

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**FRUTOS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arruda): CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS DURANTE SEU DESENVOLVIMENTO E NA PÓS-COLHEITA**

**CLARISMAR DE OLIVEIRA CAMPOS**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU - SP

JULHO, 2007.

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**FRUTOS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arruda): CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS DURANTE SEU DESENVOLVIMENTO E NA PÓS-COLHEITA**

**CLARISMAR DE OLIVEIRA CAMPOS**

**ORIENTADOR : Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giuseppina Pace Pereira Lima**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU - SP

JULHO, 2007.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Cl98f Campos, Clarismar de Oliveira, 1950 -  
Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda): características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita / Clarismar de Oliveira Campos. - Botucatu: [s.n.], 2007.  
iv, 113 f. : il. Color., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007  
Orientador: Giuseppina Pace Pereira Lima  
Inclui bibliografia

1. Umbuzeiro. 2. Fruto. 3. Pós-colheita. I. Lima, Giuseppina Pace Pereira. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU  
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **FRUTOS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arruda): CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DURANTE SEU DESENVOLVIMENTO E NA PÓS-COLHEITA**

ALUNO: CLARISMAR DE OLIVEIRA CAMPOS

ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

  
\_\_\_\_\_  
PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> ELIZABETH ORIKA ONO

  
\_\_\_\_\_  
PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> LILIA WILLADINO

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. MANUEL ABÍLIO DE QUEIRÓZ

Data da Realização: 25 de julho de 2007.

*Pelo contrário, Deus escolheu as coisas loucas deste mundo para confundir os sábios, e Deus escolheu as coisas fracas do mundo para confundir os fortes, e Deus escolheu as coisas ignóbeis do mundo, e as desprezadas, e as que não são, para reduzir a nada as que são; para que nenhum mortal se glorie na presença de DEUS.*

**(I Coríntios, 1: 27-29)**

A **Deus** que deu-me forças e capacidade para realização deste sonho.

Aos meus pais, **João Alves Campos** e **Adérica Gonçalves de Oliveira Campos** (in memoriam), por tudo que fizeram.

Aos meus irmãos e irmãs, pelo carinho.

A minha esposa, **Nilzete de Souza Ferreira Campos**, pelo carinho e estímulo.

Aos filhos: **Adérica Ynis Ferreira Campos**, **João Vicente Ferreira Campos** e **Clarismar de Oliveira Campos Filho**, razão da nossa existência.

**Ao homem do semi-árido, que paga para viver.**

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, supremo criador.

À **UNEB/DTCS** – Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS, pela oportunidade de aperfeiçoamento;

À **UNESP**, em cujo âmbito me acolheu e possibilitou este curso especialmente ao Departamento de Produção Vegetal / Horticultura / FCA;

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. **Giuseppina Pace Pereira Lima**, pela confiança, amizade e orientação permanentes na realização deste trabalho e pela amizade que o tempo não apaga;

Aos **Professores** do Curso de Horticultura, pelas lições, pelo aprendizado, pelo esforço e estímulos permanentes aos alunos, obrigado de coração;

Ao professor **Dr. João Domingos Rodrigues**, pelo carinho, por ajudar e encantar a todos que passam pelo seu caminho;

Ao Professor da Uneb **Joaquim Pereira Neto**, grande amigo pelo apoio na realização das análises estatísticas;

Aos **colegas** de Curso pela amizade e solidariedade; especialmente ao parente e amigo Professor Antônio Scaffa Correia Pontes (em memória);

Aos funcionários (as) do LASAQ/UNEB Fabiana Gonçalves Severo, Norma Sueli do Carmo Mota, Gilsa Leide Carvalho Evangelista Oliveira, Frederico José dos Santos, José Silva Monte Santo e Maria Veneble Oliveira dos Santos pelo apoio na realização das análises;

Aos colegas Dílson da Silva Menezes, Alcides Alves Tamarindo Júnior e Josman Pedro da Silva Vieira pela ajuda na coleta dos dados;

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação da FCA/UNESP: Marilena, Marlene, Jaqueline e Kátia, pela simpatia e consideração com que sempre me atenderam;



## SUMÁRIO

	RESUMO .....	01
	SUMMARY .....	04
1	INTRODUÇÃO .....	07
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	11
	2.1 Considerações Gerais .....	11
	2.2 O Umbuzeiro ou Imbuzeiro .....	16
	2.3 Características físicas e químicas .....	21
	2.4 Pós-colheita .....	24
	2.5 Refrigeração .....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	31
	3.0.1. Localização .....	31
	3.0.1.1 Localização e escolha das plantas .....	31
	3.0.1.2 Solos .....	33
	3.0.1.3 Clima .....	34
	3.0.1.4 Características analisadas nos diversos experimentos .....	36
	3.0.1.4.1 Peso do fruto e polpa .....	36
	3.0.1.4.2 Sólido solúveis (SS) .....	36
	3.0.1.4.3 Acidez titulável (AT) .....	37
	3.0.1.4.4 Teor de vitamina C .....	37
	3.0.1.4.5 Massa seca .....	38
	3.0.1.4.6 Teor de fenóis totais .....	38
	3.0.1.4.7 Proteínas totais .....	38
	3.0.1.4.8 Lipídeos totais .....	39
	3.0.1.4.9 Carboidratos totais .....	39
	3.0.1.4.10 Teor de nitrato .....	39
	3.0.1.4.11 pH .....	39
	3.0.1.5. Classificação dos estádios de crescimento dos frutos .....	40
	3.1. Curva de crescimento do fruto de umbuzeiro .....	40
	3.1.1 Delineamento experimental .....	40
	3.1.2 Análise estatística .....	41

3.2. Características físico-químicas de frutos do umbuzeiro .....	41
3.2.1 Colheita e características físico-químicas .....	41
3.2.2 Delineamento experimental .....	42
3.2.4 Análise estatística .....	42
3.3. Caracterização dos frutos quanto ao tratamento térmico .....	42
3.3.1 Delineamento experimental .....	43
3.4. Pós-colheita dos frutos do umbuzeiro .....	43
3.4.1 Delineamento experimental .....	44
3.4.2 Características analisadas .....	44
3.4.3 Análise estatística .....	45
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	46
4.1. Curva de crescimento do fruto do umbuzeiro .....	46
4.1.1 Resultados da análise de variância .....	46
4.1.2 Crescimento dos frutos .....	47
4.1.3 Medidas químicas .....	52
4.2 Características físico-químicas de frutos do umbuzeiro .....	57
4.2.1 Análise de variância .....	57
4.2.2 Peso médio de um fruto (g) .....	57
4.2.3 Peso médio de polpa (g) .....	60
4.2.4 Sólidos solúveis ( <sup>0</sup> Brix) .....	63
4.2.5 Vitamina C .....	65
4.2.6 Acidez titulável (AT) .....	68
4.3 Caracterização dos frutos quanto ao tratamento térmico .....	70
4.4 Pós-colheita de frutos do umbuzeiro .....	76
4.4.1 Análise de variância .....	76
4.4.2 Perda de massa fresca (PMF) .....	78
4.4.3 Acidez titulável .....	82
4.4.4 Sólidos solúveis .....	84
4.4.5 Potencial hidrogeniônico .....	87
4.4.6 Vitamina C .....	88
5 Considerações finais .....	91

6	Conclusões .....	96
7	Anexos .....	98
8	Referências bibliográficas .....	101

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização das Unidades Geoambientais no Nordeste do Brasil. Juazeiro, BA. 2006. (Fonte: SILVA et al., 2000)	32
Figura 2	Localização das Unidades Geoambientais onde foram demarcadas as árvores de Umbuzeiros. Juazeiro, BA. 2006. (Fonte: SILVA et al., 2000)	32
Figura 3	Curva de crescimento do fruto de umbuzeiro. Juazeiro-BA. 2006	48
Figura 4	Estádio 1 FTV-F. Fruto totalmente verde. Figa (caroço esbranquiçado, em formação ). Juazeiro, BA. 2006.	50
Figura 5	Estádio 2 FTV-D. Fruto totalmente verde. Devéz (caroço duro). Juazeiro, BA. 2006.	50
Figura 6	Estádio 3 FTV-In. Fruto totalmente verde. Inchado (início da pigmentação). Juazeiro, BA. 2006.	51
Figura 7	Estádio 4 FPA-M-1. Fruto com predominância do amarelo. Maduro 1. Juazeiro, BA. 2006.	51
Figura 8	Estádio 5 FTA-M-2. Fruto totalmente amarelo. Maduro 2. Juazeiro, BA. 2006.	51
Figura 9	Estádio 6 FTA-P. Fruto totalmente amarelo. Passado. Juazeiro, BA. 2006.	52
Figura 10	Nuvem de dados médios das correlações entre as variações de peso médio de fruto, vitamina C, sólidos solúveis ( <sup>0</sup> Brix) e acidez titulável em frutos de umbuzeiro. Juazeiro, BA. 2006.	56
Figura 11	Resultados de peso médio (g) de fruto de umbuzeiro em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro (BA). 2006.	58
Figura 12	Resultados de peso médio de polpa de umbuzeiro em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro, BA. 2006.	61
Figura 13	Resultados médios de sólidos solúveis ( <sup>0</sup> Brix) em fruto de umbuzeiro em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro, BA. 2006.	63
Figura 14	Resultados médios de teores de vitamina C em fruto de umbuzeiro em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro, BA. 2006.	66

	Resultados médios de teores de acidez titulável em fruto de umbuzeiro	68
Figura 15	em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro,BA. 2006.	
	Perda de massa fresca (PMF) em frutos de umbuzeiro, em condições	79
Figura 16	naturais e armazenados em câmara fria. Juazeiro, BA. 2006.	
Figura 17	Fotos ilustrativas de umbu, armazenados em condições naturais. Foto	80
	01 representa o estágio inicial, a foto 02 frutos com 96 horas e foto 03	
	frutos com 144 horas. Juazeiro,BA. 2006.	
Figura 18	Fotos ilustrativas de umbu, armazenados em condições de câmara fria.	80
	Foto 04 representa o estágio inicial, a foto 05 com 144 horas e a foto	
	06 com 336 horas. Juazeiro, BA. 2006.	

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dados médios de temperatura e umidade relativa do ar, ocorridos entre setembro/ 2005 e março/2006 no Município de Juazeiro,BA.	35
Tabela 2	Resultados médios de precipitação e evapotranspiração, ocorridos entre os meses de setembro/2005 e março/2006 no Município de Juazeiro, BA.	35
Tabela 3	Classificação dos estádio de maturação do fruto do umbuzeiro, segundo a coloração da casca. Juazeiro,BA. 2006.	40
Tabela 4	Desdobramentos dos graus de liberdade de peso médio do fruto (PMF), % de polpa, sólidos solúveis (SS) ( <sup>0</sup> Brix), vitamina C e acidez titulável (AT). Juazeiro, BA. 2006.	46
Tabela 5	Peso médio do fruto, teor de vitamina C, sólidos solúveis e acidez titulável, coeficiente de variação em cinco estádios de desenvolvimento do fruto de umbuzeiro. Juazeiro,BA. 2006.	54
Tabela 6	Desdobramento dos graus de liberdade de peso do fruto (PF), % de polpa, sólidos solúveis (SS) ( <sup>0</sup> Brix), vitamina C e acidez titulável (AT). Juazeiro, BA. 2006.	57
Tabela 7	Desdobramento dos graus de liberdade de peso médio de um fruto (g) de umbuzeiro em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro,BA. 2006.	59
Tabela 8	Desdobramento dos graus de liberdade do peso médio de polpa (g) de umbu em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro,BA. 2006.	62
Tabela 9	Desdobramento dos graus de liberdade de sólidos solúveis ( <sup>0</sup> Brix) de umbu em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro,BA. 2006.	64
Tabela 10	Desdobramento dos graus de liberdade da quantidade de vitamina C (mg em 100 mL de suco) em suco de umbu em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro,BA. 2006.	67
Tabela 11	Desdobramento dos graus de liberdade de acidez titulável (AT) em g de ácido cítrico por 100g de polpa de umbu em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro,BA. 2006.	69
Tabela 12	Análises físico-químicas e coeficiente de variação em polpa de	71

	umbu com e sem tratamento térmico. Juazeiro, BA. 2006.	
Tabela 13	Análises físico-químicas e coeficiente de variação em casca de umbu com e sem tratamento térmico. Juazeiro, BA. 2006.	72
Tabela 14	Desdobramentos dos graus de liberdade de perda de massa fresca (PMF), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS) ( <sup>0</sup> Brix) e acidez titulável (AT) e vitamina C. Juazeiro, BA. 2006.	77
Tabela 15	Resultados médios de perda de massa fresca em condições de câmara fria e natural, em Juazeiro,BA. 2006.	79
Tabela 16	Resultados médios de acidez titulável (AT) em condições de câmara fria e natural, em Juazeiro,BA. 2006.	83
Tabela 17	Resultados médios de sólidos solúveis (SS) ( <sup>0</sup> Brix) em condições de câmara fria e natural, em Juazeiro,BA. 2006.	85
Tabela 18	Resultados médios de potencial hidrogeniônico (pH) em condições de câmara fria e natural, em Juazeiro,BA. 2006.	87
Tabela 19	Resultados médios de vitamina C em condições de câmara fria e natural, em Juazeiro, BA. 2006.	89

**LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1	Resultados das análises de solo em duas profundidades. 99 Juazeiro,BA. 2006.
Anexo 2	Resultados das análises químicas dos solos em duas profundidades. 100 Juazeiro,BA. 2006.



**UMBUZEIRO ou IMBUZEIRO**

ÁRVORE SAGRADA DO SERTÃO

Euclides da Cunha

ÁRVORE MÃE DO NORDESTINO

Iracy Araújo

IMPORTANTE FRUTEIRA DO SEMI-ÁRIDO

Benedito Vasconcelos

ESMERALDA DO SERTÃO

Adérica Ynis Ferreira Campos

“HÁ PLANTAS QUE TEM CISTERNAS  
DE FORMA EFICIENTE  
O UMBUZEIRO É NA RAIZ  
SERVE MUITO PARA A GENTE  
EM SUA BATATA D’ÁGUA  
FORMA-SE UMA NASCENTE”

“ZELE O UMBUZEIRO, POIS  
PLANTAS NOVAS NÃO TEM MAIS  
OS QUE AINDA EXISTEM  
JÁ TEM CEM ANOS OU MAIS  
E SÓ QUEM OS VIU NASCER  
FORAM NOSSOS ANCESTRAIS”

Jailson Torquato  
Comunidade São Bento.

## RESUMO

Este trabalho foi conduzido em quatro etapas, visando acompanhar o desenvolvimento das características físico-químicas de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda); estabelecer a curva de crescimento do fruto e aspectos pós-colheita dos frutos do umbuzeiro, objetivando estabelecer estratégias para melhor conservar os frutos, tendo em vista que o fruto desta fruteira, caracteriza-se como uma fruta exótica, já alcançando o mercado europeu. As plantas escolhidas, localizam-se na quadrícula 40<sup>o</sup> e 42<sup>o</sup> de Longitude (W. C) e 8<sup>o</sup> e 10<sup>o</sup> de Latitude Sul, sendo colhidos frutos de vinte plantas em cinco Unidades Geoambientais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e o arranjo, a depender da situação, fatorial aninhado (“nested”). Concluiu-se neste trabalho que os umbuzeiros presentes nas Unidades Geoambientais da Depressão Sertaneja, apresentam grande variabilidade fenotípica, manifestada pelo peso médio do fruto, peso médio da polpa, teor de vitamina C e acidez titulável. De acordo com a curva de crescimento do fruto, os

estádios podem ser visualizados pelo peso do fruto e pela coloração da casca. O florescimento do umbuzeiro ocorre entre setembro e outubro, a fecundação das flores não ocorre todas de uma só vez, são fecundadas paulatinamente no decorrer de trinta dias, em média, fazendo com que a colheita se estenda entre vinte e trinta e cinco dias. A classificação proposta, dos estádios de desenvolvimento foi de 1FTV-F (fruto totalmente verde. Figa – caroço esbranquiçado, em formação), 2FTV-D (fruto totalmente verde. Devéz - caroço duro, ponto de umbuzeitona), 3FTV-In (fruto totalmente verde. Inchado - início da pigmentação), 4FPA-M-1 (fruto com predominância do amarelo - Maduro 1), 5FTA-M-2 (fruto totalmente amarelo - Maduro 2), 6FTA-P (fruto totalmente amarelo – Passado). O conteúdo de vitamina C no suco do umbu, variou de 41,9 g em 100 mL no estágio 1FTV-F (figa) para 8,5 g em 100 mL no estágio 5 FTA-M-2 (maduro 2). A acidez titulável, quantidade de ácido cítrico, variou de 4,5 g em 100g de suco no estágio 1 FTV-F (figa) para 1,4 g em 100g de suco no estágio 5 FTA-M-2 (maduro 2). Os sólidos solúveis dado em <sup>0</sup>Brix, variou de 7,0 no estágio 1 FTV-F(figa) para 12,3 no estágio 5 FTA-M-2 (maduro 2). Existe correlação positiva entre os constituintes físicos e químicos do fruto do umbuzeiro, onde a medida em que o fruto aumentava de peso aumentava os sólidos solúveis ( <sup>0</sup>Brix). Observou-se correlação negativa entre os constituintes físicos e químicos do fruto do umbuzeiro, onde a medida em que o fruto aumentava de peso, diminuía os teores de vitamina C e a acidez titulável (teor de ácido cítrico). Alta concentração de ácido cítrico no fruto verde do umbuzeiro (figa), permite se fazer um mix com outros sucos, servindo o suco do umbu como conservante natural. A refrigeração mostrou-se eficiente na conservação de frutos pós-colheita, onde o tempo máximo de prateleira em condições naturais foi de seis dias e em condições de câmara fria foi de quatorze dias. O aumento do tempo de pós-colheita do fruto do umbu, quando submetido à refrigeração permite colocar o fruto em outros mercados, tanto interno como externo, dependendo do meio de transporte utilizado. Os

atributos físicos e químicos, tais como perda de massa fresca (PMF), acidez titulável, sólidos solúveis, pH e vitamina C ficaram harmônicos entre si, principalmente quando submetidos à refrigeração. Os resultados mostraram que quando a polpa e a casca do umbu são submetidos ao cozimento, os teores de fenóis aumentaram e os teores de nitrato diminuíram, fato que favorece a industrialização deste fruto.

**Palavras-chave:** Umbuzeiro, fruto, vitamina C, pós-colheita.

**THE FRUITS OF THE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arruda): DEVELOPMENT OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS AND ASPECTS OF POSTHARVEST. Botucatu, 2007. 134. Tese (Doutorado em Agronomia / Horticultura – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.**

**Author: Clarismar de Oliveira Campos**

**Adviser: Giuseppina Pace Pereira Lima**

## **SUMMARY**

This work was carried out in four stages in order to follow the development of the physical and chemical characteristics of umbu tree fruits (*Spondias tuberosa* Arruda) and to establish the fruit growth curve and aspects of postharvest of umbu tree fruits with the goal to establish strategies to improve conservation of umbu fruits since it is an exotic fruit reaching the European markets. The fruits were harvested from twenty plants

randomly chosen in five Geoambiental unities located in quadrants  $40^0$  and  $42^0$  of longitude (W. C) and  $8^0$  and  $10^0$  of south latitude. The experimental design was completely randomized in a factorial (nested) arrangement when necessary. The conclusion was that the umbu trees present in the Geoambiental unities showed high variability expressed by average of fruit weight, fruit pulp, vitamin C contents and titrable acidity. According to the fruit growth curve the stage can be observed by fruit weight and coloration of rind. The bloom of umbu tree occurs between September and October, the fecundation of flowers do not develop at one time but instead gradually on average of thirty days and harvest occur between twenty and thirty five days. The proposal classification of umbu trees stages was the following: 1FTV-F (fruit totally green. Figa – seed white in formation), 2FTV-D (fruit totally green Deveze – hard seed, ponto de umbuzeitona), 3 FTV –In (fruit totally green. Swelled – start of pigmentation, 4FPA – M - 1 (fruit predominantly yellow – ripe 1), 5 FTA –M – 2 (fruit totally yellow – ripe 2), 6FTA – P (fruit totally yellow – over-ripe). The vitamin C contents in umbu juice varied from 41, 9g in 100 ml in stage 1FTV – F (figa) to 8,5g in 100 ml in stage 5 FTA-M-2 (ripe 2). The titrable acidity, quantity of citric acid, varied from 4,5g in 100g of juice in stage 1FTV-F (figa) to 1,4g in 100g of juice in stage 5 FTA–M-2 (ripe 2). The soluble solids given in Brix varied from 7,0 in stage 1 FTV – F (figa) to 12,3 in stage 5 FTA – M-2 (ripe 2). There is a positive correlation between the physical and chemical components of umbu tree fruit, where the most gaining of fruit weight the lower the vitamin C content and lower titrable acid. High concentration of citric acid in green fruit allows making a mix with other type of juice fruit, so meaning that umbu juice can serve as a natural conservant. The freezing showed efficient in conservation of postharvest, where the maximum time in natural condition was six days and in a cold chamber was fourteen days. The increase of the time of postharvest of umbu fruit when submitted to the refrigeration it allows placing the fruit in other markets, internal or external,

depending on the way of transport used. The physical and chemical attributes such as loss of fresh weight (PMF), titrable acid, soluble solids, pH and vitamin C were harmonic among them, mainly when freezing. The results showed that baking of the pulp and of the rind increased phenols and decreased nitrate content, fact that favors the industrialization of the umbu fruits.

**Keywords:** Umbuzeiro, fruits, vitamin C, postharvest.

## INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro destaca-se como um grande produtor de frutos tropicais nativos e cultivados, em virtude das condições climáticas prevalentes. A fruticultura, nesta região, constitui-se em atividade econômica bastante promissora, devido ao sabor e aroma exótico de seus frutos e à sua enorme diversificação. O conhecimento do valor nutritivo desses frutos assume importância considerável, pois alimentação adequada e aplicação de métodos tecnológicos eficientes só se tornam possíveis mediante o conhecimento do valor nutricional dos alimentos.

Entre as espécies endêmicas do semi-árido brasileiro, o umbuzeiro destaca-se pela possibilidade de ser cultivado em larga escala, visto que pode ser aproveitado de diversas formas, tanto para a alimentação humana, quanto para a suplementação alimentar de animais (CAMPOS, 1986, 1988, 1997, 1998; CAVALCANTI et al., 2000).

Os frutos, ricos em vitamina C, podem ser consumidos “*in natura*” ou na forma de geléia, da sua polpa faz-se umbuzada – uma mistura de polpa, açúcar e leite. Na



área sócio-econômica, pode ser enumerada uma gama de produtos que são aproveitados do umbuzeiro. Mais de quarenta produtos podem ser extraídos do umbuzeiro, doces os mais variados, farinha da raiz, bebidas, gelatinas, vinho, refresco, sorvete, tira-gosto e picolé (DUQUE, 1973, 1980; REGIS, 1982; CAMPOS 1988; MENDES, 1990; CAMPOS, 1994; CAVALCANTI et al., 2000).

No entanto, na imensa área de contrastes do Nordeste, os desmatamentos da vegetação nativa para a produção de energia para os diversos tipos de indústrias, olarias, padarias e calcinadoras, que consome em média 30.000 m<sup>3</sup> de lenha por mês, representando um desmatamento na ordem de 25 hectares de caatinga, põe em risco o bioma caatinga, um fator preocupante, visto que toda essa variabilidade genética pode ser erodida antes de ser conhecida, e o mais grave ainda, de ser preservada para usos das gerações futuras (QUEIROZ et al., 1993).

Na região semi-árida 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 solo, a falta de tecnologias, entre outros, têm contribuído para que a produção agrícola não atinja os objetivos desejados (CAVALCANTI et al., 1999).

O conhecimento da fisiologia pós-colheita de frutos é de grande importância para que se tenham subsídios técnicos que visem à ampliação do tempo de armazenamento sem, contudo, alterar suas características físicas, organolépticas e nutricionais (ABREU et al., 1998).

A correta determinação do estágio de maturação em que um fruto se encontra é essencial para que a colheita seja efetuada no momento certo. Para isso, são

utilizados os chamados índices de maturação. Esses índices compreendem medidas físico-químicas que sofrem mudanças ao longo da maturação dos frutos. Os índices de maturação devem assegurar a obtenção de frutas de boa qualidade, durante o armazenamento (KLUGE et al., 2002).

Segundo Chitarra & Chitarra (2005), os índices chamados físico-químicos, referentes a transformações morfológicas e fisiológicas pelas quais os frutos passam durante seu desenvolvimento, podem auxiliar na determinação do ponto de maturação. Dentre os físicos, pode-se citar o formato dos frutos (incluindo o diâmetro longitudinal e transversal) e a espessura da polpa e da casca. Com relação aos índices químicos, os mais utilizados são pH, acidez titulável e sólidos solúveis. Todos são de fácil obtenção, podendo ser indicadores do ponto de colheita, se monitorados durante o desenvolvimento do fruto, pois, próximo deste, o teor de sólidos solúveis aumenta, o pH varia pouco e a acidez tem uma rápida redução.

Para se ter uma idéia hoje da magnitude da exploração do umbuzeiro, tomando-se por base três municípios da região de Uauá, Canudos e Curaça (BA) possuem uma fábrica com capacidade de processamento de 180 t<sup>-1</sup> e treze mini- fábricas nas comunidades com capacidade de processamento de 20 t<sup>-1</sup>, cada. Só no município de Uauá, por dia saem 2.000 sacas de 45 Kg de frutos, na época da safra, envolvendo mais de 200 famílias na cadeia desta atividade. Vale destacar a parceria com a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) onde em dois anos vendeu-se 100 t de produtos para creches, hospitais e escolas, envolvendo uma soma de R\$ 362.665,00 (trezentos e sessenta e dois mil e seiscentos e sessenta e cinco reais). Importante também é o impacto já na Comunidade Européia, visto que os produtos já chegam à Europa através das parcerias com o Slow Food e Altereco.

Os trabalhos com umbuzeiro justificam-se por várias óticas, pela preservação da espécie para usos atuais e futuros, preservação ecológica e geração de emprego

e renda, visto o seu fruto ser muito consumido pelos nordestinos e, atualmente, seus subprodutos, têm ganhado espaço nos mercados nacional e internacional, pois o fruto é raramente consumido “*in natura*” em outras regiões do Brasil ou do mundo (CAMPOS, 1986; OLIVEIRA, 2005). Dessa forma, estudos pós-colheita desse fruto tornam-se cada vez mais importantes.

