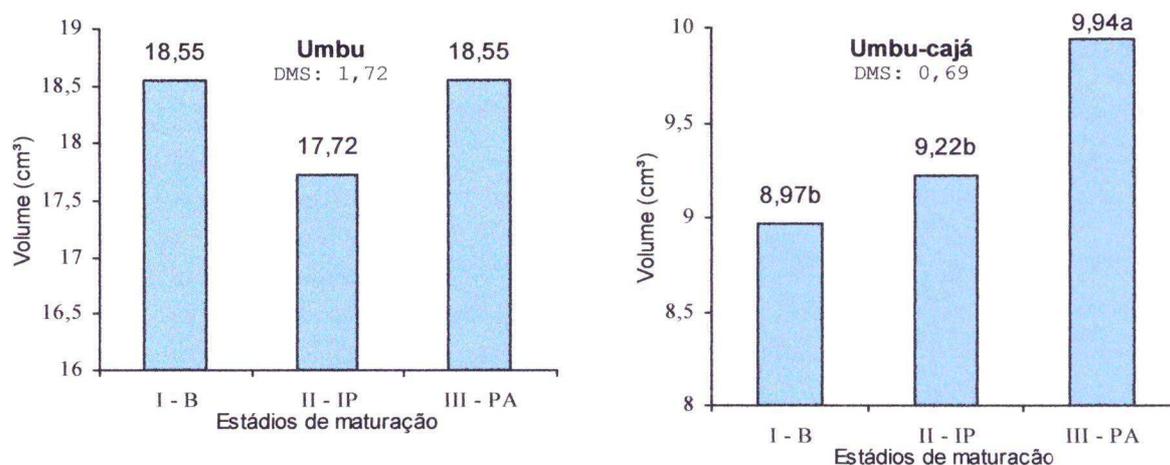
### Volume e Densidade

Verificou-se um aumento significativo no volume dos frutos de umbu-cajá ( $P \leq 0,01$ ). Os frutos tiveram uma variação de 8,22 a 9,94 cm<sup>3</sup>. Entretanto, para a

densidade o mesmo fruto não apresentou efeito significativo, apresentando valores entre 0,99 a 1,03 g/cm<sup>3</sup>. Os frutos do umbu não apresentaram efeito significativo para o volume. Detectando efeito significativo para a densidade. Para o volume os valores variaram de 17,72 a 18,55 e de 0,97 a 1,053 para densidade (Figuras 6 e 7).

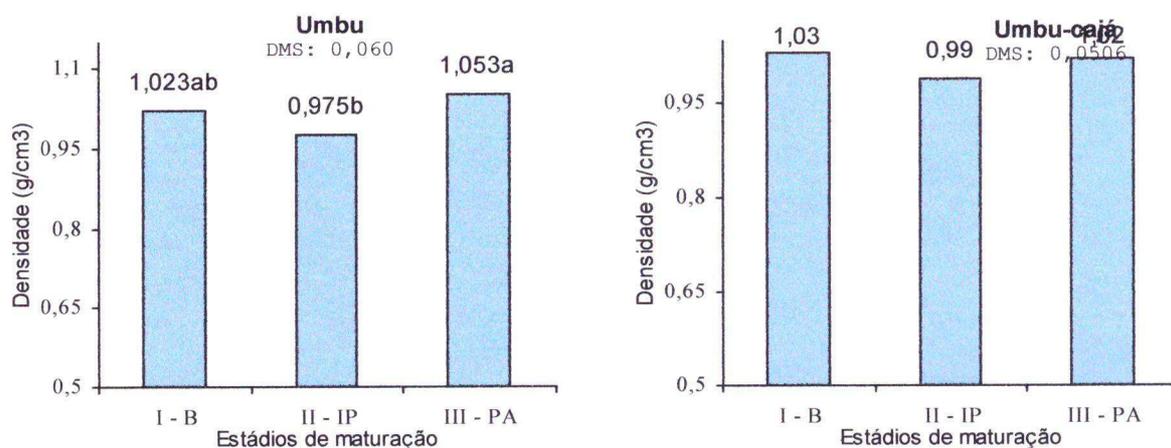
Frutos apresentam o maior volume para depois decrescer com avanço da maturação, o que indica uma leve redução na matéria sólida do produto (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Frutos sadios possuem uma densidade menor que a da água, a seleção de frutos pode ser facilitada levando-se em consideração o comportamento de frutos estragados imersos em água. Lima et al., (1999) em estudo com pêssegos observaram que frutos com densidade próxima ou igual a 1,00g/cm<sup>3</sup> não apresentam nenhuma alteração física.

O aumento do volume dos frutos é proporcionado pelo aumento do número e tamanho das células, as quais são constituídas inicialmente de protoplasmas e, na seqüência do crescimento, formação dos vacúolos e acúmulo de carboidratos e outros compostos (COOMBE, 1976).



\*\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Figura 6.** Valores médios de volume (cm<sup>3</sup>) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).

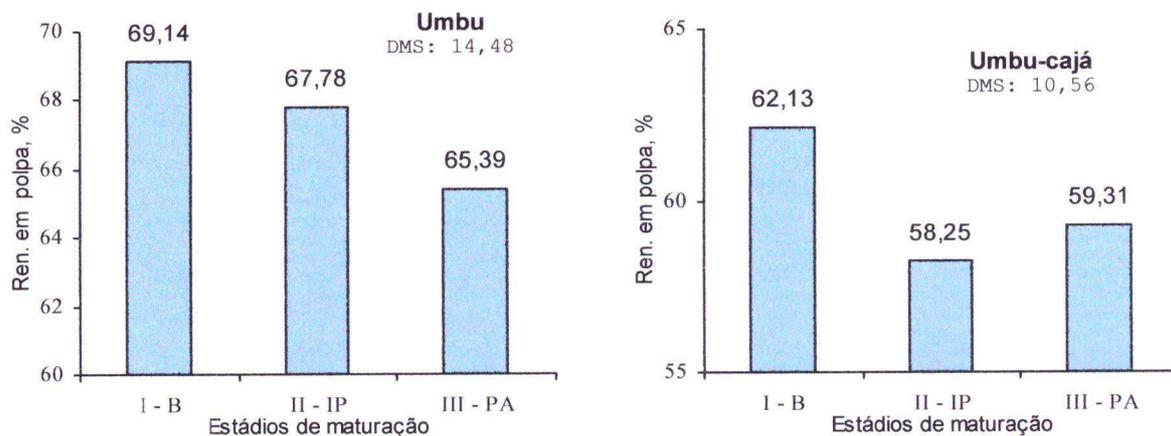


\*\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Figura 7.** Valores médios de densidade ( $\text{g/cm}^3$ ) de frutos do gênero *Spondias*: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).

