



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AGRÍCOLA**

DISSERTAÇÃO

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ARMAZENAMENTO E
PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**ATIVIDADE DE ÁGUA E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE
POLPAS DE FRUTAS CONCENTRADAS**

EDÊNIA DINIZ

Campina Grande - Paraíba

Agosto - 2003

**ATIVIDADE DE ÁGUA E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM
POLPAS DE FRUTAS CONCENTRADAS**

EDÊNIA DINIZ

**Dissertação apresentada ao curso
de Pós-Graduação em Engenharia
Agrícola da Universidade Federal
de Campina Grande, como parte
dos requisitos necessários para a
obtenção do título de Mestre em
Engenharia Agrícola**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Armazenamento e Processamento de
Produtos Agrícolas**

**Orientadores: Prof^ª. Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo
Prof. Alexandre José de Melo Queiroz**

**Campina Grande - PB
Agosto – 2003**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA UFCG

Diniz, Edênia

D 585 a Atividade de água e condutividade elétrica em polpas de
2003 frutas concentradas / Edênia Diniz. – Campina Grande:
UFCG, 2003.

94 p.: il.

Dissertação (Mestrado). UFCG / CCT
Inclui bibliografia

1. Concentração 2. Temperatura 3. Frutas
I. Título

CDU: 634.4/6

DIGITALIZAÇÃO:

SISTEMOTECA - UFCG



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

EDÊNIA DINIZ

ATIVIDADE DE ÁGUA E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE
POLPAS DE FRUTAS CONCENTRADAS

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Rossana Maria F. de Figueiredo
Dra. Rossana Maria F. de Figueiredo-Orientadora

Aprovada

Alexandre José de Melo Queiroz
Dr. Alexandre José de Melo Queiroz-Orientador

APROVADA

J. M. S.
Dr. Francisco de Assis Santos e Silva-Examinador

APROVADA

Patricia Moreira Azoubel
Dra. Patricia Moreira Azoubel-Examinadora

Aprovada

AGOSTO - 2003

Dedico este Trabalho

A Deus.

Ao meu muito e sempre amado Marinaldo Elias Batista, meu namorado, amigo e companheiro, meu tudo em todas as horas por seu amor sincero e verdadeiro, seu carinho e disposição, sua colaboração e participação, sua paciência e compreensão para comigo e sua doce e infinita bondade.

A minha mãe, Maria do Socorro Diniz, irmãos Fátima Marilac e Damião Edme pelo amor, carinho, paciência e preocupação a mim dedicados.

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de todas as coisas;

A minha família, mãe Socorro, ao meu amor Marinaldo Elias, irmãos Fátima e Damião, sobrinhos Pablo e Rodolfo por estarem sempre ao meu lado, dando-me apoio e força para vencer as dificuldades encontradas no caminho;

Aos Professores Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo e Alexandre José de Melo Queiroz, pelas orientações, amizade, atenção, compreensão, dicas e apoio durante a realização desse trabalho;

À amiga e irmã Helen Lira Henriques Torres e sua mãe Dona Lenita que se tornou em Campina Grande, com muito respeito, minha segunda mãe. Agradeço de coração, a amizade, o carinho, o companheirismo, o apoio e as contribuições sinceras e incansáveis que encontrei em vocês, durante toda a jornada do curso de Mestrado;

Aos examinadores que fizeram parte da composição da banca: Prof. Dr. Francisco de Assis

Santos e Silva e a Pesquisadora Dr^a. Patrícia Moreira Azoubel, pela atenção e disponibilidade de tempo para comigo;

Aos amigos Taciana Walesca, Marcelo Muniz, Danielle Curvêlo, Milene Noronha, Claudécia Leite da Silva, Jeanne, Raimundo Nonato, Cira Belém, Francisca Marta, Ivonete, Pablicia, Lucicléia, Ranilda, Sckaymenn e Alessandra, pelas colaborações, amizade, parceria e alegrias vividas;

A todos os colegas e professores do mestrado, que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho;

