

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

MESTRADO

**ARMAZENAGEM REFRIGERADA DE UMBU (*Spondias
tuberosa* Arruda Câmara): ALTERAÇÕES DAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE
DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

DISSERTAÇÃO

MÉRCIA MELO DE ALMEIDA

Campina Grande – Paraíba

Maio - 1999



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Engenharia Agrícola
Área de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

**ARMAZENAGEM REFRIGERADA DE UMBU (*Spondias tuberosa*
Arruda Câmara): ALTERAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E
QUÍMICAS DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

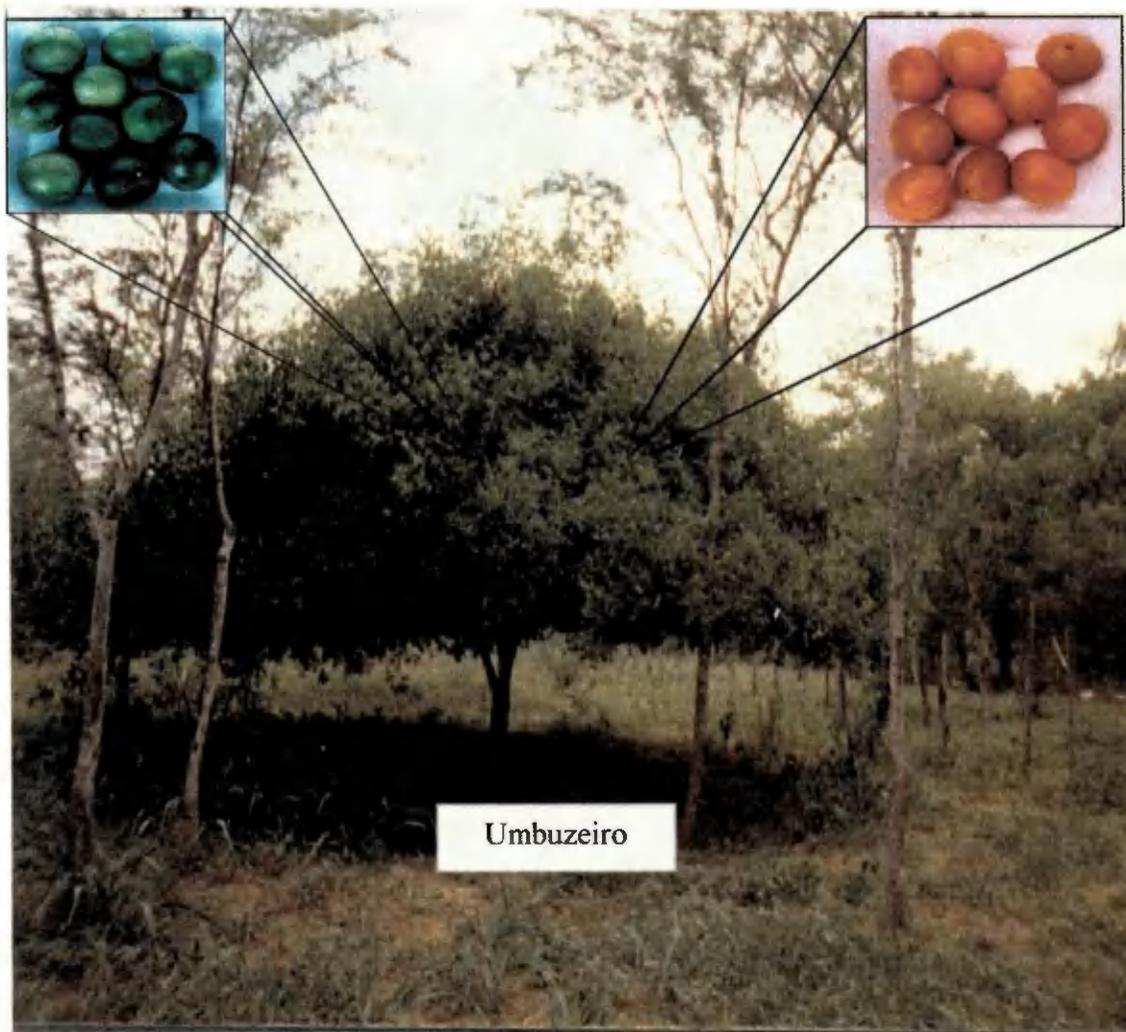
MÉRCIA MELO DE ALMEIDA

Campina Grande - PB
Maio - 1999



**ARMAZENAGEM REFRIGERADA DE UMBU (*Spondia tuberosa* Arruda
Câmara): ALTERAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS
DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

MÉRCIA MELO DE ALMEIDA



Campina Grande – PB
Maio -1999

**ARMAZENAGEM REFRIGERADA DE UMBU (*Spondias tuberosa*
Arruda Câmara): ALTERAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E
QUÍMICAS DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
em Engenharia Agrícola da Universidade Federal
da Paraíba, em cumprimento às exigências para
obtenção do Grau de Mestre

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

ALUNA: Mércia Melo De Almeida

ORIENTADOR: Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata

Campina Grande - PB
Maio - 1999

ARMAZENAGEM REFRIGERADA DE UMBU (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara): ALTERAÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

MÉRCIA MELO DE ALMEIDA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 24/05/1999

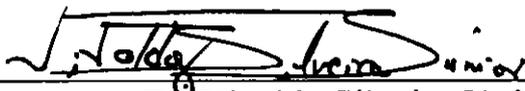
APROVADA:



Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata
Orientador - UFPB



Dra. Maria Elita Duarte Braga
Co-orientadora - UFPB



Dr. Vivaldo Silveira Júnior
Examinador - UNICAMP

Campina Grande - PB
Maio - 1999

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela saúde e pela vida.

Aos meus pais Airton Reis de Almeida e Maria Raimunda Melo de Almeida, pela educação, formação moral e incentivo ao estudo.

À Carlos, meu grande companheiro, pelas preciosas sugestões, apoio e incentivos.

Às minhas irmãs Mônica e Magna, que sempre me estimularam e apoiaram em todas as etapas de minha vida, além das constantes trocas de informações.

Ao meu orientador Mario Eduardo R. M. Cavalcanti Mata, pela dedicação, amizade, apoio e orientação.

A Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo suporte financeiro.

Aos professores da banca examinadora, Dr. Vivaldo Silveira Júnior e Dra. Maria Elita Duarte Braga.

A todos os colegas e professores do mestrado, em especial professor Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida, além de todos que, direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Ao Professor Dr. Egberto Araújo, do Centro de Ciências Agrárias (UFPB) - Areia, pelas preciosas contribuições e trocas de informações.

Aos professores da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, em especial Fernando Fernandes, Eliane Rolim e Carlos Antônio.

As amigas Patrícia César, Avani de Oliveira e Hosaneide Farias pelo companheirismo e amizade.

À amiga Dilma Maria de Brito Melo Trovão, pelo apoio e incentivos no ingresso deste mestrado.

Às secretárias de Engenharia Agrícola, Rivanilda e Aldaniza pela ótima convivência e amizade.

Aos pesquisadores da EMBRAPA – CNPA, Paulo de Tarso Firmino e Vicente Queiroga pelas contribuições e trocas de informações.

RESUMO

Neste trabalho foi estudado as alterações físicas e químicas dos umbus semi-maduros e maduros, durante o armazenamento sob refrigeração de 5, 10 e 15°C e umidade relativa variando de 90 a 95%, com o objetivo de verificar o tempo de vida útil do fruto, durante o período de armazenamento. O estudo do armazenamento foi realizado em duas etapas: 1) Os frutos semi-maduros e maduros, provenientes de Juazeirinho-PB, foram selecionados, tratados com hipoclorito de sódio (20ppm) e acondicionados em recipientes de poliestireno e cobertos por filmes plásticos de PVC. Posteriormente foram armazenados em câmaras de refrigeração controladas às temperaturas de 5, 10 e 15°C (90 – 95% U.R.). Foram feitas determinações dos diâmetros, volume, esfericidade e massa específica dos umbus semi-maduros e maduros no início do armazenamento e a cada 15 e 30 dias; 2) Os frutos colhidos em São Vicente do Seridó-PB foram submetidos a todas as operações descritas anteriormente, exceto a operação de lavagem, que foi realizada com o produto fungicida benomyl (1g/l). Os períodos de armazenamento em que se determinou o pH, acidez, sólidos solúveis totais, consistência e perda de peso dos frutos foram: 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias para o umbu maduro; e 0, 6, 12, 18, 24 e 30 dias para o umbu semi-maduro. As determinações dos açúcares totais e redutores foram feitas no início do armazenamento e a cada 7, 14, 21, 28 e 35 dias para o umbu semi-maduro e 4, 8, 12 e 16 dias para o umbu maduro. De acordo com os resultados obtidos concluiu-se que: a) Os umbus semi-maduros e maduros, conservados às temperaturas de 5, 10 e 15°C, tiveram uma redução no seu diâmetro médio e no volume, durante o período de armazenamento. Em decorrência deste fato, foram observadas alterações na esfericidade e na massa específica dos umbus; b) As maiores perdas de peso e de consistência dos umbus semi-maduros e maduros, durante o período de armazenamento, foram observadas quando conservados à temperatura de 15°C; c) A coloração dos umbus semi-maduros, armazenados à temperatura de 10 e 15°C, foi alterada nos primeiros 15 dias de armazenamento, e na temperatura de 5°C houve uma mudança irregular na coloração, indicando injúria causada pelo frio. Os frutos maduros tiveram pequenas alterações na sua coloração, quando submetidos às temperaturas de 5, 10 e 15°C; d) Os níveis de pH, sólidos solúveis totais e açúcares não-redutores dos umbus semi-maduros e maduros tendem a diminuir, e os níveis de acidez desses frutos tendem a aumentar, durante o período de armazenamento, para todas as temperaturas estudadas; e) Os açúcares redutores do umbu semi-maduro aumentam até os 7 dias de armazenamento, e depois desse período tendem a manter-se constante, e nos frutos maduros tendem a aumentar aos 8 dias, decrescendo em seguida; f) Os açúcares totais dos umbus semi-maduros e maduros tendem a

aumentar até os 14 e 8 dias, respectivamente, decrescendo em seguida; g) Os umbus semi-maduros são melhor conservados à temperatura de 10°C, por um período de 30 dias; h) Os umbus maduros se conservam melhor a 5°C, com possibilidade de conservação por um período de 15 dias; i) Os gêneros de fungos identificados nos umbus semi-maduros e maduros, durante o período de armazenamento, foram o *Colletotrichum*, *Cladosporium*, *Sphaceloma* e *Aspergillus*, sendo que a maior incidência de fungos ocorreu à temperatura de 15°C.

SUMMARY

In this work the physical and chemical alterations of half-ripe and ripe umbu were studied, during the storage under refrigeration of 5, 10 and 15°C and relative humidity varying from 90 to 95%, with the objective of verifying the time of useful life of the fruit during the storage period. The study of the storage was accomplished in two stages: 1) next to Juazeirinho-PB half-ripe and ripe fruits, they were selected, agreements with hipoclorito of sodium (20ppm) and conditioned in polystyrene recipients and covered by plastic films of PVC. Later on stored in cameras of refrigeration controlled to the temperatures of 5, 10 and 15°C (90–95% U.R.). They were made determinations of the diameters, volume, sphericity and specific mass of the half-ripe and ripe umbus in the beginning of the storage and to each 15 and 30 days; 2) The fruits picked in São Vicente do Seridó-PB were submitted to all the operations described previously, except the wash operation, that was accomplished with the fungicide product benomyl (1g/l). The storage periods in which determined the pH, acidity, total soluble solids, consistency and loss of weight of the fruits were: 0, 3, 6, 9, 12 and 15 days for the ripe umbu; and 0, 6, 12, 18, 24 and 30 days for the half-ripe umbu. The determinations of the total and reducing sugars were made in the beginning of the storage and at each 7, 14, 21, 28 and 35 days for the half-ripe umbu and 4, 8, 12 and 16 days for the ripe umbu. In agreement with the obtained results one can concluded that: a) The half-ripe and ripe umbus, conserved at temperature of 5,10 and 15°C, had a reduction in its medium diameter and in the volume, during the storage period. Due to this fact, alterations were observed in the sphericity and in the specific mass of the umbus; b) The largest weight losses and of consistency of the half-ripe and ripe umbus, during the storage period, they were observed when conserved at temperature of 15°C; c) The coloration of the half-ripe fruits stored to the temperature of 10 and 15°C was altered in the first 15 days of storage, and to the temperature of 5°C the coloration was irregular indicating injury caused by the cold. The ripe fruits had small alterations in its colour, when submitted to the temperatures of 5, 10 and 15°C; d) The levels of pH, totals soluble solids and non-reducing sugars of the half-ripe and ripe umbus tend to decrease, and the levels of acidity of those fruits tend to increase, during storage period, for all the studied temperature; e) The sugars reducing of the half-ripe umbu increase to the 7 days of storage, and later of that period tend to stay constant, and in the ripe fruits tend to increase to the 8 days, decreasing soon after; f) The total sugars of the of half-ripe and ripe umbus tend to increase until the 14 and 8 days, respectively, decreasing soon after; g) The half-ripe umbus are conserved better to the temperature of 10°C, by a period of 30 days; h) The ripe umbus are

conserved better of 5°C, with conservation possibility for a period of 15 days; i) The kinds of fungus identified in the of half-ripe and ripe umbus, during the storage period, were *Colletrotichum*, *Cladosporium*, *Sphaceloma* and *Aspergillus*, and the largest incidence of fungus happened at temperature of 15°C.

CONTEÚDO

	PÁG.
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xv
RESUMO	v
SUMMARY	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Histórico	5
2.2. Botânica	5
2.3. Condições edafoclimáticas	6
2.4. Aspectos culturais	7
2.5. Fisiologia dos frutos	7
2.6. Características físicas	8
2.7. Características químicas	13
2.8. Armazenagem refrigerada	16
2.8.1. Desordens fisiológicas causadas pelo frio	19
2.8.2. Tratamento fitossanitário	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. Matéria-prima	25
3.2. Procedimento experimental	25
3.2.1. Armazenagem refrigerada da fruta <i>in natura</i>	25
3.2.1.1. Seleção	25
3.2.1.2. Lavagem	27
3.2.1.3. Embalagem	27
3.2.1.4. Armazenamento	27

3.3. Características físicas	28
3.3.1. Tamanho	28
3.3.2. Esfericidade	28
3.3.3. Volume	29
3.3.4. Massa específica	29
3.3.5. Consistência	29
3.3.6. Avaliação da cor	29
3.4. Características químicas	29
3.4.1. Acidez titulável	29
3.4.2. Açúcares redutores e totais	30
3.4.3. Açúcares não-redutores	30
3.4.4. pH	30
3.4.5. Sólidos solúveis totais	30
3.5. Determinação de fungos	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Efeito do armazenamento nas características físicas do umbu semi-maduro e maduro	31
4.1.1. Tamanho e volume	31
4.1.2. Esfericidade	35
4.1.3. Massa específica	36
4.1.4. Perda de peso	38
4.1.5. Consistência	40
4.1.6. Cor	42
4.2. Efeito do armazenamento nas características químicas do umbu semi-maduro e maduro	44
4.2.1. Acidez titulável	44
4.2.2. pH	46

4.2.3. Sólidos solúveis totais	48
4.2.4. Açúcares redutores	50
4.2.5. Açúcares não-redutores	52
4.2.6. Açúcares totais	54
4.3. Efeito do armazenamento na incidência de injúrias causadas pelo frio (<i>chilling injury</i>)	56
4.4. Efeito do armazenamento no aparecimento de fungos	57
5. CONCLUSÕES	58
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
APÊNDICE A	68
APÊNDICE B	71
APÊNDICE C	81
APÊNDICE D	88

LISTA DE FIGURAS

		PÁG.
FIGURA 1	Umbuzeiro.....	1
FIGURA 2	Frutos de umbuzeiro	6
FIGURA 3	Efeito da temperatura na qualidade e conservação de frutos	20
FIGURA 4	Fluxograma das etapas realizadas no estudo do armazenamento da fruta <i>in natura</i>	26
FIGURA 5	Umbus semi-maduros e maduros	27
FIGURA 6	Valores médios dos diâmetros maior, intermediário, menor, médio, da esfera equivalente e do volume, de umbus semi-maduros, armazenados às temperaturas de 5, 10 e 15°C, durante 30 dias	34
FIGURA 7	Valores médios dos diâmetros maior, intermediário, menor, médio, da esfera equivalente e do volume, de umbus maduros, armazenados às temperaturas de 5, 10 e 15°C, durante 30 dias	34
FIGURA 8	Valores médios da esfericidade de umbus semi-maduros armazenados a 5, 10 e 15°C, durante 30 dias	35
FIGURA 9	Valores médios da esfericidade de umbus maduros armazenados a 5, 10 e 15°C, durante 30 dias	36
FIGURA 10	Valores médios da massa específica de umbus semi-maduros armazenados a 5, 10 e 15°C, durante 30 dias	37
FIGURA 11	Valores médios da massa específica de umbus maduros armazenados a 5, 10 e 15°C, durante 30 dias	37
FIGURA 12	Valores médios da perda de peso (PP) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	39
FIGURA 13	Valores médios da perda de peso (PP) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C ...	39
FIGURA 14	Valores médios da consistência (C) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	41
FIGURA 15	Valores médios da consistência (C) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C ...	41
FIGURA 16	Coloração de umbus semi-maduros armazenados à temperatura de 15°C, durante o período de 15 dias	42

FIGURA 17	Coloração de umbus maduros, armazenados à temperatura de 5°C, durante o período de 15 dias	43
FIGURA 18	Coloração de umbus maduros, armazenados à temperatura de 10°C, durante o período de 15 dias	43
FIGURA 19	Valores médios da acidez titulável (AT) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	45
FIGURA 20	Valores médios da acidez titulável (AT) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	45
FIGURA 21	Valores médios do pH de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	47
FIGURA 22	Valores médios do pH de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	47
FIGURA 23	Valores médios dos sólidos solúveis totais (SST) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	49
FIGURA 24	Valores médios dos sólidos solúveis totais (SST) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	49
FIGURA 25	Valores médios dos açúcares redutores (AR) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	51
FIGURA 26	Valores médios dos açúcares redutores (AR) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	51
FIGURA 27	Valores médios dos açúcares não-redutores (ANR) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	53
FIGURA 28	Valores médios dos açúcares não-redutores (ANR) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	53
FIGURA 29	Valores médios dos açúcares totais (AT) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	55
FIGURA 30	Valores médios dos açúcares totais (AT) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C	55
FIGURA 31	Umbus semi-maduros com injúrias provocadas pelo frio	56

FIGURA 32C	Esfericidade do umbu semi-maduro, no início do armazenamento (A), após 15 dias (B) e após 30 dias de armazenamento (C) à temperatura de 5°C	82
FIGURA 33C	Esfericidade do umbu semi-maduro, no início do armazenamento (A) e após 15 dias de armazenamento (B) à temperatura de 10°C	83
FIGURA 34C	Esfericidade do umbu semi-maduro, no início do armazenamento (A) e após 15 dias de armazenamento (B) à temperatura de 15°C	84
FIGURA 35C	Esfericidade do umbu maduro, no início do armazenamento (A), após 15 dias e após 30 dias de armazenamento (C) à temperatura de 5°C	85
FIGURA 36C	Esfericidade do umbu maduro, no início do armazenamento (A) e após 15 dias de armazenamento (B) à temperatura de 10°C	86
FIGURA 37C	Esfericidade do umbu maduro, no início do armazenamento (A) e após 15 dias de armazenamento (B) à temperatura de 15°C	87
FIGURA 38D	Características morfológicas dos gêneros de fungos observados no umbu semi-maduro e maduro	89

LISTA DE TABELAS

		PÁG.
TABELA 1	Características físicas e organolépticas de frutos de umbu determinadas pela SUDENE (1970)	11
TABELA 2	Peso total do fruto e seus componentes (caroço, casca e polpa) e nível de variação fenotípica dos frutos do umbuzeiro, segundo SILVA (1984).....	12
TABELA 3	Resultados estatísticos das determinações físicas realizadas em 100 frutos do umbuzeiro, determinados por BISPO (1989)	12
TABELA 4	Características físicas de umbu (QUEIROZ, 1994)	13
TABELA 5	Composição centesimal aproximada do umbu determinada por vários pesquisadores	14
TABELA 6	Valores médios de sólidos solúveis totais, acidez titulável e pH de umbu determinados por alguns pesquisadores	15
TABELA 1B	Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados a 5°C, no início do armazenamento	72
TABELA 2B	Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados a 5°C, após 15 dias de armazenamento	72
TABELA 3B	Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados a 5°C, após 30 dias do armazenamento	73
TABELA 4B	Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados a 10°C no início do armazenamento	73
TABELA 5B	Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados a 10°C, após 15 dias de armazenamento	74
TABELA 6B	Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados a 15°C, no início do armazenamento	74
TABELA 7B	Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados a 15°C, após 15 dias do armazenamento	75
TABELA 8B	Características físicas dos umbus maduros armazenados a 5°C, no início de armazenamento	75
TABELA 9B	Características físicas dos umbus maduros armazenados a 5°C, após 15 dias de armazenamento	76

TABELA 10B	Características físicas dos umbus maduros armazenados a 5°C, após 30 dias de armazenamento	76
TABELA 11B	Características físicas dos umbus maduros armazenados a 10°C, no início do armazenamento	77
TABELA 12B	Características físicas dos umbus maduros armazenados a 10°C, após 15 dias de armazenamento	77
TABELA 13B	Características físicas dos umbus maduros armazenados a 15°C, no início do armazenamento	78
TABELA 14B	Características físicas dos umbus maduros armazenados a 15°C, após 15 dias de armazenamento	78
TABELA 15B	Esfericidade dos frutos semi-maduros e maduros, durante o período de armazenamento	79
TABELA 16B	Massa específica dos frutos semi-maduros e maduros, durante o período de armazenamento	80

1. INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara), Figura 1, é uma planta frutífera, xerófila, caducifólia, da família das anacardiáceas, que fornece frutos saborosos durante sua safra. É uma árvore de pequeno porte, esparramada, de copa em forma de guarda chuva, de tronco curto, com galhos retorcidos e muito ramificados.



FIGURA 1- Umbuzeiro

O umbu é uma fruta nativa da região semi-árida do Nordeste brasileiro, que pode ser aproveitada de diversas formas, ser consumida *in natura*, na forma de sucos, sorvetes e principalmente como umbuzada (polpa de umbu semi-maduro cozida com leite e açúcar) e ainda ser aproveitado na alimentação animal (SOUSA e CATÃO, 1970). De acordo com MENDES (1990), sua industrialização na forma de doce, vinagre, geleia, vinho, acetona, concentrado para sorvete e suco e, especialmente na forma de passa, apresenta-se, no momento, como a maior expectativa para a exploração e expansão desta cultura.

A comercialização da fruta *in natura* é feita há muito tempo na região Nordeste, por ambulantes e vendedores em feiras livres, no entanto, sua industrialização e exportação agora é que está iniciando, sendo necessário desta forma, a aplicação de técnicas que viabilizem sua exploração.

Apesar das qualidades apresentadas pelo produto, que representa grande importância na alimentação das populações rurais da região Nordeste, seu consumo é limitado devido a dois problemas: a) sazonalidade, que delimita seu consumo por um período de quatro meses; b) a perecibilidade, que é um fator comum entre as frutas.

O umbu é uma fruta altamente perecível. Depois de colhida, sua vida útil é de no máximo dois a três dias. Portanto, tem-se a dificuldade de comercialização de toda a produção oriunda do alto sertão, seja para o consumo *in natura* ou para o processamento industrial.

De acordo com dados apresentados por SILVA (1995), as perdas de frutas após a colheita é estimada entre 5 e 25% em países desenvolvidos, enquanto nos países em desenvolvimento chega a 50%, dependendo do produto. No Brasil, segundo dados da ABRACEM (1997), a perda é cerca de 50 a 60% de sua produção frutífera, entre os processos de colheita e pós-colheita até chegar ao consumidor. ROCHA e SPAGNOL (S/D), informam que essas perdas ocorrem devido a falta de tratamento e manuseio adequados, susceptibilidade aos ataques de microorganismos, sazonalidade da produção, além da falta de estocagem refrigerada.

Showalter, em 1970, citado por QUEIROZ (1994), menciona que o tempo de vida de frutas, durante a armazenagem, varia de poucos dias a muitos meses, e depende principalmente das condições de estocagem, respiração, danos fisiológicos, grau de maturação, transpiração e danos mecânicos.

O controle da temperatura, para ECKERT e SOMMER (1967) é tão importante que o tratamento com fungicidas pode ser considerado como um suplemento da refrigeração.

Quanto mais baixa for a temperatura tanto mais reduzida será a ação química, enzimática e o desenvolvimento microbiano e uma temperatura suficientemente baixa inibirá o crescimento de todos os microorganismos (GAVA, 1979).

Entre os fenômenos fisiológicos de pós-colheita, a respiração deve merecer uma atenção especial, pois constitui o fenômeno básico para a obtenção da energia, que os tecidos vegetais necessitam. Através dele é possível a continuação das transformações metabólicas, a fim de completar a maturação (ROCHA e SPAGNOL, S/D). Por outro lado, CHITARRA (1990) salienta que o controle da respiração é essencial para a obtenção de condições adequadas de armazenamento de produtos perecíveis.

A utilização do frio, na preservação do produto, se apresenta como uma solução eficaz, possibilitando a exploração do umbu, aumentando o período de comercialização, regularização e estabilização de preços, implementação de uma estrutura industrial de processamento, além de viabilizar a armazenagem e o transporte do produto à longas distâncias, sob condições refrigeradas.

A refrigeração deve ser feita preferencialmente em duas etapas, ou seja, o pré-resfriamento e o resfriamento propriamente dito. De acordo com CHITARRA (1990), o pré-resfriamento proporciona a remoção rápida do calor do campo dos produtos recém-colhidos, antes do transporte, armazenamento e processamento, com a finalidade de reduzir a incidência de doenças e retardar a perda de frescor e qualidade do produto.

Após a operação de pré-resfriamento, o produto é transferido para as câmaras de armazenamento, onde será submetido às condições adequadas para sua conservação.

O conhecimento das características físicas e químicas do umbu quando submetido à armazenagem refrigerada, sob diferentes condições de temperatura, permite saber qual o período máximo de conservação do produto após o término de sua safra, possibilitando a sua exploração por um tempo mais prolongado.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi determinar as alterações das características físicas e químicas do umbu semi-maduro e maduro quando submetido à armazenagem refrigerada, sob três condições distintas de temperatura (5; 10; 15°C) com 90-95% U.R., e verificar qual o tempo de vida útil do umbu semi-maduro e maduro após a safra.

Quanto as características físicas foram avaliados os seguintes parâmetros:

- Tamanho;
- Forma;
- Volume;
- Massa específica;
- Perda de peso;
- Consistência;
- Cor.

Com relação às características químicas foram avaliados os:

- Açúcares redutores;
- Açúcares não-redutores;
- Açúcares totais;
- Sólidos solúveis totais;
- pH;
- Acidez titulável.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Histórico

O umbuzeiro é uma planta frutífera, rústica, caducifólia, xerófila, perfeitamente adaptada nas zonas menos chuvosas do Nordeste brasileiro (GOMES, 1965).

Essa árvore foi introduzida na Flórida, e ali enxertada sobre a cajarana ou cajá-manga (*Spondia cytherea*, Sonnerat, *Spondia dulcis*, Forst.), no entanto, não fez sucesso como fruteira, talvez devido ao clima e solo calcário (DUQUE, 1973).

HOEHNE (1979) relata que esta planta é mencionada pela maioria dos escritores do século XVI, graças às suas raízes tuberosas que, rica em água, são descobertas pelos viajantes e sitiados assediados pela sede, para fornecerem o precioso líquido.

De acordo com Teodoro Sampaio, citado por BRAGA (1976), os nomes vulgares deste fruto são: umbu, imbu, ambu, imbuzeiro e umbuzeiro, que são variantes ortográficas desta planta. Na língua inglesa o fruto do umbuzeiro é conhecido por "Brazilian plum".

2.2. Botânica

O gênero *Spondia*, da família das Anacardiáceas, nos deu o umbuzeiro (*Spondia tuberosa* Arruda Câmara), a cajarana ou cajá-manga (*Spondia cytherea*, Sonnerat), a cajazeira (*Spondia lutea*, Engl.), a seriguela (*Spondia mombin*, L.) e outras (DUQUE, 1973).

O umbuzeiro é uma árvore pequena que raramente alcança 6 metros de altura e o diâmetro da copa é em torno de 15 metros. As folhas são alternas, compostas, imparipenadas, com 3 a 7 folíolos de bordos inteiros, ovalados ou elípticos, obtusos ou levemente cordados na base, agudos ou obtusos no ápice, de cerca de 4cm de comprimento e 2cm de largura. As flores são brancas, perfumadas, melíferas, dispostas em panículas terminais de 10 a 15cm de comprimento (BRAGA, 1976; CORRÊA, 1978; LIMA, 1989).