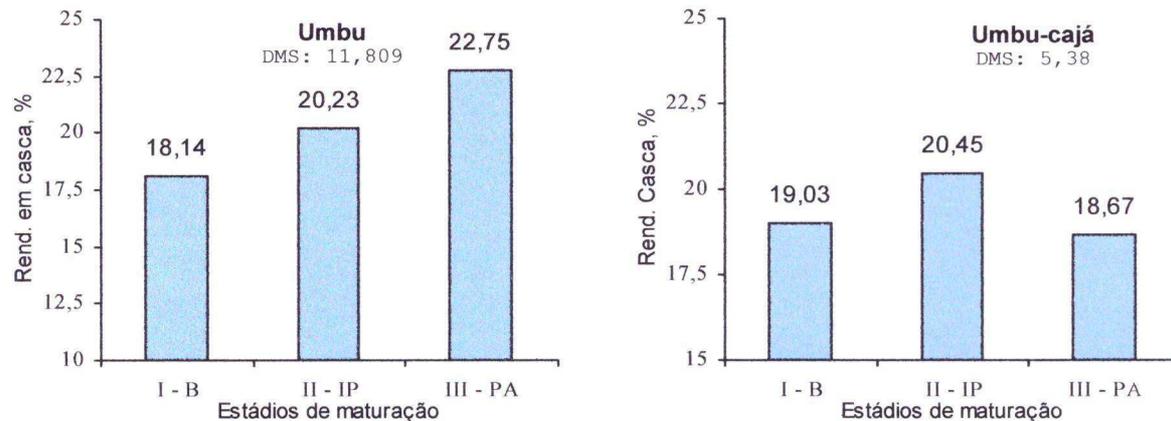
**Rendimento (polpa, casca e semente).** As características físicas, relacionadas ao rendimento fornecem importantes informações quanto ao aproveitamento industrial dos frutos. Em geral o rendimento em casca e semente foi inversamente proporcional ao rendimento de polpa (Figuras 8, 9 e 10) para dois tipos de frutas avaliadas (umbu e umbu-cajá). Verificando efeito não significativo para os estádios de maturação avaliados para os frutos de umbu e umbu-cajá, com relação aos valores de rendimento (polpa, casca e semente).

Para o umbu-cajá a avaliação do rendimento de polpa, demonstrou valores de 58,25 a 52,13%, para o umbu-cajá e 65,39 a 69,14%, para o umbu. O rendimento de polpa é um parâmetro de qualidade importante para a indústria de produtos concentrados (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

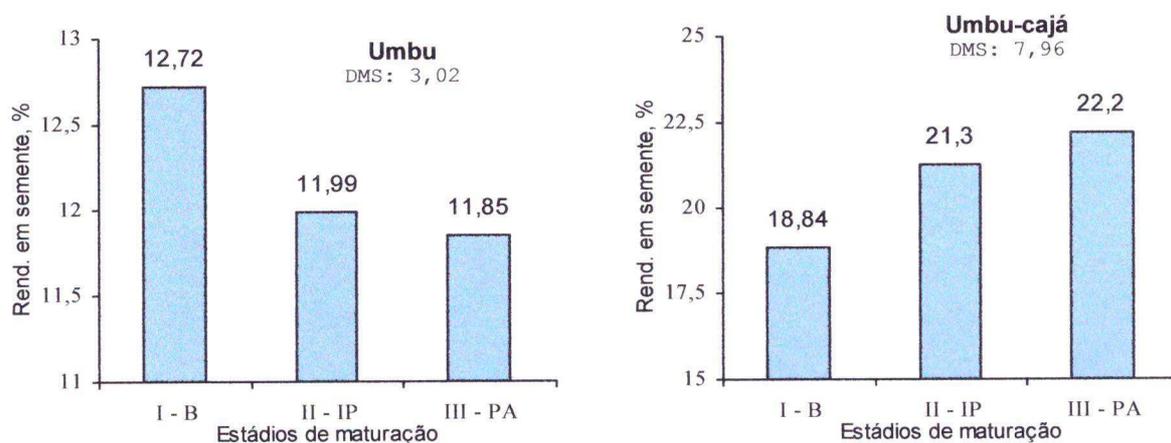


\*\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Figura 8.** Valores médios de rendimento de polpa (%) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).