À Dr^a Rosa da EMBRAPA Campina Grande-PB, por seu apoio e colaboração para utilização do refratômetro;

Às secretárias Rivanilda Diniz de Engenharia Agrícola e Cida, pela amizade, paciência e convivência;

A todos os funcionários do LAPPA Renato, Flávio, Antônio, Luizinho, Jaziel e Luciene pela amizade concedida e respeitada;

À colega Rivailda Vital, por sua colaboração e apoio para a realização da etapa, desse trabalho, ocorrida em João Pessoa – PB;

Aos professores Tarcísio, Artur, Tereza e ao colega Cândido e demais funcionários do Laboratório de Análise de Alimento da UFPB-João Pessoa, pela colaboração para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo geral.....	3
1.2. Objetivos específicos.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Acerola.....	4
2.2. Umbu-cajá.....	6
2.3. Sapoti.....	8
2.4. Melão.....	10
2.5. Umidade.....	12
2.6. Atividade de água (a_w).....	14
2.6.1. Métodos de determinação.....	18
2.6.1.1. Métodos diretos.....	18
2.6.1.1.1. Método de interpolação gráfica.....	18
2.6.1.1.2. Métodos gravimétricos.....	18
2.6.1.1.3. Método do equilíbrio isopiéstico.....	19
2.6.1.1.4. Método manométrico.....	20
2.6.1.2. Métodos indiretos.....	21
2.6.1.2.1. Higrômetro de fibra.....	21
2.6.1.2.2. Higrômetro elétrico.....	21
2.6.1.2.3. Método do ponto de orvalho.....	22
2.6.1.2.4. Medida da depressão do ponto de congelamento..	23
2.6.2. Atividade de água em alimentos.....	24
2.7. Condutividade elétrica (K_e).....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1. Matéria-prima.....	34
3.2. Processamento.....	34

3.3. Concentração.....	37
3.4. Sólidos totais / Umidade.....	37
3.5. Atividade de água (a_w).....	37
3.6. Condutividade elétrica.....	38
3.7. Análise dos dados.....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1. Caracterização da matéria-prima.....	40
4.1.1. Sólidos totais / umidade.....	40
4.1.1.1. Acerola.....	40
4.1.1.2. Umbu-cajá.....	42
4.1.1.3. Sapoti.....	44
4.1.1.4. Melão.....	46
4.2. Atividade de água.....	48
4.2.1. Acerola.....	48
4.2.2. Umbu-cajá.....	52
4.2.3. Sapoti.....	55
4.2.4. Melão.....	58
4.3. Condutividade elétrica.....	61
4.3.1. Acerola.....	61
4.3.2. Umbu-cajá.....	65
4.3.3. Sapoti.....	69
4.3.4. Melão.....	72
5. CONCLUSÕES.....	76
6. SUGESTÕES.....	78
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
APÊNDICE A.....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1.	Composição química da polpa de acerola.....	5
Tabela 2.2.	Composição química dos frutos e polpa de umbu-cajá.....	8
Tabela 2.3.	Composição química da polpa de sapoti.....	10
Tabela 2.4.	Composição química da polpa de melão.....	12
Tabela 4.1.	Valores médios de umidade e sólidos totais em polpa de acerola em suas diferentes concentrações.....	41
Tabela 4.2.	Valores médios de umidade e sólidos totais em polpa de umbu-cajá em suas diferentes concentrações.....	43
Tabela 4.3.	Valores médios de umidade e sólidos totais em polpa de sapoti em suas diferentes concentrações.....	45
Tabela 4.4.	Valores médios de umidade e sólidos totais em polpa de melão em suas diferentes concentrações.....	47
Tabela 4.5.	Análise de variância dos valores médios da atividade de água (a_w) da polpa de acerola.....	49
Tabela 4.6.	Valores médios da atividade de água em polpa de acerola para interação concentração x temperatura.....	50
Tabela 4.7.	Análise de variância dos valores médios da atividade de água (a_w) da polpa de umbu-cajá.....	52
Tabela 4.8.	Valores médios da atividade de água em polpa de umbu-cajá para interação concentração x temperatura.....	53
Tabela 4.9.	Análise de variância dos valores médios da atividade de água (a_w) da polpa de sapoti.....	55
Tabela 4.10.	Valores médios da atividade de água em polpa de sapoti para interação concentração x temperatura.....	56
Tabela 4.11.	Análise de variância dos valores médios da atividade de água (a_w) da polpa de melão.....	58
Tabela 4.12.	Valores médios da atividade de água em polpa de melão para interação concentração x temperatura.....	59
Tabela 4.13.	Análise de variância dos valores médios da condutividade elétrica da polpa de acerola.....	62