Segundo PIRES e OLIVEIRA (1986), numa mesma inflorescência, 50% das flores são hermafroditas e os 50% restantes são flores masculinas com geniceu rudimentar, o que define a espécie como andromonóica do ponto de vista reprodutivo. A floração do umbu se dá após as primeiras chuvas e a abertura das flores durante a madrugada, entre zero e quatro ho-

ras, independentemente do ambiente. Portanto, os autores acreditam que a umidade relativa e a luminosidade são os fatores responsáveis pelo início e fim do período de abertura (antese).

A frutificação ocorre em grande quantidade no período chuvoso, chegando uma única planta a produzir mais de 300kg de frutos por safra (GUERRA, 1981).

O fruto, Figura 2, é uma drupa glabra ou levemente pilosa, arredondadas com 2 a 4 cm de diâmetro e peso de 10 a 20g e apresentam superfície lisa ou exibem quatro a cinco protuberâncias na porção distal. É constituído, em média, por 22% de casca (epicarpo) de cor amarelo-esverdeada, 68% de polpa (mesocarpo) de sabor agridoce e 10% de caroço (endocarpo), que é rico em gordura e proteína (MENDES, 1990).



FIGURA 2 – Frutos do umbuzeiro

2.3. Condições Edafo-climáticas

Os umbuzeiros são encontrados em muitos tipos de solos, desde que não sejam úmidos nem muito rasos. Se desenvolve melhor em solos argilo-silicosos, profundos e férteis.

A frutificação ocorre em abundância nas regiões semi-úmida (1.000 a 800 mm de pluviosidade média anual), sub-úmida (800 a 600mm) e semi-árida (menos de 600mm) (PIMENTEL, 1973). Segundo DUQUE (1973), a sua maior ocorrência é nos municípios com pluviosidade entre 400 e 800mm, com chuvas começando em janeiro e terminando em maio,

temperatura do ar variando entre 12°C e 38°C, umidade do ar entre 30 e 90% e insolação anual de 2.000 a 3.000 horas.

Desenvolve-se bem nas caatingas elevadas, nas regiões tipo agreste, sertão, cariris, desde o Piauí até a Bahia. As maiores ocorrências estão nos Cariris Velhos (Paraíba), caatingas da Bahia e de Pernambuco e no agreste do Piauí (HOEHNE, 1976; DUQUE, 1973).

2.4. Aspectos Culturais Gerais

A propagação do umbuzeiro pode ser feita por sementes (caroços) ou assexuadamente, por estaquia ou enxertia. Atualmente, em virtude de praticamente não existir plantios comerciais dessa fruteira, o preparo de mudas é feito, quase que exclusivamente, por sementes (SILVA e SILVA, 1976).

DUQUE (1973) comenta que na sua ecologia vegetal, esta fruteira apresenta uma densidade vegetativa de 4 árvores por hectare. Acreditando-se que, plantada com as outras espécies companheiras, em consorciação, para defender o solo, é possível organizar pomares com 25 umbuzeiros por hectare.

CAZÉ FILHO (1983) estudando a propagação vegetativa do umbuzeiro por estaquia, verificou que as estacas devem ser retiradas de ramos localizados no interior da copa, com diâmetro em torno de 3,5 cm e 40 cm de comprimento.

O umbuzeiro tem uma vida bastante longa, vivendo cerca de 100 anos. A sua sobrevivência é assegurada pelos xilopódios ou batatas, nas raízes com armazenamento de água, mucilagem, glicose, tanino, amido, ácidos, etc., que nutre o vegetal (BRAGA, 1976).

2.5. Fisiologia dos frutos

RESPIRAÇÃO

Showalter e Gryerson, em 1970, citado por QUEIROZ (1994), define a respiração como o processo básico vital no qual o alimento é convertido em dióxido de carbono, água e energia.

Para SIGRIST (1988) e MEDINA (1992), quanto ao tipo de respiração, os frutos podem ser classificados em climatéricos e não-climatéricos. Os frutos climatéricos completam

a maturação mesmo após a colheita e os frutos não-climatéricos precisam ficar na planta até seu estágio final de amadurecimento. O umbu se enquadra no primeiro caso.

De acordo com ROCHA e SPAGNOL (S/D), várias frutas como abacate, banana, mamão, manga, maçã, pera, denominadas climatéricas, exibem rápido aumento na atividade respiratória após colheita, até atingir um ápice denominado pico climatérico (máxima respiração). A textura da polpa de algumas frutas, conhecidas como ideal para consumo, está estritamente associada com o pico climatérico, bem como as mudanças de cor, que ocorrem durante e imediatamente após o pico.

TRANSPIRAÇÃO

Transpiração é o termo biológico aplicado à evaporação da água dos tecidos vegetais através das estruturas anatômicas das frutas como: estômatos, lenticelas, cutículas, pendúculos e regiões de inserção do pedúnculo ao fruto (NELSON, 1979).

A grande maioria destes produtos perecíveis contém de 75 a 95% de água e a umidade relativa dos espaços intercelulares é muito próxima de 100%. Portanto, a tendência é quase sempre de o vapor d'água escapar dos tecidos, uma vez que a umidade relativa do ambiente é usualmente menor do que 100% (MITCHELL *et al.*, 1972).

A transpiração excessiva, para SIGRIST (1988), pode comprometer seriamente a qualidade das frutas tropicais, quer na sua aparência, tornando-as enrugadas e com colorações opacas, quer na sua textura, fazendo com que elas se apresentem flácidas, moles, murchas ou com aspecto borrachento.

2.6. Características físicas

A aparência é o fator de qualidade de maior importância do ponto de vista comercial. É avaliada por diferentes atributos tais como grau de frescor, tamanho, forma, cor, higiene, maturidade e ausência de defeitos (CHITARRA, 1998).

TAMANHO

O tamanho dos frutos geralmente são avaliados pelos diâmetros, e indica o índice de maturidade dos mesmos (CHITARRA, 1994). O diâmetro longitudinal (ou comprimento) e o

diâmetro transversal para CHITARRA (1998), representam, em conjunto, o tamanho e a sua relação dá idéia da forma do produto.

FORMA

A forma é uma das características utilizadas para distinguir diferentes cultivares de uma mesma espécie, podendo conduzir à rejeição do produto pelo consumidor. Os frutos com formato anormal, são pouco aceitos e tem seu preço reduzido (CHITARRA, 1994).

COR

De acordo com AWAD (1993), dentre os atributos de qualidade, a cor é o critério mais utilizado pelo consumidor para julgar a maturidade dos frutos. A mudança mais comum consiste no desaparecimento da cor verde, seguido do aparecimento de várias cores, que variam do amarelo ao vermelho. CHITARRA (1994) acrescenta que os produtos de cor forte e brilhante são os preferidos, embora na maioria dos casos, a cor não contribua para um aumento efetivo no valor nutritivo ou qualidade comestível do produto.

PERDA DE PESO

A evaporação de água tem como consequência a perda de peso e também resulta em prejuízo econômico, sendo que em muitos casos a desidratação da superfície é acompanhada por colorações e texturas que modificam o aspecto dos tecidos, reduzindo seu valor comercial (CALVELO, 1986).

De acordo com PANTÁSTICO *et al.* (1979), perdas iguais ou superiores a 5%, dependendo do produto, são capazes de produzir enrugamento com conseqüente diminuição de sua aceitabilidade pelo consumidor.

MICCOLIS e SALTVEIT (1995) estudando o comportamento pós-colheita de seis cultivares de melão *Inodorus* (Amarelo, Golden Casaba, Honeydew, Honey Loupe, Juan Canary e Paceco) armazenados nas temperaturas de 7, 12 e 15°C e umidade relativa próxima a 90%, observaram que a perda de peso aumentou com a temperatura e a duração do armazenamento, e que a maioria das cultivares apresentaram uma perda de peso abaixo de 3% no final do armazenamento, exceto as cultivares 'Honeydew' e 'Honey Loupe' que apresentaram perda de peso de 4% após três semanas de armazenamento a 15°C.

GONÇALVES *et al.* (1996) estudando a vida útil pós-colheita do melão 'Piel de sapo', armazenado em condição ambiente, verificaram uma perda de peso no 49º dia de armazenamento, que foi de 5,8%.

MASSA ESPECÍFICA

A massa específica de muitos frutos aumenta com o processo de maturação. No entanto, diversos tipos de danos, como as injúrias por frio, sequelas de doenças e danos provocados por insetos em frutos tendem a diminuir a massa específica desses produtos (CORRÊA, 1998).

Para MOHSENIN (1980), existem atualmente três tipos de determinação de massa específica para materiais biológicos:

1) Massa específica volumétrica - refere-se a massa de unidades individuais intactas do material, colocadas em um dado volume. Este método inclui o espaço poroso da massa de material.

2) Massa específica aparente - refere-se a massa de produto contida dentro de uma unidade dividido pelo volume da unidade. Neste tipo de determinação inclui o espaço poroso formado pelo produto dentro de cada unidade.

3) Massa específica real - é obtida através da relação entre a massa do produto e o volume do sólido.

CONSISTÊNCIA

De acordo com AWAD (1993), o amolecimento do fruto é a transformação mais característica que ocorre durante sua maturação. Afeta sua qualidade, resistência ao transporte, conservação e resistência ao ataque de microorganismos. Ainda acrescenta, que a perda de consistência do fruto pode ser decorrente de dois fatores: devido à perda excessiva de água e à diminuição da pressão de turgescência das células, quando o fruto é conservado em atmosferas com umidade relativa baixa; pela decomposição enzimática da lamela média e da parede celular. Para BLEINROTH (1988), a consistência da polpa aumenta com o desenvolvimento do fruto, e em seguida entra em decréscimo quando se inicia a maturação.

CHITARRA e CHITARRA (1990) definem consistência como um conjunto de propriedades do alimento, compostos por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força. Ainda afirmam que são as substâncias pécticas, os principais componentes químicos dos tecidos, responsáveis pelas mudanças da consistência de frutos.

O amolecimento do fruto ocorre devido à ação de enzimas que degradam as substâncias pécticas da parede celular. No abacate, tem-se verificado que a perda de firmeza do fruto coincide com a rápida síntese da enzima poligalacturonase (PG) e uma diminuição da atividade da enzima pectinametilsterase (PME) (VIEIRA, 1985).

Alguns estudos sobre a caracterização física dos frutos de umbuzeiro, foram realizados pela SUDENE (1971), SILVA (1987), BISPO (1989) e QUEIROZ (1994), cujos resultados estão apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

TABELA 1 – Características físicas e organolépticas de frutos de umbu

Determinações	Características físicas e organolépticas
Peso médio do fruto (g)	20,0
Peso da polpa (g)	15,0
Peso da casca (g)	2,4
Peso da semente (g)	2,6
Polpa (%)	73,0
Casca (%)	12,2
Semente (%)	14,8
Forma do fruto	ovalada
Diâmetro maior (cm)	4,0
Diâmetro menor (cm)	3,0
Coloração da casca	amarelo-esverdeado
Sabor	ácido
Aroma	característico

Fonte: SUDENE (1971)

TABELA 2 – Peso total do fruto e seus componentes (caroço, casca e polpa) e nível de variação fenotípica dos frutos do umbuzeiro

Árvore Nº	Peso (g) ± erro padrão			
	caroço	casca	polpa	Fruto
1	1,69±0,25	3,25±0,33	8,61±0,82	13,50±1,03
2	1,27±0,17	2,91±0,28	9,34±1,70	13,51±0,86
3	1,86±0,22	3,87±0,64	12,13±2,12	17,86±2,38
4	1,16±0,11	3,12±0,35	8,41±0,75	12,69±0,88
5	2,13±0,20	4,71±0,72	15,07±1,31	21,81±1,77
Média	1,62±0,41	3,56±0,82	10,84±2,90	15,89±3,82
C.V.	23,03	25,37	26,75	24,04

Fonte: SILVA (1987)

TABELA 3 – Resultados estatísticos das determinações físicas realizadas em 100 frutos do umbuzeiro

Determinações	Média (x)	Desvio padrão (S)	Coefficiente de variação (C.V.)
Peso do fruto (g)	16,9290	4,1190	24,33
Peso da casca (g)	4,0641	1,2487	30,73
Peso da polpa (g)	10,6950	4,1354	38,67
Peso da semente (g)	2,6010	0,6043	23,23
Comprimento (cm)	3,2162	0,3290	10,23
Largura (cm)	2,9676	0,3030	10,21
Volume (cm ³)	18,2100	1,2415	6,82
Massa específica (g/cm ³)	0,9230	0,1818	19,696
Espessura da casca (cm)	0,0782	0,0320	40,92

Fonte: BISPO (1989)

TABELA 4 – Características físicas de umbu

Determinações	Características físicas
Peso médio do fruto (g)	24,0
Diâmetro maior (mm)	36,0
Diâmetro longitudinal (mm)	34,0
Diâmetro menor (mm)	32,0
Volume (cm ³)	22,0
Massa específica (g/cm ³)	1,06
Esfericidade (%)	92%

2.7. Características químicas

AÇÚCARES TOTAIS

Os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma livre ou combinada, são responsáveis pela doçura, sabor, odor, pela cor atrativa e pela textura, quando combinados adequadamente com polissacarídeos estruturais (CHITARRA e CHITARRA, 1990). De acordo com CHITARRA (1998), esses açúcares em conjunto com os ácidos orgânicos, são os principais componentes responsáveis pelo sabor dos frutos. Ainda afirma, que os principais açúcares em frutos são a glicose, a frutose e a sacarose, em proporções variadas, de acordo com a espécie e com a cultivar. Com a evolução da maturação, há um aumento da concentração de açúcares simples até o completo amadurecimento, com declínio posterior em função de sua utilização como fonte de energia.

Vários pesquisadores determinaram a composição centesimal aproximada do umbu. Os valores de açúcares totais, redutores e não-redutores determinados por alguns pesquisadores em frutos de umbu encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5 – Composição centesimal aproximada do umbu

Constituintes	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Umidade (%)	86,00	87,80	92,56	-	87,20	87,50	89,89
Proteína g (%)	0,30	0,46	0,54	0,60	0,92	0,96	0,52
Extrato etéreo (%)	0,40	0,75	0,05	0,40	0,67	0,82	0,35
Açúcares redutores (%)	-	5,76	-	-	7,85	-	6,07
Açúcares não-redutores (%)	-	2,58	-	-	0,96	-	1,88
Açúcares totais g (%)	12,70	8,34	4,95	10,60	8,92	9,29	7,95
Fibra g (%)	0,40	0,95	1,62	-	-	0,19	0,37
Cinzas (%)	0,50	0,29	0,28	-	0,42	0,47	0,35

(1) GUIMARÃES e PECHNIK (1956)

(2) SOUZA e CATÃO (1970)

(3) GUEDES e ORIA (1978)

(4) FRANCO (1982)

(5) GRANJA (1985)

(6) Chaves citado por BISPO (1989)

(7) BISPO (1989)

PH E ACIDEZ

Para uma faixa de concentração de ácidos variando entre 0,5 e 2,5%, o pH aumenta com a redução da acidez. Uma pequena variação nos valores de pH, é detectado nos testes organolépticos. Os teores de acidez, em geral, não excedem 1,5 a 2,0 %, com raras exceções, como o limão que pode conter teor acima de 3%. No entanto, alguns frutos também podem apresentar acidez muito baixa (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Para CHITARRA (1998), as mudanças que ocorrem na concentração dos ácidos orgânicos durante o desenvolvimento, diferem para cada tipo de fruto. Em alguns frutos, ocorre

um pico na acidez à medida que o fruto torna-se maduro, enquanto outros frutos apresentam decréscimo na acidez até o completo amadurecimento.

SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)

Os sólidos solúveis totais têm sido utilizados como índice de maturidade para alguns frutos, e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidos no suco, sendo constituído na sua maioria por açúcares. Na acerola, nas condições da região Nordeste, podem-se encontrar valores de 5 até um máximo de 12°Brix, sendo a média em torno de 7-8°Brix (ALVES *et al.*, 1996).

Para CHITARRA (1998), a medição dos sólidos solúveis expressam os teores dos açúcares e outras substâncias que também se encontram dissolvidas, como é o caso de vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos, e outros, no entanto, dentre estas, os açúcares são os mais representativos chegando a constituir até 85-90% dos sólidos solúveis. O teor de sólidos solúveis pode ser utilizado em conjunto com a acidez como ponto de referência do estágio de maturação ou da qualidade dos frutos.

Os resultados de pH, acidez titulável (% ácido cítrico) e sólidos solúveis totais determinados em frutos de umbu encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6 – Valores médios de sólidos solúveis totais, acidez titulável e pH de frutos de umbu

Determinações	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Sólidos solúveis (°Brix)	-	-	11,32	8,74	10,0
Acidez titulável	1,57	1,85	-	-	1,23
SST/acidez	-	-	-	-	8,13
pH	-	-	2,62	2,65	2,45

(1) SOUZA e CATÃO (1970)

(2) GRANJA (1985)

(3) SILVA *et al.* (1987)

(4) Chaves citado por BISPO (1989)

(5) BISPO (1989)

2.8. Armazenagem refrigerada

Os produtos perecíveis são armazenados para balancear as variações do mercado entre a colheita e a comercialização diária, podendo ainda ser armazenados por um longo período de tempo, para aumentar o período de comercialização, após a sua safra (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Para BOTREL (1994), o armazenamento visa minimizar a intensidade do processo vital dos frutos, através da utilização de condições adequadas, que permitam uma redução do metabolismo normal, sem alterar a fisiologia do produto.

Segundo ROCHA e SPAGNOL (S/D), frutas como banana, maçã, pera, abacate, pêsego, e outros, continuam o processo de maturação após a colheita e após atingido o ponto ótimo de amadurecimento, entram no período de senescência.

Durante a maturação, a fruta passa por uma série de transformações perceptíveis na cor, na textura e no aroma, indicando que mudanças na composição estão ocorrendo. As mudanças durante o armazenamento dependem do estágio de desenvolvimento das frutas (LEWIS, 1978).

Altas temperaturas são detrimenais à qualidade das frutas, pois afetam diretamente as taxas de todos os processos vitais tais como: a) respiração e a produção de calor vital; b) maturação e produção de etileno e outros voláteis; c) perda de peso; d) disseminação e desenvolvimento de microrganismos (PANTÁSTICO, 1985).

Quanto mais rapidamente a fruta for trazida para a sua temperatura ótima de armazenamento, maior será a vida de pós-colheita do fruto. Isto é importante para aquelas frutas que são altamente perecíveis ou que tenham uma vida pós-colheita curta (SPAGNOL e SIGRIST, 1992). A refrigeração, para BLEINROTH (1996) é a técnica mais recomendada e econômica para armazenamento prolongado dos frutos. Os métodos de controle da maturação e das doenças são utilizados apenas como bons complementos da refrigeração.

A refrigeração, como prática de armazenamento, tem sido bastante difundida e aplicada, e permite prolongar o período de comercialização dos frutos (BOTREL, 1994).

O armazenamento refrigerado prolonga o período de comercialização da fruta fresca, porém não evita alterações físicas e químicas, que depreciam a sua qualidade (CHEFTEL *et al.*, 1989).

Para CHITARRA e CHITARRA (1990), as condições ideais de armazenamento variam largamente para cada produto e correspondem às condições nas quais estes podem ser armazenados pelo maior espaço de tempo possível, sem perda apreciável de seus atributos de qualidade tais como: sabor, aroma, textura, cor e conteúdo de umidade. As condições ambientais desejadas são obtidas através do controle da temperatura, da umidade relativa e, em alguns casos, da composição da atmosfera, que também pode ser controlada ou modificada.

Baixas temperaturas são utilizadas para prolongar a vida útil de produtos perecíveis porque mantêm a um nível mínimo a respiração, produção e ação do etileno e a perda de água desses produtos. A maturação e a senescência das frutas e vegetais em geral também são retardadas pela refrigeração. O tempo e temperatura de acondicionamento são definidos de acordo com o tipo de fruta e seu estágio de maturação, por exemplo, abacaxi “de vez” devem ser acondicionados à temperatura de 8,3 a 10°C por 1 – 2 semanas, mamão “de vez” de 10°C a 12°C por 1 a 3 semanas, goiaba de 5 a 10°C por 2 – 3 semanas (BLEINROTH, 1988; MITCHELL *et al.*, 1972; FISHER e VAN DUYN, 1952; EZZEL *et al.*, 1956; NELSON, 1979).

CARVALHO e MANICA (1994) estudando as alterações das características físicas e químicas ocorridas em acerolas verdes, semimaduras e maduras, após o armazenamento sob refrigeração de 5,5 a 8,0°C e umidade relativa entre 50 e 60%, verificaram que a vida dos frutos foi prolongada até 20 dias, independente do estágio de maturação. Durante a refrigeração, os níveis de acidez das acerolas não foram alterados, enquanto o teor de sólidos solúveis totais (SST) aumentou de 7,17 para 11,45%. A perda de peso aos 20 dias de armazenamento atingiu 41,22%, e teve como consequência a diminuição no diâmetro e altura dos frutos. OLIVA (1995) estudando o armazenamento sob refrigeração de 8,0°C de acerolas, verificou que os valores de pH e acidez permanecem inalterados aos 7 dias de armazenamento.

GONÇALVES *et al.* (1996) estudando o armazenamento do melão em condição ambiente, observou um aumento no pH e decréscimo na acidez titulável total.

VASQUES-OCHOA e COLINAS LEON (1990) testando os efeitos de temperaturas de armazenamento, estádios de maturação e umidades relativas em goiabas, constataram que os melhores resultados foram obtidos com frutos colhidos no estágio de maturação “semi-maduros” e armazenados em temperatura de 7°C e 80% de umidade relativa, por três semanas.

A utilização de película de policloreto de vinila (PVC) é um método eficaz e econômico para o armazenamento, que reduz a perda de peso e conserva a aparência original do fruto. BEM-ARIE e ZUTKHI (1992) conseguiram estender a vida pós-colheita de caqui Fuyu de 6 para 18 semanas, a 0°C, com a utilização de embalagens promovendo atmosfera modificada.

CASTRO e PARK (1997) avaliaram o uso de diferentes filmes plásticos (polietileno, everfreshbag e sacolinhas microperfuradas) e caixas de madeira e papelão ondulado na conservação de uvas Itália, quando armazenadas à 4°C (90-95% U.R.). Os melhores resultados foram obtidos com o uso de sacolinhas microperfuradas, pois foram observados menor perda de peso do cacho, melhor aspecto e menor percentagem de bagas deterioradas, após o armazenamento refrigerado.

SANKAT e BALKISSOON (1992) armazenaram frutos de carambolas embaladas e não embaladas à temperatura de 5, 10 e 15°C (85 – 95% U.R.) e temperatura ambiente (28°C) durante 10, 9, 6 e 3 semanas, respectivamente. Observaram que o tempo de armazenamento, temperatura e tratamento afetaram significativamente as características físicas e químicas do produto. Com o tempo de armazenagem houve alterações no volume e na perda de peso, quando armazenadas à 10, 15 e 28°C, apresentando perdas menores à temperatura de 5°C.

Estudos realizados por MOHAMED *et al.* (1988), com morangos maduros e firmes embalados em plásticos e armazenados a 0 e 5°C (85 – 90% UR) por 3 semanas, mostraram que a temperatura e o tempo de armazenagem tiveram efeitos marcantes nas propriedades da fruta. A vida máxima de prateleira foi de 14 e 6 dias a 0 e 5°C, respectivamente.

MOURA *et al.* (1997) avaliando o efeito da embalagem e do tempo de armazenamento sobre o amadurecimento dos frutos de caquizeiro (*Diospyros kaki* L.), observaram que a temperatura de 0°C por 72 dias foi eficiente para retardar o amadurecimento dos frutos, principalmente quando embalados. Ao final do armazenamento, os frutos embalados apresentaram-se com menor perda de peso e menor teor de sólidos solúveis que os frutos não embalados.

SCOTT e GANDANEGARA (1974) estudando o efeito da temperatura na armazenagem de bananas (cv. *Williams*), submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas à temperaturas de 37; 30; 25; 20; 15; 12,8; e 10°C, observaram que o período de armazenagem foi

aumentado significativamente, quando armazenadas apenas em sacos lacrados de polietileno ou em conjunto com 50g de permanganato de potássio, em todas as temperaturas estudadas. Verificaram também, que as melhores condições de armazenamento das bananas foram obtidos quando embalados em sacos e junto a 50g de permanganato de potássio à temperatura de 12,8°C.

JIMENEZ-CUESTA *et al.* (1983) estudaram o efeito de diferentes tipos de embalagens e fungicidas sobre a perda de peso de laranjas variedades *Valencia* e *Navel* em diferentes condições de armazenagem. Os frutos tratados com o fungicida SOPP foram armazenados em caixas, durante 10 semanas a 2 - 3°C, 90% de umidade relativa, e os frutos individualmente tratados com o fungicida Imazalil, durante 15 dias a 18°C, 15 dias na temperatura ambiente (28°C) e 75 dias a 17°C, 95% de umidade relativa. Os resultados mostraram que o filme de PVC reduziu a perda de peso e eliminou os danos no resfriamento. A embalagem de PVC combinado com tratamento de Imazalil reduziram significativamente a putrefação dos frutos.

2.8.1. Desordens fisiológicas causadas pelo frio

A conservação de frutos pelo uso de refrigeração pode acarretar uma série de problemas fisiológicos, os quais tornam-se perceptíveis apenas após o armazenamento prolongado ou algumas horas ou dias após a retirada dos frutos da câmara (BLEINROTH, 1996).

Os frutos tropicais e subtropicais apresentam uma disfunção fisiológica marcante, quando expostos a baixas temperaturas, a qual é reconhecida como “*chilling injury*”, ou seja, injúria causada pelo frio.

Para CRUCEFIX (1986), os sintomas mais característicos dos danos são:

- Escurecimento - interno ou externo; cor marrom ou preta; e a localização do tecido necrosado varia com o tipo da fruta;
- Pequenas depressões na casca – como se as frutas tivessem sido passadas por grãos de areia, sendo que a severidade deste sintoma é aumentada pelo déficit de pressão de vapor;
- Maturação anormal – coloração irregular, ou mesmo o não desenvolvimento da coloração característica das frutas; retardamento do amolecimento; sabor e aroma não característicos;

- Aumento da incidência de microorganismos – diminuição da resistência dos tecidos ao ataque microbiano.

A severidade do distúrbio causado às frutas e, portanto, a intensidade com que os mesmos se manifestam é função de vários fatores, tais como: a) Temperatura; b) Tempo/temperatura e c) Estádio de maturação.

Variações da temperatura de 1 a 2°C, abaixo ou acima da temperatura desejada, podem ocasionar problemas na conservação do produto. Temperaturas abaixo da recomendada poderão causar *chilling* e acima poderão ocasionar redução no período de armazenamento (BLEINROTH, 1996).

Na Figura 3 é mostrado a faixa de tolerância dos produtos sensíveis ao resfriamento (*chilling*) (KADER, 1985).

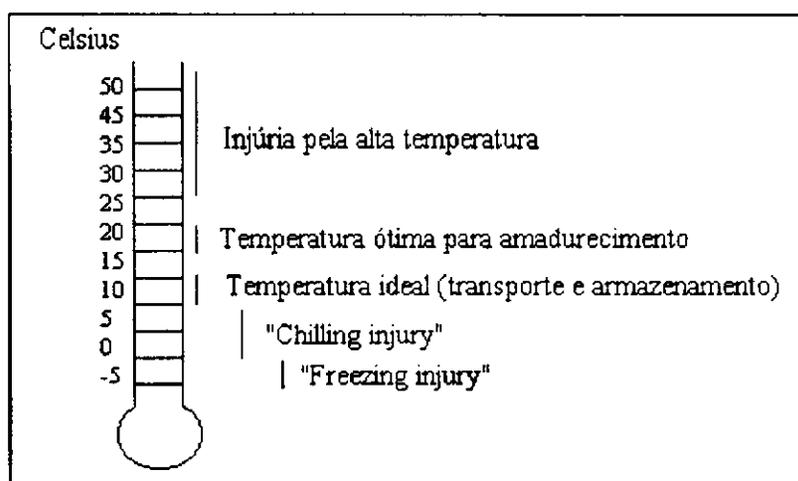


FIGURA 3 – Efeito da temperatura na qualidade e conservação de frutas

BLEINROTH (1995) informa que é preciso observar o estágio de maturação dos frutos quando se pretende armazená-los a baixos níveis de temperatura. Para este autor, de um modo geral, os frutos imaturos são mais susceptíveis ao frio, estando mais sujeitos aos danos fisiológicos do que os maduros.

De acordo com BOTREL (1994), a sensibilidade da fruta aos distúrbios causados pelo frio está estritamente ligada à sua composição química. Condições climáticas, estágios de maturação, tamanho do fruto e diferenças varietais exercem influência acentuada na compo-

ção química da fruta, com conseqüente influência no grau de desordens causadas por baixas temperaturas.

No Quadro 1, pode-se observar os sintomas característicos causados por baixas temperaturas em diferentes espécies de frutas.