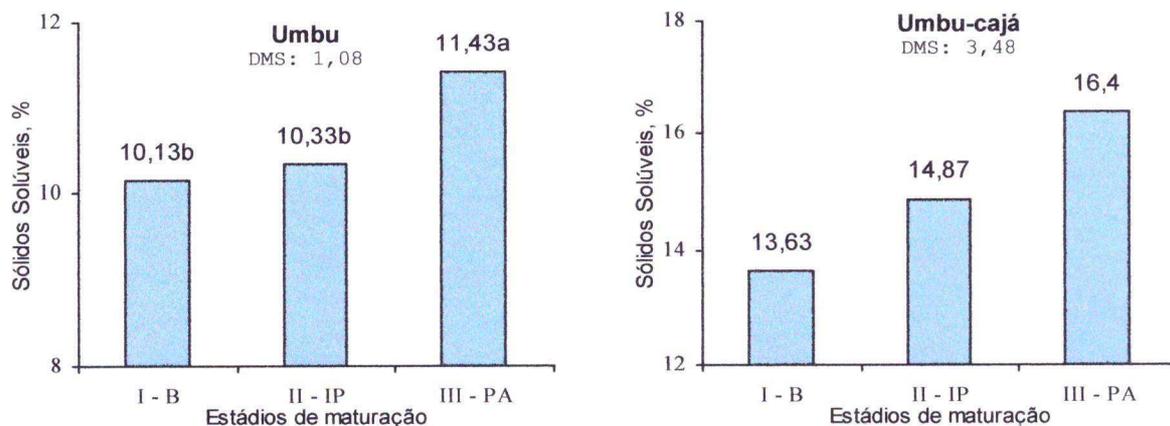
**Figura 9.** Valores médios de rendimento de casca (%) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).



**Figura 10.** Valores médios de rendimento de semente (%) de frutos do gênero *Spondias*: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).

#### 4.2. Avaliações físico-químicas

**Sólidos Solúveis** – Em *Spondias* os sólidos solúveis expressam o conteúdo de açúcares e são representados pela glicose, frutose e sacarose. O acúmulo de açúcares durante o desenvolvimento de spondias é de importância para a qualidade dos frutos por que participam da formação de um melhor índice de palatabilidade, como também por influenciarem para o processamento de polpas. Observou-se efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) para os frutos de umbu, enquanto que para o umbu-cajá não foi detectado efeito significativo para a variável avaliada. Verificando que, para cada estágio de maturação o conteúdo de SS solúveis apresentou oscilação, constatando aumento do teor de SS com o avanço da maturação. Observando maior teor de sólidos solúveis para o estágio PA, com 11,43 % de SS (umbu) e 16,40% (umbu-cajá) (Figura 11). De acordo com Tucker (1993) a pouca variação no teor de sólidos solúveis durante o armazenamento de alguns frutos pode ser devido à pequena concentração de amido para conversão em açúcares solúveis. Vários fatores estão relacionados com o teor de SS, dentre eles, estágio de maturação, condições edafoclimáticas. De acordo com CHITARRA e CHITARRA, 2005 o teor de sólidos solúveis atinge o máximo no final da maturação, conferindo ótima qualidade ao fruto.



\*\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

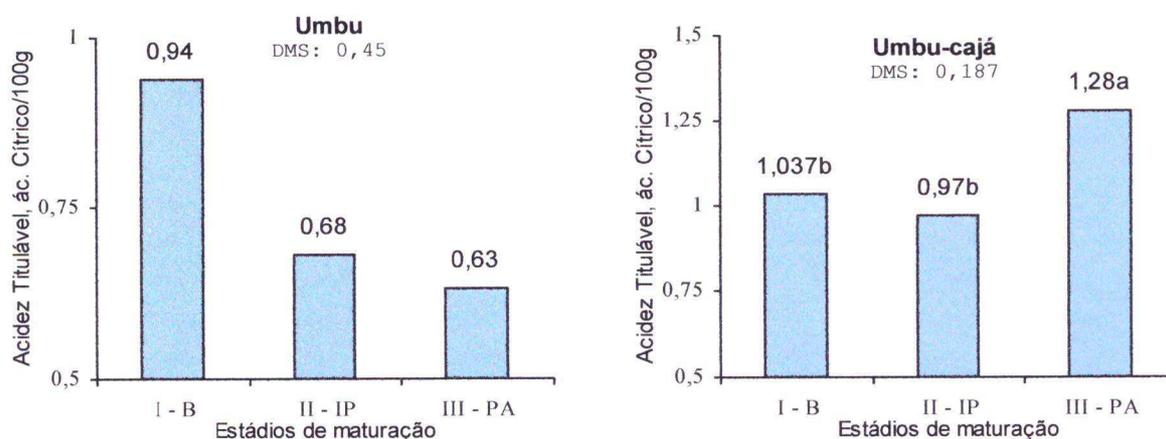
**Figura 11.** Valores médios de sólidos solúveis (SS, %) do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).

**Acidez Titulável e pH** – De acordo com a figura 12, verificou-se que a acidez titulável dos frutos avaliados variou entre 0,63 a 0,94 % de ácido cítrico para o umbu e de 0,972 a 1,28 % de ácido cítrico para o umbu-cajá. Observando significância para o efeito estádios de maturação apenas para os frutos do umbu-cajá. Verificou-se também que o teor de acidez para os três estádios de maturação foi crescente com a maturação, apenas para o umbu. No entanto, esses valores detectados nesse experimento contribuíram para a qualidade desses frutos, principalmente no aspecto sabor. A perda de acidez é considerada por Silva et al (1998) como desejável em grande parte dos frutos e importante para o processo de amadurecimento, onde são provavelmente convertidos em açúcares. A umbu-cajazeira com aroma agradável e atrativo, na maioria dos casos os frutos apresentam acidez elevada, constatando-se considerável variabilidade em sua forma, tamanho, cor, sabor e aroma, sendo possível selecionar genótipos promissores comercialmente.

Para Chitarra e Chitarra, (2000) na maioria dos frutos, observa-se um decréscimo no teor de ácidos orgânicos durante o armazenamento, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares.