Com o umbuzeiro, poucos estudos têm sido feitos em relação à pós-colheita, assim, este trabalho teve como objetivos caracterizar os aspectos físico-químicos dos frutos de umbuzeiro, em cinco unidades geoambientais, analisar a curva de crescimento dos frutos e estudar algumas mudanças pós-colheita, além de estabelecer estratégias para melhor conservação dos frutos, tendo em vista que o fruto do umbuzeiro caracteriza-se como um fruto exótico, já alcançando o mercado europeu.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Considerações Gerais**

O Nordeste brasileiro está localizado no Norte Oriental do Brasil, nas Latitudes Sul  $1^{\circ}$  e  $18^{\circ} 30'$  e Longitudes (W.G ) de  $34^{\circ} 30'$  e  $48^{\circ} 20'$  , perfazendo uma área de  $1.561.177 \text{ km}^2$  , correspondendo a 18,26% do Brasil, envolvendo os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, com uma população estimada no ano de 2000 de cerca de 47.693.253 habitantes, representando 28% da população brasileira (CARVALHO,1999; MAIA, 2004; PINTO, 2004).

Nesta vasta área, existe uma gama de contrastes, provocados principalmente pelo clima, onde na área litorânea está concentrada a maior população, as maiores cidades e também as melhores oportunidades desde os tempos do Brasil colônia. A colonização deu-se do litoral para o interior, onde no litoral a monocultura da cana de açúcar foi o maior suporte da economia do Nordeste, entretanto, hoje, acha-se bem diversificada entre comércio, indústria e prestação de serviços (RABELO,1990; MAIA, 2004; PINTO, 2004).

Paralelamente ao desenvolvimento do litoral nordestino, com a cana de açúcar, outra área destacava-se no cenário da colônia, que era os Gerais onde concentravam-se a exploração de ouro e pedras preciosas. Juntamente a estes dois pólos de desenvolvimento, na época, começa a haver a ocupação do semi-árido nordestino e essa ocupação teve um objetivo principal que era o fornecimento de carne e outros gêneros alimentícios aos senhores de engenhos e as mineradoras (SANTANA,1992).

O estabelecimento do semi-árido nordestino, deu-se através dos “Currais” onde, o proprietário da terra deixava uma vaca, um boi, uma égua, um cavalo e um casal de vaqueiro, para tomar conta dos animais e prestar contas da propriedade. Em seguida, foram introduzidos outros animais tais como: caprinos, ovinos, asininos, galináceos, etc., com a finalidade de dar maior sustentação às famílias assentadas. Em menos de cem anos, estava implantada uma das maiores riquezas do Brasil, onde o boi era a principal fonte de negócios, criando assim uma nova ordem econômica e tradições para o semi-árido (ROCHA, 1983 ; SANTANA, 1992).

Com a ocupação do semi-árido, o homem começa a devastação daquilo que a natureza levou milhares de anos para adaptar às condições de clima e solo: a vegetação xerófila. Os primeiros a chegar pouco entendiam a fragilidade da Caatinga, cuja aparência árida denuncia uma falsa solidez. Com o aumento do rebanho, aumento da população o surgimento de cidades, vilas e povoados, o processo de degradação vai aumentando a cada dia. Um novo paradigma se estabelece no semi-árido, o combate à seca, investimentos em represamento de água são feitos ao longo dos tempos na tentativa de manter o povo nas localidades, bem como fornecimento de água para dessedentação animal. São políticas frágeis e eleitoreiras, nunca um plano sistemático na tentativa de se estabelecer uma

convivência com a seca e não um combate à seca (CARVALHO, 1999).

Os grande açudes atraíram fazendas de criação de gado no Vale do Rio do São Francisco e em mais de 30 pólos de irrigação, hoje existentes no Nordeste. A irrigação foi incentivada sem o uso de técnicas apropriadas, um exemplo foi o feitio dos projetos de irrigação sem o sistema de drenagem, causando assim um resultado desastroso ao meio ambiente, visto ter provocado a salinização do solo. Outro fato grave é a contaminação das águas por agrotóxicos, depois de aplicado nas lavouras, o agrotóxico escorre das folhas para o solo, levado pela irrigação, daí para as represas, matando os peixes e contaminando a população (ROCHA, 1995; CARVALHO, 1999).

Um quadro de miséria se estabeleceu no semi-árido mais populoso do planeta Terra, somos mais de 20 milhões e necessitamos de um novo modelo de desenvolvimento, onde os recursos naturais sejam melhor disponibilizados e preservados, garantindo assim, melhores dias para a geração atual e as futuras gerações (OLIVEIRA, 2005).

Desde épocas remotas os escritores (CUNHA,1929; SOUZA, 1938; DUQUE, 1973) já falavam da importância do umbuzeiro para o povo do semi-árido, entretanto, passar da poesia para uma pesquisa sistemática levaram-se anos. Apesar de o Nordeste do Brasil possuir um enorme potencial em plantas xerófilas, estas ainda estão relegadas ao descaso da maioria dos órgãos competentes no que tange à domesticação e aproveitamento racional pelo homem. Dentre inúmeras xerófilas existentes no semi-árido nordestino, o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) (MOBOT, 2006) reveste-se de grande importância tanto ecológica, como sócio-econômica (CAMPOS,1986).

O umbuzeiro é encontrado no bioma caatinga, que significa mata branca em Tupy. De fato, a caatinga apresenta-se verde somente no curto período das chuvas,

entre os meses de novembro a abril, ou seja, seis meses de chuva e seis meses sem chuva, entretanto, essa regra não é bem fixa, visto o semi-árido ser bastante instável quanto a regularidade das chuvas, além do que, ocorre sempre a “seca verde” ou os “veranicos” que desestabilizam as lavouras, a vegetação e o homem. O bioma caatinga tem uma área de 734.478 km<sup>2</sup>, perfazendo 7% do território brasileiro (DUQUE,1973; BRASIL-RADAMBRASIL,1983; MAIA, 2004).

A região semi-árida do Nordeste brasileiro é conhecida pelo nome de “polígono das secas” (BNB, 1964), pois as secas periódicas assolam uma área de 86,48% do Nordeste; 11,01% de Minas Gerais e 2,5% do Espírito Santo, perfazendo uma área de 974.752 km<sup>2</sup>, formando assim, uma área em forma de polígono. O clima, segundo a classificação de Köpen, é Bwh semi-árido, que baseia-se na temperatura, precipitação e sua distribuição durante as estações do ano.

A heterogeneidade da caatinga é demonstrada por algumas designações regionais, atribuídas a diferenças fisionômicas e até mesmo florísticas. Dentre alguns autores, destaca-se Duque (1973), que reconhece no “Polígono das Secas” as seguintes “regiões ecológicas”: Caatinga, Sertão, Seridó, Agreste, Carrasco e Serras. A caatinga não é um tipo uniforme de vegetação, pode assumir várias formas e estas formas diferem em fisionomia e em composição florística de um lugar para outro. Pode-se afirmar que a relação entre o “*habitat*” e a comunidade vegetal não é uma função simples e reversível. A flora de uma região é historicamente o resultado de um longo processo de seleção natural (MAIA, 2004).

O polígono das secas é uma das regiões semi-áridas mais quentes do globo, com temperatura variando de 12° a 45° C e médias mensais superiores a 25° C; baixa pluviosidade, variando de 200-1000 mm ano<sup>-1</sup>, na isoietas da área da caatinga, onde a média

oscila em torno de  $600 \text{ mm ano}^{-1}$ ; grau higrométrico do ar entre 30 e 90%; insolação média de  $2.800 \text{ horas solar ano}^{-1}$ , acarretando assim, uma forte evapotranspiração potencial em torno de  $2.000 \text{ mm}$ , em decorrência das poucas nuvens, baixa latitude, ventos quentes, secos e de elevada velocidade, induzindo dessa forma, um balanço hídrico deficitário (HARGREAVES, 1974 ). Muitos autores usam o símbolo Bsh, a letra s, é aplicada erroneamente no clima semi-árido, tendo em vista que no Sertão Nordestino a concentração de chuvas é maior no verão (AMBIENTEBRASIL, 2005).

O Zoneamento Agroecológico do Nordeste elaborado através da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA, abrange o Nordeste brasileiro e parte do Norte de Minas Gerais, incluída no polígono das secas, formando uma área de  $1.662.947 \text{ Km}^2$ . Baseia-se na estrutura fisiográfica regional, onde em uma nova abordagem dividiu a Região em 20 Grandes Unidades de Paisagem, agrupando 172 Unidades Geoambientais (SILVA et al., 2000).

Segundo Silva et al. (2000), Unidade Geoambiental (UG) é uma entidade especializada, na qual o substrato (solo), a vegetação natural, o modelado e a natureza e distribuição dos solos na paisagem, constituem um conjunto, cuja variabilidade é mínima, de acordo com a escala cartográfica. A ausência de referências quanto às condições climáticas nesse conceito, deve-se ao fato de que a vegetação natural foi usada como indicador climático, uma vez que ele reflete as condições de disponibilidade hídrica do ambiente estudado. As classes de solos e a disposição destas na paisagem constituem os elementos básicos da UG.

A Unidade de Paisagem Depressão Sertaneja (F), possui 34 Unidades Geoambientais, sendo numerada de F 1 a F 34, com uma área de  $368.216 \text{ km}^2$ , perfazendo 22,16% da área do Zoneamento Agroclimático do Nordeste. Trata-se de uma área de paisagem



típica do semi-árido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanos bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, e cortado por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino (SILVA et. al., 2000). O clima desta Unidade de Paisagem é quente e na grande maioria semi-árido e apresenta dois períodos chuvosos distintos: o primeiro, ocorre na região mais seca (sertão), com período chuvoso de outubro a abril; o segundo, na região de clima mais ameno (agreste), o período chuvoso ocorre de janeiro a junho, onde de uma maneira geral, a média de precipitação anual fica em torno de 650 mm mal distribuídos.

## 2.2. O umbuzeiro ou imbuzeiro

De acordo com Giacometti (1993) e Donadio (1995), no Brasil foram identificados dez centros de origem de espécies frutíferas, onde o umbuzeiro está presente no sexto centro, que situa-se na Caatinga do Nordeste brasileiro.

O gênero *Spondias* pertence à família *Anacardiaceae* e possui dezoito espécies distribuídas nos neotrópicos, Ásia e Oceania . No Nordeste brasileiro, destacam-se as espécies: *Spondias mombin* L. (cajazeira), *Spondias purpurea* L. (cirigueleira), *Spondias cytherea* Sonn. (cajaraneira), *Spondias tuberosa* Arruda (umbuzeiro) e *Spondias spp.* (umbucajazeira e umbugueleira), todas árvores frutíferas tropicais largamente exploradas, através do extrativismo (CAVALCANTI et al., 1999; LIRA JÚNIOR, 2005; DRUMOND et al., 2006 ).

No Nordeste, estas espécies têm considerável importância social e econômica, fato comprovado pela crescente comercialização de seus frutos e produtos

processados em mercados, supermercados e restaurantes da região (SILVA et. al., 1987; GIACOMETTI, 1993; LIMA et al., 2002).

O umbuzeiro é planta xerófita nativa do semi-árido do Nordeste brasileiro (DUQUE, 1980). O umbu-cajazeira é um híbrido natural entre a cajazeira e o umbuzeiro (GIACOMETTI, 1993), tem origem desconhecida, características de plantas xerófitas e está disseminado em alguns estados do Nordeste como o Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Pernambuco e Bahia. A umbugueleira é uma árvore muito semelhante à da umbu-cajazeira, e os poucos exemplares existentes ocorrem nos municípios de Santa Isabel (PB) e Tururu (CE).

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) é uma xerófita lenhosa, de vida longa, estrutura celulósica, caducifólia. Árvore frondosa para as condições do Sertão, atingindo quando adulta, a uma altura média em torno de seis metros, com ramos laterais em semi-círculo, atingindo às vezes uma circunferência de trinta metros de diâmetro, servindo assim, como excelente proteção ao solo bem como os animais nas horas mais ensolaradas, via de regra, sua copa apresenta-se "decotada" devido à ação dos animais que apreciam tanto o seu fruto, como a sua folhagem (DUQUE, 1973, 1980).

As folhas são pinadas, glabras quando adultas, com folíolos ovalados ou elipsóides, obtusos no ápice, com cerca de quatro centímetros de comprimento e dois centímetros de largura (BRAGA, 1960).

Sua floração é periférica, com flores brancas dispostas em panículas com dez a quinze centímetros de comprimento e composta de cálice com quatro e cinco sépalas em uma corola com quatro a cinco pétalas valvadas. O androceu possui de oito a dez

estames e o gineceu de três a cinco estilos (DUQUE, 1980). Estudos realizados por Pires & Oliveira (1986) sobre a estrutura floral e sistema reprodutivo do umbuzeiro, relatam que a panícula, em geral, contém nove fascículos opostos com uma média de onze flores em forma de taça, medindo cerca de seis milímetros de diâmetro, quando abertas. O androceu é polistêmico, com cerca de três milímetros de comprimento, distribuídos uniformemente. As anteras são reniformes. O gineceu é curto, atingindo um a dois milímetros de comprimento, com quatro estiletos de mais ou menos dois milímetros. Numa mesma inflorescência, cinquenta por cento das flores são hermafroditas, enquanto os outros cinquenta por cento são flores masculinas, apresentando estigma e estiletos rudimentares, caracterizando a espécie como sendo andromonóica, do ponto de vista reprodutivo. A abertura das flores dá-se entre zero e quatro horas, com pico às duas horas, existindo evidências de polinização cruzada.

Em relação ao sistema radicular do umbuzeiro, Duque (1980) afirma que as raízes laterais são longas, ocupando uma camada com aproximadamente um metro de profundidade da superfície do solo e que a sobrevivência dessa planta, por mais de trinta anos, mesmo nos períodos das secas, é assegurada pelos xilopódios ou batatas nas raízes com armazenamento de água, mucilagens, glicose, tanino, amido e outros elementos vitais para nutrição desse vegetal, quando do período de estiagem.

Trabalhando com plantas nativas da caatinga de Paulo Afonso, Ferri & Labouriau (1953) determinaram o “balanço de água”, comparando dados obtidos em 1952 e 1953. No ano de 1952, por ser mais ameno, o umbuzeiro teve uma transpiração máxima por volta das 9:00 horas e em 1953, esta máxima transpiração foi identificada por volta das 7:00 horas, assim mesmo em quantidade tão reduzida que pode ser expressa pela transpiração cuticular. Dessa maneira, o umbuzeiro apresenta diversos meios de proteção de perda de água, caso contrário tenderia a desaparecer. Lima Filho & Silva (1988), em estudo fisiológico do

umbuzeiro, conduziram estudo objetivando avaliar a resistência estomática, transpiração e temperatura da folha do umbuzeiro no seu habitat natural, no final da estação seca e após as primeiras chuvas. A resistência começou a aumentar em torno das 7 h nos dois períodos, porém de forma mais brusca durante a seca, resultando em baixa transpiração. Após as primeiras chuvas, a resistência estomática começou a aumentar em torno de 13 h, quando as condições ambientais ainda eram favoráveis a uma grande demanda evapotranspiratória. Estes resultados sugerem uma acentuada economia de água pelo umbuzeiro. Não se observou diferenças na temperatura das folhas relativas aos dois períodos.

Para Campos (1988) baixas taxas de transpiração são qualidades de adaptação, apesar de não ser o único meio característico de adaptação para as condições áridas, tão pouco o melhor, haja visto a redução na fotossíntese, com reflexo na diminuição da produtividade. De acordo com o autor, o umbuzeiro possui três mecanismos de adaptação ao semi-árido, armazenamento de água e nutrientes nos xilopódios, fechamento dos estômatos às primeiras horas do dia e folhagem caduca, que caem logo que a planta começa a apresentar os sintomas de estresse por deficiência de água, os quais estão intimamente ligados ao “relógio biológico” dessa planta.

Albuquerque et al. (1982), fazendo um estudo da densidade de espécies arbóreas e arbustivas em vegetação de caatinga, verificaram em uma área de 180 ha pertencente ao Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido, que o umbuzeiro, participava em média com uma densidade de 3,02 indivíduos ha<sup>-1</sup>, com uma área de copa de 318,76 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>.

Em estudo morfológico do fruto e da semente dessa planta, Silva & Silva (1974) afirmam que o fruto é uma drupa elipsoidal, glabra ou levemente pilosa, de

epicarpo muito ou pouco espesso, de cor amarelo-esverdeada e mesocarpo variando de fino a grosso e de sabor ácido-adocicado. O endocarpo constitui o caroço, mostrando tamanho variado, apresentando a extremidade proximal, em relação ao pedúnculo, mais afunilada do que a distal. É bastante resistente e constituído de três camadas, sendo a mais externa denso-fibrosa, a intermediária de constituição frouxo-fibrosa e uma camada mais interna, a que está mais em contato com a semente, apresentando consistência igual à primeira camada. A camada externa contém geralmente seis perfurações maiores, sendo que a localizada na extremidade distal é que dá passagem à radícula e aos cotilédones. Quando o fruto é jovem a camada intermediária é contínua, entretanto, quando atinge a maturidade apresenta perfurações que correspondem internamente ao número e altura de lóculos. A semente contém cinco lóculos, porém, somente um apresenta rendimento seminal bem desenvolvido e os outros são abortados. A camada interna acha-se ligada à camada externa por toda a sua extremidade proximal, não apresentando nenhuma perfuração, vindo a dificultar o processo germinativo. Logo após a germinação, o desenvolvimento é bastante rápido.

Quanto à variabilidade genética, segundo Gomes (1965), há umbus ácidos e outros quase desprovidos de acidez, umbus maiores e menores, umbuzeiros mais produtivos que outros, embora vivendo em ecologia igual, lado a lado. Em trabalho realizado por Silva et al. (1987), sobre a caracterização dos frutos do umbuzeiro, os autores constataram que o nível de variação fenotípica observando para as características do fruto, sugere a existência de alta variabilidade genética entre família.

Em estudo de alternância de safra, de acordo com Campos et al. (1997), conduzido por cinco anos em trinta pés-francos de umbuzeiros, os autores concluíram que dos 150 resultados possíveis, nos cinco anos da pesquisa, houve um resultado com

produção acima de 300 Kg por planta, ficando, entretanto, o grosso da produção (72 resultados) entre 1 e 50 Kg por planta, predominando, produção entre 1,0 e 50 Kg por planta. Levando-se em consideração as safras de umbu, o rendimento médio por ha foi de 7; 97; 262; 168 e 374 Kg ha<sup>-1</sup>, para os anos de 1994, 1995, 1996, 1997 e 1998, respectivamente, fornecendo uma média no período, de 181 Kg ha<sup>-1</sup>. Estes resultados, entretanto, permite projetar a produtividade do umbuzeiro, levando-se em consideração uma densidade de 3,7 plantas por ha, que em anos de pouca precipitação (100-200mm) isoladamente a produtividade fica em torno de 7,0 Kg ha<sup>-1</sup>; precipitações entre 200-5000mm a produtividade fica em torno de 132 Kg ha<sup>-1</sup> e que precipitações acima de 500mm a produtividade fica acima de 313 Kg ha<sup>-1</sup>.

### **2.3. Características físicas e químicas**

Guimarães & Pechnik (1956), referindo-se ao extrato etéreo de frutos de umbu, encontraram as vitaminas A, D, E e K. O umbu possui ainda tiamina e ácido nicotínico. De acordo com os autores citados, outra vitamina encontrada em ótima concentração é a C, que no fruto maduro pode conter 14,2 mg de ácido ascórbico em 100 mL e no fruto verde 33,2 mg de ácido ascórbico em 100 mL. Os minerais, cálcio, fósforo, ferro, potássio, magnésio, enxofre, cobre, manganês, zinco, boro, sódio e alumínio, além do nitrogênio são encontrados, balanceados, em ótimas concentrações, nas diversas partes do umbuzeiro.

De acordo com Parahym (1941), citado por Souza & Catão(1970), o umbu verde apresentou 31,6 mg, frutos maduro 13,5 mg e frutos passados 11,3 mg de vitamina C em 100 mL de polpa. Ainda segundo Souza & Catão (1970), a análise de suco

integral de umbu, realizada pelo I.T.B. proveniente da Bahia Frutos S.A., sediada em Salvador, revelou 8,40 mg de vitamina C por 100 mL.

Quanto aos produtos industrializados desenvolvidos pela COOPERCUC (2006), Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (BA) a compota de umbu, contém em 25g, 2 mg de vitamina C. Já o doce da polpa, contém 9,70 mg de vitamina C em 100g. A geléia de umbu contém 20 mg em 100g do produto. Já o suco do umbu, em 100 g contém 33 mg de vitamina C.

Em trabalho de acompanhamento da estabilidade da vitamina C em polpa pasteurizada e acerola *in natura* congeladas, ambas armazenadas a  $-12^{\circ}\text{C}$  e  $-18^{\circ}\text{C}$ , e em suco de acerola pasteurizado, mantido a temperatura ambiente, ao longo de 4 meses de armazenagem, verificaram que as polpas congeladas não apresentaram degradação significativa, já as *in natura* apresentaram degradação significativa, apresentaram cinética de degradação de 1ª ordem. Após 4 meses de armazenagem as acerolas armazenadas a  $-12^{\circ}\text{C}$  e  $-18^{\circ}\text{C}$ , tiveram uma perda de 43% e 19% dos teores iniciais de vitamina C, respectivamente. As polpas, a  $-12^{\circ}\text{C}$  e  $-18^{\circ}\text{C}$ , tiveram perda de 3% e o suco teve uma perda de 32% do teor de vitamina C (YAMASHITA et al., 2003).

Segundo Oliveira et al. (1999), avaliando a qualidade das polpas congeladas de acerola, cajá e caju produzidas e comercializadas por empresas paraibanas e pernambucanas, através de parâmetros físico-químicos, com a finalidade de verificar a sua adequação às normas e padrões vigentes no país, encontraram valores médios para os dois Estados de: a) polpa de caju: pH = 4,11; sólidos solúveis = 9,75 °Brix; acidez em ácido cítrico = 0,39%; açúcares redutores = 5,74%; vitamina C = 162,89 mg 100g<sup>-1</sup>; b) polpa de cajá: pH = 2,50; sólidos solúveis = 7,5 °Brix; acidez em ácido cítrico = 1,09%; açúcares redutores = 2,73%; vitamina C = 10,29 mg 100g<sup>-1</sup>; c) polpa de acerola: pH = 3,70; sólidos solúveis = 6,25

<sup>0</sup>Brix; acidez em ácido cítrico = 1,03%; açúcares redutores = 3,20%; vitamina C = 989,47 mg 100g<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos indicaram que 68 % das amostras de polpa de cajá e 59% das amostras de polpa de cajú não se enquadram nos padrões para suco das mesmas frutas; já para acerola o índice foi de 40,7% das amostras não atendem ao padrão.

De acordo com Souza Filho (2002) avaliando o potencial de aproveitamento de sete espécies de frutas nativas das regiões Norte e Nordeste, verificaram que cajá (*Spondias mombim* L.) e ciriguela (*Spondias purpúrea* L.), apresentaram níveis de 7 a 13 mg de vitamina C em 100g de néctar, respectivamente.

Avaliando o teor de vitamina C e a atividade de ascorbato oxidase em manga, Cardello & Cardello (1998) verificaram que durante o amadurecimento, a atividade da ascorbato oxidase aumentou e o teor de ácido ascórbico diminuiu, havendo significativa ( $p < 0,05$ ) correlação linear negativa ( $r = 0,98$ ), em tese, a medida em que o teor de vitamina C decresceu, houve aumento da ascorbato oxidase.

Silva et al.,(1987) observaram que o fruto do umbuzeiro é composto, em média, de 10% de caroço, 22% de casca e 68% de polpa. O peso médio de fruto, por árvore variou de 13 a 22g. O nível de variação fenotípica constatado para as características do fruto sugere a existência de alta variabilidade genética entre família.

Santos (1997) em trabalho de dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semi-árido brasileiro, para 17 regiões ecogeográficas, encontrou valores médios de 21,2g para peso de fruto e participação percentual de 19, 25 e 55, para semente, casca e polpa, respectivamente.

Campos et al.(1999),em trabalho de formação do Banco Ativo de Germoplasma de Umbuzeiro, observaram que o peso médio dos frutos variou de 4,88 a 96,7g mostrando a grande variabilidade existente para este caráter dentro da espécie. Os frutos de



maior tamanho foram encontrados nas regiões de melhores condições de solo e de precipitação pluviométrica, na unidade de paisagem Depressão Sertaneja do semi-árido brasileiro, o maior peso do fruto (51 g) foi observado na planta 55 em Lagoa Grande( PE). Os teores de sólidos solúveis ( $^{\circ}$  Brix) da polpa dos frutos das procedências de maior peso, variou de 10,0 a 12,8. Esses valores, próximos a média observada no conjunto das procedências, sugerem a possibilidade da seleção de indivíduos com fruto grande e bom teor de sólidos solúveis da polpa.

Pedrosa et al. (1989), em estudo de características físico-químicas de frutos de 22 matrizes de umbuzeiro, verificaram que o peso médio do fruto variou de 11,3 g a 50,1g, enquanto Barbosa (1989) em estudo pomológico de plantas de umbu em diferentes regiões da Paraíba, encontrou peso médio de umbu de 22,6 g, onde a casca ficou com média de 16,2%, a polpa 72,7% e semente com 11,0%.

Em trabalho de dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semi-árido brasileiro, Santos (1997) afirma que o umbu mostra peso médio de fruto de 18g, porcentagem de polpa em torno de 58% e grau Brix de 12, relação polpa/fruto de 0,58. Por outro lado, Bezerra et al. (1993) verificaram que o peso do fruto variou de 11,3 a 50,1g, com sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix) de 7,2 a 12,8 e acidez (%), de 0,63 a 1,29.

De acordo com Souza & Catão (1970), os constituintes físicos dos frutos do umbuzeiro foram epicarpo (casca) 12,8%, mesocarpo (polpa) 76,80% e endocarpo (caroço) 10,4%.

Para Silva et al. (1987), o nível de variação fenotípica exibido pelo peso da casca parece estar associado mais a superfície da casca do que à sua espessura, variando, portanto, com o tamanho do fruto. Isto leva a concluir que a casca é uma característica de importância secundária, ficando a média em torno de 22%. Já Campos et al.

(1999) verificaram que o peso médio da casca variou de 0,98g a 24,30g. No mesmo trabalho o peso médio da polpa do fruto variou de 1,70 a 59,1 g, respectivamente, nas procedências identificadas de São Gabriel e Lontra.

Pedrosa et al. (1989), em estudo de características físico-químicas de frutos de 22 matrizes de umbuzeiro, notaram variação de 13,4% a 24,9% de peso de casca e a percentagem de polpa variou de 62 a 77%; a acidez variou de 0,63% a 1,29%, o teor de sólidos solúveis da polpa variou de 7,2° a 12,8 °Brix, havendo contudo entre elas 14 seleções com teor acima de 10° Brix.