QUADRO 1 – Sintomas característicos de algumas frutas, causados por baixas temperaturas

PRODUTO	SINTOMAS
Abacate	Escurecimento cinza-marrom da polpa, especialmente dos tecidos vasculares; amolecimento; pequenas depressões na casca; desenvolvimento de sabor e odor desagradáveis
Abacaxi	Amadurecimento irregular; coloração apagada, polpa aquosa, sabor e odor não característicos, aumento de acidez, perda de ácido ascórbico, secamento das folhas da coroa, escurecimento do cilindro central
Banana	Escurecimento da polpa e casca; coloração pálida; não amadurecimento, diminuição da velocidade da hidrólise do amido e sabor e odor não característicos
Carambola	Escurecimento das asas, desenvolvimento de bactérias e excessiva perda de peso
Fruta-do-conde	Escurecimento da casca e polpa (marrom ou preta)
Goiaba	Escurecimento da polpa, aumento da incidência de microrganismos
Mamão	Pequenas depressões na casca, amadurecimento comprometido; áreas aquosas na polpa, rápida incidência de microrganismos
Manga	Escurecimento acinzentado da casca, maturação desuniforme, aroma e sabor pobres, aumento da incidência de podridão peduncular e antracnose
Maracujá	Escurecimento da casca, rápido desenvolvimento de microrganismos

Fonte: BLEINROTH *et al.* (1988)

VASQUES-OCHOA e COLINAS LEON (1990), em seus estudos com goiabas, mostraram que a temperatura de 3,5°C provocou injúrias causadas pelo frio (*chilling injury*) nos frutos, sendo este mais acentuado nos frutos verdes, enquanto que a 11°C, a vida de armazenamento das goiabas foi reduzida pela infecção microbiana.

Em estudos realizados por VIEIRA (1985) foi observado que o efeito do resfriamento no abacate, ocorre devido a modificações bioquímicas iniciadas na casca em direção da polpa, e o escurecimento da polpa iniciou-se pela região estilar, próxima à semente, e só então, com a progressão da injúria, atingiu a região peduncular do fruto.

NING *et al.* (1992) estudando a ocorrência das injúrias causadas pelo resfriamento (*chilling injury*) em peras chinesas *Yali* armazenadas à temperatura de 0; 5; 10; 15 e 20°C, observaram que as frutas armazenadas a 0°C ou 5°C apresentaram injúrias (aparência amarronzada da polpa). Verificaram também, que as frutas armazenadas a 5°C, depois de apropriado condicionamento de temperatura, reteve boa qualidade para o consumo depois de 6 meses de armazenamento.

SAUCEDO-VELOZ *et al.* (1977), em seus estudos com mangas *keitt* colhidas na maturidade fisiológica, armazenadas a 8, 10 e 13°C (85-90% UR) e posteriormente transferidas para o amadurecimento a 25°C (85-90% UR), observaram que as frutas apresentaram injúrias provocadas pelo frio, em todas as temperaturas testadas, e a manifestação dos danos foram mais severos quando transferidas para as condições de amadurecimento. Constataram então, que temperaturas abaixo de 13°C foram críticas no desenvolvimento das injúrias causadas pelo frio.

THOMAS e JOSHI (1988) estudaram a influência da temperatura de amadurecimento e condições de armazenagem refrigerada na incidência da injúria causada pelo frio (*chilling injury*) em mangas maduras (cv. Alphonso). Os resultados mostraram que frutas, previamente amadurecidas na temperatura ambiente (27-34°C), desenvolveram injúrias causadas pelo frio (mancha na casca ou ressecamento) quando subsequentemente armazenadas a 5, 10 e 15°C. Quando amadurecidas a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ (85-90% UR) e posteriormente armazenadas a 5 ou 10°C até 14 dias, apresentaram pequena incidência de injúrias causadas pelo frio. Observaram também que foi quase evitada a injúria causada pelo frio em mangas maduras, deixando-as sob refrigeração de 10°C, por um mínimo de 30 dias e depois amadurecidas a 27-34°C, permanecendo com boa qualidade durante 7 dias, com mudanças mínimas na textura, cor da polpa, sólidos solúveis totais e acidez titulável.

2.8.2. Tratamento fitossanitário

O desenvolvimento de podridões nos frutos armazenados, embalados ou comercializados, causa perdas importantes em todo o mundo. Estatísticas mundiais estimam que em média 10% da produção deve ser destruída por causa desse tipo de doença. Os patógenos mais frequentemente citados em pós-colheita são *Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp., *Monilinia* spp., *Alternaria* spp., *Mucor* spp. e *Colletotrichum* spp (VALDEBENITO-SANHUEZA, 1998).

A infecção dos frutos em pré e pós-colheita ocorre devido a esporos de fungos que esporulam por ferimentos, ramos, folhas e partes de flores. Estes esporos são transportados para os frutos através do vento e da chuva (ECKERT, 1975). Existem ainda, fatores que contribuem para o aumento da incidência do ataque fúngico ao fruto, tais como temperatura e umidade (VIEIRA e VIÉGAS, 1994).

Alguns fungos que atacam os frutos do abacate são: *Penicillium expansum* (Linck); *Fusarium phomopsis*; *Colletotrichum gloesporioides* (Penz) (MEDINA *et. al.*, 1978).

De acordo com GOMES *et al.* (1986) dentre as principais pragas do umbuzeiro, destacam-se a cochonilha, cigarrinha, cupim, mosca branca, lagarta-de-fogo, vaquinha patriota e mané-mago. Esse autor acrescenta, que as duas doenças mais importantes do umbuzeiro são a verrugose dos frutos e a septoriose, que também afetam os frutos.

O tratamento fitossanitário pós-colheita é necessário para evitar que os frutos sejam danificados por ataques de microorganismos, uma vez que a casca e polpa diminuem sua resistência com o avanço da maturação (BLEINROTH, 1996).

Várias frutas, tais como goiaba, abacate e mamão, são atacadas por diversos tipos de podridões, e portanto, necessitam do controle químico até mesmo antes de serem colhidos.

CAMPOS *et al.* (1997) testando o efeito de diferentes métodos na redução das podridões fúngicas em frutos de mamão (*Carica papaya* L.), verificaram que a aplicação do fungicida prochloraz, em suspensão resfriada, associada ao acondicionamento de frutos com filme termoencolhível, foi mais eficiente que os outros métodos testados, favorecendo o controle total das podridões fúngicas e o prolongamento da vida útil dos frutos, com melhor aparência externa.

ARTES *et al.* (1983) estudando a influência de várias concentrações de cera de parafina, sozinha ou com adição de fungicidas (benomyl, iprodione, TBZ) em limões armazenados a temperatura de 13°C (90%U.R.), durante 30 ou 60 dias, observaram que os melhores resultados foram obtidos com 5% de cera parafina sozinha, 2,5% parafina + 100ppm benomyl, ou 2,5% parafina + 400ppm TBZ.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas e no Setor de Refrigeração e Congelamento do Departamento de Engenharia Agrícola, os quais fazem parte do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba – Campus II.

O estudo da armazenagem do umbu, sob refrigeração, foi realizado em duas etapas:

A) Etapa 1 - Frutos colhidos no município de Juazeirinho - PB, que foram utilizados no estudo das alterações das características físicas do umbu, durante o armazenamento refrigerado.

B) Etapa 2 - Frutos colhidos no município de São Vicente do Seridó - PB, que foram utilizados no estudo das alterações das características químicas do umbu, durante o armazenamento refrigerado.

3.1. Matéria Prima

Foram colhidas frutas de diferentes pés de umbu de uma plantação localizada nos municípios de Juazeirinho e São Vicente do Seridó - PB. Procurou-se escolher frutos de diferentes pontos da plantação e de diferentes galhos do pé de umbu, para melhor representatividade do material. Foram coletados frutos nos diferentes estádios de maturação: 1) umbu semi-maduro (coloração verde e polpa firme) e 2) umbu maduro (coloração amarela com alguns pigmentos verdes).

3.2. Procedimento experimental

ETAPA 1

3.2.1. Armazenagem refrigerada da fruta *in natura*.

Na Figura 4 é mostrado o fluxograma das operações realizadas para o armazenamento de frutos de umbu coletados no município de Juazeirinho - PB (Etapa 1).

3.2.1.1. Seleção

As frutas foram selecionadas manualmente, com o objetivo de separar os umbus semi-maduros e maduros e eliminar os frutos estragados.

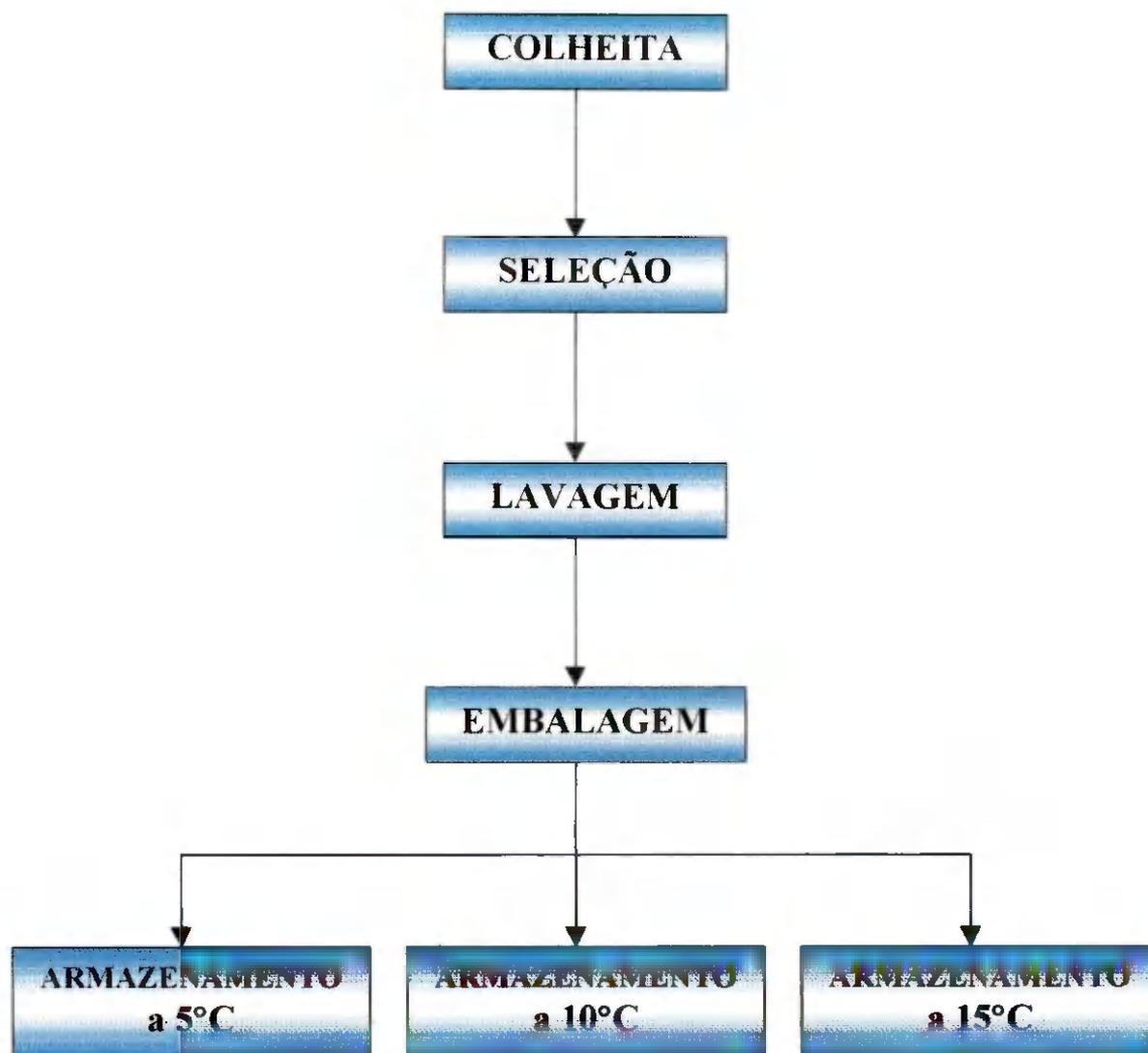


FIGURA 4 - Fluxograma das etapas realizadas no estudo do armazenamento da fruta *in natura*

3.2.1.2. Lavagem

Em laboratório, as frutas foram lavadas manualmente por imersão em recipiente plástico contendo solução de hipoclorito de sódio, com concentração de 20ppm, ficando imersas na solução durante 15 minutos, seguida de lavagem em água potável. Após a imersão, as frutas foram postas a secar em ambiente natural, antes do acondicionamento nas embalagens.

3.2.1.3. Embalagem

As frutas, Figura 5, nos diferentes estádios de maturação (semi-maduro e maduro) foram acondicionados em recipientes de poliestireno (20 x 24 cm) e cobertos por uma película de filme plástico de PVC.



FIGURA 5 – Umbu semi-maduros e maduros

3.2.1.4. Armazenamento

As frutas foram armazenadas em câmaras de refrigeração, com temperaturas controladas a 5°C; 10°C e 15°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) e umidade relativa entre 90 a 95%. Foi feita a caracterização física dos frutos maduros e semi-maduros no início do armazenamento, e depois de 15 e 30 dias. Os períodos de armazenamento avaliados sob os parâmetros pH, acidez, sólidos solúveis totais, consistência e perda de peso foram: 0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias para o umbu maduro; e para o umbu semi-maduro, 0, 6, 12, 18, 24 e 30 dias. A determinação dos açúcares totais e redutores foi feita no início do armazenamento e a cada 7, 14, 21, 28 e 35 dias para o umbu semi-maduro e 4, 8, 12 e 16 dias para o umbu maduro.

ETAPA 2

As frutas coletadas no município de São Vicente do Seridó - PB, foram submetidas a todas as operações descritas anteriormente, exceto a operação de lavagem, que foi realizada com o produto fungicida benomyl, na concentração de 1g/l, durante 5 minutos, seguida de lavagem em água potável.

3.3. Características físicas

As frutas maduras e semi-maduras, em número de dez, foram embaladas e colocadas nos refrigeradores às temperaturas de 5°C; 10°C e 15°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) e umidade relativa entre 90 a 95%. Inicialmente determinou-se o tamanho, forma, volume, massa específica e cor, e a cada 15 e 30 dias de armazenamento foram determinados todos os parâmetros físicos.

3.3.1. Tamanho

Para a medição do tamanho foi utilizado um paquímetro MUTITOYO com precisão de 0,02mm, onde foram determinados os três diâmetros mutuamente perpendiculares [diâmetro maior (a); diâmetro intermediário (b) e diâmetro menor (c)].

3.3.2. Esfericidade

A esfericidade foi determinada pelo método citado por MOHSENIN (1978), onde a fruta, na sua posição de repouso, é projetada com o auxílio de um retroprojetor, e sua esfericidade é obtida a partir da Equação 1:

$$\varphi = \frac{D_i}{D_c} \times 100 \quad (1)$$

onde:

φ = esfericidade

D_i = diâmetro do maior círculo inscrito

D_c = diâmetro do menor círculo circunscrito

Um valor de 100% indica que a fruta é exatamente esférica.

3.3.3. Volume

O volume foi determinado através do método de deslocamento de água, onde a massa de água deslocada é medida e a partir da qual se calcula o volume da fruta, utilizando-se a Equação 2:

$$\text{Volume} = \frac{\text{massa de água deslocada}}{\text{massa específica da água}} \quad (2)$$

3.3.4. Massa específica

Dividindo a massa do fruto pelo seu volume, obtém-se a massa específica.

3.3.5. Consistência

Foi determinado utilizando-se um penetrômetro modelo FT 327, constituído de uma haste, cuja extremidade é uma ponta. Foi removida a casca da região onde se desejou efetuar a medição, e em seguida o fruto foi colocado em uma superfície firme e seguro pela mão, e através de compressão, foi medida a força necessária para vencer a resistência dos tecidos da polpa.

3.3.6. Avaliação da cor

A avaliação da coloração das amostras foi feita através de fotografias. As amostras foram fotografadas a cada 15 dias aproximadamente, durante o período de armazenamento.

3.4. Características químicas

Todas as metodologias analíticas encontram-se no APÊNDICE A

3.4.1. Acidez total titulável

Segundo o método 22.060 da A.O.A.C. (1975). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

3.4.2. Açúcares redutores e totais

Os açúcares redutores e totais foram determinados pelo método de Eynon-Lane (RANGANNA, 1977), sendo os resultados expressos em porcentagem de glicose (p/p) e porcentagem (p/p), respectivamente.

3.4.3. Açúcares não-redutores

Foi obtido pela diferença entre os açúcares totais e redutores. Resultado expresso em porcentagem de sacarose (p/p).

3.4.4. pH

O pH foi determinado em potenciômetro de marca DIGIMED, Tipo DMPH-2, com calibração feita com soluções tampões de pH 4,0 e 7,0.

3.4.5. Sólidos solúveis totais (°Brix)

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi determinado por leitura direta em refratômetro manual de marca ATAGO, com correção de temperatura, através de tabela proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (1976).

3.5. Determinação de fungos

A identificação dos fungos desenvolvidos nos frutos durante o período de armazenamento, foi feita por meio da observação das características das colônias fúngicas (formato, coloração) sob microscópio estereoscópico e das características estruturais (micélio, esporóforos e esporos) vistas em microscópio composto. Foi procedida a identificação em nível de gênero, comparando-se o observado às descrições constantes na literatura pertinente (BARNET e HUNTER, 1972; GALLI *et al*, 1978).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito do armazenamento nas características físicas do umbu semi-maduro e maduro

4.1.1. Tamanho e volume

Os valores do diâmetro maior, diâmetro menor, diâmetro intermediário, diâmetro médio, diâmetro da esfera equivalente e o volume dos umbus semi-maduros e maduros encontram-se no APÊNDICE B (Tabelas 1B a 14B). Os valores médios dos diâmetros maior, intermediário e menor dos umbus semi-maduros foram de 32,21mm, 29,44mm e 28,32mm respectivamente, e para os frutos maduros esses valores foram de 31,39mm, 27,81mm e 26,92mm respectivamente. SUDENE (1971), BISPO (1989) e QUEIROZ (1994) caracterizando frutos de umbuzeiro, obtiveram para o diâmetro maior valores de 40,0; 32,1 e 36,0mm, respectivamente, e para o diâmetro menor esses valores foram de 30,0; 29,6 e 32,0mm, respectivamente. Quanto ao volume, os valores médios dos frutos semi-maduros e maduros foram 15,66cm³ e 13,95cm³, respectivamente. BISPO (1989) e QUEIROZ (1994) determinaram o volume do umbu semi-maduro e obtiveram valores de 18,21 e 22cm³, respectivamente. A diferença entre os valores encontrados na literatura e os obtidos neste trabalho, podem estar associados as condições climáticas da época, principalmente por ser uma cultura localizada na região semi-árida do Nordeste, onde existem períodos intermitentes de seca.

Observa-se nas Figuras 6 e 7, que houve uma redução nos diâmetros maior, menor, intermediário, médio, da esfera equivalente e conseqüentemente no volume dos frutos semi-maduros e maduros durante o período de armazenamento, sob refrigeração de 5, 10 e 15°C. A diminuição nos diâmetros e no volume, dos frutos semi-maduro e maduro, foi mais acentuada aos 15 dias de armazenamento, quando mantidos à temperatura de 15°C. Nessa temperatura houve o aparecimento de fungos nos frutos maduros, que limitou seu período de armazenagem. Após os 30 dias de armazenamento, os frutos semi-maduros armazenados à temperatura de 5°C, tiveram reduções mais elevadas nos seus diâmetros e no volume do que as diminuições observadas no início do armazenamento. Observa-se ainda na Figura 6, que a inclinação das curvas obtidas para os diâmetros e volumes dos umbus semi-maduros foi mais acentuada quando armazenados à temperatura de 15°C, intermediária à temperatura de 10°C e menor à

temperatura de 5°C. A redução nos diâmetros e no volume dos umbus semi-maduros e maduros pode ser atribuída a perda de água, que provoca a contração do material, e também pelo aparecimento de fungos, que altera sua estrutura natural. Na Figura 7, pode-se observar que os umbus maduros tiveram seus diâmetros maior, menor, médio, da esfera equivalente, reduzidos durante o período de 15 dias, com exceção do diâmetro intermediário dos frutos, armazenados à temperatura de 15°C, que teve seu valor praticamente constante durante este período. Em consequência das reduções dos diâmetros observadas anteriormente nos umbus maduros, houve a diminuição do volume desses frutos armazenados à temperatura de 5, 10 e 15°C. As maiores reduções nos diâmetros intermediário e menor, foram observadas nos umbus maduros, armazenados à temperatura de 5°C. Este fato pode estar associado a fisiologia do fruto. CARVALHO e MANICA (1994), em seus estudos com acerolas, observaram uma diminuição no diâmetro e altura dos frutos durante o período de armazenamento à temperatura de 5,5 a 8°C e umidade relativa entre 50 e 60%.

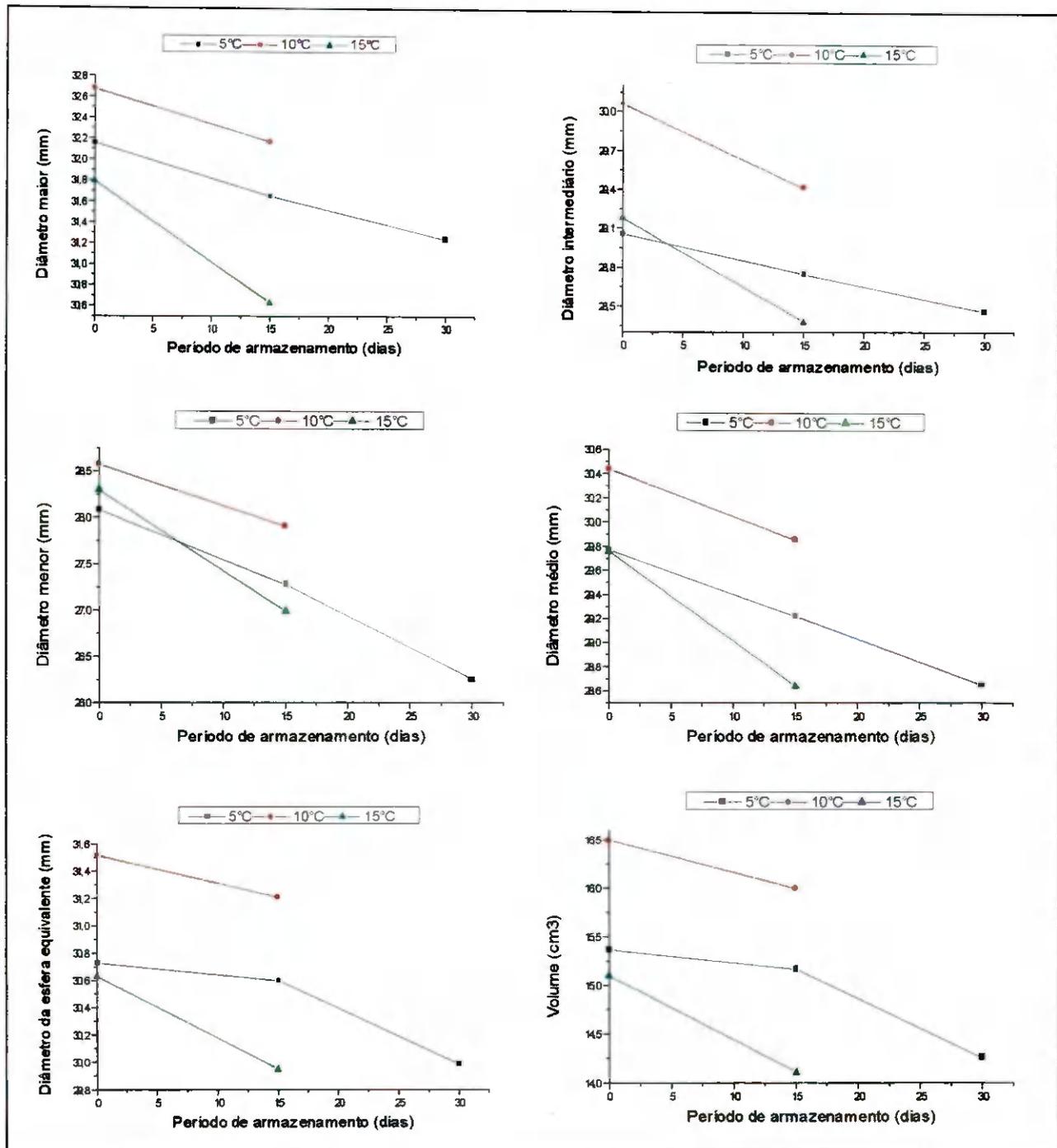


FIGURA 6 - Valores médios dos diâmetros maior, intermediário, menor, médio e da esfera equivalente e do volume, de umbus semi-maduros, armazenados às temperaturas de 5, 10 e 15°C, durante 30 dias

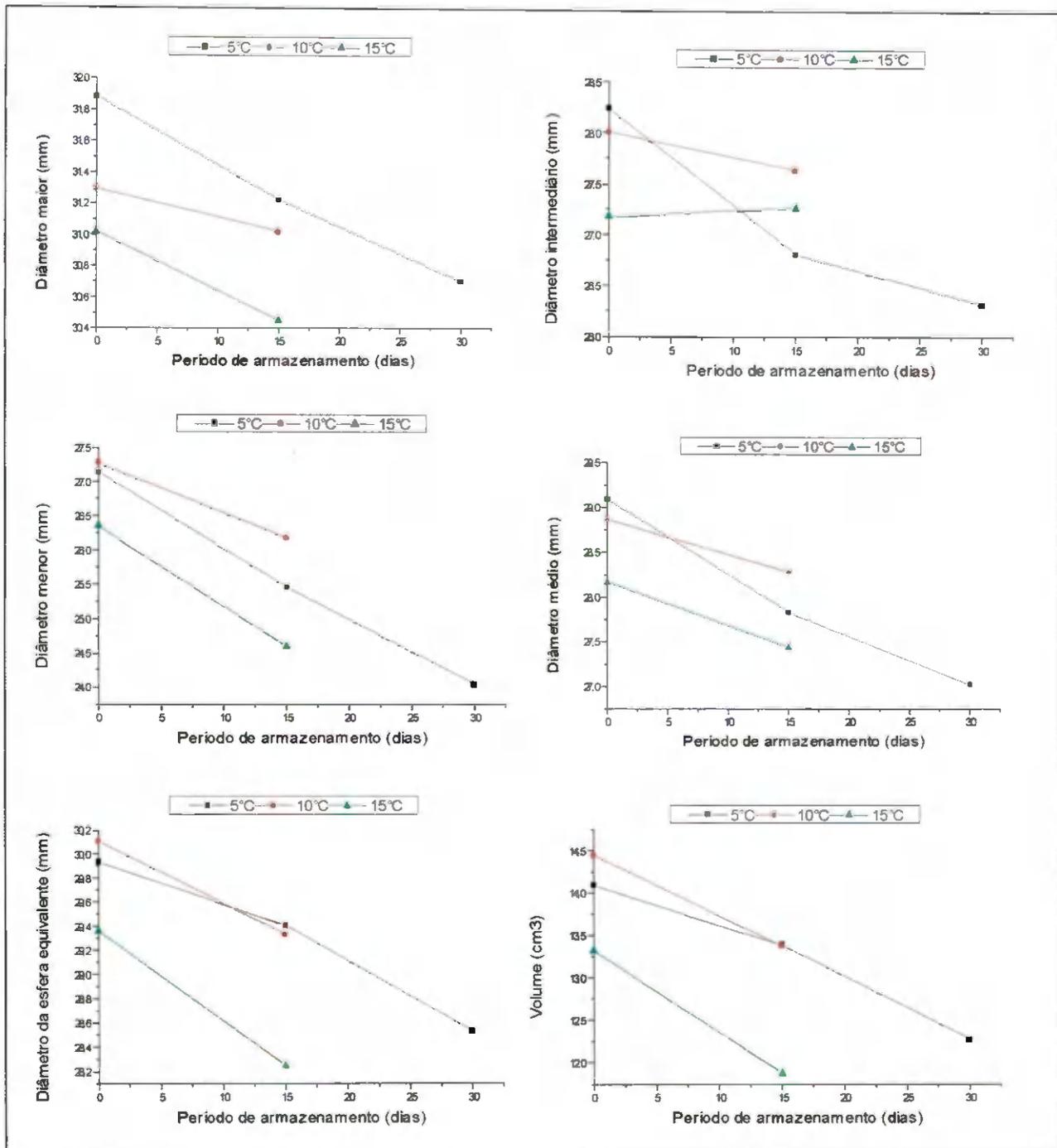


FIGURA 7 - Valores médios dos diâmetros maior, intermediário, menor, médio e da esfera equivalente e do volume, de umbus maduros, armazenados às temperaturas de 5, 10 e 15°C, durante 30 dias

4.1.2. Esfericidade

Os valores da esfericidade obtidos para umbus semi-maduros e maduros, encontram-se no APÊNDICE B (Tabela 15B). A esfericidade média dos frutos semi-maduros e maduros foram de 88,74% e 87,36% respectivamente, e estão em torno de aproximadamente 4,3% menores do que os valores determinados por QUEIROZ (1994). As mudanças que ocorreram na forma dos umbus semi-maduros e maduros, durante o período de armazenamento nas três temperaturas, podem ser observadas no APÊNDICE C (Figuras 32C a 37C).