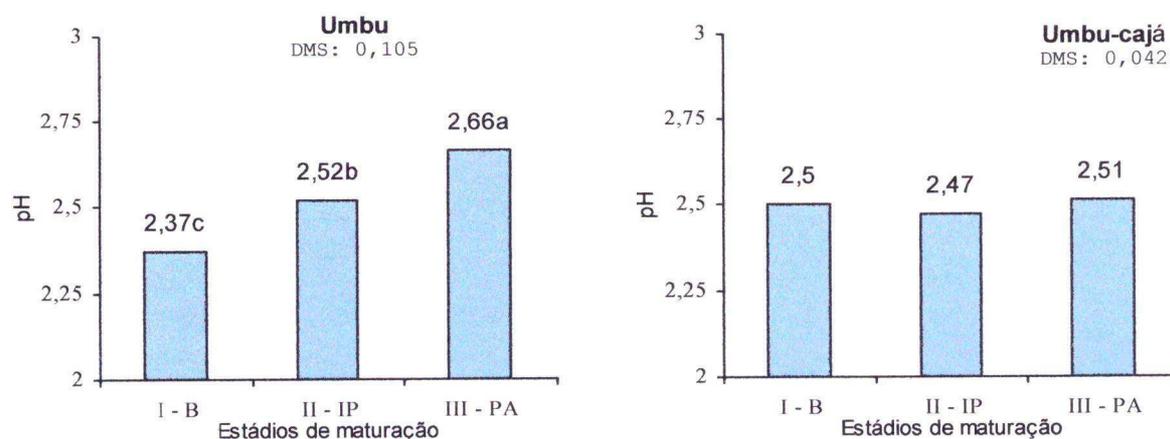
O pH dos frutos do umbu foram significativos para efeito avaliado (estádio de maturação,  $P \leq 0,01$ ). Os frutos do umbu para os três estádios de maturação avaliados apresentaram valores de pH variando entre 2,37 a 2,66 (Figura 13). Para o pH dos frutos do umbu-cajá foram não significativos para efeito avaliado (estádio de maturação). Os frutos do umbu-cajá para os três estádios de maturação avaliados apresentaram valores de pH variando entre 2,47 a 2,51 (Figura 13). Observando-se neste experimento que os valores de pH são inversamente proporcionais aos baixos teores de acidez titulável.

Com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente a acidez, entretanto em alguns casos há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação (CHITARRA e CHITARRA, 2005).



\*\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

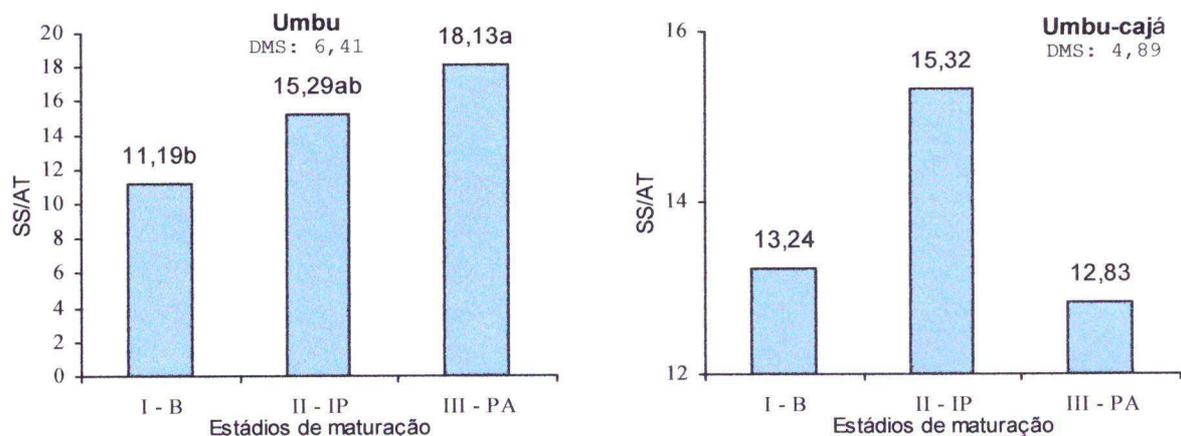
**Figura 12.** Valores médios de acidez titulável (AT, ácido cítrico.  $100^{-1}g$ ) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).



\*\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Figura 13.** Valores médios de pH de frutos do gênero *Spondias*: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).

**Relação SS/AT** – Verificou-se efeito não significativo para a relação SS/AT, para os frutos do umbu-cajá nos três estádios de maturação. Enquanto que, os frutos do umbu apresentaram efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ), para os três estádios de maturação avaliados. A relação do SS/AT aumentou significativamente de 11,19 para 18,13%, para o umbu. Enquanto que, os valores de para o umbu-cajá variaram de 12,83 a 15,32 % (Figura 14). Essa variável é uma das formas mais utilizadas, para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, dando uma boa idéia do equilíbrio entre esses dois componentes (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