Segundo Silva et al. (1987), a polpa e o caroço, dentre os três componentes do fruto, são as características de maior importância e que, dependendo do grau de controle genético, podem ser perfeitamente melhorados. A polpa por apresentar uma alta relação com o peso total do fruto, seria uma característica de fácil seleção em função do peso do fruto. Para esse parâmetro a média foi de 10% e 68% para caroço e polpa, respectivamente. Quanto ao teor de sólidos solúveis, observaram valores de 11% para o umbu. Em relação à acidez, obtiveram resultados de 2,62.

Barbosa et al.(1989), em estudo pomológico de plantas de umbu em diferentes regiões da Paraíba, encontrou variação de de 8,8 a 10,3 °Brix. Enquanto Santos (1997) notou em frutos de maior peso, boa relação polpa/fruto e com teor de sólidos solúveis, acima de 12,5 °Brix.

#### **2.4. Pós-colheita**

Os frutos, apresentam reações químicas complexas altamente dependente da fotossíntese e da absorção de água e minerais mantendo um equilíbrio dinâmico em todo o citoplasma das células. Entretanto, sabemos que o lucro do produtor não depende de

sua produtividade, mas sim da produtividade que chega a ser comercializável, ou seja, que esteja em condições de ser bem vendida quando chega ao local da comercialização. Os custos envolvidos da colheita ao consumo é muito menor se comparado ao período do plantio à colheita. Enquanto para produzir frutos, uma árvore leva anos, a duração do trabalho pós-colheita pode ser tão curta como uns poucos dias, e significar o sucesso ou não de tantos anos. Logo, qualquer aperfeiçoamento no processo de pós-colheita trará benefícios ao produtor, assim como o desenvolvimento e conhecimento da tecnologia de pós-colheita visa encontrar um método que melhor preserve as características do fruto colhido (AWAD, 1993; SEAGRI, 1996).

As relações fonte-dreno desempenham papel chave no desenvolvimento de frutos, principalmente no que diz respeito ao acúmulo de açúcares. A força do dreno influencia o nível de açúcares como a frutose, sacarose e glicose que são também responsáveis pelo sabor do fruto. É possível perceber que a maior força dreno ocorre quando o fruto começa a mudar sua coloração de verde para amarelo (ZHOU & PAULL, 2001).

A fisiologia de um fruto que iniciou o processo de amadurecimento ainda ligado à planta é bastante diferente daquele que foi colhido e amadureceu desconectado da planta (KNEE, 1995).

São características típicas de frutos climatéricos a mudança na cor da casca e firmeza da polpa após a colheita. A mudança da cor verde para amarelo deve-se à degradação da clorofila e à síntese e revelação de carotenóides (WILLS & WIDJANARKO, 1995).

De acordo com Lazan et al. (1989), a perda da firmeza, aliada à mudança da cor da casca, é a transformação mais característica que ocorre durante o

amadurecimento. A perda da consistência do fruto é resultado de vários processos, mas ocorre predominantemente devido à decomposição enzimática da lamela média e parede celular. O amolecimento da polpa é atribuído à atividade das pectinases em especial à poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME), outra enzima que tem sido associada ao amadurecimento da polpa é a beta-galactosidase, que provavelmente, completa a ação da PG.

As pesquisas de pós-colheita buscam resolver problemas relacionados ao prolongamento da vida útil dos produtos sob armazenamento, portanto, visam estudar funções fisiológicas como respiração, transpiração, composição química e outros atributos como aparência externa, sabor, aroma etc. Mesmo após a sua retirada da planta, o fruto continua por algum tempo como organismo vivo, cujas células estão em plena atividade metabólica. Dos fenômenos fisiológicos próprios da célula vegetal, a fotossíntese é o único que não se mantém após a colheita. Na verdade, mesmo quando estão presos à planta os frutos são mais dependentes da atividade fotossintética das folhas do que deles próprios, isso porque, a produção de açúcares das células da sua superfície externa é pequena demais para ter influência significativa no seu crescimento (AWAD, 1993).

Segundo Taiz & Zeiger (2004), durante a fase final do desenvolvimento do fruto, ou maturação, sua respiração pode continuar sem alteração significativa, ou pode ocorrer, dependendo do fruto, aumento dramático denominado climatérico. Utilizando como critério a variação da respiração durante a maturação, os frutos foram agrupados em dois grandes grupos : os frutos climatéricos e os não-climatéricos. Existem também aqueles que não se encaixam nitidamente em nenhuma das duas categorias. Os frutos não-climatéricos apresentam maturação relativamente lenta, acompanhada de uma variação pouco significativa da respiração. Já os frutos climatéricos apresentam aumento rápido e significativo da respiração durante a maturação; as etapas desse aumento são: pré-

climatérico, mínimo pré-climatérico, aumento climatérico, pico climatérico e pós-climatérico. Uma característica marcante nos frutos climatéricos é a produção de etileno e a melhor qualidade do fruto para consumo “*in natura*” é atingida na proximidade do pico climatérico.

## 2.5 Refrigeração

O armazenamento refrigerado é uma das ferramentas mais importantes utilizadas no prolongamento da vida útil de frutos e hortaliças. Infelizmente, frutos tropicais, a exemplo da ciriguela, e subtropicais são geralmente sensíveis à disfunção fisiológica denominada “chilling injury” ou dano pelo frio (DF) quando mantidos a temperaturas abaixo de um certo limite crítico, acima da temperatura de congelamento, resultando em perdas quantitativas e qualitativas pós-colheita (WANG, 1994).

A refrigeração é o meio mais eficiente de reduzir os processos metabólicos em frutos (MARCHAL & NOLIN, 1990) e, segundo Soto (1985) a temperatura é, provavelmente, o fator que mais afeta o período de armazenamento. Sabe-se que sua diminuição reduz a respiração do fruto e com isso prolonga o período-climatérico, retardando o amadurecimento. O uso de temperaturas mais baixas como método de conservação de frutos foi citado por Bleinroth (1988), como forma de reduzir o processo de maturação e senescência, além de controlar o desenvolvimento de microorganismos que possam estar presentes. Normalmente, a temperatura de conservação de frutos varia de 0 a 12<sup>0</sup>C sendo que para cada um deles existe uma temperatura crítica que deve ser respeitada, evitando-se assim, sérios distúrbios no produto armazenado (LIMA, 2000).

A incidência de DF (dano pelo frio) provoca o enfraquecimento dos tecidos, tornando-os incapazes de desenvolver, normalmente, os processos metabólicos, o que é geralmente atribuído à alteração da permeabilidade da membrana lipídica (LYONS, 1973;

NISHIBA & MURATA, 1996). Os sintomas associados com a ocorrência de dano pelo frio, usualmente, tornam-se aparentes somente após a transferência do produto para temperaturas mais elevadas (LEVITT, 1980; WANG, 1994). No entanto, os tipos, graus e suscetibilidade desses sintomas são variáveis entre tecidos e espécies (MANGRICH & SALTVEIT, 2000). Os sintomas de DF mais comumente reportados para frutos são a inibição no desenvolvimento e/ou modificação das cores externa e interna dos tecidos, manchas escuras aprofundadas na casca, exsudação, amadurecimento irregular, modificação na textura e no sabor, aumento da incidência da infestação microbiana e aumento da taxa de deterioração (WANG, 1994; HONG et al., 2000; MUÑOZ et al., 2001).

A temperatura ideal de armazenamento, aquela que potencialmente prolongue a conservação pós-colheita sem promover danos fisiológicos nos frutos, é muito variável (NISHIBA & MURATA, 1996). Dessa forma, a cultivar e estágio de maturação são fatores que também interferem nesta variação (AUTIO & BRAMLAGE, 1986).

Segundo Moreira (1987), o “chilling injury” está relacionado com um desbalanço na atividade respiratória normal de frutos e há estudos que demonstram mudanças no aspecto de membranas mitocondriais (RAISON et al., 1971) e na permeabilidade de membranas (LEWIS & WORKMAN, 1964). Foi observado acúmulo de acetaldeído, etanol, alfacetoácido (MURATA, 1969) e alfa-farneseno (WILLS et al., 1975). Há também evidências de mudanças anormais em algumas enzimas respiratórias específicas, como a glicose-6-fosfato que teve sua atividade acentuada (YOSHIOKA & HOND, 1972).

O controle do amadurecimento de um fruto a baixas temperaturas exige o conhecimento dos processos metabólicos característicos deste na época da colheita, bem como das respostas indesejáveis quando este é armazenado sob temperaturas críticas, suscetíveis a DF (MUÑOZ et al., 2001) que resultam em alterações das características físicas e

físico-químicas. Além da temperatura, o tempo de exposição é determinante no desenvolvimento de DF (WANG, 1994).

Na redução dos processos metabólicos em frutos, a refrigeração é o método mais eficaz (PANTASTICO et al., 1975; WILLS et al., 1981), afetando a respiração e a biossíntese de etileno, além de reduzir a taxa de crescimento de microorganismos. Contudo, temperaturas abaixo da mínima de segurança (TMS) podem causar desordens fisiológicas, as quais tornam o fruto muito susceptível a injúria pelo frio (Chilling injury), visíveis em armazenamento prolongado ou após a retirada desses produtos da refrigeração (COUEY, 1982).

Dano pelo frio (DF) em ciriguela é função do estágio de maturação; a temperatura de 9,5 °C não resultou em DF no estágio de maturação AP (amarelo predominante), sendo este estágio o mais adequado para o armazenamento e aumento da vida útil dos frutos; a temperatura de 9,5 °C é a mínima na qual ciriguelas podem ser armazenadas sem risco de danos pelo frio (MARTINS et al., 2003).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Para alcançar os objetivos propostos, o trabalho foi dividido em quatro etapas:

- 1<sup>a</sup>) Curva de crescimento do fruto do umbuzeiro;
- 2<sup>a</sup>) Características físico-químicas de frutos do umbuzeiro;
- 3<sup>a</sup>) Caracterização dos frutos quanto ao tratamento térmico e
- 4<sup>a</sup>) Pós-colheita de frutos do umbuzeiro.

#### **3.0.1 Localização**

##### **3.0.1.1. Localização e escolha das plantas**

Os estudos experimentais foram desenvolvidos no período compreendido entre setembro de 2005 à março de 2006, nos municípios de Petrolina, PE e Juazeiro, BA (Figuras 1 e 2).



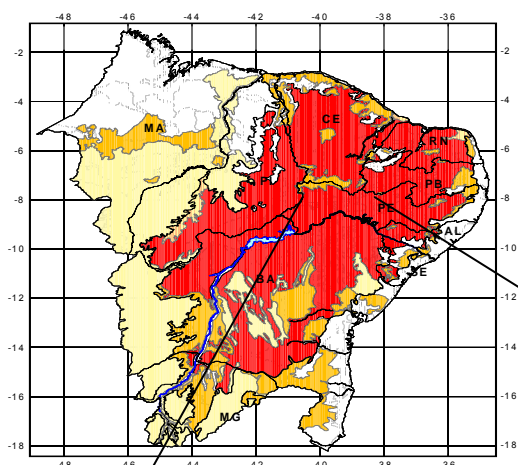


Figura 1. Localização das unidades geoambientais no Nordeste do Brasil. (Fonte: SILVA et al., 2000)

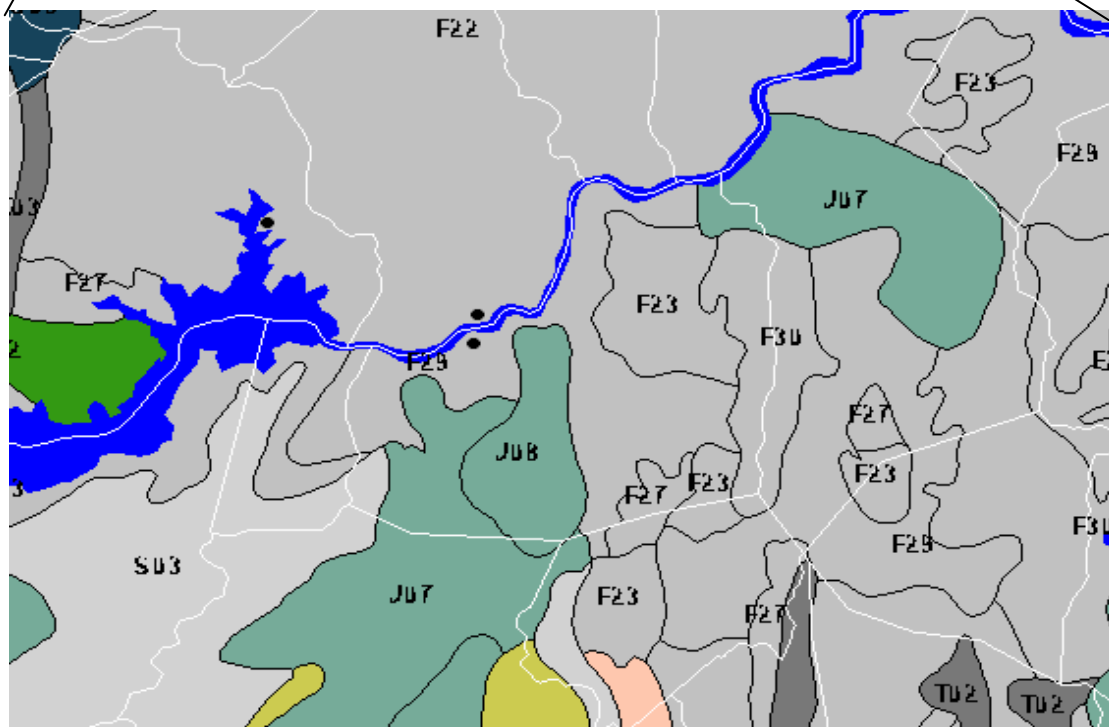


Figura 2 – Localização das unidades geoambientais onde foram demarcadas as árvores de umbuzeiros. Juazeiro, BA. 2006. (Fonte: SILVA et al., 2000).

Foram escolhidas cinco Unidades Geoambientais do semi-árido, que ficaram inseridas na quadrícula,  $40^{\circ}$  e  $42^{\circ}$  de Longitude (W.C.) e  $8^{\circ}$  e  $10^{\circ}$  de Latitude Sul,

conforme pode ser visualizado na Figura 2 (área em destaque) sendo escolhidas vinte árvores de umbuzeiros, ao acaso, por Unidade Geoambiental (SILVA et al., 2000), para se fazer a condução dos trabalhos experimentais.

Unidade Geoambiental pode ser compreendida como uma entidade espacializada, na qual o material de origem do solo, a vegetação natural, o modelado e a natureza e distribuição dos solos na paisagem, constituem um conjunto, cuja variabilidade é mínima, de acordo com a escala cartográfica. Foram escolhidas as Unidades Geoambientais F 22, F 29, F 23, F 27 e F 30 (SILVA et al., 2000).

Todas essas Unidades Geoambientais pertencem à Unidade de Paisagem chamada Depressão Sertaneja (F), que possui trinta e quatro Unidades Geoambientais, perfazendo uma área de 368.216 Km<sup>2</sup> representando 22,16% do Nordeste brasileiro (SILVA et al., 2000).

### **3.0.1.2. Solos**

Coletou-se amostras de solo nas Unidades Geoambientais, nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm para determinações químicas e físicas, conforme resultados no Anexo 01 e 02 (PRADO, 2000 ; GOVERNO FEDERAL, 2002).

A Unidade Geoambiental F-22, possui solo tipo Argissolo, pouco profundo com piçarra, mal drenado, textura média, ácido e distrófico.

Na Unidade Geoambiental F-23, foi identificado como solo tipo Luvisolo, raso, moderadamente drenado, textura argilosa, cascalhento, ácido e distrófico.

A Unidade Geoambiental F-27, é constituída de Planossolo Nátrico Órtico espessênico, medianamente profundo, moderadamente drenado, arenoso, ácido e distrófico.

O solo da Unidade Geoambiental F-29 e F-30, foram classificados como Planossolo Nátrico Órtico espessênico, pouco profundo, mal drenado, textura arenosa, ácido e distrófico.

### **3.0.1.3. Clima**

O clima da região de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Bwh, semi-árido (HARCREAVES,1974), seco no inverno e com chuvas irregulares no verão. A precipitação média anual, histórica, é da ordem de 400 mm, com o período chuvoso concentrado entre os meses de novembro a abril e representando 90% do total anual, destacando-se o mês de março como o mais chuvoso e o mês de agosto como o menos chuvoso.

As normais climatológicas durante o período experimental foram obtidas da Estação Meteorológica da Embrapa Semi-árido, localizada nas coordenadas 09° 24' de latitude Sul e 40° 26' de longitude Oeste, altitude de 375m, cujos resultados podem ser vistos nas Tabelas 1 e 2.

Observou-se em relação a temperatura média do ar, variação de 26,4 °C a 28,4 °C e temperaturas máxima e de mínima de 33,0 °C a 33,30 °C e de 19,0 °C a 22,4 °C, respectivamente.

As normais mensais de umidade relativa do ar médias, variaram de 62 a 79% e de 24 a 48% para umidade relativa mínima e de 75 a 94% para umidade relativa máxima.

Tabela 1– Dados médios de temperatura e umidade relativa do ar, ocorridos entre setembro/2005 e março/2006 no Município de Juazeiro, BA.

Mês/ano	Temperatura (°C)			Umidade Relativa do Ar (%)		
	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
Setembro/05	19,0	26,4	34,00	28	63	80
Outubro/05	21,1	27,9	35,30	24	62	75
Novembro/05	21,9	28,0	35,0	28	66	77
Dezembro/05	21,4	26,9	33,6	35	71	84
Janeiro/06	21,6	28,4	35,4	28	64	75
Fevereiro/06	22,4	27,8	35,1	36	74	85
Março/06	22,3	26,7	33,0	48	79	94

Fonte: Embrapa Semi-árido (Estação de Mandacaru, Juazeiro, BA).

Tabela 2 – Resultados médios de precipitação e evapotranspiração, ocorridos entre os meses de setembro/2005 e março/2006. Juazeiro, BA.

Mês/Ano	Precipitação (mm)	Evapotranspiração (mm)	
		Acumulada	Referência
Setembro/05	0,0	277,7	9,3
Outubro/05	0,0	336,4	10,9
Novembro/05	36,7	287,2	9,6
Dezembro/05	7,3	236,0	7,6
Janeiro/06	2,5	317,7	10,2
Fevereiro/06	44,9	189,5	6,8
Março/06	173,0	139,6	4,5
Total	264,4	1.784,1	

Fonte: Embrapa Semi-árido (Estação de Mandacaru, Juazeiro, BA).

Por sua vez, a evaporação de referência, medida pelo tanque Classe “A” apresentou valores menores entre os meses de fevereiro e março com médias inferiores a

7 mm dia<sup>-1</sup> e médias acima de 7 mm dia<sup>-1</sup> nos demais meses. Já a evapotranspiração acumulada, nos seis meses foi de 1.784,1 mm, mostrando assim uma deficiência hídrica no sistema (BERNARDO, 1995).

Por ocasião da floração das árvores dos umbuzeiros, fez-se a marcação com fitilho e também anotou-se o dia desse fenômeno.

As árvores foram demarcadas através das coordenadas com GPS 310 (Sistema Global de Posicionamento).

#### **3.0.1.4. Características analisadas nos diversos experimentos**

##### **3.0.1.4.1. Peso do fruto e polpa**

A pesagem dos frutos, em cada tratamento, utilizando-se vinte frutos por planta foi realizada com a utilização de uma balança digital de precisão (0,01g), marca Gehaka, modelo BG 2000. O peso médio dos frutos foi obtido pela divisão do peso total pelo número de frutos. Os resultados foram expressos em gramas por fruto. Mesmo procedimento foi adotado para se obter o peso da polpa.

##### **3.0.1.4.2. Sólidos solúveis (SS)**

Os teores de Sólidos Solúveis foram determinados por refratometria numa amostra composta por vinte frutos por planta, utilizando-se refratômetro tipo ABBE (marca Atagro-N1) digital de mão, com resolução de 0,2% de Brix e compensação de temperatura automática para o intervalo de 10 a 30°C indicado para a medição da concentração de açúcar para frutas. Os resultados foram expressos em graus Brix (<sup>0</sup>Brix), conforme técnicas padronizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

#### **3.0.1.4.3. Acidez titulável (AT)**

Esta característica foi determinada por titulação com solução padronizada de NaOH a 0,1 N, tendo como indicador a fenolftaleína a 1%. Utilizou-se 10 g da amostra, diluída em 100 mL de água destilada, conforme o recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100 g de polpa.

#### **3.0.1.4.4. Teor de vitamina C**

A vitamina C total foi determinada pelo método de Tillman (STROHECKER & HENNING, 1967). O ácido L-ascórbico é praticamente o único agente presente nos extratos vegetais e animais, capaz de reduzir o 2,6-diclorofenol-indofenol entre pH 1 e 4. Nestas condições, o 2,6-diclorofenol-indofenol passa de azul na forma oxidada, para incolor, na forma reduzida. O reativo empregado para extrair o ácido ascórbico das plantas e tecidos animais é a solução de ácido metafosfórico a 5%. Este reagente além de extrair o ácido ascórbico, precipita proteínas e inativa as enzimas que oxidam o ácido ascórbico, além de ser quelante para os metais e fornecer a acidez necessária para a reação. De acordo com Lima (2006), a metodologia consiste em usar 5 g de ácido metafosfórico, completar o volume a 100 mL com água destilada; 10 mg de 2,6-diclorofenol indofenol, completar o volume a 100 mL com água destilada; 10 mg de ácido ascórbico, completar o volume a 100 mL com ácido metafosfórico a 5%. Sabendo-se a correspondência em mg da solução de referência de ácido ascórbico, faz-se a determinação da quantidade deste na solução problema, e posteriormente,

para 100 mL do material empregado, expressando o resultado em mg de ácido ascórbico por 100 mL de suco.

#### **3.0.1.4.5. Massa seca**

Amostras frescas foram pesadas (matéria fresca) e levadas para estufa de circulação forçada de ar, a 50 °C, até peso constante (g).

#### **3.0.1.4.6. Teor de Fenóis Totais**

A análise foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico Folin-Denis (HORWITZ, 1995). Amostras de material seco e moído foram pesadas e colocadas em tubos de centrifuga contendo acetona 70% e água. Após banho ultrassônico e centrifugação, ao sobrenadante adicionou-se o reagente de Folin-Denis e solução saturada de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , resultando em 4,0 mL de volume final. A leitura da absorbância foi realizada a 725 nm e os resultados expressos em  $\mu\text{g}$  fenóis (ácido tânico)  $\text{g}^{-1} \text{ms}^{-1}$ .

#### **3.0.1.4.7. Proteínas totais**

Em amostras secas determinaram-se o teor de nitrogênio orgânico total (N) pelo método descrito na AOAC (1995). Considerando que as proteínas têm 16% de nitrogênio em média, o conteúdo de proteína total foi obtido multiplicando-se o valor de N pelo fator 6,25.

#### **3.0.1.4.8. Lipídeos totais**

O teor de lipídeos solúveis totais foi determinado através do método proposto por Bligh & Dyer (1959).

#### **3.0.1.4.9. Carboidratos totais**

Amostras secas, finamente moídas, foram analisadas quanto ao teor de carboidratos solúveis totais de acordo com o método de Dubois et al. (1956).

#### **3.0.1.4.10. Teor de nitrato**

O teor de nitrato foi verificado através do nitrato-card (compact íon meter) c-141, HORIBA, em ppm.

#### **3.0.1.4.11. pH**

O pH foi determinado no mesmo extrato aquoso obtido para a determinação da acidez titulável, utilizando-se o potenciômetro Hanna Instruments modelo HI 8417, conforme técnica recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).



### 3.0.1.5. Classificação dos estádios de crescimento dos frutos

Tabela 3 – Classificação dos estádios de maturação do fruto do umbuzeiro, segundo a coloração da casca. Juazeiro, BA. 2006.

Estádios	Características
1FTV-F	Fruto totalmente verde. Figa (caroço esbranquiçado, em formação)
2FTV-D	Fruto totalmente verde. Devéz (caroço duro), ponto de umbuzeitona
3FTV-In	Fruto totalmente verde. Inchado (início da pigmentação)
4FPA-M-1	Fruto com predominância do amarelo. Maduro 1.
5FTA-M-2	Fruto totalmente amarelo. Maduro 2
6FTA-P	Fruto totalmente amarelo. Passado

Classificação feita pelo autor, por ocasião desta tese.

### 3.1. Curva de crescimento do fruto do umbuzeiro

Coletou-se vinte frutos por árvore, em média, nas cinco Unidades Geoambientais, em cinco estádios de desenvolvimento, conforme a Tabela 3. Determinou-se peso médio do fruto(g), vitamina C, sólidos solúveis (SS) em <sup>0</sup>Brix e acidez titulável (AT), conforme metodologia descrita anteriormente.

#### 3.1.1. Delineamento experimental

O delineamento utilizado para esse experimento foi inteiramente casualizado, (GOMES, 1984) em esquema fatorial 5 x 4 “nested” (SAHAI & AGEEL, 2000),

ou seja, um fator dentro de outro fator (aninhado), cujo modelo matemático foi:  $Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j(i) + e_k(ij)$ ;  $i = 1, 2, \dots, a$ ;  $j = 1, 2, \dots, b$  e  $k = 1, 2, \dots, n$ .

Os tratamentos foram:

$T_1$  = Frutos no estádio 1FTV-F

$T_2$  = Frutos no estádio 2FTV-D

$T_3$  = Frutos no estádio 3FTV-In

$T_4$  = Frutos no estádio 4FPA-M-1

$T_5$  = Frutos no estádio 5FTA-M-2

Para o ajuste da equação, em cada estádio, tomou-se os dados de peso médio do fruto (g), teor de vitamina C, sólidos solúveis e acidez titulável, com cinco repetições.

### **3.1.2. Análise estatística**

As características avaliadas foram analisadas estatisticamente empregando-se o programa SAS (1999) e a representação gráfica dos resultados foi feita utilizando-se o software R (2005). Os efeitos de tratamentos, bem como os desdobramentos das interações foram avaliados pelo teste F. Quando houve efeito significativo de tratamentos, as variáveis foram submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade. Foram feitas ainda, correlações entre as variáveis.

## **3.2. Características físico-químicas de frutos do umbuzeiro**

### **3.2.1. Colheita e características físico-químicas**

Os frutos foram colhidos no mês de março de 2006, colheita manual, acondicionados de maneira a evitar escoriações e levados ao laboratório de pós-colheita da

UNEB/DTCS. Fez-se uma seleção dos frutos, eliminando-se os danificados, classificando-se quanto ao grau de amadurecimento, através de seleção visual, conforme a Tabela 3.