A variação da esfericidade média dos umbus semi-maduros e maduros, durante o armazenamento refrigerado, é verificada nas Figuras 8 e 9, respectivamente. A esfericidade dos umbus semi-maduros, armazenados nas três temperaturas (5, 10 e 15°C), teve pequenas alterações durante os 15 dias de armazenamento. Para os frutos maduros, esta variação foi pequena nas temperaturas de 5 e 10°C, enquanto a 15°C essa redução foi mais acentuada, diminuindo de 87,63 para 84,23% aos 15 dias de armazenamento. Aos 30 dias de armazenamento, a esfericidade dos umbus semi-maduros, armazenados à temperatura de 5°C, aumentaram de 88,42 para 90,63%, enquanto que nos frutos maduros os valores mantiveram-se praticamente constantes. Essas alterações são decorrentes da diminuição nos diâmetros, citadas anteriormente, pela perda de peso nos frutos, e pelo amadurecimento (alterações fisiológicas) dos umbus semi-maduros, durante o armazenamento.

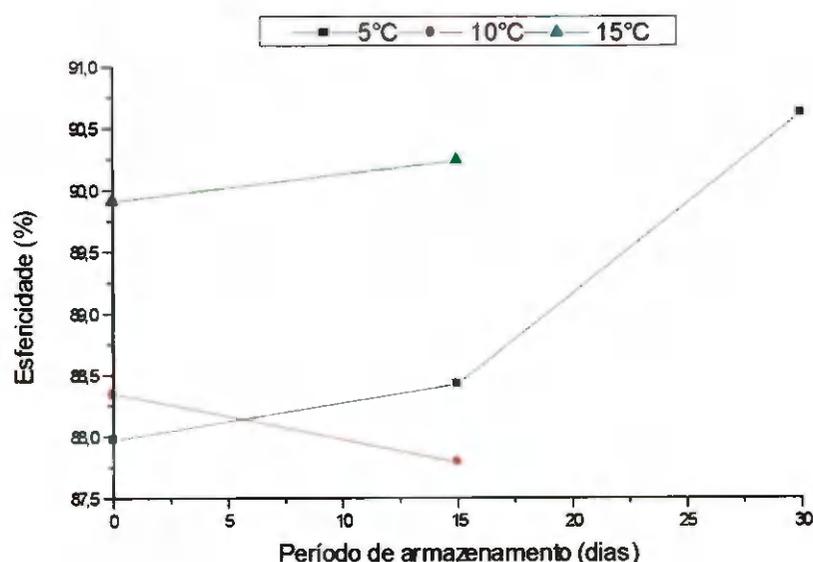


FIGURA 8 – Valores médios da esfericidade de umbus semi-maduros armazenados a 5, 10 e 15°C, durante 30 dias

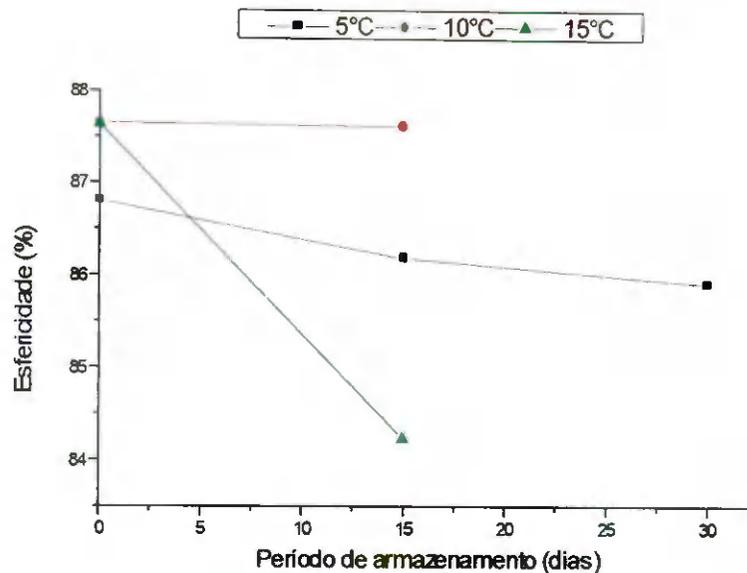


FIGURA 9 – Valores médios da esfericidade de umbus maduros armazenados a 5, 10 e 15°C, durante 30 dias

4.1.3. Massa específica

Nas Figuras 10 e 11 encontram-se, respectivamente, os valores da massa específica dos umbus semi-maduros e maduros, durante o período de armazenamento, às temperaturas de 5, 10 e 15°C. Os valores médios da massa específica dos frutos semi-maduros e maduros (APÊNDICE B, Tabela 16B) foram de 1,063g/cm³ e 1,066g/cm³, respectivamente, e estão bem próximos aos valores encontrados por QUEIROZ (1994) que obteve um valor médio de 1,06g/cm³ e superiores aos de BISPO (1989) que foi de 0,923g/cm³.

Observa-se que a massa específica média dos umbus semi-maduros e maduros, variou durante o período de armazenamento. A massa específica média dos frutos semi-maduros, armazenados à temperatura de 5 e 15°C, teve uma pequena diminuição aos 15 dias de armazenamento, de 1,06 para 1,05g/cm³ e 1,07 para 1,05g/cm³ respectivamente, enquanto à temperatura de 10°C esses valores permaneceram praticamente constantes. Nos frutos maduros, houve um aumento durante os primeiros 15 dias, de 1,05 para 1,08g/cm³ na temperatura de 10°C e de 1,07 para 1,09g/cm³ na temperatura de 15°C, contudo na temperatura de 5°C esses valores variaram de 1,07 para 1,08g/cm³ a partir dos 15 dias de armazenamento. Essas mu-

danças ocorreram nos umbus semi-maduros e maduros, devido as alterações fisiológicas e perda de peso durante o período de armazenamento.

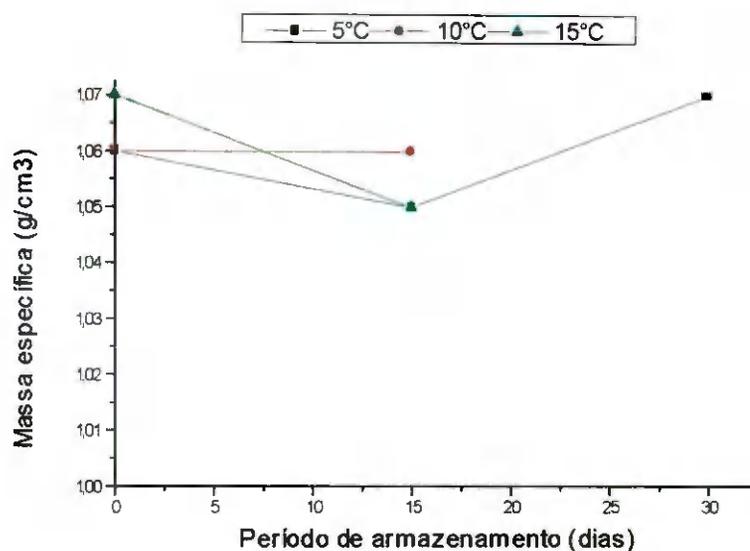


FIGURA 10 – Valores médios da massa específica de umbus semi-maduros armazenados a 5, 10 e 15°C, durante 30 dias

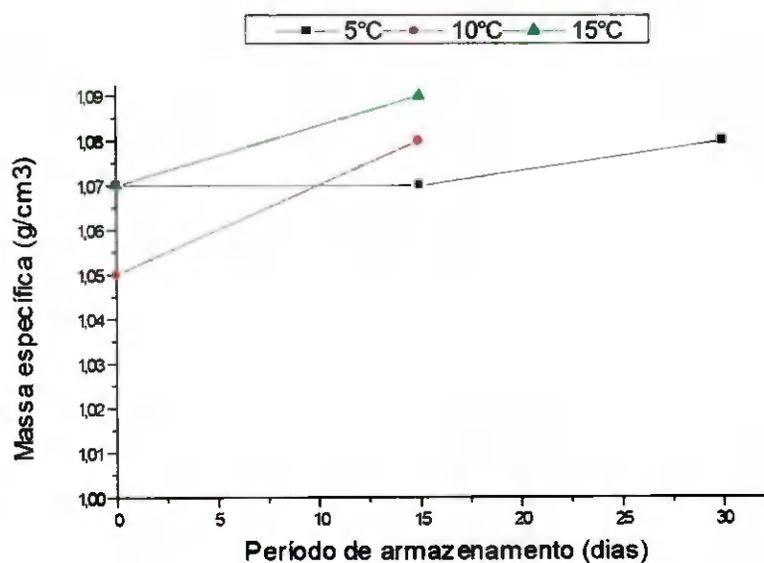


FIGURA 11 – Valores médios da massa específica de umbus maduros armazenados a 5, 10 e 15°C, durante 30 dias

4.1.4. Perda de peso

Nas Figuras 12 e 13 encontram-se, respectivamente, a variação da perda de peso dos umbus semi-maduros e maduros, durante o armazenamento refrigerado. Pode-se observar que os frutos semi-maduros e maduros, armazenados à temperatura de 15°C, apresentaram as maiores perdas de peso. Os frutos semi-maduros, no final do armazenamento, atingiram uma perda de 4,28%, 12,08% e 19,27% nas temperaturas de 5, 10 e 15°C, respectivamente. Os frutos maduros tiveram uma perda máxima de 3,96% aos 15 dias e 2,98% aos 9 dias de armazenagem nas temperaturas de 5 e 10°C respectivamente, no entanto na temperatura de 15°C, os frutos maduros atingem uma perda de 2,27% logo aos 3 dias de armazenamento. Contudo, esses valores são bastante significativos, pois segundo HARDENBURG *et al.* (1988), perdas de 3 a 6 % são suficientes para depreciar a qualidade de uma fruta. Para CARRARO e CUNHA (1994), a perda de água é resultante de um gradiente de vapor de água entre sua atmosfera interna essencialmente saturada (dentro dos espaços intercelulares) e a atmosfera externa menos saturada. CARVALHO e MANICA (1994), em seus estudos com acerolas, com umidades relativas baixas, em torno de 50 a 60%, armazenadas à temperatura de 5,5 a 8°C, observaram perdas ainda maiores, que estavam em torno de 41,22% aos 20 dias de armazenamento.

Pode-se constatar, nas Figuras 12 e 13, que a perda de peso aumentou linearmente com o período de armazenagem, e que esta variação em função da temperatura é de ordem potencial, que pode ser observada nas equações dessas curvas. Verifica-se ainda nestas figuras, que o coeficiente de determinação, obtido para o umbu semi-maduro, foi maior do que o coeficiente do maduro, uma vez que a perda de peso do umbu maduro à temperatura de 15°C, só pode ser obtida até os 3 dias de armazenamento, pois a partir deste período ocorreu infestação fúngica dos frutos, comprometendo desta forma os dados subsequentes, portanto, na Figura 13, observa-se uma extrapolação dos dados a partir do 3º dia para a temperatura de 15°C e do 9º dia para 10°C, e esta figura deve ser analisada com cuidado, pois esta equação é restrita ao intervalo de dados experimentais. O mesmo comportamento linear da perda de peso, para cada temperatura estudada, observada neste trabalho, também foi constatado por ORTIZ-CAÑAVATE *et al.* (1975), quando armazenou maçãs das variedades *Golden*, *Starking* e *Richared* na temperatura que variou entre 2 a 3°C e umidade relativa entre 85 e 90%. Os autores observaram ainda, um aumento mais rápido da perda de peso para maçãs variedade *Golden*. SANKAT e BALKISSOON (1992), em seus estudos com carambolas, armazenadas às temperaturas de 5, 10 e 15°C e umidade relativa variando entre 85 e 95%, verificaram maiores perdas de peso nas temperaturas mais altas, enquanto a 5°C essas perdas de peso foram menores.

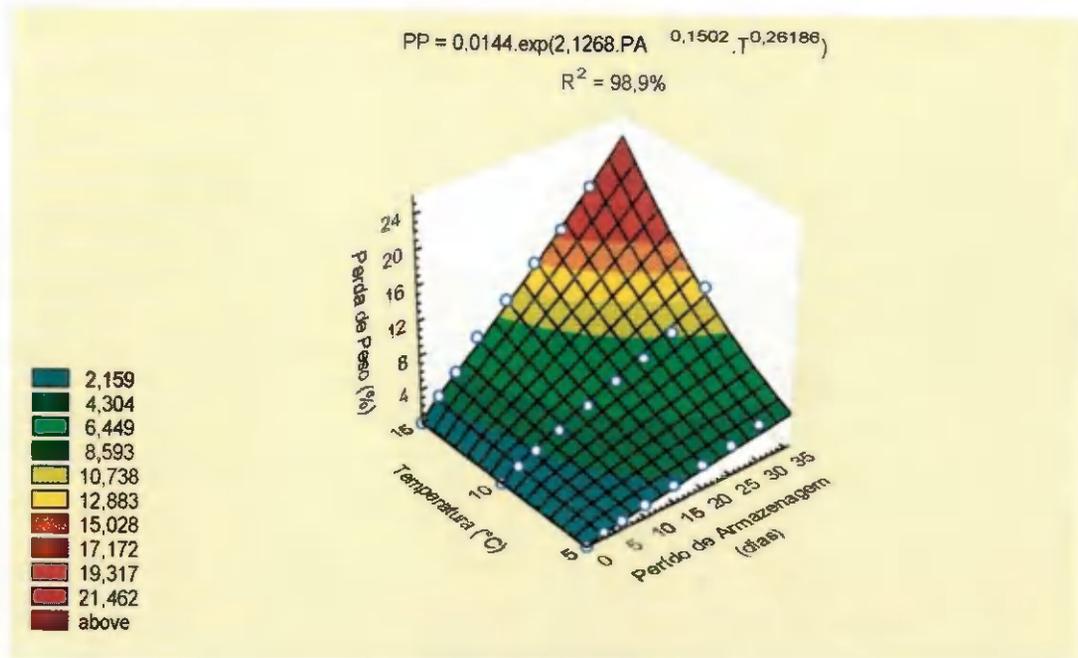


FIGURA 12 – Valores médios da perda de peso (PP) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

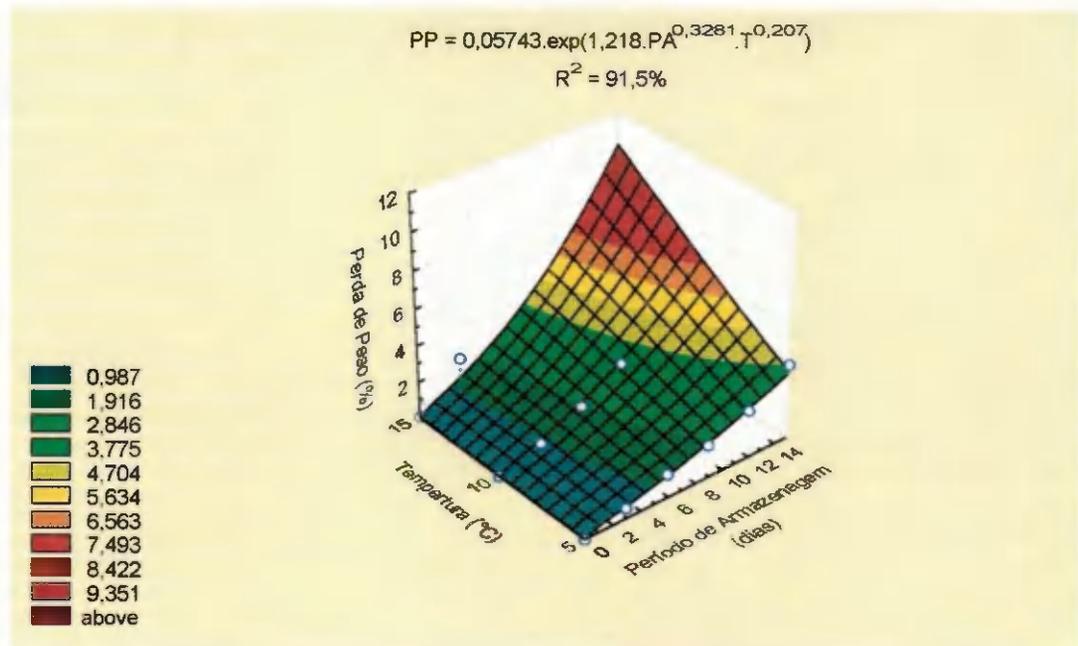


FIGURA 13 – Valores médios da perda de peso (PP) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

4.1.5. Consistência

Observa-se, nas Figuras 14 e 15, que a consistência dos frutos de umbu semi-maduro e maduro diminuiu com o período de armazenagem e são expressos por uma equação potencial, com coeficiente de determinação de 82,5% para o umbu semi-maduro e 98,1% para o umbu maduro. Pode-se observar, que essa diminuição ocorreu rapidamente nos frutos maduros, armazenados à temperatura de 15°C, que perderam sua consistência aos 3 dias, enquanto nos frutos mantidos à temperatura de 5 e 10°C, essa perda ocorreu aos 9 dias de armazenamento. Segundo KADER (1992), a redução da consistência é regulada principalmente por dois processos enzimáticos: a ação da pectinametilesterase e da poligalacturonase. A consistência dos umbus semi-maduros, armazenados à temperatura de 5 e 10°C foi mantida durante 18 dias, aproximadamente, enquanto os frutos mantidos à 15°C perderam cerca de 77,7% de sua consistência durante este período de armazenamento, devido as alterações metabólicas que aceleraram seu amadurecimento. Aos 30 dias de armazenamento, os frutos semi-maduros, armazenados à temperatura de 5°C, já haviam perdido em torno de 76,9% de sua consistência devido à maturação irregular ocorrida nesta temperatura, e os frutos mantidos à 10°C atingia uma perda menor de 45%, contudo os frutos mantidos à 15°C já havia perdido totalmente sua consistência e conseqüentemente, houve o aparecimento de fungos, uma vez que a casca e polpa dos frutos diminuem sua resistência com o avanço da maturação (BLEINROTH, 1996). Perdas na consistência, durante o período de armazenamento, também foram constatadas por ORTIZ-CAÑAVATE *et al.* (1975), em seus estudos com maçãs variedades *Golden*, *Starking* e *Richared*, armazenadas entre 2 e 3°C. Este mesmo fato, também foi observado por MOURA *et al.* (1997) para caqui, quando armazenado a 0°C durante 72 dias.

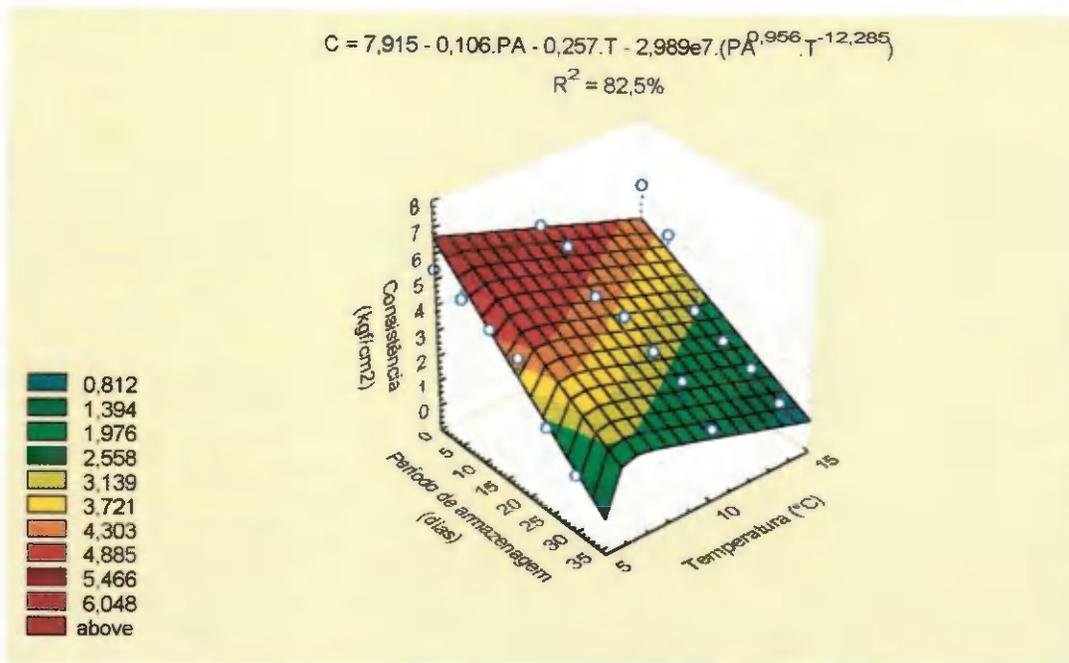


FIGURA 14 – Valores médios da consistência (C) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

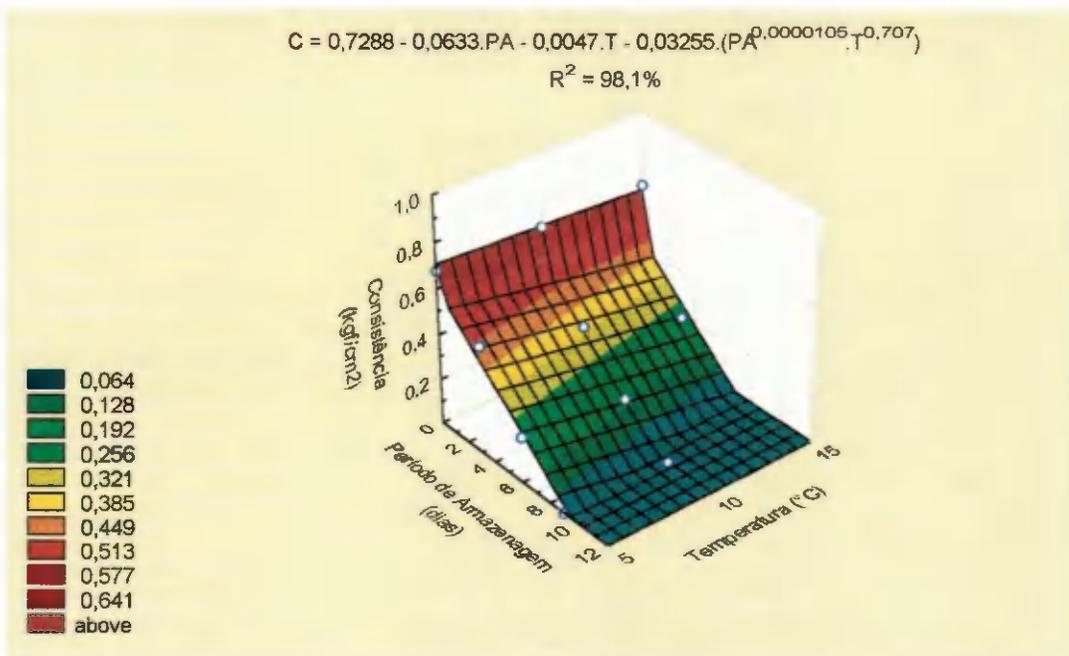


FIGURA 15 – Valores médios da consistência (C) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

4.1.6. Cor

Observa-se nos umbus semi-maduros armazenados à temperatura de 15°C, após 15 dias de armazenamento, uma mistura de coloração amarela-esverdeada e totalmente amarela (Figura 16), que caracteriza o processo de amadurecimento do fruto. Os frutos armazenados à temperatura de 10°C, também apresentaram uma coloração amarela-esverdeada, porém com menor intensidade do que os umbus armazenados à temperatura de 15°C, uma vez que quanto menor for a temperatura de armazenamento, menor será a intensidade das atividades fisiológicas do fruto (MITCHELL *et al.*, 1972). Quanto aos frutos semi-maduros, submetidos à temperatura de 5°C, estes tiveram uma coloração diferente dos frutos armazenados a 10 e 15°C, pois estes frutos apresentam uma sensibilidade ao frio, como pode ser observada na Figura 31. Este fato é perfeitamente compreensível, uma vez que segundo BLEINROTH (1996), os frutos de origem tropical, de uma maneira geral, tem um amadurecimento irregular quando expostos à baixas temperaturas.



FIGURA 16 – Coloração de umbus semi-maduros, armazenados à temperatura de 15°C, durante o período de 15 dias

Na Figura 17, pode-se observar que os frutos maduros, armazenados à temperatura de 5°C durante o período de 15 dias, tinham uma coloração amarela mais forte e uma aparência de murchamento, causada pela perda de água. Os frutos submetidos à temperatura de 10°C (Figura 18), aos 15 dias de armazenamento, tiveram praticamente a mesma coloração amarela

do início do armazenamento, sendo que nesta temperatura houve o aparecimento de fungos que limitou o período de armazenagem desses frutos. Quanto aos frutos armazenados à temperatura de 15°C, estes tiveram uma alta infecção microbiana, que causou a deterioração total do produto aos 15 dias de armazenamento. A má aparência dos frutos após o período de armazenamento, limita o seu consumo *in natura*, podendo ainda ser aproveitado no processamento industrial, desde que estejam em perfeitas condições sanitárias.



FIGURA 17 – Coloração de umbus maduros, armazenados à temperatura de 5°C, durante o período de 15 dias



FIGURA 18 – Coloração dos umbus maduros, armazenados à temperatura de 10°C, durante o período de 15 dias

4.2. Efeito do armazenamento nas características químicas do umbu semi-maduro e maduro

4.2.1. Acidez titulável

Os valores médios da acidez dos umbus semi-maduros e maduros, no início do armazenamento, foram 0,96 e 1,07% de ácido cítrico, respectivamente. Os valores encontrados neste trabalho são inferiores aos determinados por SOUZA e CATÃO (1970) e GRANJA (1985) que obtiveram 1,57 e 1,85% respectivamente, contudo esses valores estão mais próximos aos encontrados por BISPO (1989) que obteve para o umbu semi-maduro uma acidez de 1,23%.

Nas Figuras 19 e 20, encontram-se os valores médios do teor de acidez do umbu semi-maduro e maduro, durante o armazenamento sob refrigeração às temperaturas de 5, 10 e 15°C, sendo estes valores expressos por equações potenciais com coeficientes de determinação de 84,1% e 92,2%, respectivamente. Pode-se observar que os teores de acidez dos umbus semi-maduros e maduros aumentaram durante o período de armazenamento às temperaturas de 5, 10 e 15°C. No período final de armazenamento, observou-se nos frutos semi-maduros e maduros, mantidos à temperatura de 5°C, os maiores teores de acidez, sendo estes valores de 1,70 e 1,33% de ácido cítrico, respectivamente. Pode-se observar que os frutos semi-maduros e maduros, armazenados à temperatura de 10°C, apresentaram menores níveis de acidez do que foi observado nas temperaturas de 5 e 15°C, o que proporciona ao fruto um sabor mais agradável. Essas modificações ocorreram em função de alterações bioquímicas que podem ter causado uma pequena elevação no teor de ácidos orgânicos na fruta. O aparecimento de fungos nos umbus maduros, armazenados a 10 e 15°C, limitou o período de armazenagem desses frutos, logo aos 3 e 9 dias, respectivamente. Portanto, a extrapolação dos dados, observada na Figura 20, revela a tendência de aumento da acidez do fruto, com o período de armazenagem, no entanto, a equação deve-se limitar ao intervalo de dados experimentais. De acordo com CHITARRA (1998), essas mudanças diferem para cada tipo de fruta durante o seu desenvolvimento, a exemplo do umbu, frutas como uva e maçã apresentam um pico na acidez à medida que o fruto torna-se maduro. CARVALHO e MANICA (1994) em seus estudos com acerolas, com umidade relativa de 50 a 60%, armazenadas à temperatura de 5,5 a 8°C, observaram que os teores de acidez permaneceram inalterados aos 20 dias de armazenamento. OLIVA (1995) também constatou que os valores de acidez de acerolas, permanecem inalterados durante 7 dias de armazenamento, sob refrigeração de 8°C.