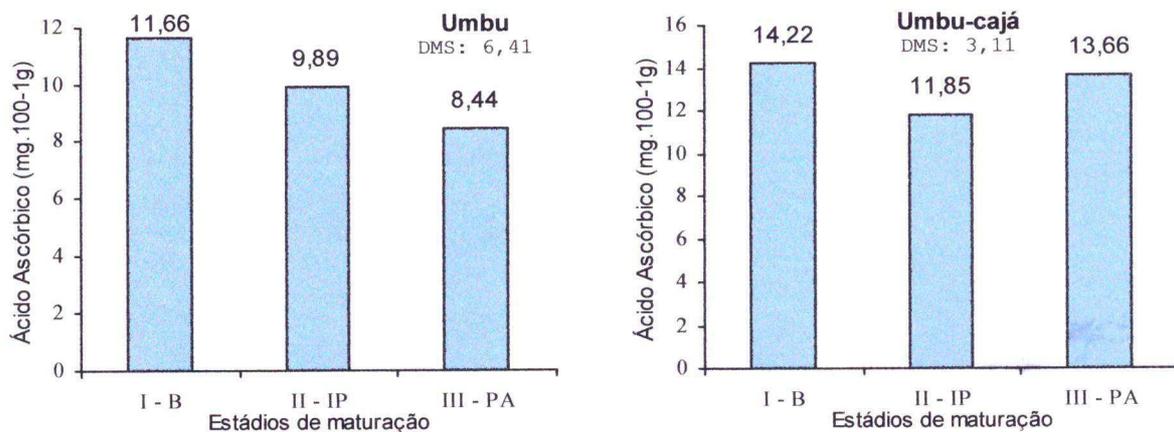


\*\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

**Figura 14.** Valores médios da relação SS/AT de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).

**Ácido Ascórbico** - Para o ácido ascórbico, verificou-se efeito não significativo para os estádios de maturação avaliado para o umbu e o umbu-cajá, observando que os maiores teores foram encontrados para o estágio I (B) – 14,33, para os frutos do umbu-cajá e para o estágio III (PA) – 15,45, para os frutos do umbu, entretanto estes valores não diferiram estatisticamente entre si, para as análises individuais para cada fruto. Martins et al (2003) trabalhando com ciruelas, verificou que não houve diferenças significativas quanto aos estádios de maturação. A perda da vitamina C com o amadurecimento dos frutos é resultado da ação da enzima ácido-ascórbico-oxidase que apresenta maior atividade em frutos maduros do que verdes (BUTT, 1980).

Mercado-Silva et al. (1998), o aumento no teor de ácido ascórbico durante o início do amadurecimento está associado ao aumento da síntese de intermediários metabólicos, os quais são precursores do ácido ascórbico. A degradação de polissacarídeos da parede celular possivelmente resulta em um aumento da galactose que é um dos precursores da biossíntese do ácido ascórbico (WHEELER et al., 1998; SMIRNOFF et al., 2001).



**Figura 15.** Valores médios de ácido ascórbico ( $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{g}$ ) de frutos do gênero Spondias: umbu e umbu-cajá em três estádios de maturação. Onde: estágio I - frutos com quebra da coloração verde - Breaker (B); estágio II - frutos com início da pigmentação amarela (IP); estágio III – fruto com predominância do amarelo (PA) (Laboratório da UATA, Pombal, 2009).

## 5. CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado conclui-se:

- O estágio de maturação PA (predominância do amarelo) para os dois tipos de frutos avaliados apresentou os maiores teores de sólidos solúveis, sendo o estágio de maturação mais indicado para o processamento de polpa, sucos, etc;
- O melhor estágio de maturação para a colheita tomando como base o consumo imediato e/ou industrialização também é o PA (predominância do amarelo);
- As avaliações físicas não apresentaram efeitos significativos consideráveis para os frutos avaliados nos três estádios de maturação, constatando que estes já apresentavam seu pleno desenvolvimento em expansão celular;
- Verificou-se que os estádios de maturação influenciaram para alguns aspectos de qualidade, para os tipos de frutos em estudo.

## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Analytical Chemists** Ed. 12, Washington, OC, 1992, 1014p.

AMARAL, V. B.; SOUZA, S. C. A.; MORAIS, F.; BARBOSA, C. M.; SALES, H. R.;

VELOSO, M. D. M.; NUNES, Y. F. R. Biometria de Frutos e Sementes de Umbuzeiro, *Spondias tuberosa* A. Camara (Anacardiaceae), Norte de Minas Gerais- MG. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.

ARAÚJO, FRANCISCO PINHEIRO de; **Potencialidades de Fruteiras da Caatinga**. XXVII Reunião Nordestina de Botânica. Petrolina, 22 a 25 de março de 2004.

ARIAS, C. J. Importância de la tecnologia poscosecha. In: **Manejo poscosecha de frutas y verduras em Ibero América**. México, Enero, 1998.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114

BLEINROTH, E. W. Determinação do ponto de colheita. In: NETTO, A. G. **Melão para exportação: Procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: , 1994. 37.

BUTT, V. S. Direct oxidases and related enzymes In: STUMPE, P. K.; CONN, E. E. **The biochemistry of plants: a comprehensive treatise**. Academic Press. New York, v.2, p. 81-123, 1980.

CARVALHO, A. V.; LIMA, L. C. O. Qualidade de Kiwi Minimamente Processados e Submetidos a Tratamento com Ácido Ascórbico, Ácido Cítrico e Cloreto de Cálcio. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, DF, v. 37, n. 5, p. 679-685, Maio, 2002.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. de; BRITO, L. T. de L. Desenvolvimento do Imbuzeiro (*spondias tuberosa arr. cam.*) Na Região Semi-árida do Nordeste Brasileiro. **Ciências e Agrotecnologia**. V. 23, n.1, p.212-213, janeiro e março 1999.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência tecnologia e produção**. 4ed. Jaaboticabal: FUNEP, 2000, 588P.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós Colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.27, p.207-228, 1976.

COSTA, N. P. da; LUZ, T. L. B.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. de L. A.; Caracterização Físico-Química de Frutos de Umbuzeiro( *Spondias tuberosa* ARR.CÂM.) Colhidos em Quatro Estádios de Maturação. **Biosciencias Journal**, Uberlândia, V. 20, n. 2, p. 65-71. 2004.

Embrapa: Banco de dados climáticos do Brasil. Disponível em: <<<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=&COD=136>>> Acesso em 08 de Maio de 2009.

FILGUEIRAS, H. A. C. **Geração de Técnicas de Conservação Pós-Colheita Para Valorização do Cultivo de Cajá e Ciriguela no Estado do Ceará**. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza/CE, 2001.

FILGUEIRA, Fernando A. Reis. **Manual de Olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 8 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. 451p.

FOLEGATTI, M.I. S; MATSUURA, F. C. A. U. CARDOSO, R. L. MACHADO, S. S.

ROCHA, A. S. LIMA, R. R. **Aproveitamento Industrial do Umbu: Processamento de Geléia e Compota**. Ciências agrotec., Lavras. V.27, n.6, p.1308-1314, novembro e Dezembro, 2003.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.C. **Free radicals in Biology and Medicine**. Oxford: Clarendon Press, 1985, 543 p.