Utilizou-se frutos no estádio 4FPA-M-1, visto já demonstrarem as características de maturação organoléptica completa, onde tomando-se 20 frutos ao acaso, foram realizadas as caracterizações físicas e químicas.

As características físicas em relação aos frutos foram: peso do fruto e peso da polpa posteriormente transformados em porcentagem.

As características químicas determinadas na polpa dos frutos, foram: Sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT) e vitamina C.

### **3.2.2. Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, (GOMES, 1984) em esquema fatorial 5 x 20 onde as cinco Unidades Geoambientais compuseram o primeiro fator e as cem árvores compuseram as parcelas.

### **3.2.3. Análise estatística**

As características avaliadas foram analisadas estatisticamente empregando-se o programa SAS (1999) e a representação gráfica dos resultados foi feita utilizando-se o software R (2005) e Neto (2005). Os efeitos de tratamentos, bem como os desdobramentos das interações foram avaliados pelo teste F. Quando houve efeito significativo de tratamentos, as variáveis foram submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade.

### **3.3. Caracterização dos frutos quanto ao tratamento térmico**

Os frutos colhidos, foram provenientes das Unidades Geoambientais, em estudo, compondo um “mix”, foram caracterizados nutricionalmente. Todo material

vegetal foi analisado *in natura* e após tratamento térmico (cozimento em água até o ponto normal de consumo), já que o umbu é muito usado em conservas, de forma cozida.

### 3.3.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (GOMES, 1984), cujo modelo matemático foi :  $Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j(i) + e_k(ij)$ ;  $i = 1, 2, \dots, a$ ;  $j = 1, 2, \dots, b$  e  $k = 1, 2, \dots, n$ .

Os tratamentos foram:

T<sub>1</sub> – Polpa *in natura*

T<sub>2</sub> – Polpa cozida

T<sub>3</sub> – Casca *in natura*

T<sub>4</sub> – Casca cozida

Com três repetições (triplicata). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ), pelo programa SigmaStat 2.0.

As características avaliadas foram: massa seca, teor de fenóis totais, proteínas totais, lipídeos totais, carboidratos totais e teor de nitrato.

### 3.4. Pós-colheita dos frutos do umbuzeiro

Em cada Unidade Geoambiental foi escolhida uma árvore, onde frutos no estágio 3FTV-In “inchados”, após colheita manual, foram transportados para o laboratório, onde os frutos foram selecionados retirando-se os frutos danificados e fora do padrão.

### 3.4.1. Delineamento experimental

O delineamento utilizado para esse experimento foi inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2 x 5 “nested” (SAHAI & AGEEL, 2000), ou seja, um fator dentro de outro fator (aninhado), cujo modelo matemático foi:  $Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j(i) + e_k(ij)$ ;  $i = 1, 2, \dots, a$ ;  $j = 1, 2, \dots, b$  e  $k = 1, 2, \dots, n$ .

Os tratamentos foram:

T<sub>1</sub> = Temperatura ambiente, planta da UG F 22

T<sub>2</sub> = Temperatura ambiente, planta da UG F 29

T<sub>3</sub> = Temperatura ambiente, planta da UG F 27

T<sub>4</sub> = Temperatura ambiente, planta da UG F 23

T<sub>5</sub> = Temperatura ambiente, planta da UG F 30

T<sub>6</sub> = Refrigerado, planta da UG F 22

T<sub>7</sub> = Refrigerado, planta da UG F 29

T<sub>8</sub> = Refrigerado, planta da UG F 27

T<sub>9</sub> = Refrigerado, planta da UG F 23

T<sub>10</sub> = Refrigerado, planta da UG F 30

Com quatro repetições, os frutos foram acondicionados em caixas de papelão, em duas situações de laboratório: temperatura ambiente, com temperatura variando de 23<sup>o</sup>C a 29<sup>o</sup>C e umidade relativa do ar variando de 45 a 80% e a outra em câmara fria, com temperatura estabilizada em 12<sup>o</sup>C e umidade relativa de 82%.

### 3.4.2. Características analisadas

Foram determinadas as seguintes características: perda de massa fresca, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH) e vitamina

C, nos momentos da colheita (zero), e de dois em dois dias, até o final, de condução do experimento conforme metodologias já descritas.

### **3.4.3. Análise estatística**

As características avaliadas foram analisadas estatisticamente empregando-se o programa SAS (1999) e a representação gráfica dos resultados foi feita utilizando-se o software R (2005). Os efeitos de tratamentos, bem como os desdobramentos das interações foram avaliados pelo teste F. Quando houve efeito significativo de tratamentos, as variáveis foram submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade. Foram feitas ainda, correlações entre as variáveis.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Curva de crescimento do fruto de umbuzeiro

#### 4.1.1. Resultado da análise de variância

A análise estatística evidenciou diferença significativa para o teste F, para todos os quatro parâmetros: peso médio do fruto, teor de vitamina C, sólidos solúveis e acidez titulável estudados (Tabela 4).

Tabela 4 - Desdobramentos dos graus de liberdade de peso médio do fruto (PF), vitamina C, sólidos solúveis (SS) (<sup>0</sup>Brix) e acidez titulável (AT). Juazeiro,BA. 2006.

Variável	Desdobramento	Valor de F	Pr > F	Coefficiente de Variação (%)
PF	Estádio	191,59	**	26,0
Vit. C	Estádio	8099,55	**	3,4
SS	Estádio	1750,12	**	2,9
AT	Estádio	716,03	**	11,18

#### 4.1.2. Crescimento dos frutos

Durante o desenvolvimento, os frutos passam por diferentes estádios fisiológicos. No início ocorrem sucessivas divisões e alongamento celular, seguidas da pré-maturação, maturação, amadurecimento e, finalmente, a senescência. Muitas mudanças físicas, físico-químicas e químicas ocorrem nestes estádios, fazendo com que os frutos adquiram qualidade desejável para serem consumidos (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

A análise de crescimento é um método que descreve as condições morfofisiológicas da planta ou de órgãos dela a diferentes intervalos de tempo entre amostras obtidas sucessivamente e que se propõe acompanhar a dinâmica da produção fotossintética por meio de um ou mais parâmetros. O crescimento é sempre acompanhado por uma variação na forma e na atividade fisiológica da planta, que leva à diferenciação celular. Inicialmente, o crescimento das células meristemáticas ocorre por síntese de material orgânico no citoplasma e, em seguida, por um aumento no volume decorrente da absorção de água. Em resumo, o crescimento é uma combinação de multiplicação celular e crescimento celular (AWAD, 1993). Alvarez (1999) observou que a análise de crescimento pode ser usada para investigar os efeitos de manejo e tratos culturais e Benincasa (1988) ressalta que é possível detectar efeitos de deficiência do meio, possibilitando a correção dos mesmos, a tempo de não comprometer a produção final.

As fases configuradas na Figura 3, referem-se aos estádios: 1FTV-F, Fruto totalmente verde. Figa (caroço esbranquiçado em formação); 2FTV-D, Fruto totalmente verde, Devéz (caroço já duro), ponto de umbzeitona; 3FTV-In, Fruto totalmente verde, Inchado (Início da pigmentação); 4FPA-M-1, Fruto com predominância do amarelo, Maduro 1, conforme a Tabela 3.



Os estádios de crescimento medidos foram em média, de quatorze dias da floração ao estágio 1FTV-F; sessenta e dois dias da floração até ao estágio 2FTV-D; noventa e um dias da floração até o estágio 3FTV-In; cento e doze dias da floração até o estágio 4FPA-M.1 e cento e dezoito dias da floração ao estágio 5FTA-M-2, de acordo com a Tabela 3.

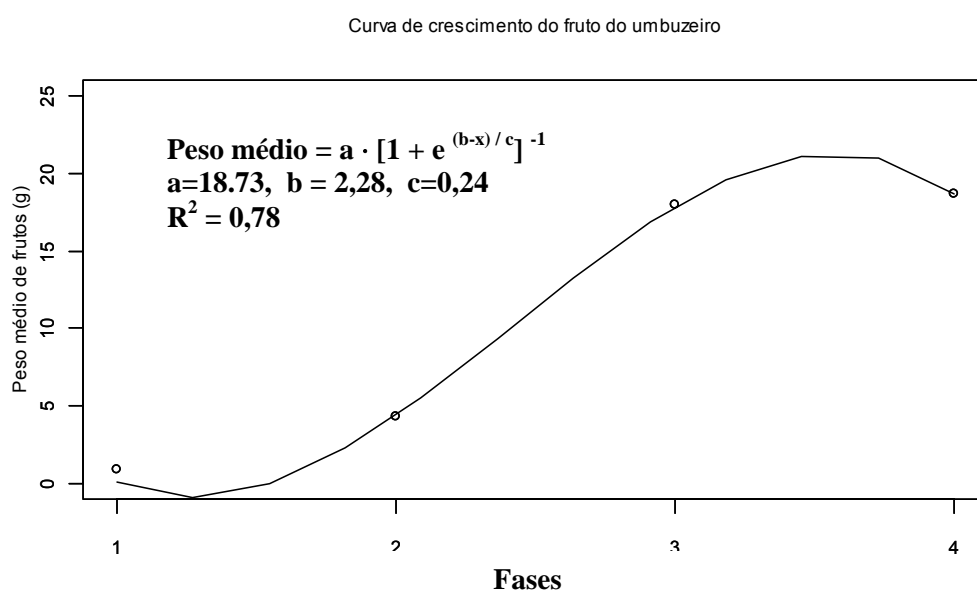


Figura 3 - Curva de crescimento do fruto de umbuzeiro. Juazeiro-BA. 2006.

A tendência do crescimento dos frutos foi avaliada através de regressão não linear, que apresentou melhor precisão, e que fosse o mais adequado para estimar o crescimento dos frutos, onde o peso do fruto representou **Y**, em relação a sua variação no tempo (estádios ou fases), tendo sido obtida a equação logística:  **$Y = a \cdot [1 + e^{(b-x)/c}]^{-1}$** , que ajustou adequadamente o comportamento dos dados experimentais. O ajuste da função foi efetuado aplicando-se o procedimento NLIN do Programa SAS/STAT (SAS, 1999). O grau de

ajuste da equação foi avaliado em função dos valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) que foram calculados para modelos não-lineares de acordo com a fórmula  $R^2 = 1 - (SQR/SQTe)$  proposta por Souza (1998). Os valores referentes aos parâmetros **a**, **b** e **c** respectivamente: valor da assíntota (18,73), valor de x no ponto da inflexão da curva (2,28) e parâmetro de escala (0,24) estão apresentados em destaque na Figura 3.

Observou-se comportamento padrão, tipo curva-sigmóide simples para o crescimento dos frutos, conforme estabelecido por Xinyou Yin et al. (2003), em equação matemática para emprego botânico. Este resultado é compatível com o encontrado por Martins (2003), trabalhando com cirigueleira (*Spondias purpúrea* L); por Castro Netto & Reinhart (2003), trabalhando com a manga 'Haden', por Lee & Young (1983), trabalhando com abacate e Mosca (2002) estudando atemóia (*Annona cherimola* Mill). Notou-se no entanto, que na maioria dos trabalhos, pesquisados, os autores trabalharam com três a quatro parâmetros, testando correlações entre pesos, volumes, matéria fresca e matéria seca. Assim, é que optou-se por fazer a curva só com peso de fruto e fazermos as correlações com os teores de vitamina C, ácido cítrico e sólidos solúveis.

O ciclo da floração até a colheita (estádio 3FTV-In.) foi em média de 91 dias, época em que se colhe os frutos para serem vendidos nas feiras, entretanto, só no estágio 5FTA-M-2, que ocorre em média com 118 dias, é que há abscisão do fruto.

Os frutos apresentaram uma primeira fase de crescimento acelerado, que foi da abertura dos botões florais até a fase 3 (estádio 3FTV-In), onde os frutos atingiram cerca de 96% do peso total, em seguida, uma fase intermediária de crescimento lento, quando atinge o ponto de maturidade fisiológica e, em seguida, uma fase de decréscimo.

O aumento de peso acumulado linearmente ao longo do desenvolvimento foi, provavelmente, devido à acumulação de substâncias como carboidratos,

como foi verificado por Costa (1998) em cajazeira (*Spondias mombim* L.), Araújo (2007) em pinha (*Annona squamosa* L.), Hernández-Unzon & Lakshminarayana (1982) em tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e Mosca (2002) em atemóia (*Annona cherimola* Mill.).

Entre as fases 2 e 3, conforme pode ser visualizado na Figura 3, observou-se crescimento mais rápido, certamente resultante do processo de expansão celular (COOMBE, 1976), aumento em volume da célula (HULME, 1970), as quais inicialmente se acham constituídas de protoplasmas e, na seqüência do crescimento, ocorrendo a formação dos vacúolos e acúmulo de carboidratos e outros compostos, conforme relatos ocorridos em cirigueleira (*Spondias purpúrea* L.), de acordo com Martins et al. (2003).



Figura 4 - Estádio 1FTV-F. Fruto totalmente verde. Figa (caroço esbranquiçado, em formação). Juazeiro, BA. 2006. (Foto: CAMPOS, 2006).



Figura 5 - Estádio 2FTV-D. Fruto totalmente verde. Devéz (caroço duro). Juazeiro, BA. 2006. (Foto: CAMPOS, 2006).



Figura 6 – Estádio 3FTV-In. Fruto totalmente verde. Inchado (início da pigmentação). Juazeiro, BA. 2006. (Foto: CAMPOS, 2006).



Figura 7 - Estádio 4FPA-M-1. Fruto com predominância do amarelo. Maduro 1. Juazeiro, BA. 2006. (Foto: CAMPOS, 2006).



Figura 8 - Estádio 5FTA-M-2. Fruto totalmente amarelo. Maduro 2. Juazeiro, BA. 2006. (Foto: CAMPOS, 2006).



Figura 9 -Estádio 6FTA-P. Fruto totalmente amarelo.Passado. Juazeiro, BA. 2006. (Foto: CAMPOS, 2006).

Chamam a atenção quanto ao florescimento do umbuzeiro, que sempre ocorre entre setembro e outubro, meses via de regra, sem precipitação; a fecundação das flores não ocorre todas de uma só vez, vão sendo fecundadas paulatinamente, ao longo de 30 dias, em média. Muitas vezes, o umbuzeiro flora em quadrantes alternados, fazendo com que a colheita se estenda entre vinte e trinta e cinco dias.

O conhecimento do comportamento do crescimento dos frutos, ao longo do tempo é importante, porque possibilita se adotar estratégias de fornecimento de nutrientes, que levam em consideração os momentos de maior demanda fisiológica, favorecendo a obtenção de frutos maiores e com melhor qualidade.

#### **4.1.3. Medidas químicas**

O teor de vitamina C, também apresentou diferença significativa entre todas as médias, sobressaindo-se a média do estádio 1FTV-F com 41,9 mg de vitamina C em 100 mL de suco, decrescendo esse valor a medida que o fruto ia se desenvolvendo, chegando na pós-colheita com 8,5 mg de vitamina C em 100 mL de suco.

Estes resultados diferem dos encontrados por Lima et al. (2002), quando trabalhou com umbu-cajazeira (*Spondias spp*), quanto ao valor quantitativo, encontrando valores que variaram de 18,35 a 12,90 mg em 100 g de suco; entretanto, ficou evidenciada a tendência de decréscimo do teor de vitamina C a medida em que o fruto ia amadurecendo.

De acordo com Nogueira et al. (2002), o conteúdo de ácido ascórbico (precursor da vitamina C) pode aumentar ou diminuir durante o amadurecimento, dependendo do fruto. O decréscimo de ácido ascórbico é atribuído à maior atuação da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbato oxidase). Ainda segundo esses mesmos autores, trabalhando com aceroleira, verificaram que os teores de vitamina C decresceram com a maturação dos frutos, ou seja, os frutos verdes apresentaram valores superiores, aos encontrados nos frutos maduros, independentemente da matriz estudada, tais fatos foram observados por Alves (1993) e Santos et. al. (1999).

O teor de sólidos solúveis (SS) apresentou diferença significativa entre os estádios de crescimento do fruto, destacando-se os frutos no estágio 5FTA-M-2, fruto maduro, com 12,3 °Brix. Estes resultados estão condizentes com as pesquisas de Sales (2002) quando afirma que durante o amadurecimento do fruto, ocorre aumento no teor de sólidos solúveis devido à hidrólise do amido e da pectina. Resultados semelhantes foram constatados por Lima et al. (2002), quando estudaram umbu-cajazeira (*Spondias spp*).

Já a acidez titulável, dada em g de ácido cítrico em 100 g de suco, apresentou diferença significativa entre as médias, destacando-se isoladamente o fruto no estágio 1FTV-F com média de 4,5 g de ácido cítrico por 100 g de suco, observou-se que a

medida em que o fruto desenvolvia-se o teor de ácido cítrico ia diminuindo. Esse fato é bom por que: a) pode-se utilizar frutos verdes como fornecedores de ácido cítrico como conservante natural, inclusive para se misturar com outros sucos e b) para a aceitação do fruto para consumo “*in natura*”. O sabor dos frutos está relacionado aos teores de ácidos orgânicos da polpa (PALMER, 1971).

Juntamente com os açúcares, os ácidos orgânicos são utilizados como substrato para o fornecimento de carbono e para a produção de energia nas diferentes fases do ciclo vital dos produtos vegetais (VILAS BOAS, 1999). Levando-se em consideração só os últimos resultados de Lima et al. (2002), para este parâmetro, os valores são muito aproximados, evidenciando tendência de decréscimo nos teores de ácido cítrico, à medida que o fruto ia amadurecendo.

Tabela 5 - Peso médio do fruto, teor de vitamina C, sólidos solúveis, acidez titulável e coeficiente de variação em cinco estádios de desenvolvimento do fruto de umbuzeiro. Juazeiro, BA. 2006.

Estádios	Peso Médio do fruto (g)	Vitamina C (mg 100mL <sup>-1</sup> )	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (g 100g <sup>-1</sup> )
1FTV-F	0,89 c	41,9 a	7,0 d	4,5 a
2FTV-D	4,31 b	39,5 b	7,2 d	3,5 b
3FTV-In	16,78 a	24,2 c	9,1 c	2,1 c
4FPA-M-1	17,95 a	10,9 d	10,8 b	1,4 d
5FTA-M-2	18,64 a	8,5 e	12,3 a	0,88 e
CV(%)	26	3,4	2,9	11,1

Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Constatando-se os resultados apresentados na Tabela 5, optou-se por fazer a análise das correlações.

De uma maneira geral, os coeficientes (r) apresentaram valores significativos, onde valores acima de 80% podem ser considerados bastante correlacionados. Segundo a matriz de correlação e pela visualização na Figura 10, pode-se observar que a correlação entre peso médio do fruto e vitamina C foi negativa (-0,79), correspondendo a 79%, onde a medida em que houve aumento do peso do fruto, diminuiu o teor de vitamina C.

### Matriz de Correlação

Pearson Correlation Coefficients, N = 125

Prob > |r| under H0: Rho=0

	pmf	vitc	brix	acidez
pmf	1.00000	-0.78706 <.0001	0.69146 <.0001	-0.80833 <.0001
vitc	-0.78706 <.0001	1.00000	-0.96572 <.0001	0.95189 <.0001
brix	0.69146 <.0001	-0.96572 <.0001	1.00000	-0.92768 <.0001
acidez	-0.80833 <.0001	0.95189 <.0001	-0.92768 <.0001	1.00000

A correlação entre peso médio do fruto e sólidos solúveis foi positiva (0,69), correspondendo a 69%, onde percebeu-se que a medida em que houve aumento do peso do fruto, houve aumento do teor de sólidos solúveis. A correlação entre peso médio do fruto e acidez foi negativa (-0,81), correspondendo a 81%, onde a medida em que houve aumento do peso do fruto, ocorreu diminuição da acidez. A correlação entre vitamina C e sólidos solúveis foi negativa (-0,97), correspondendo a 97%, onde a medida em que diminuiu os níveis de vitamina C, houve aumento nos sólidos solúveis. A correlação entre vitamina C e



acidez foi positiva (0,95), correspondendo a 95%, onde a medida em que houve diminuição da vitamina C, houve queda nos níveis de acidez. A correlação entre sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix) e acidez foi negativa (-0,93), correspondendo a 93%, onde a medida em que se aumentou os sólidos solúveis, houve diminuição da acidez.

O amadurecimento dos frutos, via de regra, são caracterizados por mudanças em seus constituintes, tais como, a degradação da pectina levando à perda da firmeza (Lazan et al., 1989), aumento no teor de ácidos orgânicos e vitamina C (DRAETTA et al., 1995), degradação da clorofila e síntese de carotenóides na casca (BIRTH et al., 1984). Os resultados com umbu diferem dos encontrados por Lazan et al. (1989) com mamão, ocorrendo o inverso, ou seja, com o amadurecimento houve diminuição no teor de ácido orgânico (ácido cítrico), diminuição no teor de vitamina C e aumento dos sólidos solúveis.

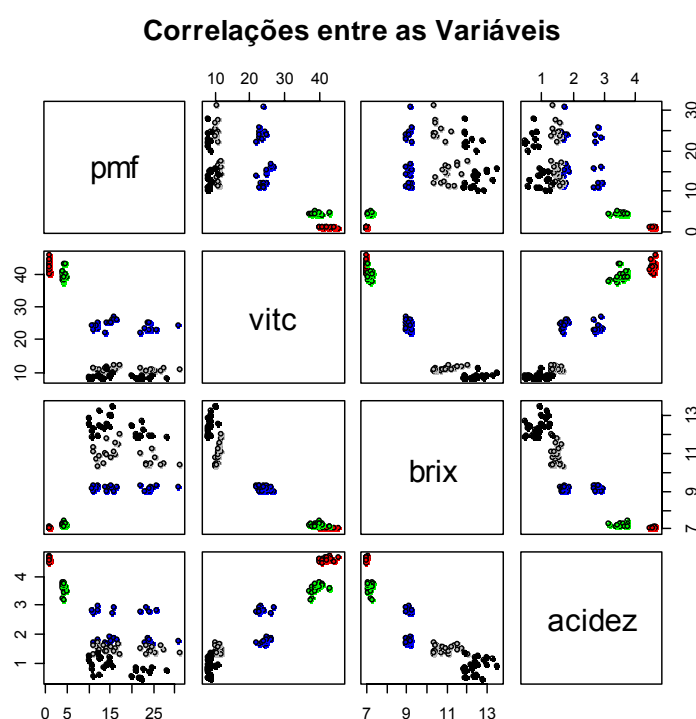


Figura 10 - Nuvem de dados médios das correlações entre as variações de peso médio de fruto, vitamina C, sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix) e acidez titulável em frutos de umbuzeiro. Juazeiro (BA). 2006.

## 4.2. Características físico-químicas de frutos do umbuzeiro

### 4.2.1. Análise de variância.

A análise estatística das características analisadas só não revelou diferença significativa para sólidos solúveis (SS) entre as Unidades Geoambientais, entretanto, para os outros dados houve diferença significativa conforme pode ser visualizado na Tabela 6.

Tabela 6 - Desdobramentos dos graus de liberdade de peso do fruto (PF), % de polpa, sólidos solúveis (SS) (<sup>o</sup>Brix), vitamina C e acidez titulável (AT). Juazeiro,BA. 2006.

Variável	Desdobramento	Valor de F	Pr > F	Coefficiente de Variação (%)
PF	Árvore	14,87	**	23
	Unidade Geoambiental	150,08	**	
% Polpa	Árvore	15,38	**	25
	Unidade Geoambiental	158,63	**	
SS	Árvore	32,30	**	31
	Unidade Geoambiental	1,50	n.s.	
Vit. C	Árvore	12,0	**	28
	Unidade Geoambiental	14,0	**	
AT	Árvore	13,03	**	30
	Unidade Geoambiental	16,60	**	

### 4.2.2. Peso médio de um fruto (g)

A análise de variância (Tabela 6) revelou diferença significativa para esse parâmetro. O desdobramento da análise de variância evidencia diferença significativa entre as Unidades Geoambientais e entre as árvores.

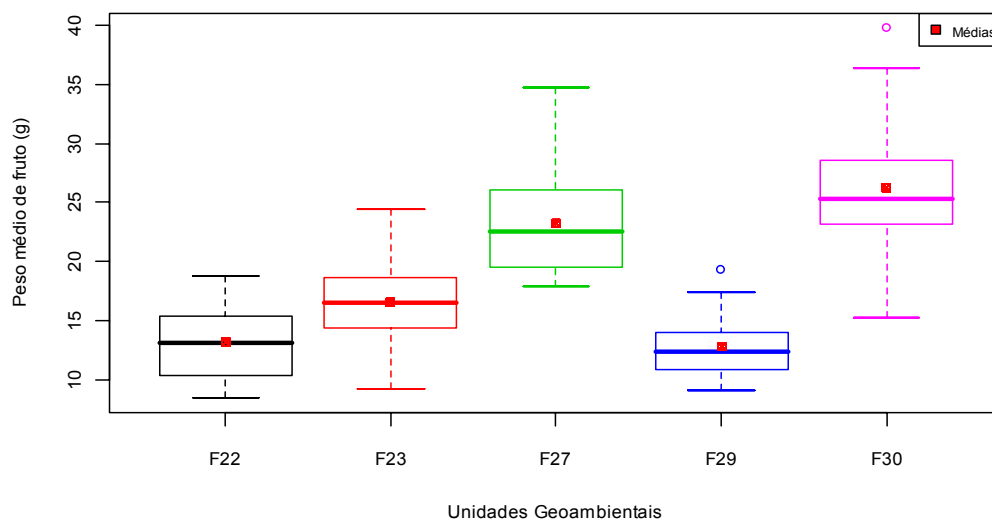


Figura 11 - Resultados de peso médio (g) de fruto de umbuzeiro em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro (BA). 2006.

A média geral de peso do fruto foi de 18,38g, entretanto, a amplitude variou de 8,46 e 39,74g. A aplicação do teste Tukey a 5% de probabilidade evidenciou diferenças significativas entre as árvores, individualmente, e entre as Unidades Geoambientais (Tabela 7), onde os resultados foram: F-30 com média de 26,18g (A); F-27 com média 23,24g (AB) que não diferiram significativamente entre si. O coeficiente de variação de 23% justifica-se, pois trata-se de material que possui ampla variabilidade genética natural e do meio.