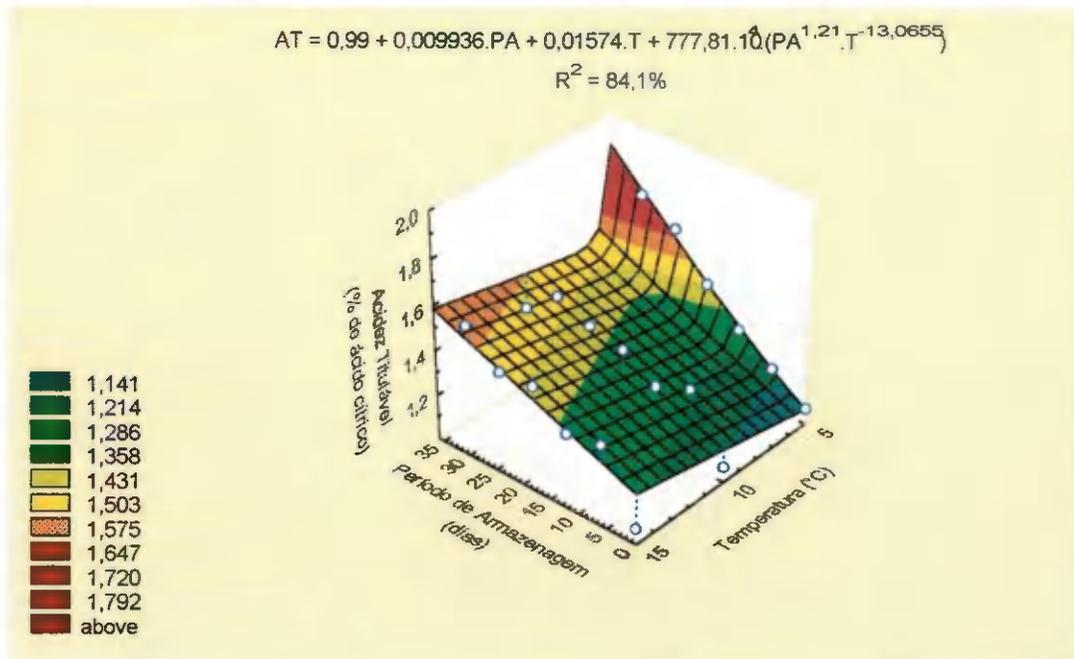


FIGURA 19 – Valores médios da acidez titulável (AT) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

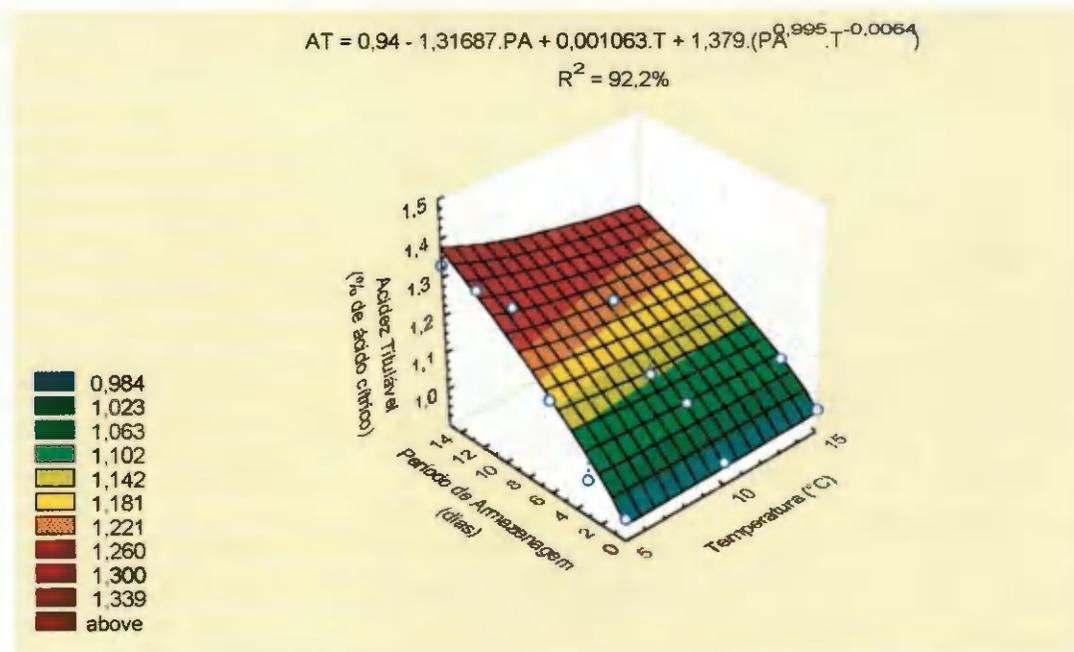


FIGURA 20 – Valores médios da acidez titulável (AT) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

4.2.2. pH

Nas Figuras 21 e 22, estão os valores médios do pH dos umbus semi-maduros e maduros, durante o armazenamento sob refrigeração de 5, 10 e 15°C. Nessas figuras encontram-se as superfícies de respostas para o umbu semi-maduro e maduro que representam a diminuição do pH com a diminuição da temperatura e do período de armazenamento, observando-se coeficientes de determinação da ordem de 82,4% e 97,0%, respectivamente. Os valores médios do pH dos frutos semi-maduros e maduros, no início do armazenamento, foram 2,33 e 2,49 respectivamente. Esses valores são inferiores aos encontrados por Chaves, citado por BISPO (1989) e SILVA *et al.* (1987) que foram 2,65 e 2,62 respectivamente, no entanto, esses valores estão próximos aos determinados por BISPO (1989) que obteve para o umbu semi-maduro um pH de 2,45.

Pode-se observar ainda que, durante o armazenamento o umbu semi-maduro e maduro, teve seu pH reduzido, nas 3 temperaturas estudadas. Os frutos semi-maduros, armazenados à temperatura de 10°C, tiveram seus valores reduzidos de 2,33 para 2,26, aos 12 dias de armazenamento, após esse período o pH desses frutos permaneceram constantes. O pH dos frutos semi-maduros armazenados à temperatura de 5 e 15°C, variaram durante todo o período de armazenamento, e no final desse período, o pH desses frutos foram de 2,28 e 2,27, respectivamente. Os frutos maduros armazenados à temperatura de 5°C, tiveram seu pH reduzido de 2,49 para 2,32, aos 15 dias de armazenamento, enquanto à temperatura de 10°C, o pH dos frutos maduros diminuíram de 2,49 para 2,41 logo aos 9 dias. Contudo, os frutos maduros mantidos à temperatura de 15°C, manteve seu pH em 2,49 durante 4 dias, porém o aparecimento de fungos causou a deterioração desses frutos. Pode-se observar, que a equação obtida para o umbu maduro, limita-se apenas aos valores experimentais, no entanto, a extrapolação desses valores indica a tendência de decréscimo do pH dos umbus, depois do período avaliado. Essas variações ocorreram devido as alterações na acidez verificadas anteriormente, ocasionando paralelamente uma redução no pH desses frutos. CARVALHO e MANICA (1994) estudando o armazenamento da acerola à temperatura de 6-8°C, verificaram que o pH desses frutos permaneceram inalterados durante 20 dias de armazenamento. OLIVA (1995) também observou que o pH de acerolas, armazenadas a 8°C, permaneceram constantes durante 7 dias de armazenamento.

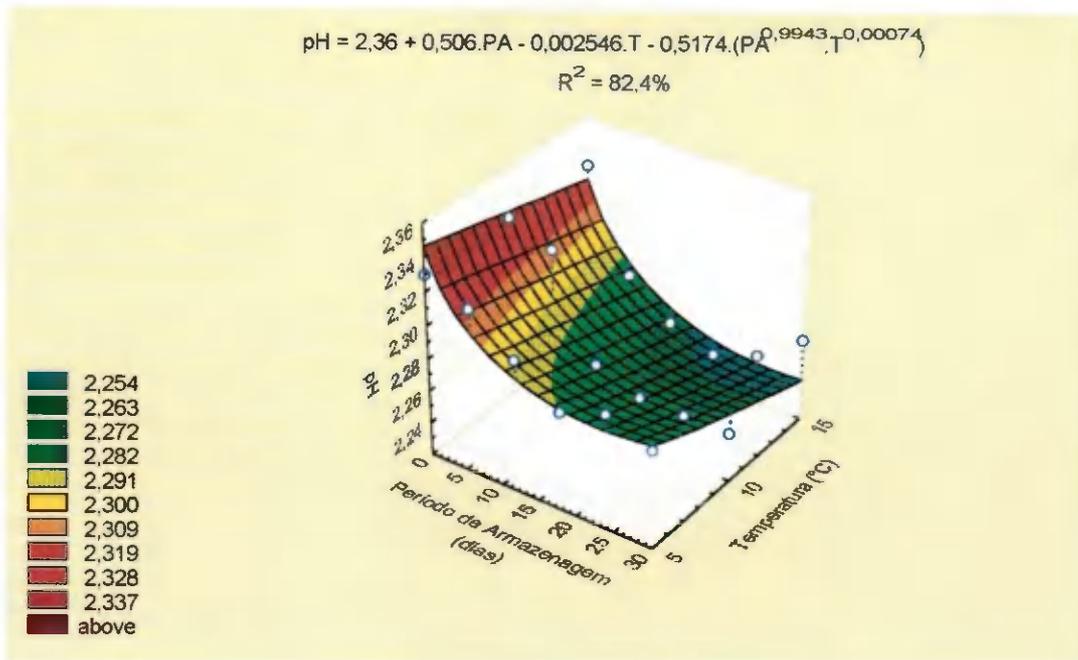


FIGURA 21 – Valores médios do pH de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

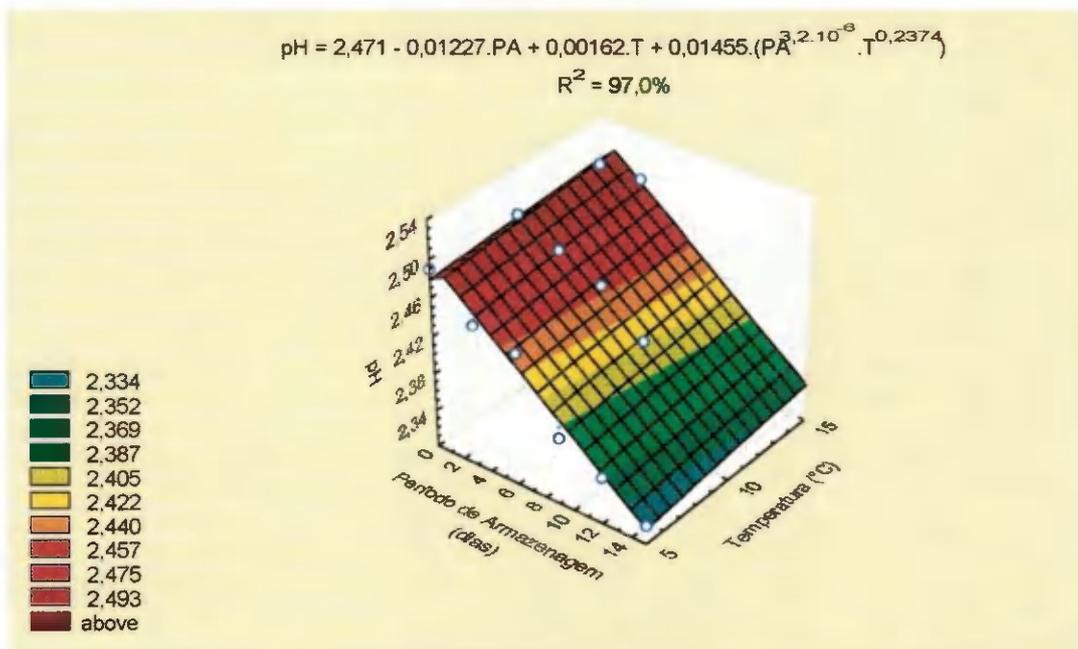


FIGURA 22 – Valores médios do pH de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

4.2.3. Sólidos solúveis totais

Nas Figuras 23 e 24, estão as alterações de sólidos solúveis totais dos umbus semi-maduros e maduros variando com o período de armazenagem de 30 dias, para as temperaturas de 5, 10 e 15°C. Nessas Figuras, as alterações dos sólidos solúveis totais com o período de armazenamento e a variação de temperatura, definem uma superfície de resposta com um coeficiente de determinação de 70% para o umbu semi-maduro e 87,7% para o umbu maduro. Os valores médios dos sólidos solúveis totais dos umbus semi-maduros e maduros, no início do armazenamento, foram 11,18 e 10°Brix, respectivamente. Em trabalhos realizados por Chaves citado por BISPO (1989), SILVA *et al.* (1987) e BISPO (1989) com o umbu, encontraram valores de 8,74, 11,32 e 10,0°Brix, respectivamente.

O teor de sólidos solúveis totais do umbu maduro conservados às temperaturas de 10 e 15°C diminuíram de 10 para 9,4°Brix, depois de 3 dias de armazenamento, enquanto os frutos armazenados à 5°C mantiveram durante 6 dias de armazenamento seu quantitativo de sólidos solúveis totais praticamente constantes, em torno de 10°Brix. Na temperatura de 15°C houve deterioração total dos frutos maduros, causada pela infecção fúngica, que limitou seu período de armazenamento. Os frutos maduros mantidos às temperaturas de 5 e 10°C tiveram seus valores reduzidos depois de 6 e 3 dias, respectivamente, até o período final de armazenamento. A extrapolação dos dados subsequentes, do umbu maduro, observada na Figura 24, revela a tendência de decréscimo do teor de sólidos solúveis com o período de armazenagem e deve ser analisada com os cuidados já mencionados anteriormente. Quanto aos frutos semi-maduros, estes mantiveram seus quantitativos de sólidos solúveis totais em torno de 11,18 e 11,0°Brix, durante 18 e 12 dias de armazenamento, à temperatura de 10°C e 15°C, respectivamente, com subsequente decréscimo desses valores. Na temperatura de 5°C, esses valores variaram entre 10,3 e 11,2°Brix, durante os 12 dias de armazenamento, e depois desse período estes frutos tiveram seus teores reduzidos. Essas variações podem ser decorrentes de algumas alterações fisiológicas (amadurecimento) do umbu, durante o período de armazenagem, no entanto MOURA *et al.* (1997), em seus estudos com frutos de caqui observaram um aumento no teor de sólidos solúveis quando armazenados à temperatura de 0°C durante 72 dias.

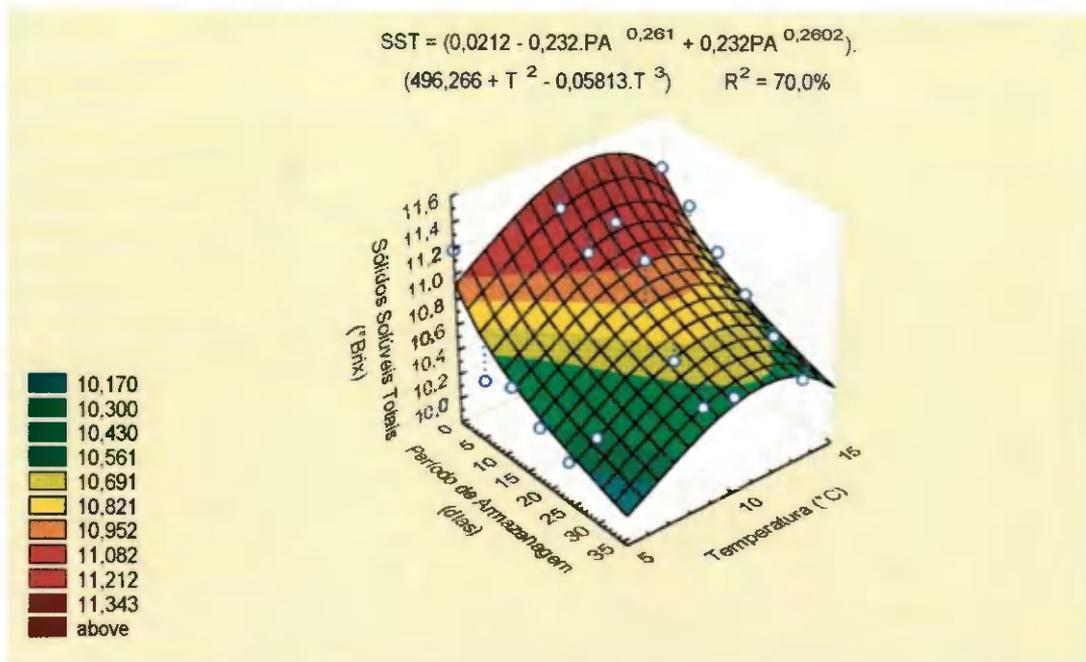


FIGURA 23 – Valores médios dos sólidos solúveis totais (SST) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

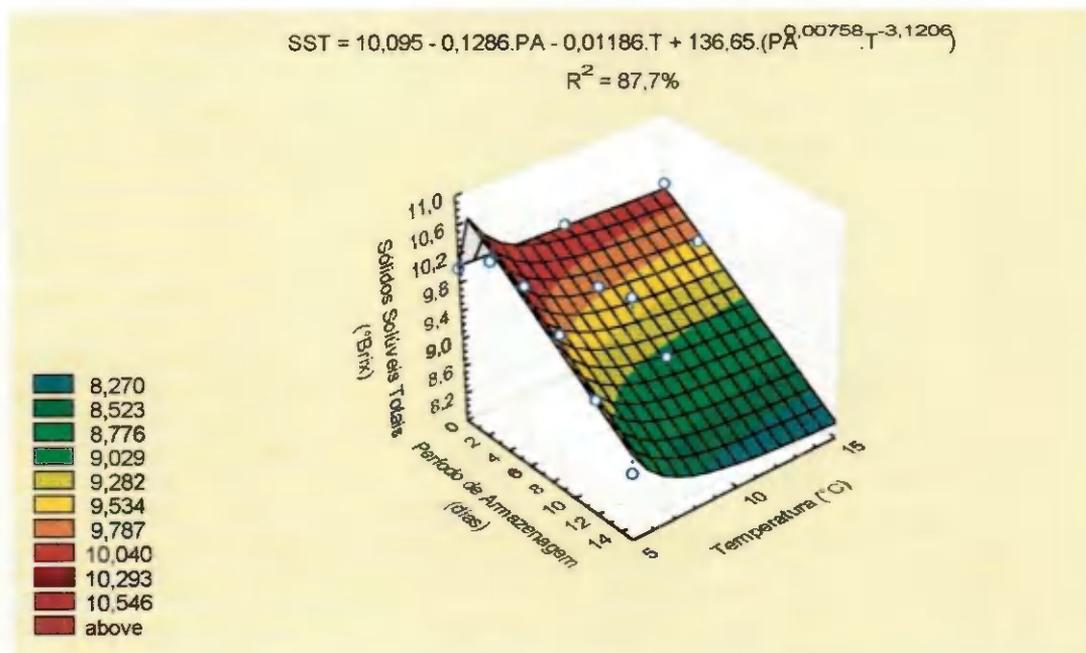


FIGURA 24 – Valores médios dos sólidos solúveis totais (SST) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

4.2.4. Açúcares redutores

Os valores médios dos açúcares redutores dos umbus semi-maduro, e maduros, no início do armazenamento, foram 4,45 e 3,64%, respectivamente. Esses valores são inferiores aos determinados por SOUZA e CATÃO (1970), GRANJA (1985) e BISPO (1989) para esta fruta, que obtiveram valores de 5,76, 7,85 e 6,07(%glicose), respectivamente.

Nas Figuras 25 e 26, estão as alterações nos teores de açúcares redutores dos umbus semi-maduros e maduros, com as temperaturas de refrigeração, durante o período de armazenagem. Verificou-se um aumento nos açúcares redutores dos umbus semi-maduros, armazenados à temperatura de 10 e 15°C, de 4,45 para 5,26 e 5,79(%glicose), respectivamente, aos 7 dias de armazenamento, devido a conversão da sacarose em glicose ocorrida durante a fase de amadurecimento do fruto. Esse aumento foi mais intenso nos umbus semi-maduros, armazenados à 15°C, porque nesta temperatura as alterações fisiológicas ocorrem mais rapidamente. Os frutos semi-maduros submetidos à temperatura de 5°C, apresentaram um pequeno aumento aos 7 dias, de 4,45 para 4,73(%glicose), e posteriormente mantiveram seus valores praticamente constantes em torno de 4,87(%glicose). Essa variação mínima ocorrida nesses frutos semi-maduros, foi ocasionada pela maturação irregular no fruto quando exposto à temperatura de 5°C. Nos frutos maduros, ocorreu um pequeno aumento nos açúcares de 3,64 para 3,97(%glicose) aos 8 dias de armazenamento, nas temperaturas de 5 e 10°C, respectivamente, seguido de decréscimo nesses valores. Nos frutos maduros, armazenados à 15°C, esses valores mantiveram-se constantes em torno de 3,65(%glicose) durante os 4 dias de armazenagem, porém o aparecimento de fungos causou a deterioração desses frutos.

As alterações dos açúcares redutores nos umbus semi-maduros e maduros, são representados por equações potenciais que descrevem superfícies de respostas, com coeficientes de determinação de 91,1% e 79,4% que se encontram nas Figuras 25 e 26, respectivamente.

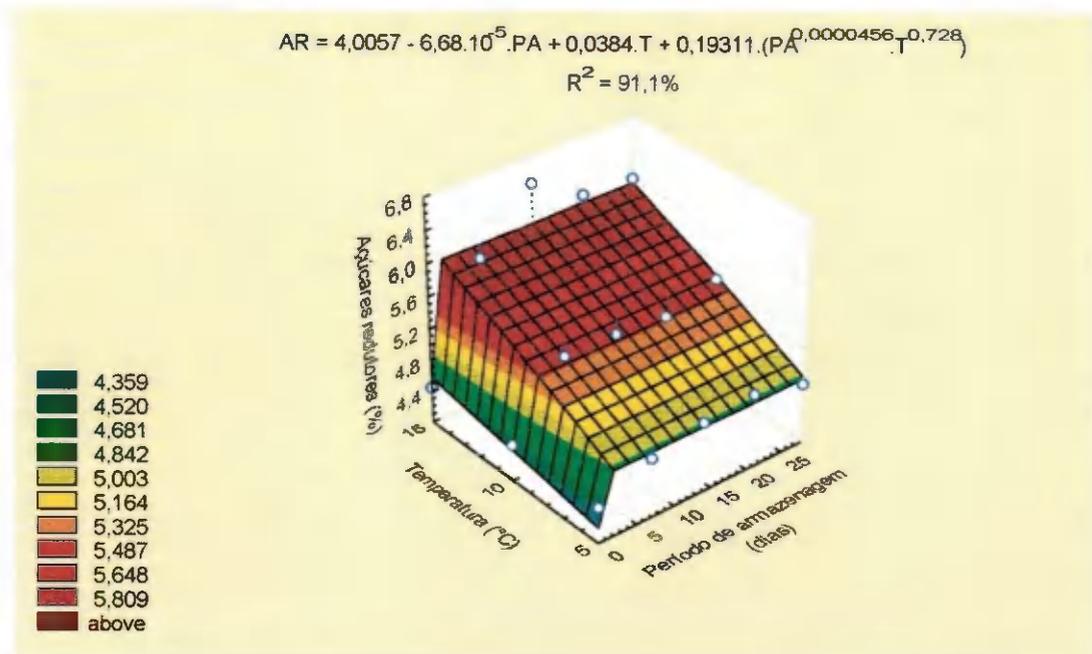


FIGURA 25 – Valores médios dos açúcares redutores (AR) de umbu semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

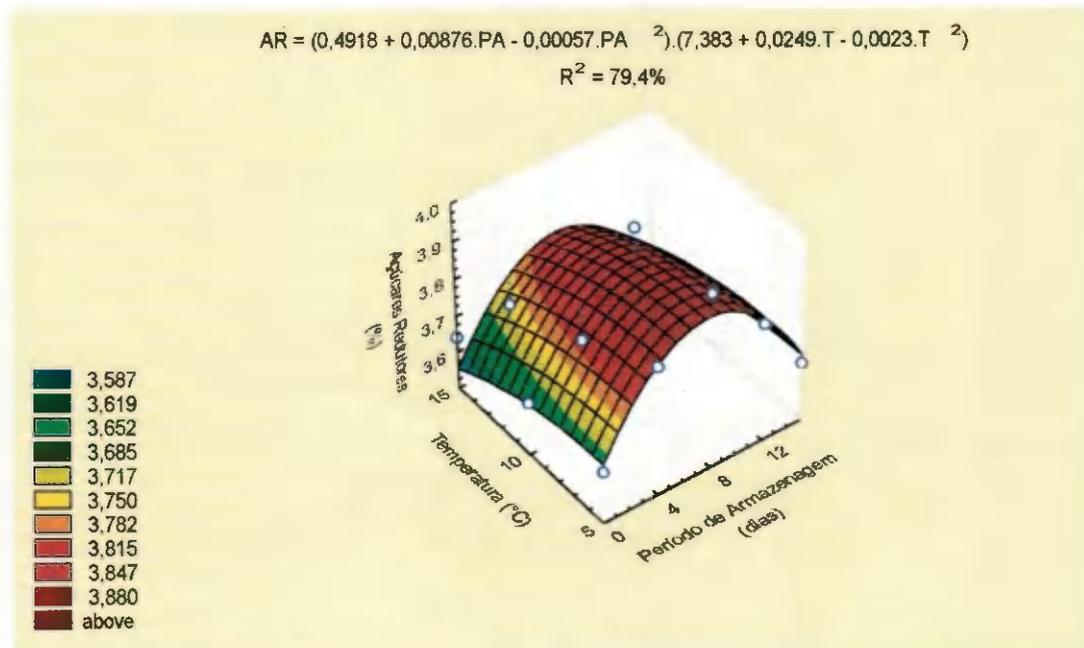


FIGURA 26 – Valores médios dos açúcares redutores (AR) de umbu maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

4.2.5. Açúcares não-redutores

Os valores médios dos açúcares não-redutores dos umbus semi-maduros e maduros, no início do armazenamento, foram 3,92 e 3,8% sacarose, respectivamente, e são superiores aos encontrados por SOUZA e CATÃO (1970), GRANJA (1985) e BISPO (1989) que obtiveram valores de 2,58, 0,96 e 1,88(%sacarose), respectivamente.

Nas Figuras 27 e 28, encontram-se as equações que descrevem as superfícies de respostas dos teores de açúcares não-redutores dos umbus semi-maduros e maduros, durante o período de armazenamento sob refrigeração de 5, 10 e 15°C, com coeficientes de determinação de 79,3% e 87,0% para os umbus semi-maduros e maduros, respectivamente. Pode-se observar, que os açúcares não-redutores dos umbus semi-maduros, tiveram o mesmo comportamento quando armazenados à temperatura de 5, 10 e 15°C, ou seja, houve uma redução durante todo o período de armazenamento, devido as alterações na sacarose citadas anteriormente. Esta redução foi mais intensa nos frutos semi-maduros, armazenados à temperatura de 15°C, que diminuíram de 3,92 para 2,63% logo aos 14 dias de armazenamento. Na Figura 28, verifica-se que, a exemplo dos frutos semi-maduros, os açúcares não-redutores dos frutos maduros, armazenados à temperatura de 5°C, diminuíram de 3,80 para 3,73% aos 12 dias de armazenamento, enquanto os frutos mantidos à temperatura de 10°C tiveram seus valores reduzidos de 3,80 para 3,70%, aos 8 dias de armazenamento. Constatou-se nos frutos maduros, mantidos à temperatura de 15°C, um aumento de 3,80 para 4,07% aos 4 dias de armazenamento, no entanto seu período de armazenamento foi limitado por causa do aparecimento de fungos. A exemplo do que foi observado anteriormente, no teor de sólidos solúveis totais dos umbus maduros, verifica-se que a extrapolação dos valores subsequentes dos açúcares não-redutores dos frutos, também revela a tendência de diminuição durante o período de armazenagem, uma vez que a equação obtida para esse comportamento, limita-se aos valores experimentais.