HUME, E. C. **The Biochemistry of Fruit and Their Products**. London: Academic Presse. 1970, Lutz, 1985

JUNIOR, M. J.; POMMER, C.V.; MARTINS, F.P. Curvas de Maturação e Estimativas do teor de sólidos solúveis para a videira niajara Rosada com base em dados meteorológicos. **Bragantia**. Campinas, v. 56, n. 2, pg. 317-321, 1997.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens: Exon Press, 1997. 531p.

KLUGE, A. R.; NACHTIGAL, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós colheita de frutos de clima temperado**. 2 ed. Pelotas: UFPEL, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

LIMA, M. F. M. **Desidratação de Polpa de Umbu em Leite de Jorro: Estudos Fluidodinâmicos e Térmicos**. Tese. UFPB. 1992. 118p.

LIMA, L. C.; GIANNONI, J. A.; CHITARRA, M.I.F.; VILAS BOAS, E.V.B. Conservação pós-colheita de pêssegos 'premier' sob armazenamento refrigerado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p. 303-308, abr./jun., 1999.

LIMA, E.D.P.A.; LIMA, C.A.A; ALDRIGUE, M.L.; GONDIM, P.S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* spp.) em cinco estádios de maturação, da polpa e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 338-343, 2002.

MARTINS, M. L. A; BORGES, S. V; DELIZA,R; CASTROI, F. T. DE; CAVALCANTE, N. DE B. **Características de Doce em Massa de Umbu Verde e Maduro e Aceitação pelos Consumidores**. Pesquisa agropecuária brasileira. vol.42 no.9 Brasília Sept. 2007.

MARTINS, L. P., SILVANDA, de M. S., ALVES, R. E., FILGUEIRAS, H. A. C. Desenvolvimento de Frutos de Ciguela (*Spondeas purpúrea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25 n. 1, p. 11 - 14, abr. 2003.

MENEZES, J. P.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E.; MAIA, C. E.; ANDRADE, G. G.; ALMEIDA, J. H. S.; VIANA, F. M. P.; Características do melão para exportação. **Melão Pós-colheita**. Embrapa Agroindústria Tropical- Fortaleza-Ce. Brasília. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000, 43p (Frutas do Brasil).

MENEZES, J. B.; CHITARRA, A. A. CHITARRA, M.I.F.; BICALHO, V.O. Caracterização do melão tipo Gália durante a maturação. **Horticultura Brasileira**, v.16, n.2, p. 159-164, Brasília, 1998.

MOURA, F. T. DE; SILVA, S. DE M.; MARTINS, L. P.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Evolução do Crescimento e da Maturação de Frutos de Cajazeira (*Spondias mombin* L.) Proc. Interamer. **Sociedade Tropical de Horticultura**. Fortaleza-Ce. v. 47 p. 231-233, 2003.

NEVES, O. S. C; CARVALHO, J. G. DE; RODRIGUES, C. R. **Crescimento e Nutrição Mineral de Mudanças de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* arr. cam.) Submetidas a Níveis de Salinidade em Solução Nutritiva.** Ciênc. Agrotec. Lavras, v. 28, n. 5, p. 997-1006, setembro e outubro de 2004.

NORONHA, M. A. S.; NORONHA, M. A. S.; CARDOSO, E. A.; MENEZES, J.B.; GÓIS, V.A. Características físico-químicas do umbu-cajá (*spondias* spp) provenientes dos polos Baixos Jaguaribe (CE) e Assu-Mossoró (RN). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16. 2000. Fortaleza. Resumos... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000.

POLICARPO, V.M.N.; RESENDE, J.; ENDO, E.; MARCUSSI, B.; CASTRO, F.T.; JORGE, E.C.; BORGES, S.V.; CAVALCANTE, N.B. **Aprovechamiento de la pulpa de "umbu" (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) verde como alternativa para la producción de dulces en masa.** Alimentaria, n.344, p.75-78, 2003.

RYALL, A. L. LIPTON, W.T. Handling Trans Portation and starang of fruts and vegetabiles. V. I Westport, AVI Publisching, 1983. 610p

SASS, P. **Fruticultura Storag.** Mezogazda, Budapest, 1993.348p.SEAGRI.Cultura–Umbuzeiro Disponível em: <<<http://www.seagri.ba.gov.br/Umbuzeiro.htm>>>. Acesso em 28 de abril de 2009.

SACRAMENTO, C. K.; SOUZA, F. X. DE. **Cajá (*Spondias mombin* L.).** Jaboticabal: FUNEP, 2000. 42p. (Série Frutas Nativas)

SACRAMENTO, C. K; SOUSA, F. X. Cajá (*Spondias mombin* L.). **FUNEP**, Jaboticabal, n. 4, p. 52 (Série Frutas Nativas) 2000.

SANTOS, C.A.F.; NASCIMENTO, C.E. de S.; ARAÚJO, F.P. de. Avaliação do umbuzeiro como porta-enxerto de algumas espécies do gênero *Spondias*. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1999. 5p. (EMBRAPA-CPATSA. Pesquisa em Andamento, 91).

SEYMOUR, G. B., TAYLOR, J. E., TUCKER, G. A. **Biochemistruy of Fruit Ripening.** London: Chapman & Hall, 1993. 454p.

SIGRIST, J. M. M. **Tecnologia de Pós- colheita de Frutos Tropicais.** Campinas: ITAL, 1988.P.21-27.

SILVA, A. Q.; SILVA, H.; OLIVEIRA, B. E. M. Acumulação de Materia Seca Durante o Crescimento de frutos de Umbu (*Spondias tuberosa*). In: REUNIÃO NORDESTINA

DE BOTÂNICA, 14. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade de Botânica do Brasil, 1990. P. 108.

SILVA, S. de M. ALVES, R. E. **Desenvolvimento e fisiologia da maturação de frutos do gênero Spondias**. In: Spondias no Brasil: Umbu, cajá e Espécies Afins/editores técnicos, LEDRMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. ; SILVA JUNIOR, J. F. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA/UFRPE, p. 149-157, 2008.