Os resultados encontrados neste parâmetro diferem dos resultados de Silva et al. (1987), onde observaram que o peso médio de fruto, por árvore variou de 13 a 22g. Santos (1997), em trabalho de dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semi-árido brasileiro, para as 17 regiões ecogeográficas, encontrou valores médios de 21,2g para peso de fruto. Campos et al (1999), em trabalho de formação do Banco Ativo de

Germoplasma de umbuzeiro, observaram que o peso médio dos frutos variou de 4,88 a 96,7g , mostrando a grande variabilidade existente para este caráter dentro da espécie.

Tabela 7 – Desdobramento dos graus de liberdade do peso médio de um fruto (g) de Umbuzeiros em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro,BA. 2006.

ÁRVORE	UNIDADES GEOAMBIENTAIS				
	F 29	F 22	F 30	F 27	F 23
01	13,80 <b>f</b>	15,28 <b>f</b>	25,63 <b>d</b>	18,34 <b>e</b>	16,92 <b>e</b>
02	16,09 <b>f</b>	12,02 <b>f</b>	29,41 <b>c</b>	18,87 <b>e</b>	24,38 <b>d</b>
03	9,37 <b>h</b>	13,77 <b>f</b>	27,80 <b>c</b>	26,73 <b>c</b>	11,68 <b>g</b>
04	9,03 <b>h</b>	15,22 <b>f</b>	25,07 <b>d</b>	30,29 <b>cde</b>	14,68 <b>f</b>
05	14,22 <b>f</b>	12,93 <b>f</b>	21,95 <b>d</b>	18,05 <b>e</b>	16,53 <b>f</b>
06	17,40 <b>e</b>	10,25 <b>g</b>	26,14 <b>c</b>	20,88 <b>e</b>	13,90 <b>f</b>
07	10,65 <b>h</b>	18,74 <b>e</b>	25,08 <b>d</b>	24,12 <b>d</b>	16,46 <b>f</b>
08	11,30 <b>h</b>	15,35 <b>f</b>	25,99 <b>d</b>	25,50 <b>d</b>	18,63 <b>e</b>
09	11,66 <b>h</b>	13,21 <b>f</b>	22,73 <b>d</b>	29,08 <b>c</b>	10,61 <b>g</b>
10	9,59 <b>h</b>	12,07 <b>f</b>	24,39 <b>d</b>	17,81 <b>e</b>	21,42 <b>e</b>
11	13,41 <b>f</b>	16,68 <b>ef</b>	25,88 <b>d</b>	23,75 <b>d</b>	18,59 <b>e</b>
12	12,90 <b>f</b>	18,49 <b>e</b>	24,94 <b>d</b>	26,51 <b>cd</b>	14,94 <b>f</b>
13	12,69 <b>f</b>	8,80 <b>g</b>	36,31 <b>ab</b>	21,55 <b>e</b>	17,52 <b>e</b>
14	13,73 <b>f</b>	16,80 <b>e</b>	15,28 <b>f</b>	19,91 <b>e</b>	17,34 <b>e</b>
15	12,01 <b>f</b>	10,10 <b>g</b>	23,52 <b>d</b>	21,53 <b>e</b>	14,06 <b>f</b>
16	11,30 <b>h</b>	8,46 <b>g</b>	18,83 <b>e</b>	20,52 <b>e</b>	14,55 <b>f</b>
17	11,04 <b>h</b>	10,45 <b>g</b>	36,05 <b>a</b>	23,39 <b>d</b>	21,63 <b>de</b>
18	15,95 <b>f</b>	13,98 <b>f</b>	31,31 <b>b</b>	34,70 <b>b</b>	23,59 <b>d</b>
19	9,94 <b>g</b>	8,73 <b>g</b>	39,74 <b>a</b>	24,22 <b>d</b>	9,23 <b>g</b>
20	19,21 <b>e</b>	11,67 <b>g</b>	17,74 <b>e</b>	19,08 <b>e</b>	14,77 <b>f</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>12,76 D</b>	<b>13,15 CD</b>	<b>26,18 A</b>	<b>23,24 AB</b>	<b>16,57 C</b>

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal e minúscula entre os 100 resultados, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Pedrosa et al. (1989), em estudo de características físico-químicas de frutos de 22 matrizes de umbuzeiro, verificaram que o peso médio do fruto variou de 11,3 a 50,1g, enquanto Barbosa (1989), em estudo pomológico de plantas de umbu em diferentes regiões da Paraíba, encontrou peso médio de umbu de 22,6 g. Em trabalho de dispersão da

variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semi-árido brasileiro, Santos (1997) afirma que o umbu mostra peso médio de fruto de 18g. Por outro lado, Bezerra et al. (1993) verificaram que o peso do fruto variou de 11,3 a 50,1g. Para Campos et al (1999), em trabalho de formação do Banco Ativo de Germoplasma na unidade de paisagem da Depressão Sertaneja do semi-árido brasileiro, observaram o maior peso do fruto de 51 g foi na planta 55 em Lagoa Grande (PE).

#### **4.2.3. Peso médio de polpa (g)**

A análise de variância (Tabela 6) revelou diferença significativa para esse parâmetro. O desdobramento da análise de variância, evidencia diferença significativa entre as Unidades Geoambientais e entre as árvores.

A média geral de peso de polpa foi de 14,01g (76%), entretanto, a amplitude variou de 5,49 e 33,30g. A aplicação do teste Tukey a 5% de probabilidade evidenciou diferenças significativas entre as árvores, individualmente, e entre as Unidades Geoambientais (Tabela 8), onde os resultados foram: F-30 com média de 20,78 (A); F-27 com média 17,71g (B); F-23 com média 12,72 (C); F-22 com média 9,48 (D) e F-29 com média 9,35 (D). Conforme a Tabela 6, o coeficiente de variação de 25% justifica-se, pois trata-se de material que possui ampla variabilidade genética natural e do meio, conforme pode ser observado na Figura 12, onde três pontos acima da quadrícula, nas Unidades Geoambientais A, C e E contribuíram para isso.

Silva et al. (1987) observaram que o fruto do umbuzeiro é composto, em média, de 10% de caroço, 22% de casca e 68% de polpa. Santos (1997), em trabalho de dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semi-árido brasileiro, para as 17 regiões

ecogeográficas, encontrou valores médios de 21,2g para peso de fruto e participação percentual de 19, 25 e 55, para semente, casca e polpa, respectivamente.

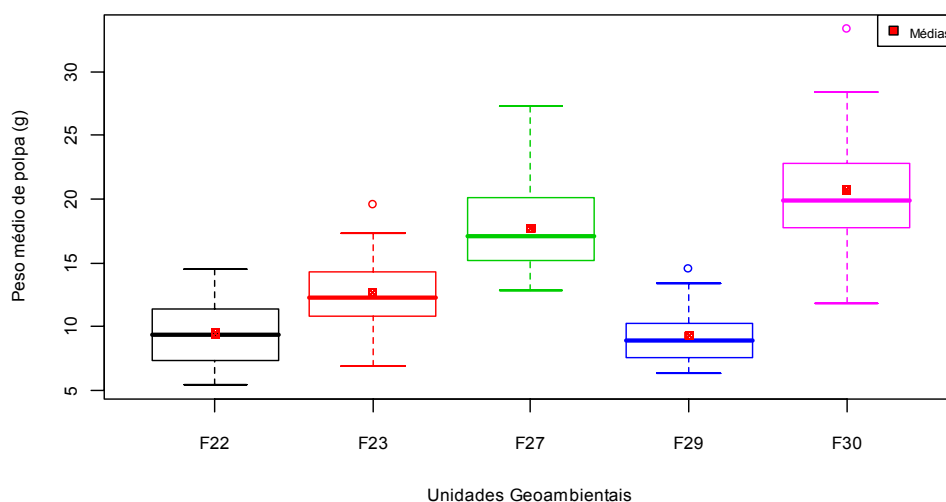


Figura 12 - Resultados de peso médio de polpa de umbuzeiro em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro (BA). 2006.

Barbosa (1989), em estudo pomológico de plantas de umbu em diferentes regiões da Paraíba, encontrou peso médio de umbu de 22,6 g, onde a casca ficou com média de 16,2%; a polpa 72,7% e semente com 11,0%. Em trabalho de dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semi-árido brasileiro, Santos (1997) afirma que o umbu mostra peso médio de fruto de 18g, porcentagem de polpa em torno de 58%. De acordo com Souza e Catão (1970), os constituintes físicos dos frutos do umbuzeiro foram epicarpo (casca) 12,8%, mesocarpo (polpa) 76,80% e endocarpo (caroço) 10,4%. Segundo Silva et al.(1987), a polpa e o caroço, dentre os três componentes do fruto, são as características de maior importância e que, dependendo do grau de controle genético, podem ser perfeitamente melhorados.

A polpa por apresentar uma alta relação com o peso total do fruto, seria uma característica de fácil seleção em função do peso do fruto. Para esse parâmetro a média foi de 10% e 68% para caroço e polpa, respectivamente. Campos et al. (1999), em trabalho de formação do Banco Ativo de Germoplasma de umbuzeiro, verificaram que o peso médio da polpa do fruto variou de 1,70 a 59,1 g, respectivamente, nas procedências identificadas de São Gabriel e Lontra (MG).

Tabela 8 – Desdobramento dos graus de liberdade do peso médio de polpa (g) de umbu em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro, BA. 2006.

ÁRVORE	UNIDADE GEOAMBIENTAL				
	F 29	F 22	F 30	F 27	F 23
01	9,72 g	12,44 g	19,42 e	13,13 g	12,89 g
02	12,00 g	7,96 gh	22,72 d	14,32 f	19,54 e
03	6,54 gh	9,33 gh	22,81 d	21,05 e	8,50 gh
04	6,35 gh	10,40 g	19,54 e	22,57 d	10,85 g
05	10,33 g	9,68 g	17,26 f	13,03 g	12,76 g
06	13,40 fg	7,11gh	21,18 e	15,90 f	10,85 g
07	7,12 gh	14,14 f	19,86 e	19,51 e	11,88 g
08	8,50 gh	11,24 g	19,88 e	18,36 e	14,34 f
09	8,30 gh	9,38 gh	17,70 f	22,32 d	8,18 gh
10	6,34 gh	8,84 gh	19,38 e	12,85 g	17,29 f
11	10,02 g	11,60 g	21,18 e	18,78 e	14,24 f
12	9,60 gh	14,50 f	20,21 e	20,81 e	11,41 g
13	9,38 gh	5,87 gh	28,39 b	16,25 f	13,18 g
14	10,32 g	12,31g	11,80 g	15,51 f	13,72 g
15	8,39 gh	6,65 gh	17,88 ef	16,25 f	10,49 g
16	8,30 gh	5,49 gh	15,01 f	15,45 f	11,89 g
17	7,76 gh	7,73 gh	28,19 bc	18,00 ef	17,08 f
18	12,86 g	10,09 g	25,75 bcd	27,26 bc	17,21 f
19	7,33 gh	6,43 gh	33,30 a	18,15 ef	6,91 gh
20	14,58 f	8,60 gh	14,33 f	14,84 f	11,38 g
MÉDIA	9,35 D	9,48 D	20,78 A	17,71 B	12,72 C
% Polpa	73	72	79	76	76

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal e minúscula entre os 100 resultados, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Pedrosa et al. (1989), em estudo de características físico-químicas de frutos de 22 matrizes de umbuzeiro verificaram que a percentagem de polpa variou de 62% a

77,4%. A percentagem de polpa nos frutos de umbu nas cinco Unidades Geoambientais variaram de 72 a 79%, fato muito importante para um programa de melhoramento genético.

#### 4.2.4. SÓLIDOS SOLÚVEIS (°Brix)

A análise de variância (Tabela 6) não revelou diferença significativa para esse parâmetro entre as Unidades Geoambientais, entretanto, com o desdobramento da análise de variância, evidenciou-se diferenças significativas entre as plantas.

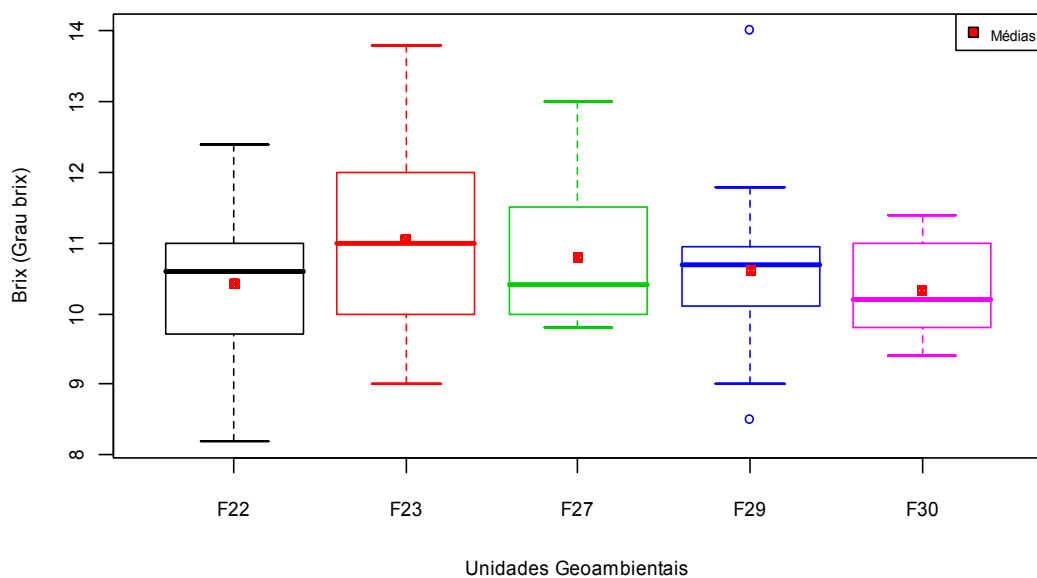


Figura 13 - Resultados médios de sólidos solúveis (°brix) em fruto de umbuzeiro em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro (BA). 2006.

A média geral de sólidos solúveis (SS) em °Brix foi de 10,6, entretanto, a amplitude variou de 8,2 a 14,0. A aplicação do teste Tukey a 5% de probabilidade, evidenciou diferenças significativas entre as árvores individualmente,



entretanto, não houve diferença significativa entre as Unidades Geoambientais, conforme pode ser visto na Tabela 9, onde os resultados foram: F-30 com média de 10,3 (A); F-27 com média de 10,7 (A); F-23 com média de 11,0 (A); F-22 com média de 10,4 (A) e F-29 com

Tabela 9 - Desdobramento dos graus de liberdade de sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix) de umbu em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro, BA. 2006.

ÁRVORE	UNIDADE GEOAMBIENTAL				
	F 29	F 22	F 30	F 27	F 23
01	10,9 c	11,0 c	11,0 c	10,0 d	9,8 d
02	10,8 c	9,8 d	10,6 c	10,4 c	11,8 b
03	11,8 b	9,0 e	10,4 c	10,2 cd	13,8 a
04	14,0 a	9,2 de	10,0 d	12,0 b	12,0 b
05	11,0 c	11,8 b	9,6 d	10,0 d	12,0 b
06	10,0 cd	10,8 c	9,8 d	10,2 cd	11,2 c
07	9,4 d	11,0 c	10,0 d	10,0 d	11,0 c
08	10,8 c	12,4 b	11,0 c	10,0 d	12,8 ab
09	10,0 cd	12,0 b	9,4 d	11,0 c	11,2 c
10	8,50 d	11,0 c	9,8 d	12,0 b	10,4 c
11	10,6 c	10,6 c	9,8 d	10,0 d	9,0 e
12	10,5 c	9,6 d	9,4 d	11,8 b	11,0 c
13	9,0 e	10,0 d	10,0 d	9,8 d	10,0 d
14	10,9 c	9,8 d	11,2 c	10,4 c	10,0 d
15	11,1 c	11,0 c	11,0 c	13,0 ab	13,0 ab
16	10,4 c	8,2 e	11,4 bc	11,0 c	11,0 c
17	11,0 c	9,0 e	10,8 c	11,2 c	12,0 b
18	10,4 c	11,2 c	9,8 d	10,0 d	9,0 e
19	10,8 c	10,4 c	11,0 c	12,0 b	9,2 e
20	10,2 cd	10,6 c	10,8 c	10,8 c	11,0 c
MÉDIA	10,6 A	10,4 A	10,3 A	10,7 A	11,0 A

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal e minúscula entre os 100 resultados, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

média de 10,6 (A) e conforme visualização na Tabela 4, o coeficiente de variação de 31% justifica-se, pois trata-se de material que possui ampla variabilidade genética natural e do meio.

Santos (1997), em trabalho com umbu no semi-árido brasileiro encontrou valores de sólidos solúveis de 12 °Brix. Por outro lado, Bezerra et al. (1993) verificaram que os sólidos solúveis variou de 7,2 a 12,8 °Brix, valores próximos dos encontrados no presente trabalho. Já Silva et al. (1987) observaram teores de sólidos solúveis em torno de 11 °Brix. Campos et al. (1999) relatam teores de sólidos solúveis (°Brix) da polpa dos frutos de maior peso, variando entre 10,0 e 12,8. Esses valores, próximos a média observada no conjunto das procedências, sugerem a possibilidade da seleção de indivíduos com frutos de bons teores de sólidos solúveis da polpa.

Outros trabalhos relatam médias de SS próximas as encontradas neste trabalho. Pedrosa et al. (1989), em estudo de características físico-químicas de frutos de 22 matrizes de umbuzeiro, verificaram que o teor de SS da polpa variou de 7,2° a 12,8 °Brix, havendo contudo, entre elas, 14 seleções com teor acima de 10° Brix. Barbosa (1989), em estudo pomológico de plantas de umbuzeiros em diferentes regiões da Paraíba, encontrou variação de 8,8 a 10,3 °Brix. Enquanto Santos (1997), notou em frutos de maior peso, boa relação polpa/fruto e teor de sólidos solúveis, acima de 12,5 °Brix.

#### **4.2.5. Vitamina C**

A análise de variância (Tabela 6) revelou diferença significativa para esse parâmetro. O desdobramento da análise de variância, evidencia diferença significativa entre as Unidades Geoambientais e entre as plantas.

A média geral do teor de vitamina C em polpa de umbu foi de 10,6 mg em 100 mL de suco, entretanto, a amplitude variou de 10,02 e 15,00mg em 100 mL de suco.

A aplicação do teste Tukey a 5% de probabilidade evidenciou diferenças significativas entre as árvores individualmente e entre as Unidades Geoambientais ( Tabela 10), onde os resultados foram: F-30 com média de 10,56 (B); F-27 com média de 10,6 (B); F-23 com média de 11,59 (A); F-22 com média de 11,20 (AB) e F-29 com média de 10,66 (B). Conforme visualização na Tabela 6, o coeficiente de variação de 28% justifica-se, pois trata-se de material que possui ampla variabilidade genética natural e do meio.

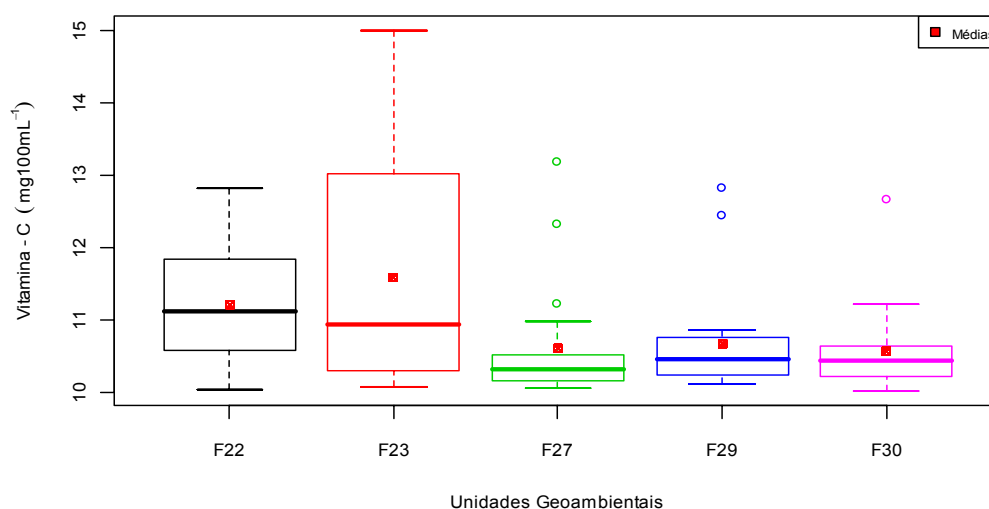


Figura 14 - Resultados médios de teores de Vitamina C (mg em 100 mL de suco) em de fruto de umbuzeiro em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro (BA). 2006.

Guimarães & Pechnik (1956), referindo-se ao extrato etéreo de frutos de umbu, encontraram as vitaminas A, D, E e K. O umbu possui ainda, tiamina e o ácido nicotínico. De acordo com os autores citados, outra vitamina encontrada em ótima concentração é a C, que no fruto maduro pode conter 14,2 mg de ácido ascórbico em 100 mL e no fruto verde 33,2 mg de ácido ascórbico em 100 mL. De acordo com Parahym (1941),

citado por Souza & Catão (1970), o umbu verde apresentou 31,6 mg, frutos maduros 13,5 mg e frutos passados 11,3 mg de vitamina C em 100 mL de polpa.

Tabela 10 - Desdobramento dos graus de liberdade da quantidade de vitamina C (mg em 100 mL de suco) em suco de umbu em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro, BA. 2006.

ÁRVORE	UNIDADE GEOAMBIENTAL				
	F 29	F 22	F 30	F 27	F 23
01	10,8 e	11,02 d	10,18 e	10,36 e	10,22 e
02	10,32 e	12,82 c	11,19 d	11,22 d	10,44 e
03	10,11 e	12,16 cd	10,25 e	10,20 e	15,00 a
04	10,13 e	11,11 d	10,02 e	10,15 e	10,34 e
05	10,22 e	11,68 d	10,36 e	10,06 e	10,08 e
06	10,36 e	10,58 e	12,67 c	13,19 bc	10,63 e
07	10,44 e	10,04 e	10,11 e	10,46 e	10,94 e
08	10,71 e	11,45 d	10,61 e	10,18 e	14,42 a
09	10,66 e	10,58 e	11,22 d	10,58 e	11,33 d
10	10,41 e	11,13 d	10,18 e	10,29 e	10,08 e
11	10,86 e	11,13 d	10,56 e	10,46 e	12,00 d
12	10,86 e	10,71 e	10,53 e	10,25 e	10,25 e
13	10,25 e	10,25 e	10,53 e	10,25 e	10,94 e
14	12,43 c	11,16 d	10,68 e	10,39 e	10,25 e
15	10,48 e	12,00 d	10,20 e	10,97 e	12,85 c
16	10,20 e	12,00 d	10,48 e	10,11 e	14,06 ab
17	10,24 e	10,13 e	10,22 e	10,42 e	10,97 e
18	10,46 e	10,89 e	10,41 e	10,15 e	10,71 e
19	10,48 e	12,74 c	10,66 e	10,06 e	13,20 b
20	12,82 c	10,51 e	10,25 e	12,32 c	13,23 b
<b>MÉDIA</b>	<b>10,6 B</b>	<b>11,2 AB</b>	<b>10,5 B</b>	<b>10,6 B</b>	<b>11,5 A</b>

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal e minúscula entre os 100 resultados, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Ainda segundo Souza e Catão (1970), a análise de suco integral de umbu, realizada pelo I.T.B. proveniente da Bahia Frutos S.A., sediada em Salvador, BA, revelou 8,40 mg de vitamina C por 100 mL. Quanto aos produtos industrializados desenvolvidos pela COOPERCUC (2006), Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá, (BA) a compota de umbu, contém em 25g, 2 mg de vitamina C. Já o doce da

polpa, contém 9,70 mg de vitamina C em 100g. A geléia de umbu, contém 5 mg em 25g do produto. Já o suco do umbu, em 100 g, contém 33 mg de vitamina C.

#### 4.2.6. ACIDEZ TITULÁVEL (AT)

A análise de variância Tabela 6 revelou diferença significativa para esse parâmetro. O desdobramento da análise de variância, evidenciou diferença significativa entre as Unidades Geoambientais e entre as árvores.

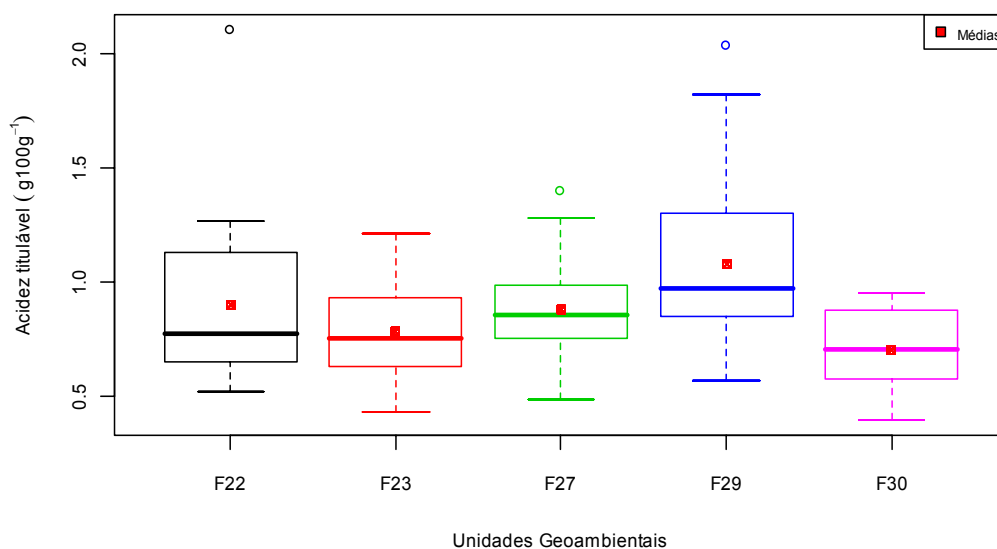


Figura 15 - Resultados médios de teores de acidez titulável (g ácido cítrico em 100 mL de polpa) em de fruto de umbuzeiro em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro (BA). 2006.

A média geral da acidez titulável (AT), expresso em gramas de ácido cítrico em 100 mL de polpa de umbu foi de 0,87 g , entretanto, a amplitude variou de 0,40 e 2,10g em 100 mL de suco. A aplicação do teste Tukey a 5% de probabilidade

evidenciou diferenças significativas entre as árvores, individualmente, e entre as Unidades Geoambientais ( Tabela 11), onde os resultados foram: F-30 com média de 0,70 (B); F-27 com média de 0,87 (B); F-23 com média de 0,78 (B); F-22 com média de 0,90 (AB) e F-29 com média de 1,12 (A). Conforme visualização na Tabela 6, o coeficiente de variação de 30% justifica-se, pois trata-se de material que possui ampla variabilidade genética natural e do meio.