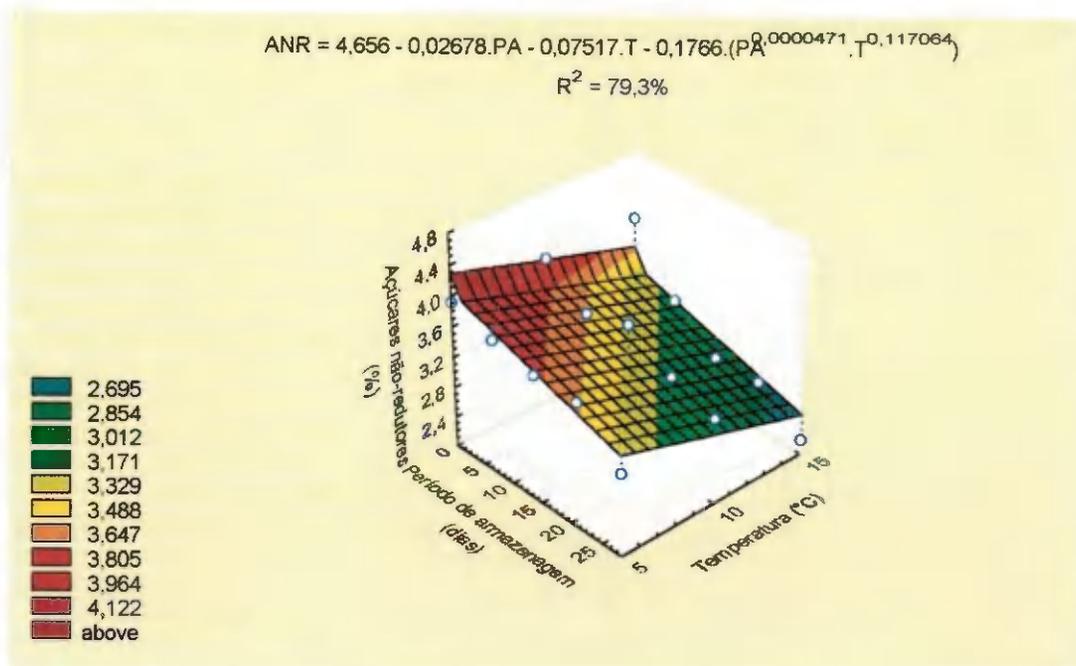


FIGURA 27 – Valores médios dos açúcares não-redutores (ANR) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

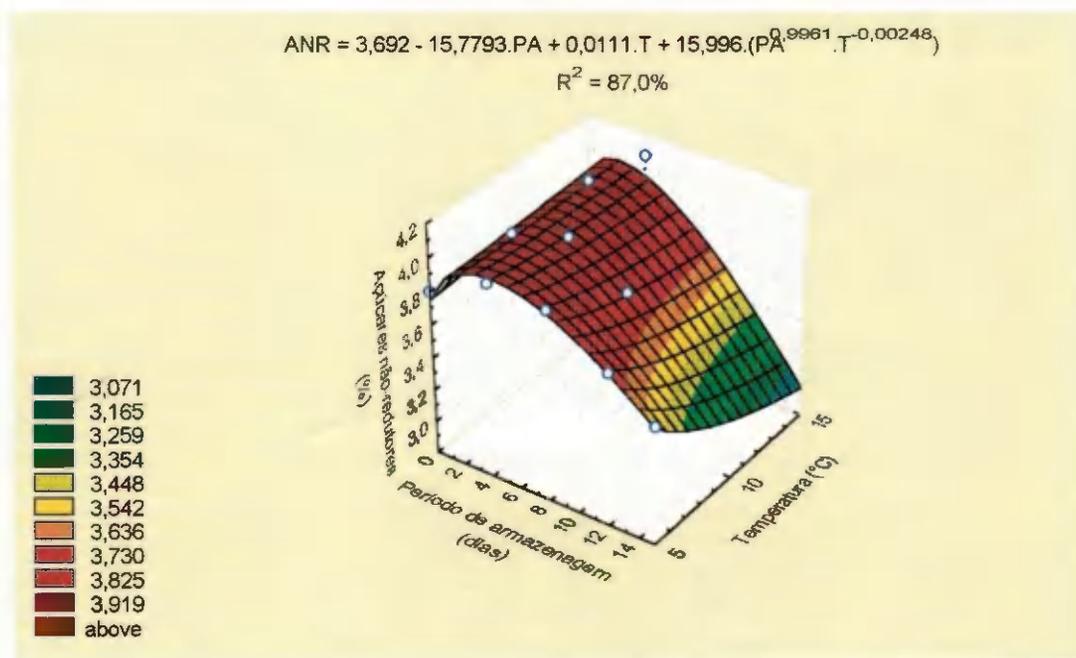


FIGURA 28 – Valores médios dos açúcares não-redutores (ANR) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

4.2.6. Açúcares totais

Os valores médios dos açúcares totais dos umbus semi-maduro e maduro, no início do armazenamento, foram 8,37 e 7,44%, respectivamente, e estão próximos aos encontrados por SOUZA e CATÃO (1970) e BISPO (1989) que obtiveram valores de 8,34 e 7,95% respectivamente, e são inferiores aos de GUIMARÃES e PECHNIK (1956), Chaves citado por BISPO (1989), FRANCO (1982) e GRANJA (1985), que encontraram valores de 12,70, 9,29, 10,60 e 8,92% respectivamente, e superiores aos determinados por GUEDES e ORIA (1978) que observaram um valor de 4,95%.

Nas Figuras 29 e 30, estão as alterações dos teores de açúcares totais dos umbus semi-maduros e maduros, durante o período de armazenagem às temperaturas de 5, 10 e 15°C, descrevendo uma superfície de resposta côncava com coeficientes de determinação de 89,6% e 84,1%, respectivamente. Constatou-se um aumento nos açúcares totais dos umbus semi-maduros, armazenados à temperatura de 10 e 15°C, de 8,37 para 8,80 e 9,09%, respectivamente, aos 14 dias de armazenamento, devido as alterações fisiológicas e consequentemente, o amadurecimento do fruto, e posteriormente uma redução decorrente do consumo das reservas internas que ocorre nesta fase, onde o fruto já completou sua fase de maturação. O aumento dos açúcares totais foi maior nos umbus semi-maduros, armazenados à 15°C, contudo na temperatura de 10°C, esses aumentos foram menores, uma vez que a maturação do fruto nesta temperatura ocorreu mais lentamente. Os frutos semi-maduros, armazenados à temperatura de 5°C, tiveram um pequeno aumento de 8,37 para 8,51% aos 14 dias de armazenagem, e em seguida esses valores diminuíram. Nos frutos maduros, verificou-se um aumento desses açúcares nos frutos mantidos à temperatura de 5 e 10°C de 7,44 para 7,93 e 7,60%, respectivamente, aos 8 dias de armazenamento, decorrente da elevada perda de peso que houve nesses frutos, e em seguida houve o decréscimo desses valores. Os frutos armazenados à temperatura de 15°C, tiveram um aumento de 7,44 para 7,73% aos 4 dias de armazenagem, porém a infecção microbiana causou a deterioração total do produto, não sendo possível observar a diminuição dos açúcares totais após este período.

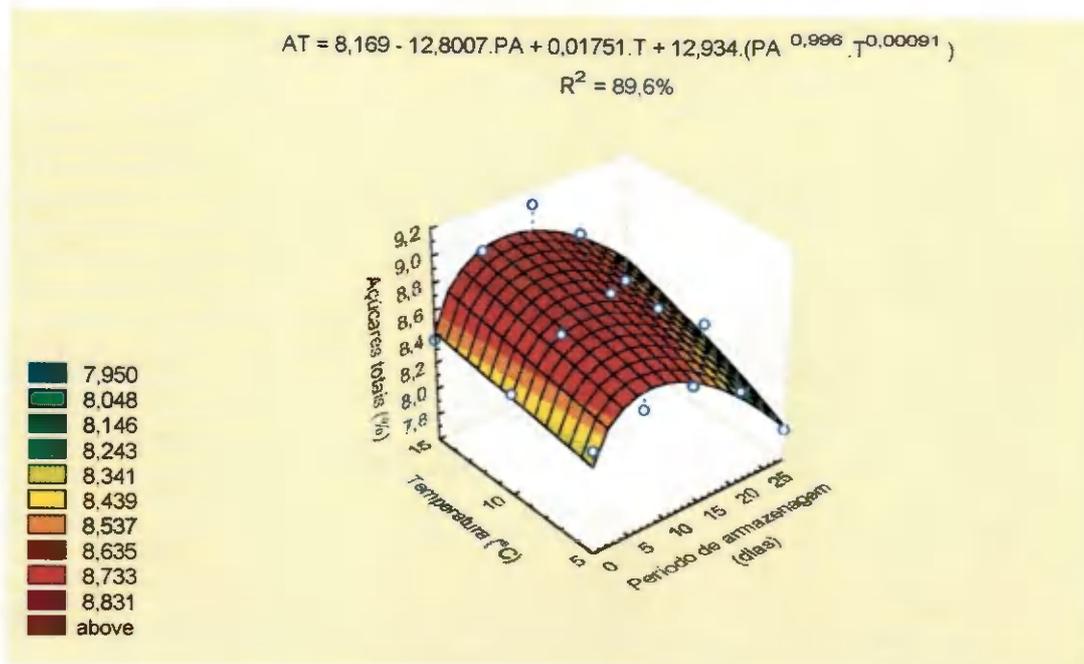


FIGURA 29 – Valores médios dos açúcares totais (AT) de umbus semi-maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

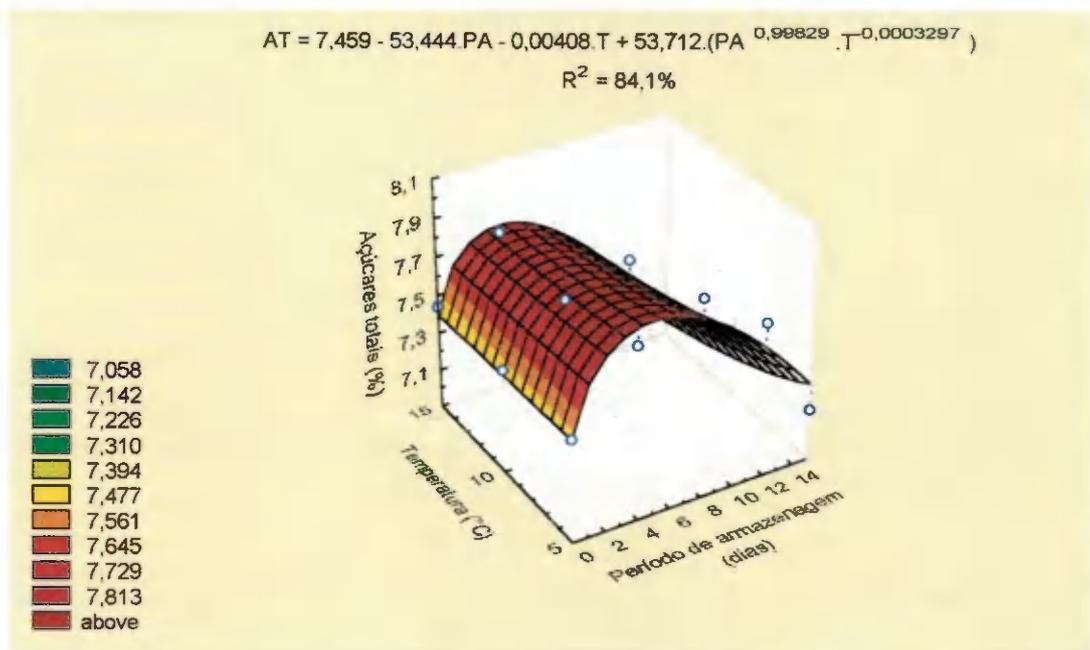


FIGURA 30 – Valores médios dos açúcares totais (AT) de umbus maduros, durante o período de armazenamento (PA) à temperatura (T) de 5, 10 e 15°C

4.3. Efeito do armazenamento na incidência de injúrias causadas pelo frio (*chilling injury*) nos frutos de umbu semi-maduro e maduro

Durante o armazenamento, verificou-se alterações na coloração dos umbus semi-maduros, armazenados à temperatura de 5°C, caracterizando um amadurecimento anormal que pode ser observado na Figura 31. Este fato está de acordo com BLEINROTH (1995) quando afirma que, de um modo geral, os frutos maduros são menos sensíveis ao frio, estando estes, menos susceptíveis aos danos fisiológicos do que os imaturos. Os frutos semi-maduros, armazenados à temperatura de 10°C e 15°C, tiveram um amadurecimento normal, e não apresentaram nenhum sintoma de dano provocado pelo frio. Quanto aos frutos maduros, não foi observado nenhum dano quando mantidos à temperatura de 5, 10 e 15°C. Este tipo de injúria causada pelo frio também foi observado por COLLINS e TISDELL (1995) quando estudou a influência da temperatura e do tempo de armazenagem na conservação do caqui. Os autores observaram que temperatura abaixo de 5°C causam danos aos frutos. Segundo BOTREL (1994), a sensibilidade do fruto às injúrias causadas por baixas temperaturas, é influenciada pela sua composição química, que por sua vez, depende do tamanho do fruto, estágio de maturação, condições climáticas e diferenças varietais. Essas alterações, provocadas pelo frio, na aparência do fruto podem levar a rejeição do produto pelo consumidor.



FIGURA 31 – Umbus semi-maduros com injúrias provocados pelo frio

4.4. Efeito do armazenamento no aparecimento de fungos

Durante o período de armazenamento, foram observados a ocorrência de fungos nos umbus semi-maduros e maduros, pertencentes aos gêneros *Colletotrichum*, *Sphaceloma*, *Penicillium* e *Cladosporium* (APÊNDICE D, Figura 38D). Os dois primeiros são responsáveis por doenças, a antracnose e a verrugose, respectivamente, em diversas espécies frutíferas (BLEINROTH, 1995; GALLI *et al.*, 1980). Espécies de *Penicillium* ocorrem principalmente após a colheita e também são responsáveis por podridões em frutos (BLEINROTH, 1995; VALBENITO, 1998). Quanto ao *Cladosporium*, algumas espécies causam doenças em campo (GALLI *et al.*, 1980), porém, no material pós-colheita, são considerados contaminantes (NEGAARD, 1978; FREIRE, 1998).

O tratamento fitossanitário dos umbus semi-maduros e maduros, foi realizado com o fungicida benomyl, em concentrações recomendadas na literatura (1g/l), mas não foi possível o controle total desses fungos durante o período de armazenamento. Vários produtos fungicidas garantem a completa eficiência do tratamento no controle da infecção fúngica, no entanto, são altamente tóxicos com poder residual bem maior do que o fungicida utilizado neste trabalho, capazes de prejudicar a saúde humana. BLEINROTH (1995) relata que inúmeros fungicidas têm sido testados no tratamento pós-colheita de mamão, mas os que tiveram melhor eficácia foram: benomyl 1g/l; tiofanato metílico 1g/l e thiabendazol 4-8g/l.

O aparecimento de fungos nos umbus semi-maduros e maduros, durante o armazenamento, foi maior na temperatura de 15°C, contudo, a incidência de fungos nos frutos armazenados à temperatura de 5°C, foi bem reduzido quando comparado às temperaturas de 10 e 15°C. De acordo com GAVA (1979), quanto mais baixa for a temperatura, mais reduzido será o desenvolvimento microbiano.

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- Ao final do armazenamento do umbu semi-maduro conservado à temperatura de 5°C, houve uma redução do seu diâmetro maior, intermediário, menor, médio e do volume em 2,86%; 2,06%; 6,52%; 3,77% e 7,22%, respectivamente. Para a temperatura de 10°C, essa redução do diâmetro maior, intermediário, menor, médio e do volume foi de 1,56%; 3,86%; 2,31%; 1,88% e 2,91%, respectivamente, e para a temperatura de 15°C essas reduções foram de 3,68%; 2,74%; 4,63%; 3,78% e 6,56%, respectivamente;
- Ao final do armazenamento do umbu maduro, conservado à temperatura de 5°C, houve uma redução do seu diâmetro maior, intermediário, menor, médio e do volume de 3,7%; 6,8%; 11,42%, 7,11% e 12,92%, respectivamente. Para a temperatura de 10°C a redução do diâmetro maior, intermediário, menor, médio e do volume foi de 0,86%; 1,32%; 3,96%; 1,98% e 7,4%, respectivamente, e para a temperatura de 15°C essas reduções foram de 1,83%; 6,64%; 2,59% e 10,81%, com exceção do diâmetro intermediário que manteve-se praticamente inalterado;
- As alterações da esfericidade média dos umbus semi-maduros e maduros armazenados à 5, 10 e 15°C são pequenas até os 15 dias de armazenamento, com exceção do fruto maduro mantido à 15°C, que teve uma redução de 3,88%. Aos 30 dias de armazenamento, a esfericidade dos frutos semi-maduros sofreu um aumento de 2,93% quando conservados à 5°C, e os frutos maduros mantidos nesta temperatura tiveram sua esfericidade de 86,19% praticamente inalterada;
- A massa específica dos umbus semi-maduros sofreu uma pequena diminuição aos 15 dias de armazenamento, quando conservados à 5 e 15°C, enquanto à 10°C não houve alterações nesse período. No fruto maduro armazenado à temperatura de 10 e 15°C houve um aumento de 3,14% e 1,66%, respectivamente, aos 15 dias, e os frutos mantidos à temperatura de 5°C sofreram um pequeno aumento (1,29%) depois de 15 dias de armazenamento;
- A perda de peso do umbu semi-maduro, ao final de 30 dias do armazenamento, à temperatura de 5, 10 e 15°C, foi de 4,28%, 12,08% e 19,27%, respectivamente, e para o fruto

maduro foi de 3,96%, 2,98% e 2,27% após 15, 9 e 3 dias de armazenamento, respectivamente;

- A consistência do umbu semi-maduro, armazenado à temperatura de 5 e 10°C, apresentam uma perda de 76,9% e 45% aos 30 dias de armazenamento, respectivamente, e os frutos mantidos à 15°C perderam totalmente sua consistência nesse período, e para o fruto maduro houve perda total da consistência aos 3 dias quando mantidos à 15°C, e para as temperaturas de 5 e 10°C, essa perda ocorreu aos 9 dias de armazenamento;
- A coloração dos umbus semi-maduros armazenados à temperatura de 10 e 15°C foi alterada nos primeiros 15 dias de armazenamento, devido ao processo de amadurecimento do fruto, e à temperatura de 5°C a coloração foi irregular indicando injúria aos frutos causadas pelo frio. Os frutos maduros tiveram pequenas alterações na sua coloração, quando submetidos às temperaturas de 5, 10 e 15°C;
- Os níveis de acidez nos umbus semi-maduros e maduros, armazenados à temperatura de 5, 10 e 15°C, apresentam uma tendência de aumento com o aumento do período de armazenamento estudado e de diminuição com o aumento da temperatura;
- O pH dos umbus semi-maduros e maduros tendem a diminuir com o aumento do período de armazenamento estudado. Para o frutos semi-maduros esta diminuição ocorre com uma tendência de aumento do pH com a diminuição da temperatura de 15 para 5°C, e para os frutos maduros essa diminuição se verifica com uma tendência de aumento do pH com o aumento da temperatura;
- Os sólidos solúveis totais dos umbus semi-maduros, armazenados à temperatura de 5, 10 e 15°C, variaram em torno de 10,24 e 11,18°Brix entre 12 e 18 dias de armazenamento, e em seguida houve o decréscimo desses valores, e os frutos maduros tiveram seus valores reduzidos ao final do armazenamento em 9,0%;
- Os açúcares redutores dos umbus semi-maduros, aumentam até os 7 dias de armazenamento, e depois desse período tendem a manter-se constante, sendo que estes açúcares redutores diminuem com a diminuição da temperatura. Nos umbus maduros, tendem a aumentar até o 8º dia, decrescendo em seguida;

- Os açúcares não-redutores dos umbus semi-maduros e maduros tiveram uma tendência de decréscimo, durante o período de armazenamento estudado, à temperatura de 5, 10 e 15°C;
- Os açúcares totais dos umbus semi-maduros e maduros tendem a aumentar até os 14 e 8 dias, respectivamente, com subsequente decréscimo, e tendem a diminuir com a diminuição da temperatura de 15 para 5°C;
- Os umbus semi-maduros são melhor conservados à temperatura de 10°C, por um período de 30 dias aproximadamente, pois à 5°C sofrem injúria pelo frio e à temperatura de 15°C são infestados por fungos;
- Os umbus maduros se conservam melhor à temperatura de 5°C, com possibilidade de conservação por um período de 15 dias, pois à 10 e 15°C ocorre infestação fúngica logo nos primeiros 15 dias de armazenamento;
- Os gêneros de fungos identificados nos umbus semi-maduros e maduros, durante o período de armazenamento à temperatura de 5, 10 e 15°C, foram o *Colletrotichum*, *Cladosporium*, *Sphaceloma* e *Aspergillus*;
- A maior incidência de fungos nos umbus semi-maduros e maduros, durante o período de armazenamento, ocorreu à temperatura de 15°C.

Sugestões para futuros trabalhos:

- Testar outros tipos de produtos fungicidas, em diferentes dosagens, no processo de lavagem da fruta;
- Determinar o poder residual do fungicida nos frutos, no período final de armazenamento;
- Utilizar outras embalagens nas frutas, durante o armazenamento refrigerado;
- Armazenar o umbu, em temperaturas intermediárias a 5 e 10°C, com umidades relativas inferiores à utilizada neste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRACEM. A horticultura precisa crescer. *Circuito Agrícola*. v.5, n.16, p.1-10. 1997.
- ALVES, R.E. Características das Frutas para exportação. In: NETTO, A.G.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E.C.G.; BLEINROTH, E.W.; FREIRE, F. das C.O.; MENEZES, J.B.; BORDIN, M.R.; SOBRINHO, R.B.; ALVES, R.E. **Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. MAARA/SDR – Brasília : EMBRAPA - SPI, 1996. 30p. (EMBRAPA – SPI. Publicações Técnicas FRUPEX, 21).
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 12.ed. Washington : edited by William Horwitz. 1975. 1142p.
- ARTES, F.; SANCHES, J.J.; ESCRICHE, A.; MARIN, J.G. Influence of some paraffin and fungicide treatments during cold storage of lemons. In: International Congress of Refrigeration, 16, Paris. **Resumo...** 1983. v.3, p.363-368.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo : Nobel, 1993. 114p.
- BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated general of imperfect fungi**. Minneapolis : Burgess Publish, 1972. 242p.
- BEN-ARIE, R.; ZUTKHI, Y. Extending the storage life of Fuyu persimmon by modified-atmosphere packaging. *HortScience*. v.27, n.7, p.811-813, 1992.
- BISPO, E. da S. **Estudo dos produtos industrializáveis do umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara)**. Fortaleza : UFCE, 1989. 118p. (Tese Mestrado)
- BLEINROTH, E.W. Condições de armazenamento e sua operação. In: BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M.; ARDITO, E.F.G.; CASTRO, J.V. de; SPAGNOL, W.A.; NEVES FILHO, L.C. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas : ITAL, p.155-166. 1988a.
- BLEINROTH, E.W. Determinação do Ponto de Colheita das Frutas. In: BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M.; ARDITO, E.F.G.; CASTRO, J.V. de; SPAGNOL, W.A.; NEVES FILHO, L.C. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas : ITAL, p.1-19. 1988b.
- BLEINROTH, E.W. Colheita e tratamentos. In: GAYET, J.P.; BLEINROTH, E.W.; MATTALLO, M.; GARCIA, E.E.C.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; BORDIN, M.R. **Goiaba para exportação: Procedimentos de colheita e pós-colheita**. MAARA/SDR – Brasília : EMBRAPA – SPI, 1995. 37p. (EMBRAPA – SPI. Publicações Técnicas FRUPEX, 15).
- BLEINROTH, E.W. Colheita e beneficiamento. In: GONGATTI NETTO, A.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; GARCIA, E.E.C.; BLEINROTH, E.W.; MATTALLO, M.; CHITARRA, M.I.F.; BORDIN, M.R. **Goiaba para exportação: Procedimentos de colheita e**

- pós-colheita.** MAARA/SDR. Brasília : EMBRAPA – SPI, 1996. 35p. (EMBRAPA – SPI. Publicações Técnicas FRUPEX, 20).
- BLEINROTH, E.W. Colheita e beneficiamento. In: GAYET, J.P.; BLEINROTH, E.W.; MATTALLO, M.; GARCIA, E.E.C.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; BORDIN, M.R. **Abacate para exportação: Procedimentos de colheita e pós-colheita.** MAARA/SDR. Brasília : EMBRAPA – SPI, 1995. 37p. (EMBRAPA – SPI. Publicações Técnicas FRUPEX, 15).
- BOTREL, B. Sistemas de armazenamento. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte. v.17, n.180, p.9-13, 1994.
- BRAGA, R. Imbu. In: **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará.** Fortaleza : Fundação Guimarães Duque, 1976. p.284-286. (Coleção Mossoroense, 42).
- CALVELO F., A. Teoría y fundamentos de la refrigeration y almacenamiento refrigerado de carnes. In: KASAHARA G., I. **Tópicos en transferencia de calor y propiedades Termofísicas en refrigeration y congelacion de alimentos.** Chile : Universidad Católica Valparaíso, 1986. Cap.2, p.29-59.
- CAMPOS, R.P.; BERTHIER, L.J.; HONÓRIO, S.L. Controle pós-colheita das podridões fúngicas em mamão (*Carica papaya* L.). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26, Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande : UFPB/SBEA, 1997. (Publicação em CD).
- CARRARO, A.F.; CUNHA, L.M. **Manual de exportação de frutas.** Brasília : MAARA – SDR – FRUPEX/IICA, 1994. 254p.
- CARVALHO, R.I.N. de; MANICA, I. Influência de estádios de maturação e condições de armazenamento na conservação da acerola (*Malpighia Glabra* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v.29, n.5, p.681-688. maio, 1994.
- CASTRO, J.V. de; PARK, K.J. Conservação pós-colheita de uvas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26, Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande : UFPB/SBEA, 1997. (Publicação em CD).
- CAZÉ FILHO, J. **Propagação vegetativa do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) por estaquia.** Areia : UFPB, 1983. 48p. (Tese Mestrado)
- CHEFTEL, J.C.; CHEFTEL, H.; BESANÇON, P. Métodos de conservación. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos.** Zaragoza : Ed. Acribia, 1989. v.2, cap.7, p.173-299.
- CHITARRA, M.I.F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, v.17, n.179, p.8-18, 1994.
- CHITARRA, M.I.F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. BOREM, F.M.; CHITARRA, A.B. **Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas.** Poços de Caldas : UFLA/SBEA, 1998. Cap.1, p.1-58.

- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras : ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- COLLINS, R.J.; TISDELL, J.S. The influence of storage time and temperature on chilling injury in Fuyu and Suruga persimmon (*Diospyros kaki* L.) grow in subtropical Australia. **Postharvest Biology and Tecnology**. v.6, n.1/2, p.149-157, 1995.
- CORRÊA, M.P. Umbuzeiro. In: **Dicionário das Plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro : Ministério da Agricultura, IBDF. v.6, p.336. 1978.
- CORRÊA, P.C. Avaliação destrutiva e não-destrutiva de qualidade de produtos vegetais. In: BOREM, F.M.; CHITARRA, A.B. **Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas**. Poços de Caldas : UFLA/SBEA, 1998. Cap.2, p.59-82.
- CRUCEFIX, D. Postharvest loss through physiological disorder. **Syllabus of the "Post Harvest Fruit, Vegetable and Root Crop Technology"**. London : Tropical Development and Research Institute, 1986. 10p.
- DUQUE, J.G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 2ª ed. Banco do Nordeste do Brasil, 1973. 238p.
- ECKERT, J.W. Posthavest diseases of fresh fruits and vegetables: etiology and control. In: HAARD, N.F.; SALUNKHE, D.K. (Ed.). **Symposium posthavest biology and handling of fruits and vegetables**. Westpost : AVI, 1975. p.81-117.
- ECKERT, J.W.; SOMMER, N.F. Control of diseases of fruits and vegetables by postharvest treatment. **Ann. Rev. Phytopath.** n.5, p.391-432, 1967.
- EZZEL, D.B.; WILCOX, M.; DEMAREE, K.D. Vegetable Storage Phisiological and Biochemical effects of Storage Humity on Sweet Potatoes. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.4, n.7, p.640-644. 1959.
- FISHER, W.B.; VAN DUYNE, F.O. Effect of variations in blanching on quality of frozen brocoli, Snap beans and spinach. **Food Research**, v.17, n.4, p.315-325. 1952.
- FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos (S.A.P.S.)** Biblioteca Brasileira de Nutrição, 1982. 173p.
- FREIRE, F.C.O. Fungos associados à deterioração de amêndoas de castanhas de cajueiro no Brasil. **Fitopatologia brasileira**. 23 (Suplemento), p.200. ago. 1998.
- GALLI, F.; CARVALHO, P. de C.T. de; TOKESHI, H.; BALMER, E.; KIMATI, H.; CARDOSO, C.O.N.; SALGADO, C.L.; KRÜGNER, T.L.; CARDOSO, E.J.B.N.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo : CERES, v.2, 1980. 587p.
- GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. 2ª-ed. São Paulo : Editora Nobel, 1979. 283p.
- GOMES, P.F. **Mundo agrícola**. São Paulo, SP, 1965. v.14, n.159, p.94-97.

- GOMES, J.B.; SILVA, H.; SILVA, A.Q. da; FARIAS, MARIA A. de A. **Observações sobre pragas e doenças do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) na região do Cariri paraibano** – Comunicação técnica. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 8, Brasília, 1986. **Anais...** Brasília : S.B.F./EMBRAPA, 1986. v.7, p.463-467.
- GONÇALVES, F. das C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Vida útil pós-colheita de melão 'Piel de Sapo' armazenado em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, v.14, n.1, maio. 1996.
- GRANJA, M.L.B.B. **Efeito de métodos de preservação e tempo de estocagem na qualidade dos sucos simples de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) e mangaba (*Mancornia speciosa* Muell.)**. João Pessoa : UFPB, 1985. 102p. (Tese Mestrado)
- GUEDES, Z.B.L. e ORIÁ, H.F. Valor nutritivo de frutos comestíveis do Ceará. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, RJ, v.59, p.91-97, 1978.
- GUERRA, P. de B. O umbuzeiro. In: **A Civilização da Seca**, 1981. p.186-88.
- GUIMARÃES, L.R.; PECHNIK, E. **Contribuição ao estudo dos alimentos da região Amazônica**. In: Umbu e seu suco. **Revista Brasileira de Farmácia**. Rio de Janeiro, 1970. p.335-53.
- HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de florestarias y viveros**. Costa Rica : IICA, 1988. 150p.
- HOEHNE, P.F. **Frutas iudígenas**. São Paulo : Instituto de Botânica, 1979. 88p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 2 ed. São Paulo, 1976. v.1, 371p.
- JIMENEZ-CUESTA, M.; MARTINEZ-JAVEGA, J.M.; CUQUERELLA, J. Plastic individual seal-packaging of Spanish citrus fruit. **International Congress of Refrigeration**, 16. Paris, **Resumo...** v.3, 1983. p.251-257.
- KADER, A.A. Postharvest biology and technology; an overview. In: KADER, A.A.; KASMI-RE, R.F.; MITCHELL, F.G.; REID, M.S.; SOMMER, N.F.; THOMPSON; J.F. **Postharvest tecnology of horticultural crops**. Davis : University of California, 1985. p.3-7.
- KADER, A.A. Postharvest biology and technology; an overview. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest tecnology of horticultural crops**. 2.ed. Oakland : University of California, 1992. 320p.
- LEWIS, C.E. The maturity of avocados: a general review. **Journal of the Science and Food Agriculture**. London, v.29, p.857-866, 1978.
- LIMA, D. de A. **Imbuzeiro. Plantas das caatingas**. Rio de Janeiro : Academia Brasileira de Ciências, 1989. p.166-169.
- MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; TANGO, J.S.; CANTO, W.L. do. **Abacate: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas : ITAL, 1978. 212p. (ITAL. Frutas Tropicais, 1).