SILVA, JOSÉ CLARET THEODORO da; **Cajazeiras** (Spondias Mombin). Disponível em: << [http://www.cravoecanela.com/Herpes\\_3.html](http://www.cravoecanela.com/Herpes_3.html)>>. Acesso em 05 de Maio de 2009.

SILVA, O. P. R. da; SILVA, S. de M; MARTINS, L. P; FERREIRA, T. de A; PRIMO, D. M. B. Qualidade de Ubuguela Armazenada Sob Atmosfera modificada em Três Estádios de Maturação. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura 54th **Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture** Centro de Convenções– Vitória/ES OUT. 2008.

SILVA, S. M.; COSTA, J. P.; MENDONÇA, R. M. N.; SANTOS, A. F.; SANTOS, M. S. Caracterização Física e Física-química de Ubuguela em Diferentes Estádios de Maturação. **Proceedings of the Interramericam Society for Tropical Horticulturae**, Miami, v. 47, p. 236 - 238, 2003.

SMIRNOFF, N.; CONKLIN, P.; LOEWUS, F.A. Biosynthesis of ascorbic acid in plants: a renaissance. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.52, p.437-467, 2001.

SOBRINHO, R. D da S; NETA, A. de O. L; COSTA, S. de A; SILVA, S. de M. Mudanças Durante a Maturação de Frutos de Ubuguela Oriundos da Microrregião da Serra do Teixeira. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura 54th **Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture** Centro de Convenções– Vitória/ES OUT. 2008.

SOUZA, F. X. DE; ARAÚJO, C. A. T. Avaliação dos Métodos de Propagação de Algumas Spondias Agroindustriais. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1999. p.1-4 (Comunicado técnico, 31).

TODA FRUTA Disponível em:  
[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=11037](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=11037)>>.  
Acesso em 23 de Abril de 2009.

TODA FRUTA Disponível em:  
<<[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=11042](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=11042)>>. Acesso em 23 de Abril de 2009.

WARRINGTON, L. J.; FULTON, T. A.; HALLIGAN, E. A. SILVA, H. N. Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. *Journal American Society Horticultural Science*, Alexandria, v. 124, n. 5, p. 468-477, 1999.

WHEELER, G.L.; JONES, M.A.; SMIRNOFF, N. The biosynthetic pathway of vitamin C in higher plants. *Nature*, v.393, p.365-369, 1998.

## **ANEXOS**

**Tabela 1A.** Análise de Variância para o peso fresco (g) de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	130.296806	65.148403	8.460	0.0005
REPET	35	281.118333	8.031952	1.043	0.4302
erro	70	539.076528	7.701093		
Total corrigido	107	950.491667			
CV (%) =	15.04				
Média geral:	18.4555556	Número de observações:	108		

**Tabela 2A.** Análise de Variância para o diâmetro de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	73.470252	36.735126	13.305	0.0000
REPETIEÇO	35	70.283944	2.008113	0.727	0.8482
erro	70	193.273948	2.761056		
Total corrigido	107	337.028144			
CV (%) =	5.51				
Média geral:	30.1337963	Número de observações:	108		

**Tabela 3A.** Análise de Variância para o comprimento de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	6.737252	3.368626	1.170	0.3163
REPETIEÇO	35	78.656941	2.247341	0.781	0.7871
erro	70	201.495615	2.878509		
Total corrigido	107	286.889807			
CV (%) =	4.69				
Média geral:	36.1640741	Número de observações:	108		

**Tabela 4A.** Análise de Variância para o volume de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	16.666667	8.333333	0.894	0.4137
REPETIEÇO	35	366.333333	10.466667	1.123	0.3343
erro	70	652.666667	9.323810		
Total corrigido	107	1035.666667			
CV (%) =	16.71				
Média geral:	18.2777778	Número de observações:	108		

**Tabela 5A.** Análise de Variância para a densidade de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTpDIOS	2	0.114856	0.057428	4.994	0.0094
REPETIEÇO	35	0.553478	0.015814	1.375	0.1287
erro	70	0.805016	0.011500		
Total corrigido	107	1.473350			
CV (%) =	10.53				
Média geral:	1.0187963	Número de observações:	108		

**Tabela 6A.** Análise de Variância para o rendimento de polpa de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTpDIOS	2	21.544471	10.772235	0.434	0.6750
REPETIEÇO	2	11.728710	5.864355	0.236	0.7997
erro	4	99.189271	24.797318		
Total corrigido	8	132.462452			
CV (%) =	7.38				
Média geral:	67.4372222	Número de observações:	9		

**Tabela 7A.** Análise de Variância para o rendimento de casca de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTpDIOS	2	31.913151	15.956575	0.968	0.4541
REPETIEÇO	2	16.873144	8.436572	0.512	0.6340
erro	4	65.936892	16.484223		
Total corrigido	8	114.723187			
CV (%) =	19.93				
Média geral:	20.3748889	Número de observações:	9		

**Tabela 8A.** Análise de Variância para o rendimento de semente de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTpDIOS	2	1.290734	0.645367	0.598	0.5927
REPETIEÇO	2	0.738107	0.369053	0.342	0.7293
erro	4	4.317606	1.079401		
Total corrigido	8	6.346447			
CV (%) =	8.52				
Média geral:	12.1878889	Número de observações:	9		

**Tabela 9A.** Análise de Variância para o conteúdo de sólidos solúveis de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	2.940000	1.470000	10.500	0.0256
REPETIÇÃO	2	0.240000	0.120000	0.857	0.4900
erro	4	0.560000	0.140000		
Total corrigido	8	3.740000			
CV (%) =	3.52				
Média geral:	10.6333				

**Tabela 10A.** Análise de Variância de pH de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	0.132156	0.066078	50.398	0.0015
REPETIÇÃO	2	0.005756	0.002878	2.195	0.2273
erro	4	0.005244	0.001311		
Total corrigido	8	0.143156			
CV (%) =	1.44				
Média geral:	2.517778				