Tabela 11 – Desdobramento dos graus de liberdade de acidez titulável (AT) em g de ácido cítrico por 100g de polpa de umbu em cinco Unidades Geoambientais. Juazeiro,BA. 2006.

ÁRVORE	UNIDADE GEOAMBIENTAL				
	F 29	F 22	F 30	F 27	F 23
01	0,83 c	1,27 b	0,70 d	1,40 b	0,63 d
02	1,35 b	2,10 a	0,48 d	1,00 c	0,99 c
03	0,96 c	0,89 c	0,57 d	0,76 d	1,21 b
04	0,57 d	1,13 b	0,89 c	0,55 d	1,09 bc
05	0,63 d	1,26 b	0,71 d	0,49 d	0,60 d
06	0,63 d	0,57 d	0,76 d	0,86 c	0,43 e
07	0,87 c	0,76 d	0,93 c	0,81 c	0,62 d
08	1,17 b	1,15 b	0,74 d	0,98 c	0,72 d
09	2,03 a	1,13 b	0,86 c	0,79 cd	0,94 c
10	1,40 b	0,72 d	0,95 c	0,86 c	0,63 d
11	1,12 b	0,67 d	0,91 c	0,75 d	0,69 d
12	1,82 a	0,52 d	0,91 c	0,92 c	0,92 c
13	0,95 c	0,82 c	0,60 d	0,90 c	0,53 d
14	1,25 b	0,57 d	0,51 d	0,97 c	0,64 d
15	1,36 b	0,79 cd	0,58 d	0,82 c	0,75 d
16	0,96 c	1,03 c	0,66 d	1,14 c	1,02 c
17	0,99 c	0,74 d	0,76 d	1,07 c	0,76 d
18	0,94 c	0,65 d	0,53 d	0,57 d	0,84 c
19	0,59 d	0,65 d	0,40 e	1,28 b	0,83 c
20	1,18 b	0,58 d	0,64 d	0,66 d	0,86 c
<b>MÉDIA</b>	<b>1,12 A</b>	<b>0,90 AB</b>	<b>0,70 B</b>	<b>0,87 B</b>	<b>0,78 B</b>

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal e minúscula entre os 100 resultados, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Bezerra et al. (1993) verificaram acidez de 0,63 a 1,29. Em relação à acidez titulável Silva et al. (1987) obtiveram resultados de 2,62. Entretanto, Pedrosa et al. (1989) observaram que a acidez variou de 0,63 a 1,29.

### **4.3. Caracterização dos frutos quanto ao tratamento térmico**

Nas Tabelas 12 e 13, encontram-se os resultados obtidos das análises físico-químicas realizadas em umbu com e sem tratamento térmico.

Em relação à matéria seca, observa-se que na polpa e na casca, ocorreram diferenças significativas quanto ao tratamento térmico. Os maiores valores encontram-se nos frutos crus. Nota-se ainda, que a casca apresenta maior peso de matéria seca em relação à polpa.

Os dados de matéria seca, geralmente, são atribuídos aos diversos componentes celulares, menos água. Em relação aos frutos, após tratamento térmico, nota-se que ocorreu menor teor de matéria seca, o que pode ser devido à hidrolização e solubilização dos materiais constituintes celulares.

O teor de fenóis (Tabelas 12 e 13) encontrado na polpa e na casca cozida foi maior do que o observado para os frutos crus, porém não mostram diferença significativa. Nestes frutos, nota-se que os fenóis totais encontrados foram maiores na polpa do que na casca.

Diversos compostos interferem na qualidade dos alimentos, entre eles, encontram-se os compostos fenólicos, os quais têm sido amplamente estudados devido a sua influência na qualidade dos alimentos. A presença destes compostos em plantas tem sido

muito estudada por apresentarem propriedades farmacológicas e antinutricional e, ainda, por inibirem a oxidação de lipídeos e a proliferação de fungos (HOLLMAN et al. 1996).

Tabela 12. Análises físico-químicas e coeficiente de variação em polpa de umbu com e sem tratamento térmico. Juazeiro, BA. 2006.

Constituintes	Unidade (Valor)	Polpa		C.V (%)
		Cru	Cozido	
Matéria seca	(g)	13,13 A	10,71 B	0,53
Fenóis	( $\mu\text{g fenóis g}^{-1}\text{ms}^{-1}$ )	23,13 B	48,19 A	12,66
Proteínas totais	%	4,73A	3,20 A	1,47
Lipídeos totais	%	1,71 A	2,08 A	5,03
Carboidratos solúveis	%	14,93 A	8,17 B	2,5
Nitrato	(ppm)	98,67 A	20,00 B	13,42

Fonte: Departamento de Química e Bioquímica / IB / UNESP / Botucatu.

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal (entre os dois resultados), não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Frutos e vegetais são fonte de compostos fenólicos antioxidantes para o homem. Estudos epidemiológicos indicam que há correlação inversa entre o consumo de certos vegetais e doenças, como câncer, problemas cardiovasculares, diabetes e envelhecimento precoce (HOLLMAN et al., 1996; BIRT et al., 2001). Os compostos fenólicos antioxidantes, principalmente flavonóides, neutralizam as espécies reativas de oxigênio (ROS) antes de causarem danos às células. O modo de cultivo pode interferir no teor desses compostos (MITCHELL & CHASSY, 2006), porém poucos estudos tem sido realizados sobre essas diferenças. Knekt et al. (1997) encontraram relação inversa entre o consumo de



flavonóides na dieta e o desenvolvimento de tumores. Assim, o consumo de alimentos que contenham maior teor de compostos antioxidantes seria recomendável.

Tabela 13. Análises físico-químicas e coeficiente de variação em casca de umbu com e sem tratamento térmico. Juazeiro, BA. 2006.

Constituintes	Unidade (Valor)	Casca		C.V (%)
		Cru	Cozido	
Matéria seca	(g)	15,42 A	13,22 B	0,58
Fenóis	( $\mu\text{g fenóis g}^{-1}\text{ms}^{-1}$ )	15,07 B	23,28 A	13,16
Proteínas totais	%	4,30 A	3,12 B	1,65
Lipídeos totais	%	1,49 A	1,97 A	5,12
Carboidratos solúveis	%	4,97 B	6,60 A	2,6
Nitrato	(ppm)	160,0 A	42,33 B	12,25

Fonte: Departamento de Química e Bioquímica / IB / UNESP / Botucatu.

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na horizontal (entre os dois resultados), não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O processamento doméstico, tais como cozimento (tratamento térmico), usualmente tem impacto importante nos fenólicos dos alimentos e, conseqüentemente, na atividade antioxidante. Geralmente, durante o cozimento doméstico, a biossíntese de fenólicos é interrompida pela destruição de enzimas e/ou degradação da estrutura celular (VALLEJO et al., 2003). Este fato não pode ser observado (diminuição do teor de fenóis após o cozimento) neste trabalho, isto é, ocorre tendência de aumento de fenóis totais com o tratamento térmico. O cozimento doméstico pode promover a degradação de

compostos fenólicos ou induzir a mudanças químicas que afetam a qualidade dos alimentos (VALLEJO et al., 2003). Price et al. (1997) observaram que o cozimento doméstico diminuiu o teor de compostos fenólicos em alhos. Resultados semelhantes são descritos para batatas (TUDELA et al., 2002), tomates (CROZIER et al., 1997) e espinafre (GIL et al., 1999).

Os teores de proteínas totais obtidos em polpa e casca de umbu, com e sem tratamento térmico, estão apresentados nas Tabelas 12 e 13. Nota-se que os teores de proteínas diminuem com o cozimento, mostrando diferença significativa entre as médias.

Nota-se que o teor de proteínas encontrado no umbu é superior ao relatado por Ishak et al. (2005), quando analisaram a composição química de *Spondias cytherea* e observaram valores de 1,76 no estágio verde e 2,93 no maduro.

Os teores de lipídeos totais podem ser observados nas Tabelas 12 e 13, em polpa e casca, respectivamente. Na polpa e na casca, não ocorre diferença significativa entre os tratamentos.

O teor de lipídeos encontrados em umbu, tanto cru, como cozido é maior do que o relatado para outra espécie de *Spondias*. Ishak et al. (2005) relatam teores em torno de 0,34 a 0,53 % para *Spondias cytherea*.

Os teores de carboidratos totais solúveis podem ser verificados nas Tabelas 12 e 13, em polpa e casca de umbu, com e sem tratamento térmico.

Nota-se que ocorreu diferença significativa entre os tratamentos térmicos em ambas as partes analisadas. A polpa, após tratamento térmico, apresentou diminuição dos níveis de carboidratos, contrário do observado para a casca. O cozimento da casca, portanto, promoveu aumento do teor de carboidratos, possivelmente devido ao

tratamento térmico ter solubilizado alguns carboidratos insolúveis, tornando-os solúveis, promovendo, dessa forma, aumento nos seus teores, tais como parte das fibras. Esse resultado pode também ter influenciado o teor de massa seca do fruto. Li et al. (2002) também sugerem que o cozimento promove liberação de certos açúcares dos tecidos, como observaram em diversos tipos de alimentos crus e cozidos. Aumento do teor de carboidratos solúveis após o tratamento térmico também foi relatado por Sanchez-Castillo et al. (1999) em diversos tipos de vegetais e alimentos.

Nas Tabelas 12 e 13, estão apresentados os valores encontrados para o teor de nitrato (ppm), em frutos (casca e polpa, respectivamente) de umbuzeiro. Verifica-se que ocorreu diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o tipo de tratamento térmico na polpa e na casca. Ocorre tendência de maior teor de nitrato na casca do que na polpa. Pode-se observar que o cozimento, tanto da polpa, como da casca, promovem diminuição nos níveis de nitrato em umbu.

Os valores encontrados para teor de nitrato (menor que diversas culturas, como folhosas) pode ser devido às condições climáticas. Kanaan & Economakis (1992) constataram a influência das condições climáticas sobre o teor de nitrato em alface. Em condições de alta intensidade luminosa e temperatura, obtiveram plantas mais pesadas e com menos nitrato. Conseqüentemente, a época do ano em que a cultura é colhida possui efeito marcante no acúmulo de nitrato (ROORDA VAN EYSINGA, 1984). Petersen & Stoltze (1999) verificaram, claramente, maior teor de nitrato quando o cultivo ocorreu no inverno e menor durante o verão.

Em folhas de espinafre, Cantliffe (1972) verificou que o teor de nitrato aumentou pela adição de nitrogênio ao solo e pela redução da intensidade luminosa. O

maior acúmulo de nitrato, em baixa intensidade luminosa, pode ser o resultado do decréscimo na atividade da redutase do nitrato (Cantliffe, 1972). Outra hipótese é de que o nitrato poderia servir como regulador osmótico, acumulando-se no vacúolo, compensando a falta de carboidratos solúveis, sendo o teor de nitrato inversamente proporcional ao de ácidos orgânicos e açúcares (BEHR & WIEBE, 1992; BLOM-ZANDSTRA, 1989; URRESTARAZU et al., 1998). Assim, os valores encontrados poderiam ser atribuídos às condições climáticas do experimento, um local de alta intensidade luminosa, lembrando que a coleta dos frutos foi realizada no verão.

A intensidade luminosa parece ser, dentre os fatores ambientais, o de influência mais marcante no acúmulo de nitrato em plantas. O acúmulo de  $\text{NO}_3^-$  que ocorre quando as plantas são submetidas à baixa intensidade luminosa é bem documentado (WRIGHT & DAVISON, 1964; MAYNARD et al., 1976). A explicação para esse acúmulo, que ocorre na ausência de luz ou baixa intensidade luminosa, é que nestas condições, não haveria nos cloroplastos fluxo de elétrons via ferridoxina suficiente para a redutase de nitrito ( $\text{RNO}_2$ ) reduzir o nitrito à amônia, assim, este ficaria acumulado. Esse acúmulo promove a inibição da atividade da redutase de nitrato no citoplasma, acumulando assim, o nitrato absorvido (FAQUIN, 2007).

A FAO (2000), Organização das Nações Unidas, responsável pela agricultura e alimentação em nível mundial relata que o índice máximo de ingestão diária admissível de nitrato é de  $5 \text{ mg kg}^{-1}$  de peso vivo e  $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$  para o nitrito. De acordo com Darolt (2007), a ingestão diária admissível para uma pessoa de 70 kg, por exemplo, seria de 350 mg de nitrato. Assim, se considerar os resultados de Miyazawa et al. (2001), que quatro cabeças de alface pesam aproximadamente 1,0 kg e tem, em média, 160 folhas, chega-se a

conclusão, que uma pessoa de 70 kg comendo entre 4 a 9 folhas de alface hidropônica por dia, já estaria atingindo a dose máxima diária de nitrato permitida. No caso de crianças, com peso menor, a quantidade de folhas ingeridas também deve ser proporcionalmente menor. Neste trabalho, o teor de nitrato encontrado em massa fresca, indica que a ingestão desses alimentos oriundos do cultivo orgânico, em grande quantidade, poderia ser prejudicial à saúde.

O homem é diariamente exposto à presença de nitrito e nitrato através de drogas, água e alimentos. Geralmente, suas quantidades são pequenas, não apresentando efeito prejudicial à saúde humana e animal (MAYNARD et al., 1976). Porém, quando os alimentos possuem alto teor de nitrato, sua qualidade nutricional é diminuída devido aos compostos nocivos formados a partir de sua ingestão. Maiores prejuízos à saúde são causados pelo nitrito e nitrosaminas. O primeiro é produzido pela redução do nitrato, causando inibição do transporte de oxigênio pelo sangue, condição conhecida como metanemia e o segundo é cancerígeno (WALKER, 1990).

#### **4.4. Pós-colheita de frutos do umbuzeiro**

##### **4.4.1 Análise de variância**

A análise de variância, para as duas condições de armazenamento: ambiente e refrigerada revelou diferença significativa entre as variáveis perda de massa fresca (PMF), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS) (<sup>0</sup>Brix), acidez titulável (AT) e Vitamina C, conforme a Tabela 14.

Tabela 14 - Desdobramentos dos graus de liberdade de perda de massa fresca (PMF), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS) (<sup>0</sup>Brix), acidez titulável (AT) e vitamina C. Juazeiro,BA. 2006.

Variável	Desdobramento	Valor de F	Pr > F	Coefficiente de Variação (%)
Perda de peso		28,06	**	35
	Condições	29,80	**	
	Tempo	69,76	**	
pH	UG	6,78	**	3,6
		60,39	**	
	Condições	0,32	n.s.	
<sup>0</sup> Brix	Tempo	197,81	**	8,2
	UG	6,70	**	
		6,41	**	
Acidez	Condições	5,37	n.s.	12,6
	Tempo	8,32	n.s.	
	UG	5,71	n.s.	
Vitamina C		74,52	**	5,5
	Condições	463,76	**	
	Tempo	16,88	**	
	UG	6,04	n.s.	
		19,1	**	
	Condições	8,45	**	
	Tempo	9,48	**	
	UG	5,40	**	

Fazendo-se os desdobramentos dos graus de liberdade de perda de peso, observa-se na Tabela 14 que houve diferença significativa entre as duas condições de armazenamento, temperatura ambiente e refrigerada e também, houve diferença significativa entre tempo de armazenamento e entre as plantas.

No desdobramentos dos graus de liberdade de pH, observou-se que não houve diferença significativa entre as duas condições de armazenamento, havendo, entretanto, diferenças significativas entre tempo de armazenamento e entre as Unidades Geoambientais.

Para o teor de sólidos solúveis (<sup>0</sup>Brix), no desdobramento dos graus de liberdade houve diferença significativa.

Para o desdobramento dos graus de liberdade de acidez, observou-se que houve diferença significativa entre as duas condições de armazenamento, houve também, diferença significativa entre tempo de armazenamento e entre as plantas.

O desdobramento dos graus de liberdade para Vitamina C, evidenciou diferença significativa entre as duas condições de armazenamento, e também, diferença significativa entre tempo de armazenamento e entre plantas.

#### **4.4.2 Perda de massa fresca (PMF)**

O fruto de umbu em condição de temperatura ambiente, teve uma vida útil de 6 dias (144 horas), já o fruto quando submetido à refrigeração, teve uma vida útil de 14 dias (336 horas). Esses valores, quando submetidos ao teste Tukey a 5% de probabilidade, diferiram significativamente entre si, com médias de 6,23 % e de 11,7% de perda de massa fresca para um período de 6 dias (144 horas). Entretanto, analisando-se a Tabela 15, observa-se que a média das duas condições foi de 8,9% de perda de massa fresca, não havendo assim, diferença significativa entre as plantas, pertencentes às Unidades Geoambientais.

O principal fator responsável pela perda de massa fresca dos frutos é a transpiração, estando diretamente associada à respiração. Logo após a colheita, ocorre perda de massa fresca nos frutos, sendo que perdas da ordem de 3 a 6% são suficientes para causar grande declínio na qualidade, entretanto, alguns frutos podem ser comercializados com 10% de perda de umidade (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

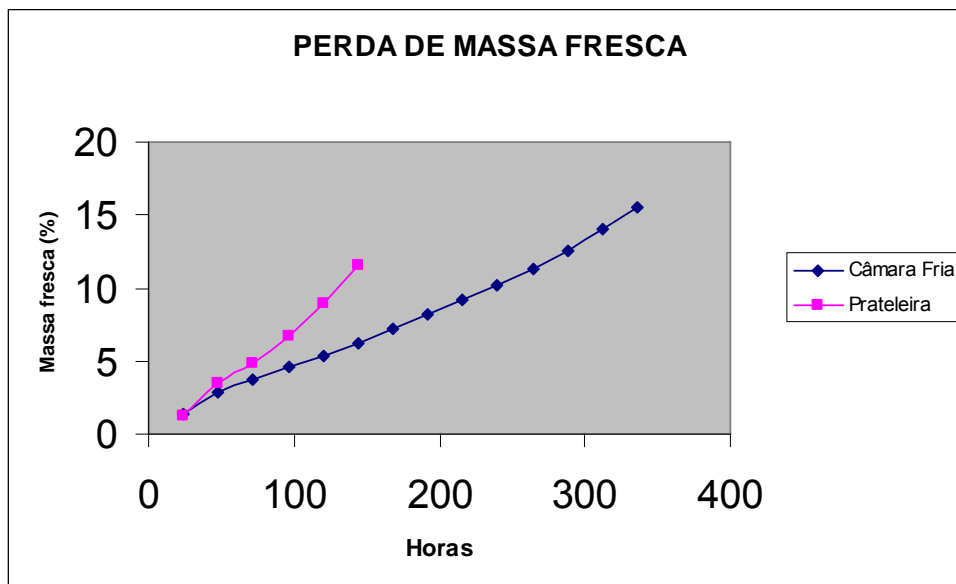


Figura 16 - Perda de massa fresca (PMF) em frutos de umbuzeiro, em condições de laboratório e armazenado em câmara fria. Juazeiro, BA. 2006.

Tabela 15 – Resultados médios de perda de massa fresca em condições de câmara fria e natural, em Juazeiro, BA. 2006.

Tratamentos	Perda de massa fresca (6 dias)		Média PMF (%)	Câmara Fria PMF (14 dias)
	Câmara fria PMF (%)	Natural PMF (%)		
Plantas UG F 22	4,31 b	10,06 a	7,18 a	10,7 b
Plantas UG F 29	4,47 b	13,05 a	8,76 a	11,2 b
Plantas UG F 27	7,60 a	10,81 a	9,20 a	20,0 a
Plantas UG F 23	7,43 a	12,98 a	10,20 a	18,0 a
Plantas UG F 30	7,35 a	11,58 a	9,46 a	18,4 a
Média	6,23 <b>A</b>	11,70 <b>B</b>	8,96	15,6
C V. (%)	9	27	22	11

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha horizontal, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Os resultados constantes da Tabela 15 mostram diferença significativa entre as duas situações, onde a média dos frutos submetidos à refrigeração foi de 6,23% em 6



dias e em situação natural foi de 11,70% de perda de massa fresca. A comparação entre plantas das duas situações, evidenciou diferença significativa só para a situação sob refrigeração, sobressaindo-se as plantas 01 e 02, com médias de 4,31% e 4,47% de perda de massa fresca, respectivamente. Com 14 dias de refrigeração, a média de perda de massa fresca foi de 15,6% e, mais uma vez, houve diferença significativa entre as plantas, sobressaindo-se as plantas das Unidades Geoambientais F 22 e F 29 com as melhores médias, 10,7% e 11,2%, respectivamente.



Figura 17 - Fotos ilustrativas de umbu, armazenados em condições ambientais. Foto 01- representa o estágio inicial. A foto - 02 frutos com 96 horas e Foto - 03 frutos com 144 horas. Juazeiro,BA. 2006. (Fotos: CAMPOS, 2006)



Figura 18 - Fotos ilustrativas de umbu, armazenados em condições de câmara fria. Foto 04 - representa o estágio inicial. A foto 05 - com 144 horas e Foto - 06 com 336 horas. Juazeiro,BA. 2006. (Fotos: CAMPOS, 2006).

As modificações de cor na maioria dos frutos é o mais evidente sintoma de amadurecimento. Estas mudanças são primariamente devido à destruição das clorofilas e à síntese de pigmentos, tais como antocianinas e carotenóides (PATTERSON, 1970). Os três principais tipos de pigmentos, que dão cor aos produtos vegetais são: clorofila, carotenóides e antocianinas e, em alguns produtos, antoxantinas (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Observando-se as Figuras 17 e 18 verifica-se que frutos de umbuzeiro, passaram da cor verde, no momento da colheita, para a cor amarela, quando maduros com 6 dias. Awad (1993) classifica os frutos em 2 grupos, climatéricos e não climatéricos, entretanto, Abdi et al. (1998) propuseram outro termo “suppressed-climacteric” que são frutos com características de frutos climatéricos, entretanto, produzem etileno até a fase final do amadurecimento. Pela literatura apresentada, o fruto do umbuzeiro pode ser classificado como fruto climatérico, entretanto, deve-se ter a confirmação através de ensaios onde se faça um estudo mais aprofundado sobre o surgimento dos indicadores do etileno.

De acordo com Bron (2006), a refrigeração é a técnica mais utilizada para o controle do amadurecimento. Com a redução da temperatura, as reações enzimáticas, principalmente, aquelas ligadas à respiração e senescência, ocorrem mais lentamente, minimizando as perdas dos atributos de qualidade dos frutos. Os resultados deste experimento mostram que realmente a refrigeração foi importante na conservação dos frutos, pois em condições naturais os frutos de umbuzeiro duraram 6 dias, enquanto sob refrigeração esse período passou para 14 dias, tempo suficiente para se fazer o transporte deste fruto para o mercado interno.

#### 4.4.3 Acidez titulável

A acidez é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Geralmente, o processo de decomposição do alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio (IAL, 1985), e por conseqüência, sua acidez. Os ácidos orgânicos são produtos intermediários do metabolismo respiratório dos frutos e são muito importantes do ponto de vista do sabor e odor.

Os resultados médios de acidez titulável, dada em g de ácido cítrico por 100g de polpa de umbu, quando submetido ao teste Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 16), apresentou diferença significativa entre as condições de armazenamento.

Com 6 dias (144 horas) os frutos em condição de armazenamento ambiente, mostraram média de 0,91g de ácido cítrico por 100 g de polpa, enquanto que armazenados em câmara fria apresentaram 1,58. A média geral foi de 1,24, não havendo diferença significativa entre as plantas. Em condições de refrigeração, os valores mantiveram-se altos, quando comparados com os resultados dos frutos mantidos em temperatura ambiente.

Em trabalho de caracterização de 22 matrizes de umbuzeiros de Pernambuco e Paraíba, Pedrosa et al. (1989) e Bezerra et al.(1993) encontraram índices de 0,63 a 1,29g, resultados próximos aos encontrados. Já Souza & Catão (1970) encontraram valores de 1,57 a 0,62g.

Tabela 16 – Resultados médios de acidez titulável (AT) em condições de câmara fria e natural, em Juazeiro, BA. 2006.

Tratamentos	Acidez (6 dias) (g 100g <sup>-1</sup> )		Média (g 100g <sup>-1</sup> )	Acidez Câmara Fria (14 dias) (g 100g <sup>-1</sup> )
	Câmara fria (g 100g <sup>-1</sup> )	Natural (g 100g <sup>-1</sup> )		
Plantas UG F 22	1,55 a	0,87 b	1,21 a	2,2 b
Plantas UG F 29	1,69 a	0,64 a	1,16 a	2,0 ab
Plantas UG F 27	1,50 a	1,27 c	1,38 a	2,2 b
Plantas UG F 23	1,45 a	0,84 b	1,14 a	1,6 a
Plantas UG F 30	1,72 a	0,88 b	1,30 a	2,5 b
Média	1,58 <b>B</b>	0,91 <b>A</b>	1,24	2,1
C V. (%)	9	2	8	12

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna e maiúscula na linha horizontal, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Em trabalho com o mesmo gênero *Spondias*, Filgueiras (2001) verificando a qualidade de ciriguela para indústria, encontrou índices que variou de 0,93 a 0,62%. Souza Filho (2002), em avaliação físico-química e sensorial de néctares de frutas nativas da região Norte e Nordeste, encontrou resultados para o cajá de 0,35 e ciriguela de 0,32. Oliveira (1999) fazendo uma avaliação de parâmetros de qualidade físico-química de polpas congeladas, observou valores de 1,13 a 1,59 na Paraíba e 0,47 a 1,75 em Pernambuco. Pinto et al. (2003), em trabalho de caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras, observaram que os valores de AT variaram de 0,58 a 1,75% e média de 1,06%, mostrando grande variação entre os genótipos avaliados. Em trabalho com umbu-cajá (*Spondias spp*), Lira Júnior (2005) encontrou índices de 2,02% a 1,25% e média de 1,66%. No entanto, Silva et al. (1999), em estudo de caracterização de qualidade do suco polposo de cajá (*Spondias lútea* L.) obtido por extração mecânico-enzimática, verificaram ao longo de 120 dias de armazenamento, que não houve diferença significativa, onde os valores variaram de 1,46 a 1,47 g 100<sup>-1</sup>g.

A baixa acidez pode contribuir para o sabor adocicado, onde a acidez titulável pode aumentar com o amadurecimento, provavelmente em decorrência da formação de ácido galacturônico, proveniente da degradação de pectinas, ou ter seus valores reduzidos em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares. Sendo o período de amadurecimento de alta atividade metabólica, os ácidos constituem uma excelente reserva energética do fruto, através de sua oxidação no ciclo de Krebs (BRON, 2006).