- MEDINA, V.M. Colheita e pós-colheita do Fruto da manga. **Bôas Manga: produção e comercialização**. Vitória da Conquista : Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, 1992. p.86-91.
- MENDES, B.V. **Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.): importante fruteira do semi-árido**. Coleção Mossoroense. Série C - v.164. 1990, 67p.
- MICCOLIS, V.; SALTVEIT, M.E. Influence of storage period and temperature on the postharvest characteristics of six melon (*Cucumis melo* L., inodorus Group) cultivars. **Postharvest Biology and Tecnology**. v.5, p.211-219, 1995.
- MITCHELL, F.G.; GUILLOU, R.; PARSONS, R.A. **Commercial cooling of fruits and vegetables**. Davis : CA. California Agricultural Experiment Station, Extension Service. 1972. 44p.
- MOHAMED, E.S.; EL-ZALAKI, E.M.; ABO-BAKR, T.M. Effect of cold storage on the quality of Tioga strawberry. **Alexandria Journal of Agricultural Research**. Alexandria, Egypt, v.31, n.3, p.171-182, 1988.
- MOHSENIN, N.N. **Termal properties of foods and agricultural materials**. New York, NY: Gordon and Breach Pub. Inc. 1980. 407p.
- MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York, NY : Gordon and Breach Pub. Inc. 1978. 742p.
- MOURA, M.A. de; LOPES, L.C.; CARDOSO, A.A.; MIRANDA, L.C.G. de. Efeito da embalagem e do armazenamento no amadurecimento do caqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.32, n.11, p.1105-1109, nov. 1997.
- NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London : The Mc-Millan Press, 1979. 839p.
- NELSON, K.E. **Transpiration from fresh fruits and vegetables. Syllabus of the postharvest physiology and handling of horticultural commodities Course**. University of California, Davis, CA, U.S.A., 1979. 13p.
- NELSON, K.E. **Physiological disorders of fresh fruits and vegetables, in "PostHarvest Physiology and handling of horticultural commodities course"** University of California, Davis, CA, U.S.A. 3p. 1979.
- NING, B.; KUBO, Y.; INABA, A.; NAKAMURA, R. Effects of storage temperature on the occurrence of *chilling injury* and storage life in chinese pear Yali. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**. Okayama, Japan. v. 61, n.2, p.461-467. 1992.
- OLIVA, P.B. **Estudo do armazenamento da acerola *in natura* e estabilidade do néctar de acerola**. Campinas : UNICAMP. 1995, 103p. (Tese Mestrado)
- ORTIZ-CAÑAVATE, J.; CARRERES, R.; LACEDA, J. **Influência del tiempo de recolección sobre la conservación frigorífica de la manzana**. Madrid, Spain : INIA, 1975. p.55-66. (INIA. Tecnologia agrária, 2).

- PANTÁSTICO, E.B. **Postharvest physiology and Utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. The A.V.I. Publications., Conn., 1985. 560p.
- PANTÁSTICO, E.B.; CHATTOPADHYAY, T.K.; SUBRAMANYAM, H. Almacenamiento y operaciones comerciales de almacenaje. In: PANTÁSTICO, E.B. **Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales**. México: Continental, 1979. p.375-405.
- PIMENTEL, G.R. **Fruticultura brasileira**. São Paulo : Biblioteca rural, 1973. p.426-428.
- PIRES, I.E.; OLIVEIRA, V.R. de. Estrutura floral e sistema reprodutivo do umbuzeiro. **Pesquisa em andamento**, Petrolina, PE : EMBRAPA, n.50, jun. 1986.
- QUEIROZ, A.J. de M. **Propriedades físicas e pré-resfriamento de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara)**. Campina Grande : UFPB, 1994. 145p. (Dissertação Mestrado)
- RANGANNA, S. **Manual of analysis of fruit and vegetable products**. Central Food Technological Research Institute Mysore. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. 1977. 634p.
- ROCHA, J.L.V.; SPAGNOL, W.A. **Armazenamento de gêneros e produtos alimentícios**. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. São Paulo, SP. p.227-271, S.D.
- SAUCEDO-VELOZ, C.; ESPARZA-TORRES, F.; LAKSHMINARAYANA, S. Effect of refrigerated temperatures on the incidence of chilling injury and reopening quality of mango fruit. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**. v.90, p.205-210, 1977.
- SCOTT, K.J.; GANDANEGARA, S. Effect of temperature on the storage life of bananas held in polyethylene bags with ethylene absorbent. **Tropical Agriculture**. v.51, n.1, p.23-26, 1974.
- SANKAT, C.K.; BALKISSOON, F. The effect of packaging and refrigeration on the shelf life of the carambola. **ASEAN-Food-Journal**. University of the West Indies, St. Augustine, Trinidad, West Indies. v.7, n.2, p.114-117. 1992.
- SIGRIST, J.M.M. Respiração. In: BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M. M.; ARDITO, E.F.G.; CASTRO, J.V. de, SPAGNOL, W.A.; NEVES FILHO, L.C. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas : ITAL, 1988. p.1-19.
- SILVA, A.Q. da; SILVA, M.A. da G.O. Observações morfológicas e fisiológicas sobre *Spondias tuberosa*. Arr. Cam. In: Congresso Nacional de Botânica, 25, Mossoró, 1974. **Anais...** Recife, Sociedade Botânica do Brasil, 1976. p.5-15.
- SILVA, C.M.M. de S.; PIRES, I.E.; SILVA; H.D. da. **Caracterização do fruto do umbuzeiro**. Petrolina, PE : EMBRAPA, 1987. 17p. (EMBRAPA. Boletim de pesquisa, 34).
- SILVA, J. de S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora – MG : Instituto Maria, 1995. 509p.
- SPAGNOL, W.A.; SIGRIST, J.M.M. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas, SP : ITAL, 1992. (ITAL. Manual Técnico, 9).

- SOUZA, A.H. de; CATÃO, D.D. Umbu e seu suco. **Revista Brasileira de Farmácia**. p.335-353, nov/dez, 1970.
- SUDENE, **Valor nutritivo e o aproveitamento industrial das frutas regionais**. Recife, 1971. (Relatório Final do Convênio Sudene/Ministério da Agricultura).
- THOMAS, P.; JOSHI, M.R. Reduction of chilling injury in ripe Alphonso mango in cold storage by temperature conditioning. **International Journal of Food Science & Technology**. v.23, n.5, p.447-455. 1988.
- VALDEBENITO-SANHUEZA, R.N. Controle biológico de doenças de frutos em pós-colheita. **Fitopatologia brasileira**. 23(Suplemento), p.201-202. ago. 1998.
- VASQUES-OCHOA, R.I.; COLINAS LEON, M.T. Changes in guavas of three maturity stages in response in temperature and relative humidity. **Hortscience**, Alexandria, v.25, n.1, p.86-87, jan. 1990.
- VIEIRA, G. **Influência da temperatura e do tempo de armazenamento na conservação do abacate (*Persea americana* Mt.)**. Viçosa : UFV, 1985. 45p. (Tese Mestrado)
- VIEIRA, G.; VIÉGAS, P.R.A. Fisiologia e Manejo pós-colheita do abacate. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.179, p.27-32, 1994.

APÊNDICE A

METODOLOGIAS ANALÍTICAS

1) Determinação da acidez titulável

Pesar 10 gramas da amostra e transferir para um erlenmeyer de 250 ml, adicionar 90 ml de água destilada. Adicionar 3 - 4 gotas de fenolftaleína e titular a amostra com solução de NaOH 0,1N até o aparecimento de uma leve coloração rósea persistente. Anotar o volume gasto e calcular a acidez, expressa em percentagem de ácido cítrico, de acordo com a equação abaixo:

$$\text{Acidez (\% de ácido cítrico)} = \frac{V \times N \times F \times \text{Eq. (ácido)} \times 100}{A \times 1000}$$

onde:

V - volume de NaOH 0,1N gasto na titulação.

N - normalidade do titulante

F - fator de correção da normalidade do NaOH

Eq.(ácido) - Equivalente-grama do ácido cítrico - 64

A - amostra (ml ou g)

2) Determinação do pH

Foi determinado pelo Método Potenciométrico, que consiste em calibrar o potenciômetro com as duas soluções-tampão (pH-4,0 e 7,0), a 20°C. Imergir o eletrodo no becker que contém a amostra e fazer a leitura direta. Expressando o resultado em unidade de pH.

3) Determinação dos sólidos solúveis totais (SST)

A determinação dos sólidos solúveis totais (SST) foi feita através de um refratômetro manual de marca ATAGO, colocando-se uma ou duas gotas do suco da polpa no prisma e fazendo-se uma leitura direta em °Brix, com correção de temperatura.

4) Determinação de açúcares redutores

Pesar 10g da amostra em um becker de 50ml, adicionar cerca de 40ml de água destilada e agitar com um bastão de vidro. Transferir a amostra para um balão volumétrico de 100ml, adicionar 5ml de acetato de chumbo saturado, para clarificar a amostra, completar o volume do balão com água destilada e filtrar em papel de filtro seco para um erlenmeyer. Adicionar solução de oxalato de potássio 22% no filtrado até precipitar todo o excesso de chumbo, e

filtrar novamente em papel de filtro seco. Este filtrado é chamado de solução a. Pipetar 5 ml de cada uma das soluções de licor de Fehling (A e B) e transferir para um erlenmeyer de 250ml, adicionar 40ml de água destilada e aquecer mantendo em ebulição por 4 minutos. Transferir a solução a para uma bureta de 25ml e titular sobre o licor de Fehling em presença de azul de metileno 1% (2 a 3 gotas), até o descoramento da coloração azul (formação de um precipitado vermelho tijolo).

Anotar o volume gasto e calcular a percentagem de açúcares redutores, em glicose, de acordo com a equação abaixo:

$$\text{Açúcares redutores (\%)} = \frac{F \times DIL \times 100}{V}$$

onde:

F - fator de equivalência do licor de Fehling

D - diluição da amostra

V - volume gasto na titulação

5) Determinação de açúcares totais

Pipetar 50ml da solução a, e transferir para um balão volumétrico de 100ml. Adicionar 5ml de HCl concentrado com uma proveta. Aquecer em banho-maria a 68-70°C, por 10 minutos, mantendo esta temperatura. Resfriar o balão, e neutralizar a amostra com solução de NaOH 40% até pH próximo de 7. Completar o volume do balão com água destilada. Essa solução é chamada de b. Transferir a solução b para bureta de 25ml e proceder como descrito para os açúcares redutores.

Anotar o volume gasto e calcular a percentagem de açúcares totais de acordo com a equação abaixo:

$$\text{Açúcares totais (\%)} = \frac{F \times DIL \times 100}{V}$$

onde:

F - fator de equivalência do licor de Fehling

DIL - diluição da amostra

V - volume gasto na titulação

6) Determinação de açúcares não-redutores

$$\text{Açúcares não-redutores (\%sacarose)} = (\text{Açúcares totais} - \text{Açúcares redutores}) \times 0,95$$

APÊNDICE B

TABELA 1B - Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados à 5°C, no início do armazenamento

Período inicial de armazenamento (P=0)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	20,94	34,08	31,58	31,18	32,28	19,81	33,57
2	18,40	34,22	28,60	28,56	30,46	17,52	32,22
3	13,82	30,74	27,76	26,40	28,30	12,95	29,13
4	21,59	35,20	32,50	32,06	33,25	20,24	33,81
5	17,36	33,00	28,44	28,16	29,87	16,26	31,43
6	12,91	30,00	27,76	26,54	28,10	12,11	28,49
7	16,29	31,48	30,10	28,74	30,11	15,36	30,84
8	12,97	30,82	27,30	25,30	27,81	12,18	28,55
9	15,12	31,24	28,90	27,62	29,25	14,31	30,12
10	13,90	30,86	27,70	26,30	28,29	12,96	29,14
Total	163,3	321,64	290,64	280,86	297,72	153,7	307,3
Média	16,33	32,16	29,06	28,09	29,77	15,37	30,73
D. Padrão	3,17843	1,805960	1,770569	2,1711451	1,833768	3,02649	1,986186

TABELA 2B - Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados à 5°C, após 15 dias de armazenamento

Após 15 dias de armazenamento (P=15 dias)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	20,65	33,58	31,94	30,00	31,84	19,53	33,41
2	18,06	33,40	28,46	28,08	29,98	17,06	31,94
3	13,66	30,12	27,08	25,82	27,67	12,84	29,05
4	21,31	34,48	31,70	30,04	32,07	20,21	33,79
5	17,07	32,66	28,92	27,62	29,73	15,98	31,25
6	12,71	29,60	27,18	26,18	27,65	11,99	28,40
7	16,09	31,36	29,08	27,94	29,46	15,24	30,76
8	12,80	30,60	27,30	25,12	27,67	12,10	28,48
9	14,86	30,78	28,56	27,00	28,78	14,12	29,99
10	13,56	30,00	27,26	24,96	27,41	12,67	28,92
Total	160,77	316,58	287,48	272,76	292,26	151,74	305,99
Média	16,077	31,65	28,75	27,28	29,23	15,17	30,60
D. Padrão	3,14375	1,732857	1,786149	1,8158267	1,719866	2,99931	1,978981

TABELA 3B - Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados à 5°C, após 30 dias do armazenamento

Após 30 dias de armazenamento (P=30 dias)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	19,77	33,38	32,18	29,00	31,52	18,37	32,74
2	15,47	33,10	27,20	24,60	28,30	14,15	30,00
3	13,36	30,10	27,26	25,46	27,61	12,61	28,88
4	20,53	34,10	31,92	29,26	31,76	18,89	33,04
5	16,26	32,26	28,80	26,54	29,20	15,02	30,61
6	12,44	29,40	26,88	25,90	27,39	11,70	28,17
7	15,65	30,84	29,10	27,50	29,15	14,83	30,48
8	12,50	29,70	27,10	25,00	27,27	11,90	28,32
9	14,15	29,94	27,70	26,30	27,98	13,33	29,42
10	12,75	29,60	26,42	22,90	26,31	11,80	28,25
Total	152,88	312,42	284,56	262,46	286,49	142,6	299,91
Média	15,29	31,24	28,46	26,25	28,65	14,26	29,99
D. Padrão	2,90619	1,790579	2,066877	1,9586174	1,797594	2,60354	1,769353

TABELA 4B - Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados à 10°C, no início do armazenamento

Período inicial de armazenamento (P=0)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	19,14	33,68	31,26	29,52	31,49	18,07	32,56
2	12,71	29,46	26,92	25,72	27,37	11,82	28,26
3	14,84	31,80	27,96	27,06	28,94	14,05	29,94
4	16,84	32,96	29,10	28,30	30,12	15,86	31,17
5	17,67	31,78	29,60	28,80	30,06	16,69	31,71
6	18,94	33,80	31,28	29,24	31,44	17,71	32,34
7	18,26	33,84	30,84	28,36	31,03	17,24	32,05
8	20,48	34,56	32,20	30,72	32,49	19,49	33,39
9	17,28	31,74	30,18	28,22	30,05	15,98	31,25
10	19,16	33,16	31,26	29,76	31,39	18,05	32,54
Total	175,32	326,78	300,60	285,70	304,38	164,96	315,21
Média	17,53	32,68	30,06	28,57	30,44	16,50	31,52
D. Padrão	2,29732	1,501094	1,665786	1,4175487	1,476834	2,22211	1,488015

TABELA 5B - Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados à 10°C, após 15 dias de armazenamento

Após 15 dias de armazenamento (P=15 dias)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	18,69	33,38	30,36	29,30	31,01	17,60	32,27
2	12,33	29,08	26,38	24,76	26,74	11,54	28,04
3	14,56	31,80	27,18	27,16	28,71	13,76	29,73
4	16,35	32,12	29,14	26,96	29,41	15,32	30,81
5	16,92	31,80	28,80	28,22	29,61	15,87	31,18
6	18,62	33,14	30,64	28,08	30,62	17,43	32,17
7	17,84	33,40	29,84	28,06	30,43	16,77	31,76
8	20,10	34,30	31,48	30,36	32,05	19,05	33,13
9	16,93	31,56	29,96	27,70	29,74	15,72	31,08
10	18,36	32,08	30,42	28,50	30,33	17,00	31,90
Total	170,7	322,66	294,20	279,10	298,65	160,06	312,07
Média	17,07	32,27	29,42	27,91	29,86	16,01	31,21
D. Padrão	2,25568	1,481712	1,591840	1,4855526	1,436742	2,13351	1,45018

TABELA 6B - Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados à 15°C, no início do armazenamento

Período inicial de armazenamento (P=0)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	14,20	30,88	28,18	27,56	28,87	13,19	29,31
2	14,77	30,66	29,36	26,80	28,94	13,78	29,74
3	14,91	31,58	27,04	27,00	28,54	13,76	29,73
4	16,15	31,74	29,30	29,22	30,09	15,07	30,64
5	18,03	33,22	30,40	29,62	31,08	17,10	31,96
6	17,70	31,70	29,72	28,86	30,09	16,42	31,53
7	19,18	33,40	30,58	29,66	31,21	17,88	32,44
8	14,62	29,96	28,50	27,86	28,77	13,58	29,60
9	16,43	32,90	29,32	28,50	30,24	15,30	30,80
10	15,90	31,98	29,44	27,96	29,79	14,91	30,54
Total	161,89	318,02	291,84	283,04	297,62	150,99	306,29
Média	16,19	31,80	29,18	28,30	29,76	15,10	30,63
D. Padrão	1,66095	1,126072	1,049647	1,0321843	0,956089	1,60014	1,069657

TABELA 7B - Características físicas dos umbus semi-maduros armazenados à 15°C, após 15 dias do armazenamento

Após 15 dias de armazenamento (P=15 dias)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	13,25	30,16	27,38	26,12	27,89	12,32	28,65
2	14,13	30,40	28,10	26,28	28,26	13,33	29,42
3	14,00	31,00	27,20	26,66	28,29	12,76	28,99
4	15,03	30,64	28,80	26,80	28,75	14,18	30,03
5	17,15	30,82	28,96	28,76	29,51	16,07	31,31
6	16,33	30,50	29,06	28,00	29,19	15,19	30,73
7	17,94	31,90	29,56	28,50	29,65	16,93	31,86
8	13,55	28,80	27,70	26,10	27,53	12,63	28,89
9	14,80	31,30	28,10	25,94	28,45	13,83	29,78
10	14,84	30,80	28,92	26,80	28,84	13,89	29,82
Total	151,02	306,32	283,78	269,96	286,36	141,13	299,48
Média	15,10	30,63	28,38	26,99	28,64	14,11	29,95
D. Padrão	1,56060	0,809894	0,793778	1,0418701	0,685488	1,52451	1,063242

TABELA 8B - Características físicas dos umbus maduros armazenados à 5°C, no início de armazenamento

Período inicial de armazenamento (P=0)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	14,67	31,60	27,90	26,60	28,70	13,54	29,57
2	18,27	34,10	29,80	28,20	30,70	17,32	32,10
3	12,83	30,62	25,74	25,54	27,30	12,07	28,46
4	16,06	32,40	29,94	27,16	29,83	15,16	30,71
5	14,07	31,74	26,84	26,82	28,47	12,98	29,16
6	15,82	31,96	29,12	28,20	29,76	14,94	30,56
7	15,94	33,46	28,50	27,96	29,97	15,00	30,60
8	13,26	30,10	26,64	25,94	27,56	12,13	28,51
9	14,92	31,24	29,30	27,36	29,30	13,85	29,79
10	14,90	31,58	28,64	27,64	29,29	13,87	29,81
Total	150,74	318,80	282,42	271,42	290,88	140,86	299,27
Média	15,07	31,88	28,24	27,14	29,09	14,09	29,93
D. Padrão	1,56505	0,014142	0,523259	0,7353910	1,081591	1,58783	1,110396

TABELA 9B - Características físicas dos umbus maduros armazenados à 5°C, após 15 dias de armazenamento

Após 15 dias de armazenamento (P=15 dias)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	13,67	31,00	26,18	24,10	27,09	12,21	28,57
2	17,93	33,48	28,44	27,08	29,67	16,75	31,74
3	12,58	30,24	24,84	24,82	26,63	11,79	28,24
4	15,63	31,54	27,54	25,22	28,10	14,39	30,18
5	13,64	30,82	26,00	24,74	27,19	12,32	28,65
6	15,47	31,06	28,02	26,76	28,61	14,51	30,26
7	15,58	32,44	27,42	27,14	29,00	14,43	30,20
8	11,88	30,04	25,40	23,40	26,28	10,64	27,29
9	14,60	30,64	27,00	25,78	27,81	13,43	29,49
10	14,61	31,00	27,32	25,50	27,94	13,41	29,48
Total	145,59	312,26	268,16	254,54	278,32	133,88	294,1
Média	14,56	31,22	26,81	25,46	27,83	13,39	29,41
D. Padrão	1,73575	1,036534	1,166373	0,9899494	1,067081	1,74124	1,270442

TABELA 10B - Características físicas dos umbus maduros armazenados à 5°C, após 30 dias de armazenamento

Após 30 dias de armazenamento (P=30 dias)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	11,43	30,24	26,30	21,92	26,15	10,46	27,13
2	17,30	33,44	28,36	26,48	29,43	15,90	31,20
3	11,87	30,00	24,46	23,36	25,94	11,17	27,73
4	14,36	31,24	27,80	24,80	27,95	13,26	29,37
5	12,31	30,58	25,08	23,10	26,25	11,33	27,87
6	14,06	30,80	27,70	26,10	28,20	12,94	29,13
7	14,98	32,16	26,90	26,60	28,55	13,81	29,77
8	9,24	28,46	23,64	18,44	23,51	8,58	25,40
9	13,77	29,36	26,38	25,60	27,11	12,68	28,93
10	13,66	30,76	26,58	24,00	27,11	12,53	28,82
Total	132,98	307,04	263,20	240,40	270,2	122,66	285,35
Média	13,30	30,70	26,32	24,04	27,02	12,27	28,53
D. Padrão	2,20805	1,393374	1,521840	1,4707821	1,675271	2,00551	1,59194

TABELA 11B - Características físicas dos umbus maduros armazenados à 10°C, no início do armazenamento

Período inicial de armazenamento (P=0)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	17,69	31,38	29,86	29,32	30,19	16,83	31,79
2	21,16	35,70	31,72	31,00	32,81	20,03	33,69
3	11,79	29,64	25,88	25,14	26,89	11,19	27,75
4	17,46	32,82	30,10	28,06	30,33	16,65	31,68
5	16,94	32,62	29,22	28,74	30,19	16,10	31,33
6	13,32	27,58	27,50	26,92	27,33	12,66	28,92
7	12,59	30,08	25,76	25,44	27,09	12,12	28,50
8	14,40	31,80	27,60	26,80	28,73	13,72	29,70
9	13,53	30,26	26,66	26,14	27,69	12,82	29,04
10	12,94	30,98	25,84	25,12	27,31	12,38	28,70
Total	151,82	312,86	280,14	272,68	288,56	144,5	301,1
Média	15,18	31,29	28,01	27,27	28,86	14,45	30,11
D. Padrão	2,98821	2,184125	2,097025	1,9728422	1,956301	2,81066	1,899444

TABELA 12B - Características físicas dos umbus maduros armazenados à 10°C, após 15 dias de armazenamento

Após 15 dias de armazenamento (P=15 dias)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro Menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	15,84	31,36	29,30	27,86	29,51	15,35	30,83
2	20,70	35,34	31,24	29,46	32,01	18,43	32,77
3	10,80	28,22	24,60	24,12	25,65	9,62	26,39
4	16,93	32,70	28,74	28,34	29,93	15,73	31,09
5	16,61	32,54	29,22	27,86	29,87	15,38	30,85
6	12,80	28,00	27,18	25,62	26,93	11,80	28,25
7	12,10	29,22	25,20	24,18	26,20	10,70	27,34
8	13,91	30,90	27,70	25,80	28,13	12,75	28,98
9	13,21	30,22	26,22	24,78	27,07	11,71	28,17
10	12,06	31,70	27,00	23,94	27,55	12,33	28,66
Total	144,96	310,20	276,40	261,96	282,85	133,8	293,33
Média	14,50	31,02	27,64	26,19	28,28	13,38	29,33
D. Padrão	2,99811	2,241725	2,034655	2,0206005	1,993363	2,72866	1,977052

TABELA 13B - Características físicas dos umbus maduros armazenados à 15°C, no início do armazenamento

Período inicial de armazenamento (P=0)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	12,96	30,96	27,00	25,20	27,72	12,10	28,48
2	13,49	30,96	27,22	25,74	27,97	12,58	28,85
3	16,71	32,96	28,34	27,64	29,51	15,70	31,07
4	15,51	30,74	27,76	27,50	28,67	14,41	30,19
5	14,16	32,00	26,10	25,90	28,00	13,10	29,25
6	12,74	29,76	25,76	25,66	27,06	12,05	28,44
7	10,89	28,34	24,52	24,18	25,68	10,10	26,82
8	14,00	30,64	27,78	26,76	28,39	13,32	29,41
9	15,17	31,34	27,60	27,42	28,79	14,10	29,98
10	16,62	32,46	29,68	27,52	29,89	15,73	31,09
Total	142,25	310,16	271,76	263,52	281,68	133,19	293,58
Média	14,22	31,02	27,18	26,35	28,17	13,32	29,36
D. Padrão	1,82508	1,329153	1,443785	1,1902642	1,208321	1,74275	1,305431

TABELA 14B - Características físicas dos umbus maduros armazenados à 15°C, após 15 dias de armazenamento

Após 15 dias de armazenamento (P=15 dias)							
Umbu	Peso (g)	Diâmetro maior (mm)	Diâmetro Intermed. (mm)	Diâmetro menor (mm)	Diâmetro Médio (a+b+c)/3 (mm)	Volume (cm ³)	Diâm. da esfera equivalente (mm)
1	12,17	29,60	26,10	24,38	26,69	10,73	27,36
2	12,97	30,14	27,46	24,82	27,47	11,79	28,24
3	15,73	32,46	29,38	28,44	30,09	14,20	30,04
4	12,08	29,06	28,54	21,86	26,49	10,88	27,49
5	13,09	31,10	26,30	23,92	27,11	11,62	28,10
6	12,00	29,84	26,20	25,24	27,09	11,83	28,27
7	9,45	28,78	25,20	20,00	24,66	8,57	25,39
8	13,04	30,40	27,10	25,00	27,50	11,90	28,32
9	14,47	30,80	27,30	26,38	28,16	12,99	29,16
10	13,97	32,30	29,10	26,00	29,13	14,29	30,11
Total	128,97	304,48	272,68	246,04	274,39	118,8	282,48
Média	12,90	30,45	27,27	24,60	27,44	11,88	28,25
D. Padrão	1,68645	1,243729	1,383207	2,3492372	1,484224	1,69246	1,377153

TABELA 15B - Esfericidade dos frutos semi-maduros e maduros, durante o período de armazenamento

Umbu semimaduro 5°C	Esfericidade (%)		
	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
1	92,4	91,3	87,1
2	86,9	80,9	89,8
3	86,7	87,8	90,4
4	89,6	90,2	91,4
5	87,8	89,6	95,2
6	84,1	86,8	89,5
7	89,6	91,8	94,2
8	84,3	87	88,6
9	90,4	89,1	91,6
10	87,9	89,7	88,5
Média	87,97	88,42	90,63
D. Padrão	2,626383	3,126162	2,54517

Umbu maduro 5°C	Esfericidade (%)		
	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
1	85,4	85,2	84,1
2	85,4	84,4	84,8
3	84,9	85	85,4
4	86,2	85,9	87
5	85,2	84,1	82,1
6	88,9	87,9	90,1
7	83,9	85,9	85,2
8	83,7	84,4	83,3
9	97,7	91,3	89,3
10	86,7	87,8	87,8
Média	86,8	86,19	85,91
D. Padrão	4,1055518	2,2352976	2,590774

Umbu semimaduro 10°C	Esfericidade (%)		
	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
1	93,5	91	-
2	87,5	88	-
3	85	86,7	-
4	86,5	87,2	-
5	86,5	87,2	-
6	88,2	86,4	-
7	85,1	89,9	-
8	90,3	86,7	-
9	89,9	89,6	-
10	91	85,2	-
Média	88,35	87,79	-
D. Padrão	2,771382	1,81931	-