**Tabela 11A.** Análise de Variância para o conteúdo de acidez titulável de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	0.158586	0.079293	3.288	0.1430
REPETIÇÃO	2	0.013361	0.006680	0.277	0.7715
erro	4	0.096453	0.024113		
Total corrigido	8	0.268400			
CV (%) =	20.70				
Média geral:	0.7500000				

**Tabela 12A.** Análise de Variância para a relação SS/AT de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	73.029762	36.514881	7.509	0.0442
REPETIÇÃO	2	0.664638	0.332319	0.068	0.9350
erro	4	19.452208	4.863052		
Total corrigido	8	93.146608			
CV (%) =	14.83				
Média geral:	14.8690000				

**Tabela 13A.** Análise de Variância para o ácido ascórbico de frutos do gênero Spondias: umbu em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	45.912622	22.956311	4.719	0.0886
REPETIÇÃO	2	3.260689	1.630344	0.335	0.7336
erro	4	19.458311	4.864578		
Total corrigido	8	68.631622			
CV (%) =	18.00				
Média geral:	12.2555556				

**Tabela 14A.** Análise de Variância para o peso fresco (g) de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	8.725835	4.362918	2.063	0.1347
REPETIÇÃO	35	68.480907	1.956597	0.925	0.5909
erro	70	148.013898	2.114484		
Total corrigido	107	225.220641			
CV (%) =	15.33				
Média geral:	9.4857407	Número de observações:	108		

**Tabela 15A.** Análise de Variância para o diâmetro de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	10.625339	5.312669	2.364	0.1015
REPETIÇÃO	35	74.837900	2.138226	0.952	0.5539
erro	70	157.291128	2.247016		
Total corrigido	107	242.754367			
CV (%) =	5.97				
Média geral:	25.0927778				

**Tabela 16A.** Análise de Variância para o comprimento de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTADIOS	2	1.584724	0.792362	0.317	0.7292
REPETIÇÃO	35	85.107852	2.431653	0.973	0.5234
erro	70	174.857876	2.497970		
Total corrigido	107	261.550452			
CV (%) =	5.94				
Média geral:	26.6029630				

**Tabela 17A.** Análise de Variância para o volume de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTpDIOS	2	18.351852	9.175926	6.118	0.0036
REPETIEÇO	35	64.101852	1.831481	1.221	0.2361
erro	70	104.981481	1.499735		
Total corrigido	107	187.435185			
CV (%) =	13.06				
Média geral:	9.3796296				

**Tabela 18A.** Análise de Variância para a densidade de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTpDIOS	2	0.026373	0.013187	1.641	0.2012
REPETIEÇO	35	0.299105	0.008546	1.063	0.4043
erro	70	0.562565	0.008037		
Total corrigido	107	0.888043			
CV (%) =	8.84				
Média geral:	1.0136204				

**Tabela 19A.** Análise de Variância para o rendimento de polpa de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTpDIOS	2	24.131805	12.065902	0.914	0.4709
REPETIEÇO	2	64.271942	32.135971	2.435	0.2033
erro	4	52.782449	13.195612		
Total corrigido	8	141.186196			
CV (%) =	6.06				
Média geral:	59.8960000				

**Tabela 20A.** Análise de Variância para o rendimento de casca de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTpDIOS	2	5.303755	2.651877	0.773	0.5202
REPETIEÇO	2	2.434956	1.217478	0.355	0.7213
erro	4	13.724758	3.431189		
Total corrigido	8	21.463468			
CV (%) =	9.56				
Média geral:	19.3805556				

**Tabela 21A.** Análise de Variância para o rendimento de semente de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
EST <sub>p</sub> DIOS	2	16.708731	8.354365	1.114	0.4125
REPETIEÇO	2	59.484070	29.742035	3.966	0.1124
erro	4	29.994032	7.498508		
Total corrigido	8	106.186832			
CV (%) =	13.21				
Média geral:	20.7235556				

**Tabela 22A.** Análise de Variância para o conteúdo de sólidos solúveis de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
EST <sub>p</sub> DIOS	2	11.526667	5.763333	4.026	0.1102
REPETIEÇO	2	0.126667	0.063333	0.044	0.9572
erro	4	5.726667	1.431667		
Total corrigido	8	17.380000			
CV (%) =	7.99				
Média geral:	14.9666667		Número de observações:	9	

**Tabela 23A.** Análise de Variância de pH de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
EST <sub>p</sub> DIOS	2	0.002489	0.001244	5.895	0.0642
REPETIEÇO	2	0.001756	0.000878	4.158	0.1055
erro	4	0.000844	0.000211		
Total corrigido	8	0.005089			
CV (%) =	0.58				
Média geral:	2.4988889				

**Tabela 24A.** Análise de Variância para o conteúdo de acidez titulável de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
EST <sub>p</sub> DIOS	2	0.158993	0.079496	19.050	0.0090
REPETIEÇO	2	0.011030	0.005515	1.322	0.3626
erro	4	0.016692	0.004173		
Total corrigido	8	0.186714			
CV (%) =	5.89				
Média geral:	1.0964444				

**Tabela 25A.** Análise de Variância para a relação SS/AT de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTpDIOS	2	10.709619	5.354809	1.892	0.2640
REPETIEÇO	2	0.913665	0.456832	0.161	0.8562
erro	4	11.319769	2.829942		
Total corrigido	8	22.943052			
CV (%) =	12.19				
Média geral:	13.7970000				

**Tabela 26A.** Análise de Variância para o ácido ascórbico de frutos do gênero Spondias: umbu-cajá em três estádios de maturação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ESTpDIOS	2	9.896422	4.948211	4.313	0.1004
REPETIEÇO	2	4.616156	2.308078	2.012	0.2485
erro	4	4.588978	1.147244		
Total corrigido	8	19.101556			
CV (%) =	8.07				
Média geral:	13.2777778				