Pode-se considerar os genótipos analisados, com valores de acidez acima de 1,0%, como os de maior interesse para a agroindústria e para os trabalhos de melhoramento da espécie, tendo em vista não haver necessidade da adição de ácido cítrico para a conservação da polpa, artifício este utilizado para tornar o meio impróprio ao desenvolvimento de microorganismos. Analisando-se a Tabela 16, verifica-se que o sistema de refrigeração foi benéfico para este parâmetro, quando comparado com as condições naturais, pois tanto para 6 dias como para 14 dias de armazenamento os valores ficaram acima de 1,5g de ácido cítrico em 100 g de polpa. Outro fato interessante, que pode aumentar este índice é que com o umbu, o processamento é realizado com casca e polpa, submetido a cozimento, caso raro em fruticultura, pois via de regra só se aproveita a polpa.

#### **4.4.4 Sólidos solúveis**

Os sólidos solúveis, medidos por refratometria, são usados como índices dos açúcares totais em frutas, indicando o grau de maturidade. São constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias, tais como açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas.

Os resultados de sólidos solúveis (SS) dados em  $^{\circ}\text{Brix}$ , quando submetidos ao teste Tukey a 5% de probabilidade, conforme a Tabela 17, apresentaram diferença significativa entre as condições de armazenamento.

Tabela 17 – Resultados médios de sólidos solúveis (SS)( $^{\circ}\text{Brix}$ ) em condições de câmara fria e natural, em Juazeiro, BA. 2006.

Tratamentos	Sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) (6 dias)		Média Sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ )	Sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) Câmara Fria (14 dias)
	Câmara fria ( $^{\circ}\text{Brix}$ )	Natural ( $^{\circ}\text{Brix}$ )		
Plantas UG F 22	9,45 a	13,05 a	11,25 a	11,2 a
Plantas UG F 29	8,75 a	9,60 c	9,17 b	10,9 a
Plantas UG F 27	9,25 a	9,95 c	9,60 b	11,5 a
Plantas UG F 23	9,40 a	11,75 b	10,57 a	10,7 a
Plantas UG F 30	8,75 a	10,35 c	9,55 b	11,1 a
Média	9,12 <b>B</b>	10,94 <b>A</b>	10,03	11,08
C V. (%)	6	4	3	7

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna e maiúscula na linha horizontal, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Com 6 dias (Tabela 17), os frutos de umbu em condição de armazenamento natural apresentaram média de 10,94  $^{\circ}\text{Brix}$  e no mesmo período, sob condições de refrigeração, a média foi de 9,12  $^{\circ}\text{Brix}$ . Em termos de média geral, o resultado foi de 10,03  $^{\circ}\text{Brix}$ , havendo no entanto, diferença significativa entre plantas. A média para os 14 dias de armazenamento sob refrigeração foi de 11,08  $^{\circ}\text{Brix}$ , não havendo diferença significativa entre as plantas.

Barbosa et al. (1989), trabalhando com umbuzeiros na Paraíba, encontrou índices de 8,8 a 10,3  $^{\circ}\text{Brix}$ . Já Pedrosa et al. (1989) e Bezerra et al. (1993), em

trabalho de caracterização físico-químicas de frutas de 22 matrizes de umbuzeiros, procedentes de Pernambuco e da Paraíba, encontraram resultados que variaram de 7,2 a 12,8 °Brix, entretanto, 10 genótipos apresentaram valores acima de 10 °Brix. Campos et al. (1999), em trabalho de alternância de safra de umbuzeiro, pé franco, encontraram variação de 7,0 a 11,4 °Brix. Em outro trabalho Campos et al.(1999), na formação do banco de germoplasma de umbuzeiro, dos 70 genótipos estudados, observaram que o teor de sólidos solúveis variou de 8,9 a 14,8 °Brix.

Para o mesmo gênero *Spondias*, Filgueiras et al. (2001), em trabalho com frutas nativas da América Latina para indústria, encontraram para ciriguela (*Spondias purpúrea* L.) conteúdo de sólidos solúveis de 21,5 ° Brix no final da maturação. Oliveira (1999), avaliando parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de cajá, encontrou conteúdos de 7,24 a 9,41 °Brix para plantas provenientes da Paraíba e de 4,24 a 10,48 °Brix para plantas do Pernambuco. Pinto et al. (2003), em trabalho de caracterização físico-química, de frutos, de genótipos de cajazeira (*Spondias mombin* L.) verificaram resultados que variaram de 7,07 a 14,0 °Brix e média de 11,01 °Brix. Lira Júnior et al. (2005) relatam que em frutos de umbu-cajá (*Spondias spp*) da coleção de germoplasma de Pernambuco, ocorreram resultados que variaram de 12,95 a 16,07 °Brix.

Vale ressaltar que o teor de sólidos solúveis pode variar com a quantidade de chuva durante a safra, fatores climáticos, variedade, solo, estresse, etc. Em alguns casos, durante o processamento dos frutos, alguns despulpadores adicionam água para facilitar o despulpamento, acarretando assim na diminuição do teor de sólidos solúveis no produto final.

Até o presente momento não há relatos de PIQ (Padrão de Identidade e Qualidade) para o umbuzeiro. Levando-se em consideração o PIQ para suco de cajá, que

estabelece 8,0 °Brix (BRASIL, 1977), todos os resultados, conforme a Tabela 17, ficaram acima deste padrão.

#### 4.4.5 Potencial hidrogeniônico

Os resultados referentes ao potencial hidrogeniônico (pH) dos frutos podem ser visualizados na Tabela 18, em que se observa diferença significativa entre as duas situações de armazenamento.

Tabela 18 – Resultados médios de potencial hidrogeniônico (pH) em condições de câmara fria e natural, em Juazeiro, BA. 2006.

Tratamentos	Potencial hidrogeniônico (pH) (6 dias)		Média Potencial hidrogeniônico (pH)	Potencial hidrogeniônico (pH)
	Câmara fria	Natural		Câmara Fria (14 dias)
Plantas UG F 22	2,93 c	2,54 d	2,73 b	2,40 ab
Plantas UG F 29	3,01 a	2,78 a	2,89 a	2,36 b
Plantas UG F 27	3,01 a	2,63 c	2,82 a	2,36 b
Plantas UG F 23	2,98 a	2,80 a	2,89 a	2,45 a
Plantas UG F 30	2,96 b	2,71 b	2,83 a	2,36 b
Média	2,98 <b>B</b>	2,69 <b>A</b>	2,83	2,38
C V. (%)	0,38	0,74	1,2	1,45

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna e maiúscula na linha horizontal, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Para cada situação de armazenamento, houve diferença significativa entre as plantas. Em termos de média geral, o potencial hidrogeniônico foi de 2,83, e mais uma vez, houve diferença significativa entre as plantas das Unidades Geoambientais. Para a



condição de câmara fria, em 14 dias, a média geral foi de 2,38 também havendo diferença significativa entre plantas das Unidades Geoambientais.

Para o mesmo gênero *Spondias*, Filgueiras et al. (2001) encontraram para ciriguela (*Spondias purpúrea* L.) conteúdo de pH variando de 3,06 para fruto verde, 3,34 para fruto amarelo e 3,44 para fruto vermelho. Oliveira (1999), avaliando parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de cajá, encontrou conteúdos de 2,48 a 2,62 para plantas provenientes da Paraíba e de 2,14 a 2,59 para plantas em Pernambuco. Pinto et al. (2003), em trabalho de caracterização físico-química de frutos, de cajazeira (*Spondias mombin* L.), encontraram resultados variando de 2,26 e 2,95 e média de 2,61. Lima et al. (2002), trabalhando com umbu-cajazeira (*Spondias spp*), notaram para o fruto valores de 2,0 a 2,9 e para polpa congelada, valores de 2,11 a 2,17. Lira Júnior et al. (2005), em estudo de caracterização física e físico-química de frutos de umbu-cajá (*Spondias spp*), relataram resultados que variaram de 1,75 a 2,57.

A Instrução Normativa 122 de 13 de setembro de 1999, estabelece padrão para o umbu-cajá de  $\text{pH} < 2,20$ , (BRASIL, 1999). Analisando-se por este parâmetro, os resultados apresentados na Tabela 18 são superiores ao estabelecido para o umbu-cajá, entretanto, como o teor de ácido cítrico do umbuzeiro é maior que o do cajá, existe uma compensação para que haja uma ótima conservação natural, evitando o crescimento de leveduras.

#### **4.4.6 Vitamina C**

Os resultados referentes ao teor de vitamina C dos frutos podem ser visualizados na Tabela 19, em que se observa diferença significativa entre as duas situações de armazenamento.

Com 6 dias (Tabela 19), os frutos de umbu em condição de armazenamento natural apresentaram média de 6,54 mg de vitamina C em 100 mL de polpa e para igual período, sob condições de refrigeração, média foi de 7,54 mg de vitamina C em 100 mL de polpa. Em termos de média geral, o resultado foi de 7,02 mg de vitamina C em 100 mL de polpa. Ainda, conforme os resultados expostos na Tabela 19, observa-se que só houve diferença significativa no teor de vitamina C entre plantas para a condição de câmara fria, não havendo no entanto, diferença significativa entre plantas para condição ambiente. A média para os 14 dias de armazenamento sob refrigeração foi de 6,49 mg de vitamina C em 100 mL de polpa.

Tabela 19 – Resultados médios de vitamina C em condições de câmara fria e natural, em Juazeiro, BA. 2006.

Tratamentos	Vitamina C (6 dias) (mg 100mL <sup>-1</sup> )		Vitamina C	Vitamina C
	Câmara fria	Natural	Média (mg 100mL <sup>-1</sup> )	Câmara Fria (14 dias) (mg 100mL <sup>-1</sup> )
Plantas UG F 22	8,47 a	6,23 a	7,35 a	7,37 a
Plantas UG F 29	7,64 a	6,58 a	7,11 a	6,05 a
Plantas UG F 27	6,97 b	7,14 a	7,05 a	6,00 a
Plantas UG F 23	7,62 ab	6,39 a	7,00 a	6,03 a
Plantas UG F 30	7,02 b	6,38 a	6,70 a	7,00 a
Média	7,54 <b>A</b>	6,54 <b>B</b>	7,02	6,49
C V. (%)	5,5	8,2	5,4	16

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna e maiúscula na linha horizontal, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A vitamina C, de todas as vitaminas, é a mais facilmente degradável. Mostra-se estável apenas em meio ácido, na ausência de luz, de oxigênio e de calor. Os principais fatores capazes de degradar o ácido ascórbico são: meio alcalino, oxigênio, calor, ação da luz, metais (Fe, Cu, Zn) e a enzima oxidase do ácido ascórbico (SGARBIERE, 1987). Os resultados deste experimento mostram que houve degradação do teor de vitamina C,

bastando a comparação entre as médias expostas na Tabela 19, onde a temperatura foi fator preponderante para o decréscimo do teor de vitamina C. A redução no conteúdo de vitamina C foi observado por Singh & Chauhan (1982) onde afirmam que a perda da vitamina C em estocagem prolongada pode ser atribuída à rápida conversão do ácido L-ascórbico em ácido dehidroascórbico na presença da enzima ascorbinase.

No Brasil, a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C para adulto é de 60 mg (BRASIL, 1998). A demanda apresentada neste trabalho, após 6 dias da colheita, mostra que a ingestão diária de, aproximadamente de 1 litro de suco do fruto, é suficiente para atender uma pessoa. A resolução RDC n<sup>o</sup> 40, de março de 2001 prevê que a rotulagem nutricional passa a ser obrigatória para todos os alimentos e bebidas embaladas e que as vitaminas somente serão declaradas quando se encontrarem presentes, em pelo menos, 5% da ingestão diária recomendada (IDR), por porção, sendo permitida uma variação de no máximo 20% do valor especificado no rótulo (BRASIL, 2001).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em qualquer trabalho de melhoramento genético, deve haver variabilidade, senão qualquer trabalho estaria fadado ao insucesso. Neste trabalho, ficou patente que os umbuzeiros presentes nas Unidades Geoambientais, da Depressão Sertaneja, apresentam grande variabilidade genética, manifestada em peso médio do fruto, peso médio de polpa, teor de vitamina C e acidez titulável.

O fruto do umbuzeiro teve um crescimento padrão, estabelecido por uma curva-sigmóide. Essa curva descreve a condição morfológica do fruto, em intervalo de tempo e acompanha a dinâmica da produção fotossintética (acumulação de carboidratos) e, fisiologicamente, por sucessivas diferenciações celulares. Inicialmente, o crescimento de células meristemáticas ocorre por síntese de material orgânico no citoplasma e, em seguida, por um aumento no volume decorrente da absorção de água. Em resumo, o crescimento é uma combinação de multiplicação celular e crescimento celular.

Modificações de cor são os mais evidentes sintomas de amadurecimento, principalmente devido à destruição das clorofilas e à síntese de pigmentos tais como antocianinas e carotenóides. Observou-se que os frutos do umbuzeiro passaram da cor verde no momento da colheita, para a cor amarela, quando maduros, indicando assim, que o fruto do umbuzeiro, provavelmente, possa ser classificado como fruto climatérico.

Do ponto de vista fisiológico, durante o amadurecimento dos frutos, via de regra, ocorre a degradação da pectina, aumento do teor de ácido orgânico e vitamina C. Os resultados com o umbu mostram o inverso, ou seja, com o amadurecimento do fruto houve correlações positiva e negativa, onde à medida em que o fruto amadurecia, houve diminuição no teor de ácido orgânico (ácido cítrico), diminuição no teor de vitamina C e o teor de sólidos solúveis (<sup>0</sup>Brix) aumentou.

O conteúdo de ácido ascórbico, precursor da vitamina C, pode aumentar ou diminuir durante o amadurecimento do fruto. Os resultados deste trabalho mostram que houve degradação da vitamina C, onde a temperatura e a conversão do ácido L-ascórbico em ácido dehidroascórbico, na presença da enzima ascorbinase, podem terem sido responsáveis por este fato.

A acidez, medida em g de ácido cítrico por 100 g de polpa, neste trabalho, é importante na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Geralmente, o processo de decomposição do alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio e, por consequência, sua acidez. Os ácidos orgânicos são produtos intermediários do metabolismo respiratório dos frutos e são importantes do ponto de vista do sabor e odor. Neste trabalho, observou-se que os frutos verdes (figa) apresentaram altos teores de acidez que decresceu com o amadurecimento do fruto; entretanto, permite-se fazer a junção do suco de umbu, com outras frutas, servindo

assim como conservante natural. Outro fator importante foi a verificação que foi benéfica para esse parâmetro, quando comparado com as condições do ambiente, pois tanto para 6 dias como para 14 dias de armazenamento os valores ficaram acima de 1,5 g de ácido cítrico em 100 g de polpa. Esse resultado foi ótimo em se considerando um valor acima de 1% como de maior interesse para a agroindústria, tendo em vista não haver necessidade da adição de ácido cítrico para conservação da polpa. Outro fator interessante, que pode aumentar este índice é que com o umbu, o processamento é realizado com casca e polpa, submetido ao cozimento, caso raro em fruticultura, pois via de regra só se aproveita a polpa.

Os sólidos solúveis, usados como índices dos açúcares totais em frutos, pode variar com a quantidade de chuva durante a safra, fatores climáticos, variedade, solo e estresse. Até o presente momento, não temos conhecimento do PIQ (Padrão de Identidade e Qualidade) para o umbuzeiro, entretanto, o PIQ para suco de cajá, estabelecido pelo Ministério da Agricultura é de 8,0 °Brix. Se levarmos em consideração esse índice, os trabalhos com umbuzeiro estão acima deste índice.

A pós-colheita é importante para os produtores, visto que o lucro do produtor não depende só da sua produtividade, mas sim da produtividade que chega a ser comercializável. Enquanto para produzir frutos uma árvore pode levar anos, a duração do trabalho de pós-colheita pode ser tão curto como poucos dias, e significar o sucesso ou não de tantos anos. O aperfeiçoamento no processo de pós-colheita trará benefícios ao produtor, assim como, o conhecimento da tecnologia de pós-colheita visa encontrar um método que melhor preserve as características do fruto. As relações fonte-dreno desempenham papel chave no desenvolvimento de frutos, principalmente no que diz respeito ao acúmulo de açúcares. Dessa forma, as pesquisas de pós-colheita buscam resolver problemas relacionados com o prolongamento da vida útil dos produtos sob armazenamento.

A refrigeração é o meio mais eficiente de reduzir os processos metabólicos em frutos e a temperatura é, provavelmente, o fator que mais afeta o período de armazenamento, sabe-se que sua diminuição reduz a respiração da fruta e com isso, prolonga o período climatérico, retardando o amadurecimento. Normalmente, a temperatura de conservação de frutos varia de 0 a 12<sup>0</sup>C, sendo que para cada um deles existe uma temperatura crítica que deve ser respeitada, evitando assim, sérios distúrbios no produto armazenado. Neste trabalho, a refrigeração mostrou-se eficiente na conservação dos frutos pós-colheita, onde o tempo de prateleira em condições naturais foi de 6 dias e em condições de câmara fria foi de 14 dias. Além disso, o aumento do tempo de pós-colheita do fruto do umbu, quando submetido à refrigeração permite colocar o fruto em outros mercados, tanto interno como externo, dependendo do meio de transporte.

Na caracterização dos frutos quanto ao cozimento, a matéria seca é composta dos diversos componentes celulares menos a água e a diminuição deste teor, após o cozimento, pode ser devido à hidrolização e solubilização dos constituintes celulares. O cozimento, tem impacto importante nos fenólicos e, conseqüentemente, na atividade antioxidante, via de regra o teor diminui, entretanto com o umbu ocorreu o contrário, houve aumento do teor de fenóis e isso pode ser explicado através da indução de mudanças químicas. A polpa após tratamento térmico apresentou diminuição dos níveis de carboidratos, contrário ao observado para a casca. O cozimento da casca, portanto, promoveu aumento do teor de carboidratos, possivelmente devido o tratamento térmico ter solubilizado alguns carboidratos insolúveis, tornando-os solúveis, promovendo dessa forma, aumento nos seus teores, tais como parte das fibras. Pode-se observar que o cozimento, tanto da polpa, como da casca, promovem a diminuição nos níveis de nitrato em umbú. A intensidade luminosa parece ser,

dentre os fatores ambientais, o de influência mais marcante no acúmulo de nitrato em plantas. O acúmulo de  $\text{NO}_3^-$  que ocorre quando as plantas são submetidas à baixa intensidade luminosa é bem documentado. A explicação para esse acúmulo, que ocorre na ausência de luz ou baixa intensidade luminosa, é que nestas condições, não haveria nos cloroplastos um fluxo de elétrons via ferridoxina suficiente para a redutase de nitrito ( $\text{RNO}_2$ ) reduzir o nitrito à amônia, como consequência este ficaria acumulado. Esse acúmulo promove a inibição da atividade da redutase de nitrato no citoplasma, acumulando assim, o nitrato absorvido. A FAO (Organização das Nações Unidas) responsável pela agricultura e alimentação em nível mundial relata que o índice máximo de ingestão diária admissível de nitrato é de  $5 \text{ mg kg}^{-1}$  de peso vivo e  $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$  para o nitrito. Neste trabalho, o teor de nitrato encontrado em massa fresca, indica que a ingestão desses alimentos em grande quantidade, poderia ser prejudicial à saúde. Entretanto, o cozimento diminuiu muito estes índices, proporcionando garantias de um alimento saudável.



## 6 CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram realizados, os resultados permitem concluir que:

- Os umbuzeiros presentes nas Unidades Geoambientais da Depressão Sertaneja, apresentam grande variabilidade fenotípica, manifestada pelo peso médio do fruto, peso médio de polpa, teor de vitamina C e acidez titulável;
- A alta concentração de ácido cítrico no fruto verde do umbuzeiro (figa), permite-se fazer uma mistura com outros sucos, servindo o suco do umbu como conservante natural;

- O aumento do tempo de pós-colheita do fruto de umbu, quando submetido à refrigeração permite colocar o fruto em outros mercados, tanto interno como externo, dependendo do meio de transporte utilizado;
- A polpa e a casca do umbu quando submetidas ao cozimento, os teores de fenóis aumentam e os teores de nitrato diminuem, fato que favorece ao consumo e à industrialização deste fruto.

## **7 ANEXOS**

## Anexo 01. Resultados de análise de solo em duas profundidades. Juazeiro,BA. 2006.

Unidade Geoambiental	Profundidade (cm)	Textura		pH (H <sub>2</sub> O)	P (g/dm <sup>3</sup> )	C.E. (dS/m)
		de laboratório				
	0 -20	Areia Franca		4,6	5	0,1
F - 22	20 - 40	Areia Franca		4,3	2	0,1
	0 -20	Franco		6,2	10	0,3
F - 23		Argilosa				
	20 - 40	Franco		6,7	2	0,4
		Argilosa				
	0 -20	Areia Franca		4,7	14	0,2
F - 27	20 - 40	Areia Franca		5,0	14	0,1
	0 -20	Areia		5,3	17	0,1
F - 29	20 - 40	Areia		5,2	9	0,2
	0 -20	Areia		5,2	7	0,7
F - 30	20 - 40	Areia		4,6	6	0,3

Fonte: UNEB / DTCS.

## Anexo 02 – Resultados da análise química dos solos. Juazeiro,BA. 2006.

Unidade Geoambiental	Profun-		Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> /Kg de TFSA)						
	Didade (cm)	m (%)	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup>
	0 -20	31	0,41	0,26	0,2	0,0	0,9	0,4	16,5
F - 22	20- 40	37	0,47	0,07	0,2	0,0	0,7	0,4	13,2
	0 -20	0	14,0	3,1	0,9	0,1	18,1	0,0	9,9
F - 23	20- 40	0	7,0	2,1	0,3	0,7	10,1	0,0	8,3
	0 -20	5	1,2	0,6	0,11	0,01	1,9	0,1	10,4
F - 27	20- 40	6	0,9	0,5	0,15	0,04	1,6	0,1	12,4
	0 -20	6	1,2	0,4	0,07	0,01	1,7	0,1	10,7
F - 29	20- 40	6	0,6	0,3	0,12	0,01	1,0	0,1	8,9
	0 -20	18	0,4	0,4	0,08	0,02	0,9	0,2	11,7
F - 30	20- 40	17	0,5	0,4	0,07	0,06	1,0	0,2	10,2

Fonte: UNEB / DTCS.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI, N.; MCGLASSON, W. B.; HOLFORD, P.; WILLIAMS, M.; MIZRAHI, Y. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, p. 29-39, 1998.

ABREU, C. M. P.; CARVALHO, V. D. de; GONÇALVES, N. B. Cuidados pós-colheita e qualidade do abacaxi para exportação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.195, p. 70-72, 1998.

ALBUQUERQUE, S. G. de.; SOARES, J.G.G. & ARAÚJO FILHO, J. A. **Densidade de espécies arbóreas e arbustivas em vegetação de caatinga**. Petrolina: EMBRAPA/ CPATSA, 1982. 9p. ( Pesquisa em Andamento,16 ).

ALVAREZ, R. C. F. Comparação de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogea L.*) Através do método de análise de crescimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 7, Brasília. **Resumos**. Brasília: EMBRAPA/UNB, 1999, v.11, suplemento, p.18

ALVES, R. E. **Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.): fisiologia da maturação e armazenamento refrigerado sob atmosfera ambiente modificada**. 1993. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1993.

AMBIENTEBRASIL.[www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./index.html&contudo=./n...](http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./index.html&contudo=./n...) Acessado em 17.06.05.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 11 ed. Washington: OAC, 1995. 1115p.

ARAÚJO, J. F. **Biofertilizante líquido na produção e qualidade de frutos de pinha (*Annona squamosa L.*)**. Botucatu. 2007. 123 f Dissertação (Doutorado)-UNESP /Horticultura), Botucatu, 2007.

AUTIO, W.R.; BRAMLAGE, W.J. Chilling sensitivity of tomato fruit in relation to ripening and senescence. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.2, p.201-204, 1986.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p. il. ISBN 85-213-0761-6.

BARBOSA,I.S.; MENDONÇA, R. M.N.; SILVA, H. ; SILVA, A . Q. Estudo pomológico de plantas de umbu de diferentes regiões da Paraíba. Fortaleza,CE. 1989. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, X, Anais...** Fortaleza, CE., SBF.1989.p.442-445.

BEHR, U.; WIEBE, H.J. Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars. *Scientia Horticulturae*, v. 49, n. 3-4, p. 175-179, 1992

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6<sup>a</sup> ed.Viçosa: UFV Imprensa Universitária. 1995. 657p. il. ISBN 85-7269-015-8.

BEZERRA,J.E..; LEDERMAN, I.E.; PEDROSA, A. C.; DANTAS. A. P.; MOURA, R.J.M.; NETO, M.L.M. ; SOARES, L.M. Conservação “in vivo” de germoplasma de fruteiras tropicais nativas e exóticas em Pernambuco.Teresina, PI. 1993. **In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, IX.** Teresina, PI. EMBRAPA. 1993.

BIRTH, D. F.; HENDRICH, S.; WANG, W. Dietary agents in cancer prevention: flavonoids and isoflavonoids. **Pharmacology & Therapeutics**,. 90, p. 157-177, 2001.

BIRTH, G. S.; DULL, G.G.; MAGEE, J. B.; CHAN, H. T.; CAVALETTO, C. G. An optical method for estimating papaya maturity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 109, p. 62-66. 1984.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, v.37, p. 911, 1959.

BLOM-ZANDSTRA, M. Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. *Annals of Applied Biology*, v. 115, n. 3, p. 553-561, 1989.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará**. Fortaleza, CE.: Imprensa Oficial. 1960. 540p.

BRASIL. Resolução RDC n<sup>o</sup> 40, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, de 21 de março de 2001. **Rotulagem Nutricional Obrigatória**. Diário Oficial da União dd 22 de março de 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n<sup>o</sup> 122, de 10 de setembro de 1999. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 de set. de 1999. Seção 1, p. 72-76.

BRASIL. Portaria SUS. MS n<sup>o</sup> 33, de 13 de Janeiro de 1998. **Tabelas de Ingestão Diária Recomendada (IDR)**. Diário Oficial da União de 16 de janeiro de 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Secretaria de Inspeção de Produto Vegetal. **Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade para refresco e suco de cajá**. Brasília, 1977, 19p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folhas SC. 24/25 Aracajú/Recife; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1983. 856p. il. 7 mapas ( Levantamento de Recursos Naturais, 30 ).

BRON, I. V. **Amadurecimento do mamão “Golden”: ponto de colheita, bloqueio da ação do etileno e armazenamento refrigerado**. 2006. 66f. Dissertação (Doutorado)- Universidade de São Paulo. ESALQ - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

CAMPOS, C.O. de **Estudos de Quebra de Dormência da Semente do Umbuzeiro (Spondias tuberosa Arr. Câmara)**.1986. 71f. (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1986.