Umbu maduro 10°C	Esfericidade (%)		
	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
1	91,9	88,6	-
2	84,7	86,6	-
3	86,1	88,5	-
4	89,9	87,5	-
5	87,8	90	-
6	93,6	94,6	-
7	83,1	87,3	-
8	86	85,2	-
9	86,7	89,1	-
10	86,7	78,8	-
Média	87,65	87,62	-
D. Padrão	3,2469644	3,9877033	-

Umbu semi- maduro 15°C	Esfericidade (%)		
	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
1	89	90,2	-
2	88,2	91,3	-
3	89,3	86,9	-
4	90,5	91,5	-
5	89	91	-
6	93	90,6	-
7	90,2	91	-
8	90,4	90	-
9	88,8	87,3	-
10	90,7	92,6	-
Média	89,91	90,24	-
D. Padrão	1,37554	1,8081298	-

Umbu maduro 15°C	Esfericidade (%)		
	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
1	86,7	84,3	-
2	85,7	87,9	-
3	86,7	82,4	-
4	88,4	75,9	-
5	84,9	84,7	-
6	92,6	87,5	-
7	87	87,2	-
8	86,2	85,9	-
9	87,2	88,2	-
10	90,9	78,3	-
Média	87,63	84,23	-
D. Padrão	2,3926043	4,2119011	-

TABELA 16B - Massa específica dos frutos semi-maduros e maduros, durante o período de armazenamento

Umbu semimaduro 5°C	Massa específica (g/cm ³)		
	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
1	1,06	1,05	1,07
2	1,05	1,05	1,09
3	1,07	1,06	1,06
4	1,07	1,05	1,09
5	1,07	1,06	1,08
6	1,07	1,05	1,06
7	1,06	1,05	1,05
8	1,06	1,05	1,05
9	1,06	1,05	1,06
10	1,07	1,06	1,08
Média	1,064	1,053	1,069
D. Padrão	0,006992	0,0048305	0,015239

Umbu maduro 5°C	Massa específica (g/cm ³)		
	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
1	1,08	1,08	1,09
2	1,05	1,06	1,09
3	1,06	1,06	1,06
4	1,06	1,07	1,08
5	1,08	1,08	1,09
6	1,06	1,06	1,09
7	1,06	1,07	1,08
8	1,09	1,08	1,08
9	1,08	1,08	1,08
10	1,07	1,08	1,09
Média	1,069	1,072	1,083
D. Padrão	0,0128668	0,0091894	0,009487

Umbu semimaduro 10°C	Massa específica (g/cm ³)		
	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
1	1,06	1,05	-
2	1,07	1,06	-
3	1,06	1,05	-
4	1,06	1,06	-
5	1,06	1,05	-
6	1,07	1,06	-
7	1,06	1,06	-
8	1,05	1,05	-
9	1,08	1,07	-
10	1,06	1,06	-
Média	1,063	1,057	-
D. Padrão	0,008233	0,0067495	-

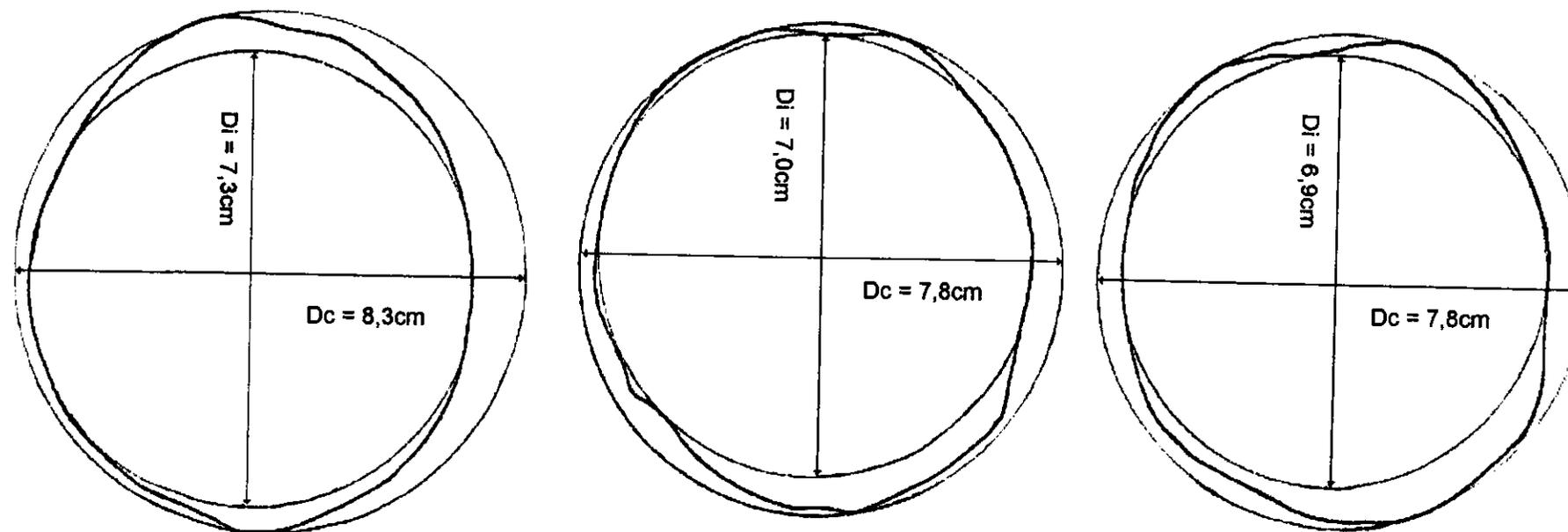
Umbu maduro 10°C	Massa específica (g/cm ³)		
	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
1	1,05	1,03	-
2	1,06	1,12	-
3	1,05	1,12	-
4	1,05	1,08	-
5	1,05	1,08	-
6	1,05	1,08	-
7	1,04	1,13	-
8	1,05	1,09	-
9	1,04	1,13	-
10	1,06	0,98	-
Média	1,05	1,084	-
D. Padrão	0,0066667	0,0478888	-

Umbu semimaduro 15°C	Massa específica (g/cm ³)		
	Período de armazenainento (dias)		
	0	15	30
1	1,08	1,05	-
2	1,07	1,05	-
3	1,08	1,06	-
4	1,07	1,05	-
5	1,05	1,05	-
6	1,08	1,05	-
7	1,07	1,04	-
8	1,08	1,05	-
9	1,07	1,04	-
10	1,07	1,05	-
Média	1,072	1,049	-
D. Padrão	0,009189	0,0056765	-

Umbu maduro 15°C	Massa específica (g/cm ³)		
	Período de armazenamento (dias)		
	0	15	30
1	1,07	1,13	-
2	1,07	1,1	-
3	1,06	1,1	-
4	1,08	1,11	-
5	1,08	1,13	-
6	1,06	1,01	-
7	1,08	1,1	-
8	1,05	1,09	-
9	1,07	1,11	-
10	1,06	0,98	-
Média	1,068	1,086	-
D. Padrão	0,010328	0,0501553	-

APÊNDICE C

FIGURA 32C - Esfericidade do umbu semi-maduro, no início do armazenamento (A), após 15 dias (B) e após 30 dias de armazenamento (C) à temperatura de 5°C



Esfericidade = ϕ = 87,9%

(A)

Esfericidade = ϕ = 89,7%

(B)

Esfericidade = ϕ = 88,5%

(C)

FIGURA 33C - Esfericidade do umbu semi-maduro, no início do armazenamento (A) , e após 15 dias (B) de armazenamento à temperatura de 10°C

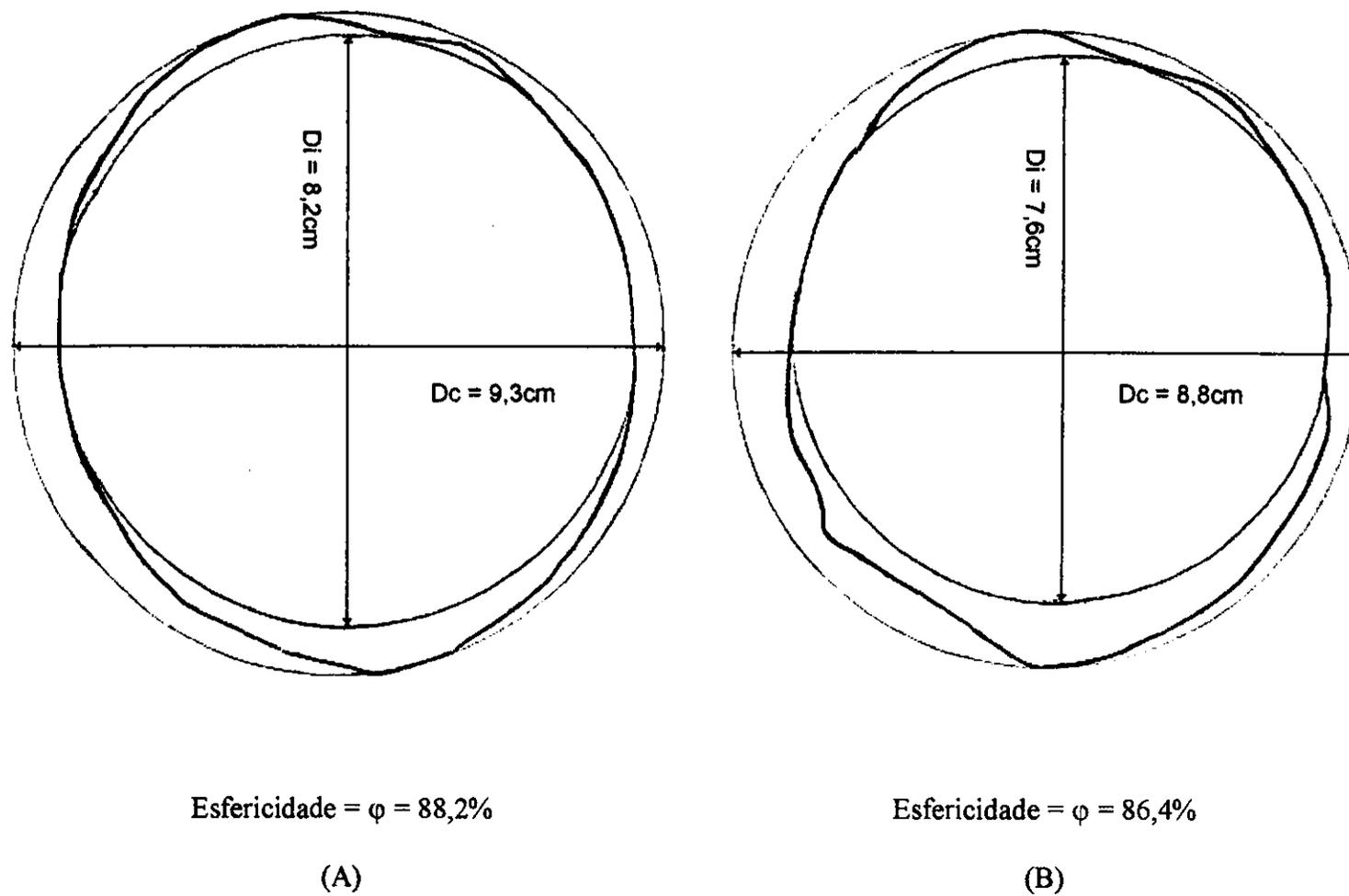


FIGURA 34C - Esfericidade do umbu semi-maduro, no início do armazenamento (A) , e após 15 dias (B) de armazenamento à temperatura de 15°C

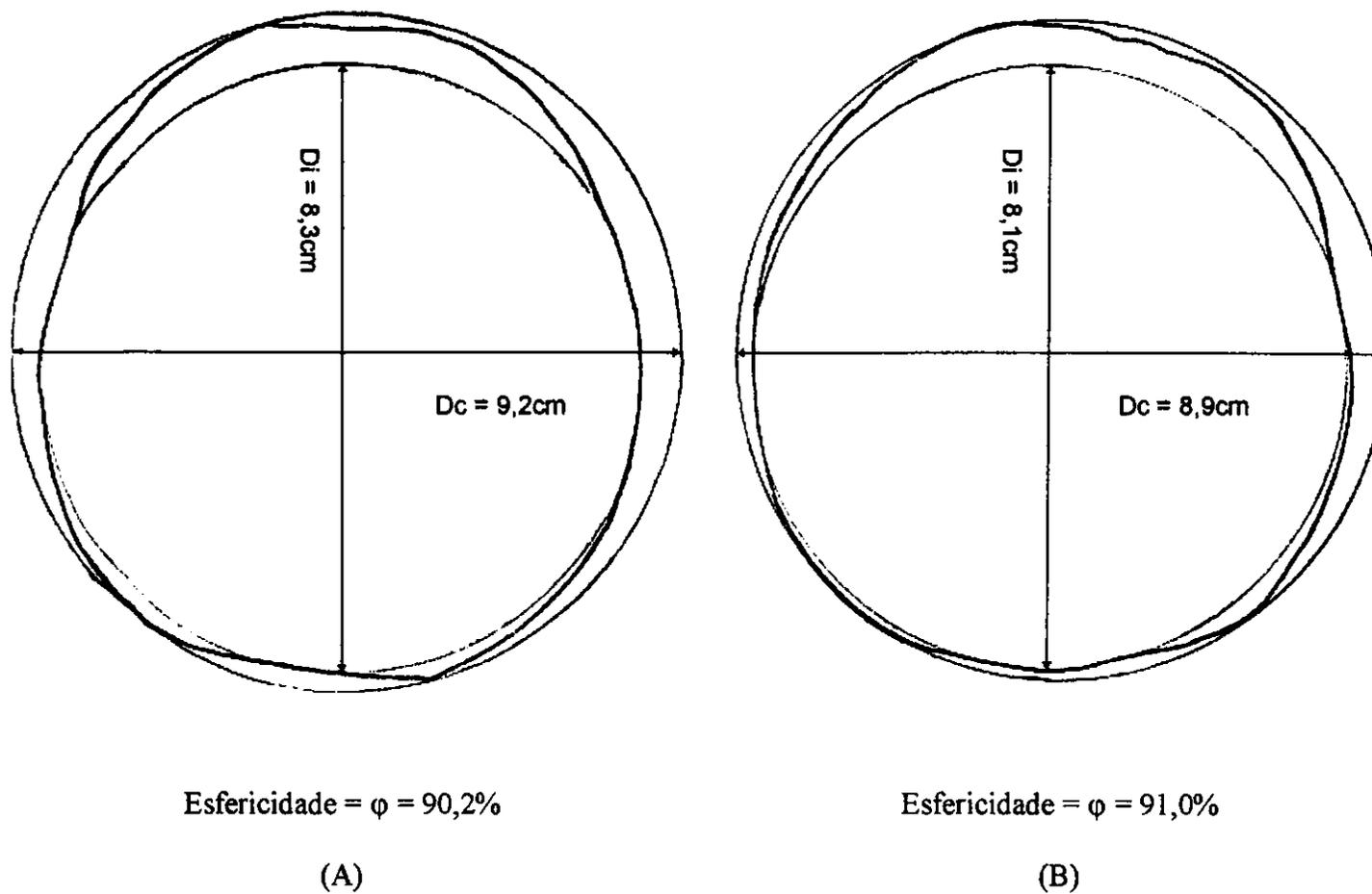
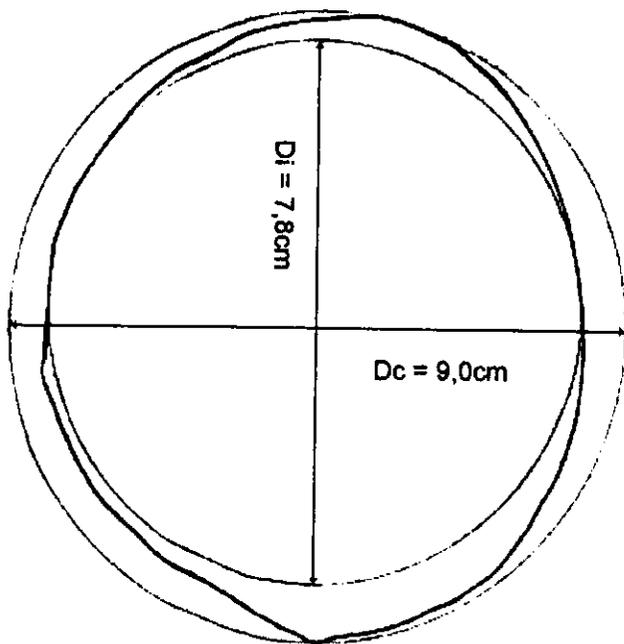
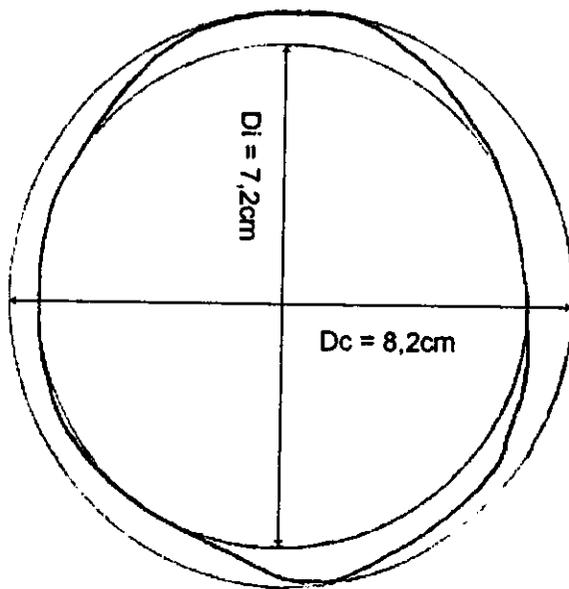


FIGURA 35C - Esfericidade dos umbu maduro, no início do armazenamento (A), após 15 dias (B) e após 30 dias (C) de armazenamento à temperatura de 5°C



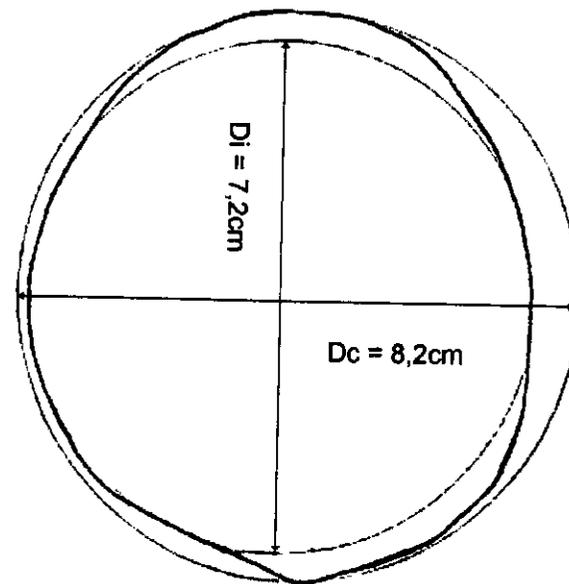
Esfericidade = φ = 86,7%

(A)



Esfericidade = φ = 87,8%

(B)



Esfericidade = φ = 87,8%

(C)

FIGURA 36C - Esfericidade dos umbu maduro, no início do armazenamento (A) , e após 15 dias (B) de armazenamento à temperatura de 10°C

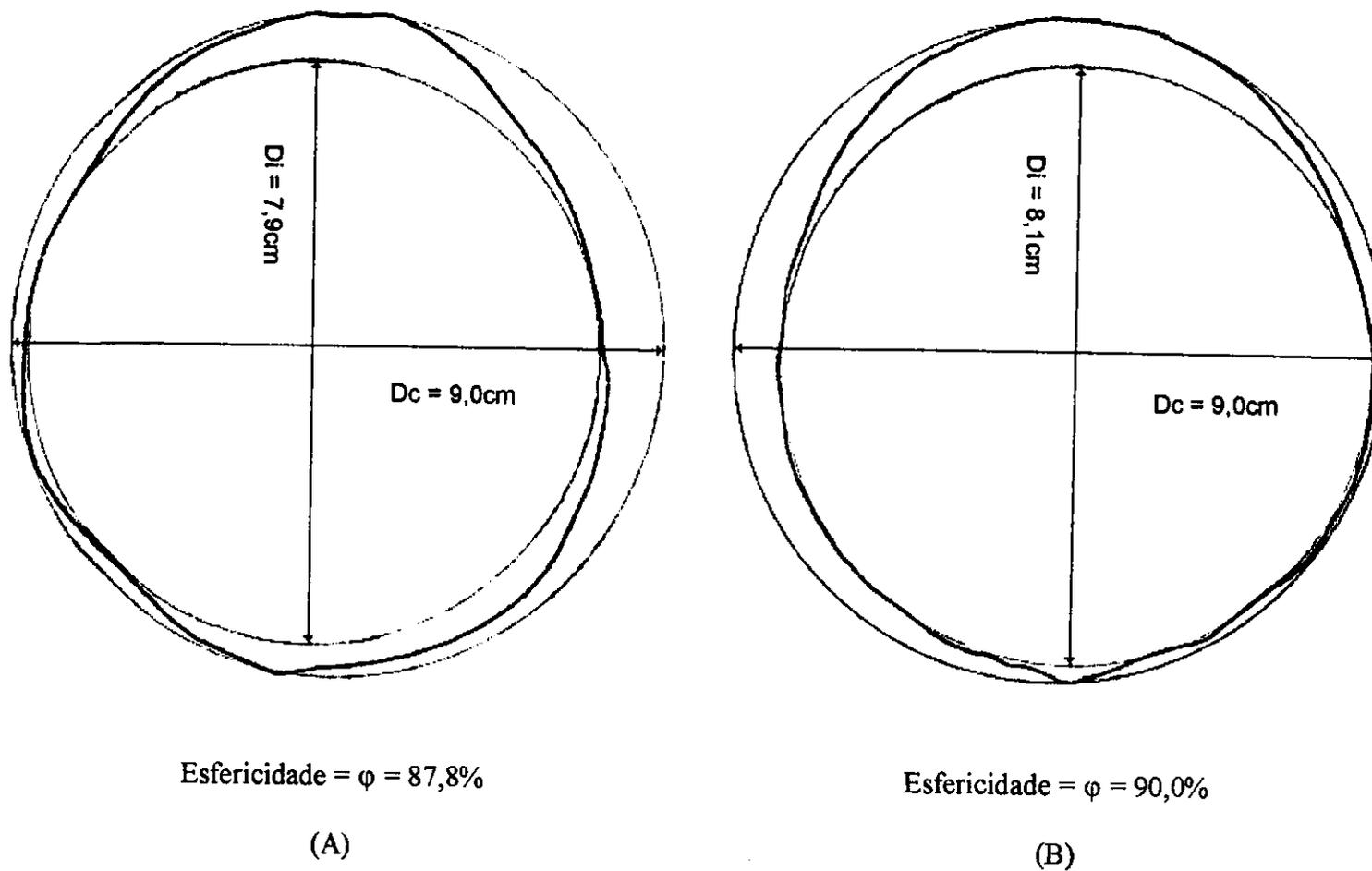
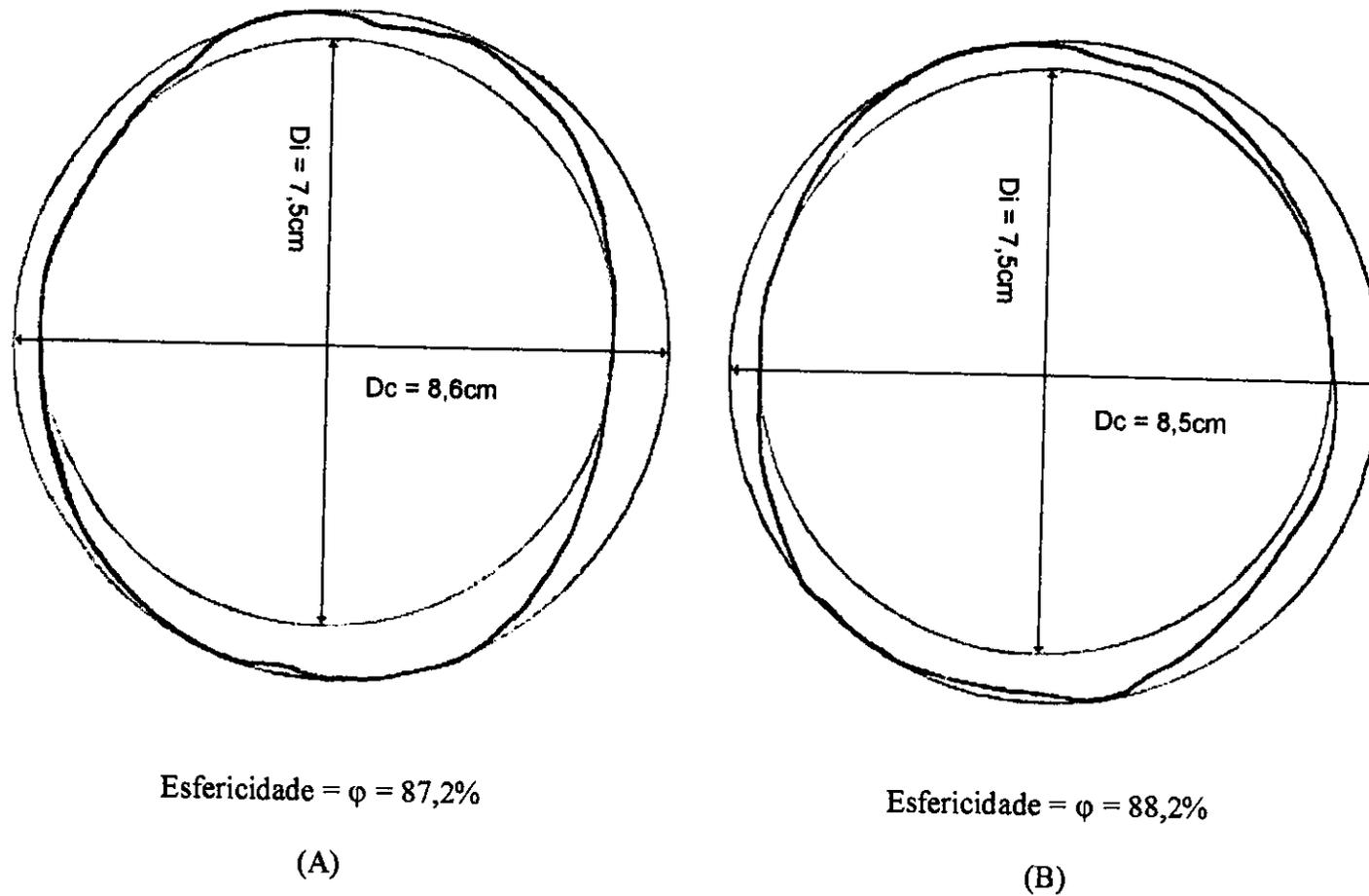
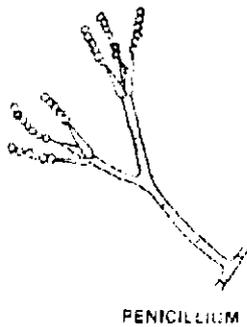


FIGURA 37C - Esfericidade dos umbu maduro, no início do armazenamento (A) , e após 15 dias (B) de armazenamento à temperatura de 15°C

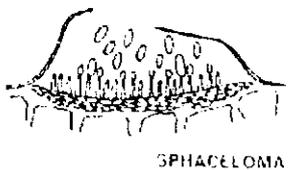


APÊNDICE D

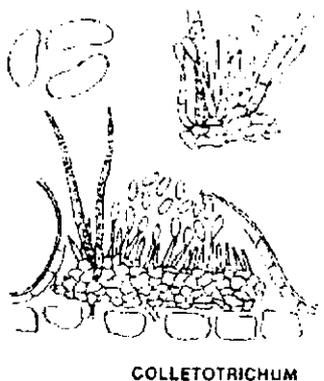
FIGURA 38D - Características morfológicas dos gêneros de fungos observados no umbu semi-maduro e maduro



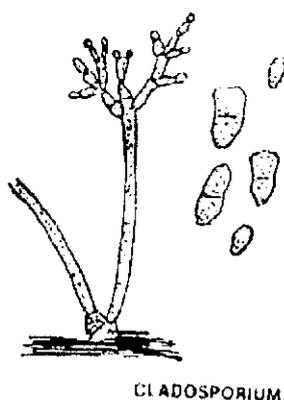
Conidióforos longos, ramificando-se na parte terminal. Conídios esféricos e catenulados produzidos em fiálides dispostas em número variável na ramificação terminal do conidióforo (conjunto lembra vassoura). Massa de conídios com coloração esverdeada.



Acérvulos circulares, conidióforo simples, produzindo conídios hialinos, ovais ou oblongos. Semelhante a *Colletotrichum*. Causa verrugose em vários hospedeiros.



Acérvulo circulares, conidióforos simples. Conídios hialinos, ovais a oblongos ou falcados. Massa de conídios com coloração rósea. Podem estar presentes no acérvulo setas longas, septadas e pigmentadas. Causa antracnose em vários hospedeiros.



Conidióforos escuros ramificando-se vigorosamente no topo ou acima da porção mediana. Conídios pigmentados, normalmente com um único septo e de forma variável: oval, cilíndrica ou irregular. Causa queima de *Cladosporium* em cucurbitáceas.

Fonte: GALLI *et al.* (1978)