CAMPOS, C.O . **Industrialização caseira do umbu. Uma nova perspectiva para o semi-árido**. Salvador: EPABA (EBDA). 1988. 20p. (Circular Técnica, 14).

CAMPOS,C.O .; OLIVEIRA,J.P.; ASSUNÇÃO, M.V.; ALMEIDA,F.C.G.; ARAGÃO, R. G. M. Influência do tamanho dos caroços não ruminados de umbuzeiro (**Spondias tuberosa** Arr. Câmara ) na velocidade de emergência e vigor. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS. Juazeiro,BA. **Anais...** Juazeiro,BA. UNEB. 1994. p.35.

CAMPOS,C. O .; OLIVEIRA,J.P.; ASSUNÇÃO,M.V.; ALMEIDA,F.C.G.; ARAGÃO, R.G.M. Efeito do ácido giberélico na germinação de semente e vigor de plântulas de umbuzeiro (**Spondias tuberosa** Arr. Câmara ).In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS. Juazeiro,BA. **Anais...** Juazeiro,BA. UNEB. 1994. p.36.

CAMPOS, C.O . SOUZA, E.G., MENEZES, D.S.; CAMPOS, N.S.F. Umbu, mais algumas considerações. In.: CONGRESSO DAS UNIVERSIDADES ESTADUAIS DA BAHIA, I<sup>o</sup>, 1997, Salvador, BA. **Resumos...** Salvador, BA. UNEB. 1997.

CAMPOS, C.O . CAMPOS, N.S.F., SOUZA, E.G., MENEZES, D.S., FREITAS, J.F.A .L. ; SANTOS, C.A.F. Estudos de Alternância da Safra do Umbuzeiro (**Spondias tuberosa**, Arr.



Câmara), pé-franco em Juazeiro, BA., **In.:** CONGRESSO DAS UNIVERSIDADES ESTADUAIS DA BAHIA, Iº, 1997, Salvador, BA., **Resumos...** Salvador, BA. UNEB. 1997.

CAMPOS, C.O. ; SOUZA, E.G.; MENEZES FILHO, D.S. **Domesticação do umbuzeiro, com vistas ao aproveitamento industrial.** Juazeiro, BA. UNEB / FAMESF, EBDA . 1998. 34p. il. (Relatório para o CNPq ).

CAMPOS, C. O.; NASCIMENTO, C.E.; SANTOS, C. A. F. **Formação do Banco Ativo de Germoplasma de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara).** Juazeiro, BA. 1999. 10p. (EBDA, UNEB/FAMESF, EMBRAPA).

CANTLIFFE, D.J. Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. *Journal of the American Society for Horticulture Science*, v. 97, n. 2, p. 152-154, 1972.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L) variedade Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18., n.2. Acessado <http://www.scielo.br>. Em 13.04. 2006.

CARVALHO, C ; NUNES, L. **Desertificação. A terra morta no semi-árido do Nordeste.** JC Especial de 14.11.99, Recife: Jornal do Comércio, 14.11.99 ( Jornal do Comércio, Especial de 14.11.1999 ).

CASTRO NETO, M. T. de; REINHART, D. H. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv Haden. **Revista Brasileira de Fruticultura.** Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 36-38, 2003.

CAVALCANTI, N de B.; RESENDE, G. M. de; BRITO, L. T. de L. Desenvolvimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) na região semi-árida do Nordeste brasileiro. **Ciência e Agrotecnologia**, 23, n 1, p. 212-213. 1999.

CAVALCANTI, N de B.; RESENDE, G. M. de; BRITO, L. T. de L. Processamento do fruto do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). Lavras (MG). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 252-259. 2000.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Armazenamento. Pós-colheita de frutos e hortaliças:** fisiologia e manuseio. Lavras: ESALF/FAEPE, 1990. 293p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças:** fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 543p.

COOMBE, B. G. The developmente of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, p. 507-528, 1976.

COOPERCUC – Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaça. Rua Jorge Ribeiro de Sá, s/n . Uauá, BA. CNPJ 07.081.322/0001-51. 2006. (Rótulos dos produtos). 2006.

- COSTA, N. P. **Desenvolvimento, maturação e conservação pós-colheita de frutos da cajazeira ( *Spondias mombin* L).** 1998, 97f. Dissertação (Mestrado no Curso em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1998.
- COUEY, H. M. Chilling injury of tropical and subtropical origin. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 17, n.2, p. 162-165, 1982.
- CROZIER, A.; LEAN, M.E.J.; MCDONALD, M.S.; BLACK, C. Quantitative analysis of the flavonoid content of tomatoes, onions, lettuce and celery. *Journal Agric. Food Chem.* v.45, p.590-595, 1997.
- CUNHA, E. da. **Os Sertões**. Livraria Francisco Alves. Rio de Janeiro. 1929.
- DAROLT, M.R. A qualidade nutricional do alimento orgânico é superior ao convencional? Disponível em :  
[http://www.asfagro.org.br/trabalhos\\_tecnicos/agricultura\\_organica/artigo1.pdf..](http://www.asfagro.org.br/trabalhos_tecnicos/agricultura_organica/artigo1.pdf..)  
Acesso em: 23 jan. 2007.
- DONADIO, L. C. Native fruits of Brasil. **Acta Horticulturae**, v.370, p. 109-112, 1995.
- DRUMOND, M. A.; NASCIMENTO, C. E. S.; OLIVEIRA, V. R. **Comportamento de procedências de Umbuzeiro ( *Spondias tuberosa* Arr. Cam.) no Semi-Árido baiano**. Petrolina: EMBRAPA Semi-árido. 2006. (acessado [www.goglo](http://www.goglo) em 12.06.06).
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analyt. Chem.**, v. 28, p.350-56, 1956.
- DUQUE, J.C. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1973. 237p.
- DUQUE, J.C. **O Nordeste e as Lavouras Xerófila**. 3<sup>a</sup> ed. Mossoró: Escala de Agricultura de Mossoró/ Fundação Guimarães Duque. 1980. 316p.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Codex Alimentarius commission. Proposed draft codex standard for tomatoes. Joint FAO/OMS food standards programme. Disponível em:  
<<http://www.codexalimentarius.net/c10/ff02-01e.htm>>, 2000.
- FAQUIN, V. Acúmulo de nitrato em hortaliças e saúde humana. In: FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças. Lavras:UFLA/FAEPE, 2004. 88 p. Disponível em:  
[http://www.labhidro.cca.ufsc.br/nitrato\\_faquin.htm](http://www.labhidro.cca.ufsc.br/nitrato_faquin.htm). Acesso em: 23jan. 2007.
- FERRI, M. G. & LABOURIAU, L. G. Walter Balance of Plantas From The "Caatinga". II. Further Information on Transpiration and stomatal Behavior. **Rev. Brasil. Biologia**, 13 (3):237-44. 1953.

FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E.; MOURA, C. F. H.; OLIVEIRA, A. C. de.; ARAÚJO, N. C. C. Calidad de frutas nativas de latinoamerica para indústria: ciruela mexicana (*Spondias purpúrea* L). **Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.**, v. 43: p.68-71. 2001.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de frutíferas nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTÍFERAS NATIVAS, 1, 1992, Cruz das Almas, Ba: **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1993. p.13-27.

GIL, M.I.; FERRERES, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A. Effect of postharvest storage and processing on the antioxidant constituents (flavonoids and vitamin C) of fresh-cut spinach. **Journal Agric. Food Chem.** v.47, p.2213-2217, 1999.

GOMES, F. P. Umbuzeiro. **Mundo Agrícola**, 14 (159): 95-97.1965.

GOMES, F. P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 160p. il.

GOVERNO FEDERAL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação do solo**. Rio de Janeiro, Rj.: EMPRAPA. 4<sup>a</sup> aproximação. 2002. 166p. il.

GUIMARÃES, L.R.; PECHNIK, E. Contribuição ao Estudo dos Alimentos da Região Amazônica. **Instituto de Nutrição - Arquivos Brasileiros de Nutrição**, 12 (2). 1956.

HARCREAVES, G. H. **Precipitation dependability and potentials for agricultural production in Northeast Brazil**. Logan: Utah State University, 1974. 123p. il.

HERNÁNDEZ-UNZON, H. Y.; LAKSHMINARAYANA, S. Developmental physiology of tamarind fruit (*Tamarindos indica* L). **HortScience**, Alexandria, v.17, n.6, p.938-940, 1982.

HOLLMAN, P.C., HERTOOG, M.G., & KATAN, M.B. Role of dietary flavonoids in protection against cancer and coronary heart disease. **Biochemical Society Transactions**. v.24, p.785-789, 1996.

HONG, J.H.; MILLS, D.J.; COFFMAN, B.; ANDERSON, J.D.; CAMP, M.J.; GROSS, K.C. Tomato cultivation systems affect subsequent quality of fresh-cut fruit slices. **Journal of de American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 126, n.6, p. 729-735, 2000.

HORWITZ, H. Official method of analysis of association of official agricultural chemists. 8 ed. **As. Of Agr. Chem.** Washington, 1995. p.144.

HULME, A. C. **The Biochemistry of fruits and their Products**. London: Academic Press, 1970. 618p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. São Paulo, IAL, 1985, 533p.

- ISHAK, S. A.; ISMAIL N.; NOOR M. A. M.; AHMAD, H. Some physical and chemical properties of ambarella (*Spondias cytherea* Sonn) at three different stages of maturity. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, p.819-827, 2005.
- KANAAN, S.S.; ECONOMAKIS, C.D. Effect of climatic conditions and time of harvest on growth and tissue nitrate content of lettuce in nutrient film culture. *Acta Horticulturae*, n. 323, p. 75-80, 1992.
- KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C., BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: UFPel. 2002. 163p.
- KNEE, M. Do tomatoes on the plant behave as climacteric fruits?. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 95, p. 221-226, 1995.
- KNEKT, P.; JARVINEN, R.; SEPANEN, R.; HELIOVAARA, M.; TEPPONEN, L.; PUKKALA, E.; AROMAA, A. Dietary flavonoids and the risk of lung cancer and other malignant neoplasm. *Am. Journal Epidemiol.* v.146, p.223-230, 1997.
- LAZAN, H.; ALI, Z. M.; LIANG, K. M.; YEE, K. L. Polygalacturonase activity and variation in ripening of papaya fruit tissue depth and heat treatment. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 77, p. 93-98, 1989.
- LI, B.W.; ANDREWS, K.W.; PEHRSSON, P.R. Individual sugars, soluble and insoluble dietary fiber contents of 70 high consumption foods. *Journal of food composition and analysis*, v.15, p.715-723, 2002.
- LEE, S. K.; YOUNG, R.E. Growth measurement as an indication of Avocado maturity. **J. Amer. Hort. Sci.**, 108 (3): 395-397. 1983.
- LEVITT, J. **Responses of Plants to Environmental Stresses: chilling, freezing, and high temperature stresses**. 2. ed. New York: Academic Press, 1980. 497p.
- LEWIS, T. L.; WORKMAN, M. The effect of low temperature on phosphatase esterification and cell membrane permeability in tomato fruit and cabbage leaf tissue. **Aust. J. Biol. Sci.**, Melbourne, v. 17, p.147-152, 1964.
- LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias spp*) em cinco estádios de maturação, da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.24, n. 2, p.338-343, 2002.
- LIMA FILHO, J.M. & SILVA, C.M.M.S. Aspectos fisiológicos do umbuzeiro. Brasília, DF. **Pesq. Agropecuária Brasileira**, 23 (10): 1091-1094, outubro.1988.
- LIMA, G. P. P. **Determinação quantitativa de vitamina C em suco de laranja**. Prática 5. Botucatu : UNESP, 2006. 5p. (Apostila do Instituto de Biociências).

LIMA, J. P. P. **Marcadores bioquímicos de injúrias pelo frio e de maturação em bananas** (*Musa acuminata* AAA Simm. & Shep. Cv. Nanica). 103f. (Tese Livre-docência em Bioquímica Agrícola). UNESP, Botucatu. 2000.

LIRA JÚNIOR, J. S. de.; MUSSER, R. dos S.; MELO, E de A.; MACIEL, M. I. S.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. dos. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias spp*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25(4): 757-761. 2005.

LYONS, J.M. Chilling injury in plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Rockville, v. 24, p.445-466, 1973.

MAIA, G, N. **Caatinga. Árvores e arbustos e suas utilidades**. 1<sup>a</sup> ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413 p. il. ISBN 85-86587-50-8.

MANGRICH, M.E.; SALTVEIT, M.E. Heat shocks reduce chilling sensitivity of cotton, kenaf, okra, and rice seedling radicles. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 125, n. 3, p. 377-382, 2000.

MARCHAL, J.; NOLIN, J. Fruit quality: pré and post-harvest physiology. **Fruits**, Paris, spec.issue, p.119-122, 1990.

MARTINS, L. P.; SILVA,S. de M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Fisiologia do dano pelo frio em ciriguela (*Spondias purpúrea* L). **Rev. Bras. Frutic**. Jaboticabal, v.25, n.1, p.23-26, 2003.

MAYNARD, D.N.; BARKER, A.V.; MINOTTI, P.L.; PECK, N.H. Nitrate accumulation in vegetables. *Advances in Agronomy*. New York, v.28, p.71-118, 1976.

MENDES, B.V. Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara): **Importante Fruteira do Semi-Árido**. Mossoró, ESAM. 1990. 67p. (Coleção Mossoroense, Série C-Volume DLXIV).

MITCHELL, A.E., & CHASSY, A.W. Antioxidants and the nutritional quality of organic agriculture. *Communiqué, Inc.*,2006. Disponível em: <http://mitchell.ucdavis.edu/Is%20Organic%20Better.pdf>. Acesso em 23 jan. 2007.

MIYAZAWA, M.; KHATOUNIAN, C.A. & ODENATH-PENHA, L.A. Teor de nitrato nas folhas de alface produzida em cultivo convencional, orgânico e hidropônico. *Agroecologia Hoje*. Ano II, n.7, p.23, fev./mar. 2001.

MOBOT. Missouri Botanical Garden, [www.mobot.org/w3t/search/vast.html](http://www.mobot.org/w3t/search/vast.html), acessado em 2006.

MOREIRA, R. S. **Banana**: teoria e prática de cultivo. Campinas: Fundação Cargil, 1987. 335p.

MOSCA, J. L. Desenvolvimento, maturação e armazenamento de atemóia (*Annona cherimola* Mill x *Annona squamosa* L ). 2002. 157f. Dissertação (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MUÑOZ, T.; RUIZ-CABELLO, J.; MOLINA-GARCÍA, A.D.; ESCRIBANO, M.I.; MERODIO, C. Chilling temperature storage changes the inorganic phosphate pool distribution in cherimoya (*Annona cherimola*) fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 126, n.1, p. 122-127, 2001.

MURATA, T. Physiological and biochemical studies of chilling injury in bananas. **Physiol. Plant.**, Copenhagen, v.22, p.401-411, 1969.

NETO, J. P. **R- Introdução à programação e aplicações**. Juazeiro, Ba., UNEB/DTCS. 2005. 73p. il.

NETO, J.P. **Estatística experimental com aplicações na linguagem R**. Juazeiro, Ba., UNEB/DTCS. 2006. 295p. il.

NISHIBA, I.; MURATA, N. Chilling sensitivity in plants and cyanobacteria: The crucial contribution of membrane lipids. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Rockville, v. 47, p. 541-568, 1996.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. U.; BURITY, H. A.; SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 463-470, 2002.

OLIVEIRA, M. E. B. de.; BASTOS, M. do S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. de A. C.; SILVA, M. das G. G. da, Avaliação de paraâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. Campinas, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n.3, p. 326-332. 1999.

OLIVEIRA, L, M, S, R de. **Educação rural e desenvolvimento local sustentável: a lógica subjacente das relações inter-setoriais**. 2005. 292f. Dissertação (Doutorado)- Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

PALMER, J. K. The banana. In: HUME, A.C. (Ed). **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, v.2, p.65-101. 1971.

PANTASTICO, E. B., CHATTOPADHYAY, T. K. SUBRAMANYAM, H. Storage and commercial storage operations. In: PANTASTICO, E. B. (Ed.). **Postharvest physiology handling and utilization of tropical fruits and vegetables**. West Port: AVI, 1975, p.314-338.

PARAHYM, O. **A vitamina C na alimentação sertaneja**. Recife, Departamento de Saúde Pública, 1941 (Imprensa Oficial de Recife, 12 ).

PATTERSON, M. E. The role of ripening in the affairs of man. **HortScience**, v. 5, n. 1, p. 30-33, 1970.

PEDROSA, A. C.; NETO, L.G.; LEDERMAN, I.E.; BEZERRA, J.E.F.; DANTAS, A. P. Características físico-químicos de frutos de 22 matrizes de umbuzeiros (**Spondias tuberosa** Arr. Câmara). Provenientes de Pernambuco e da Paraíba. **In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULURA**, X, Fortaleza, CE. 1989. **Anais...** Fortaleza, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989, v. 1. p. 435-441.

PETERSEN, A.; STOLTZE, S. Nitrate and nitrite in vegetables on the Danish market: content and intake. *Food Additives and Contaminants*, v. 16, n. 7, p. 291-299, 1999.

PINTO, E. B. **Educação ambiental em área semi-árida da Bahia: uma contribuição para a gestão**. 2004. 164f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

PINTO, W. da S.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. da S.; DE JESUS, S. C.; CALAFANGE, P. L. P.; ANDRADE, E. M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesq. Agropec. Brás.** v. 38, n.9, Brasília. 2003.

PIRES, I.E. ; OLIVEIRA, V.R. DE. **Estrutura floral e sistema reprodutivo do umbuzeiro**. Petrolina, EMBRAPA/CPATASA, 1986. 2p. (EMBRAPA/CPATSA. Pesquisa em andamento, 50).

PRADO, H. do. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação e levantamento**. Piracicaba: Hélio do Prado, 2000. 182p. ISBN 85-901330-1-X.

PRICE, K.R.; BACON, J.R.; RHODES, M.J.C. Effect of storage and domestic processing on the content and composition of flavonol glucosides in onion (*Allium cepa*). *Journal Agric. Food Chem.* v.45, p.938-942, 1997.

QUEIROZ, M.A. ; Nascimento, C.E.S.; SILVA, C. M.M.S; LIMA, J.L.S. Fruteiras nativas do semi-árido do Nordeste brasileiro: Algumas reflexões sobre seus recursos genéticos. **In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS**, 1992, Cruz das Almas, BA. **Anais...** Cruz das Almas, BA: EMBRAPA/CNPMPF, 1993, p. 87-92.

R. Development Core Team R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2005. Disponível em: URL <http://www.R-project.org>. ou <http://www.cran.r-project.org>.

RABELO, J.L.C; COELHO, J.P.; SANTOS, J.A. N. **Estudos sobre a agroindústria no Nordeste: Situação atual e perspectiva da produção irrigada**. BNB/ETENE. Fortaleza, CE. 1990. (Estudos Econômicos e Sociais,38).

- RAISON, J.K.; LYONS, J. M.; THOMSON, W.W. The influence of membranes on the temperature induce changes in the kinetics of some respiratory enzymes of mitochondria. **Arch. Biochem. Biophys.** New York, v. 142, p.83-90, 1971.
- REGIS, C...B. **O umbuzeiro e seus derivados.** Campo Formoso, BA. Prefeitura Municipal, Lions Club de Campo Formoso, 1982. 12p.
- ROCHA. G. **O Rio São Francisco. Fator precípua da existência do Brasil.** São Paulo, SP. Nacional; CODEVASF, 3 ed. 1983.
- ROORDA Van EYSINGA, J.P.N.L. Nitrate and glasshouse vegetables. *Fertilizer Research*, v. 5, p. 149-156, 1984.
- SAHAI, H.; AGEEL, I. M. **The analysis of variance: fixed, random and mixed models.** Boston: Birkhauser.2000. 742p. ISBN 0-8176-4012-6 e ISBN 3-7463-4012-6.
- SÁNCHEZ-CASTILLO, C.P.; ENGLYST, H.N.; HUDSON, G.J.; LARA, J.J.; SOLANO, M.L.; MUNGUÍA, J.L.; JAMES, W.P.T. The non-starch polysaccharide content of Mexican foods. *Journal of food composition and analysis*, v.12, p.293-314, 1999.
- SANTANA, A. J. **Desmatamento: uma questão polêmica.** Salvador, BA. A Tarde Rural. 19.11.92. p. 8.
- SANTOS, A. R. L.; REINHARDT, D. H.; SILVEIRA, W. R.; OLIVEIRA, J. R. P.; CALDAS, R. C. Qualidade pós-colheita de acerola para processamento, em função de estádios de maturação e condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n.3, p. 365-371. 1999.
- SANTOS, C.A.F. Dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semi-árido brasileiro. Brasília. **Pesq. Agrop. Brasileira**, v. 32, n.9, p. 923-930, set. 1997.
- SAS. **Statistical Analysis System Institute- SAS/STAT.** Procedure guide personal computer version 5, Inst. Cary, NC. 1999.
- SEAGRI – SECRETARIA DE AGRICULTURA DA BAHIA. Programa Caravana da fruta. **Seminários regionais.** Salvador: SEAGRI, 1996. 76p. il.
- SGARBIERE, V. C. **Alimentação e Nutrição.** Campinas: UNICAMP, 1987, 387p. il.
- SILVA, A. de P. V. da.; MAIA, G. A.; OLIVEIRA, G. S. F. de; FIGUEIREDO, R. W. de.; BRASIL, I. M. Estudo da produção do suco clarificado de cajá (*Spondias lútea* L). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 326-332, 1999.
- SILVA, A .Q. da ; SILVA, M.A . da G.O . e. Observações morfológicas e Fisiologia sobre **Spondias tuberosa**, Arr. Câmara. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 25, Mossoró, RN. 1974. **Anais ...** Rio de Janeiro, Sociedade Botânica do Brasil, 1976.p. 5-15.



SILVA, C.M.M.S.; PIRES, I.E.; SILVA, H.D. **Caracterização dos frutos do umbuzeiro**. Petrolina, PE., EMBRAPA/CPATSA, 1987. 17p. (EMBRAPA/CPATSA. Boletim de Pesquisa, 34)

SILVA, F. B. R. et. al. **Zoneamento Agroclimático do Nordeste do Brasil: diagnóstico e prognóstico**. Recife: EMBRAPA - Solos, Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste – ERP/NE: Petrolina, PE.: EMBRAPA Semi-árido. 2000. (EMBRAPA Solos. Documentos, 14) 1 CD-ROM.

SINGH, H. K.; CHAUHAN, K.S. Effect of preharvest application of calcium, potassium and alar on fruit quality and storage life of guava fruits. **Journal of Research**, v. 12, n.4, p. 644-654, 1982.

SOTO, B.M. Almacenamiento. In: SOTO, B. M. **Bananos**. San José: Litografía e imprensa LIL, 1985. p.453-463, 625-657.

SOUZA, A.H. de ; CATÃO, D.D Umbu e seu Suco. **Revista Brasileira de Farmácia**, 51 (6) : 335-353. 1970.

SOUZA FILHO, M. de S. M. de; LIMA, J. R. ; NASSU, R. I.; BORGES, M. de F.; MOURA, C. F. H. Avaliação físico-química e sensorial de néctares de frutas nativas da região Norte e Nordeste do Brasil: Estudo exploratório. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p. 139-143, 2002.

SOUZA, G. da S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não linear**. Brasília: Embrapa- SPI / Embrapa-SEA, 1998. 505p.

SOUZA, G.S. de. Tratado Descritivo do Brasil em 1587. São Paulo, Companhia Editora Nacional, Biblioteca Pedagógica Brasileira. **Brasiliana**, v. 117. 1938.

TAIZ, L ; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p. il.

TUDELA, J.A.; CANTOS, E.; ESPÍN, J.C.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; GIL, M.I. Induction of antioxidant flavonoid biosynthesis in fresh-cut potatoes. Effect of domestic cooking. **Journal Agric. Food Chem.** v.50, p.5925-5931, 2002.

URRESTARAZU, M.; POSTIGO, A.; SALAS, M.; SÁNCHEZ, A.; CARRASCO, G. Nitrate accumulation reduction using chloride in the nutrient solution on lettuce growing by NFT in semiarid climate conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, n. 8, p. 1.705-1.714, 1998.

VALLEJO, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; GARCIA-VIGUERA, C. Effect of climatic and sulphur fertilization conditions, on phenolic compounds and vitamin C, in the inflorescences of eight broccoli cultivars. **Eur. Food Res. Technol.** v.216, p.395-401, 2003.

VILAS BOAS, E. V. de B. **Aspectos Fisiológicos do Desenvolvimento de frutos**. Lavras: UFLA/FAEPE/DCA, 1999. 71p. (Curso de especialização Pós-Graduação “Lato sensu” Ensino à Distância: Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Manutenção e Qualidade).

WALKER, R. Nitrates, nitrites and N-nitrosocompounds - review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. *Food Additives and Contaminants*, v. 7, n. 6, p. 717-768, 1990.

WANG, C.Y. Chilling injury of tropical horticultural commodities. *HortScience*, Alexandria, v.29, n.9, p. 986-988, 1994.

WILLS, R. B. H.; BAILEY, W.; Mc SCOTT, K. J. Possible involvement of a-famesene in the development of chilling injury in bananas. *Plant. Physiol.*, Oxford, v.56, p.550-551, 1975.

WILLS, R.B.H., LEE, T.H., GRAHM, D. Et al. **Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. West Port. AVI, 1981. 161p.

WILLS, R. B. H.; WIDJANARKO, S. B. Changes in physiology, composition and sensory characteristics of Australian papaya during ripening. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Victoria, v.35, p. 11273-1176, 1995.

WRIGHT, M.J.; DAVISON, K.L. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Advance in Agronomy*. New York, v.16, p.197-274, 1964.

XINYOU YIN; GOUDRIAAN J.; LANTINGA, E. A. VOS J.; SPIERTZ, H. J. A flexible sigmoid function of determinate growth. *Annals of Botany*, **91**: 361-371, 2003. Online at [www.aob.oupjournals.org](http://www.aob.oupjournals.org).

ZOOU, L.; PAULL, R. E. Sucrose metabolism during papaya (*Carica papaya*) fruit growth and ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 126, p. 351-357, 2001.

YAMASHITA, F.; BENESSI, M. de T.; TONZAR, A. C.; MORIYA, S.; FERNANDES, J. G. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. Campinas, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23(1): p.92-94, 2003.

YOSHIOKA, K; HOND, K. Biochemical studies on changes in quality of post-harvest fruits during storage: mechanism of carbon dioxide evolution during and after ripening in chilling injured banana fruit. *J. Food Sci. Techol.*, Mysore, v.19, p.131-134, 1972.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)