Tabela 4.14.	Valores médios da condutividade elétrica (mS/cm) em polpa de acerola para interação concentração x temperatura.....	63
Tabela 4.15.	Análise de variância dos valores médios da condutividade elétrica da polpa de umbu-cajá.....	65
Tabela 4.16.	Valores médios da condutividade elétrica (mS/cm) em polpa de umbu-cajá para interação concentração x temperatura.....	67
Tabela 4.17.	Análise de variância dos valores médios da condutividade elétrica da polpa de sapoti.....	69
Tabela 4.18.	Valores médios da condutividade elétrica (mS/cm) em polpa de sapoti para interação concentração x temperatura.....	71
Tabela 4.19.	Análise de variância dos valores médios da condutividade elétrica da polpa de melão.....	73
Tabela 4.20.	Valores médios da condutividade elétrica (mS/cm) em polpa de melão para interação concentração x temperatura.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1.	Fluxograma das operações realizadas para obtenção das polpas congeladas.....	35
Figura 4.1.	Correlação entre a umidade e os sólidos solúveis totais da polpa de acerola.....	42
Figura 4.2.	Correlação entre a umidade e os sólidos solúveis totais da polpa de umbu-cajá.....	44
Figura 4.3.	Correlação entre a umidade e os sólidos solúveis totais da polpa de sapoti.....	46
Figura 4.4.	Correlação entre a umidade e os sólidos solúveis totais da polpa de melão.....	48
Figura 4.5.	Atividade de água (a_w) para as diferentes concentrações (°Brix) e diferentes temperaturas para a polpa de acerola, com ajuste linear.....	51
Figura 4.6.	Atividade de água (a_w) para as diferentes temperaturas a diferentes concentrações (°Brix) para a polpa de acerola, com ajuste linear.....	51
Figura 4.7.	Atividade de água (a_w) para as diferentes concentrações (°Brix) e temperaturas para a polpa de umbu-cajá, com ajuste linear.....	54
Figura 4.8.	Atividade de água (a_w) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de umbu-cajá, com ajuste linear.....	54
Figura 4.9.	Atividade de água (a_w) para as diferentes concentrações (°Brix) e diferentes temperaturas para a polpa de sapoti, com ajuste linear.....	57
Figura 4.10.	Atividade de água (a_w) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de sapoti, com ajuste linear.....	58
Figura 4.11.	Atividade de água (a_w) para as diferentes concentrações (°Brix) e diferentes temperaturas para a polpa de melão, com ajuste	

	linear.....	60
Figura 4.12.	Atividade de água (a_w) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de melão, com ajuste linear.....	61
Figura 4.13.	Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes concentrações (°Brix) e temperaturas para a polpa de acerola, com ajuste linear.....	64
Figura 4.14.	Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de acerola, com ajuste linear.....	65
Figura 4.15.	Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes concentrações (°Brix) e temperaturas para a polpa de umbu-cajá, com ajuste linear.....	68
Figura 4.16.	Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de umbu-cajá, com ajuste linear.....	69
Figura 4.17.	Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes concentrações (°Brix) e temperaturas para a polpa de sapoti, com ajuste linear.....	71
Figura 4.18	Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de sapoti, com ajuste linear.....	72
Figura 4.19.	Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes concentrações (°Brix) e temperaturas para a polpa de melão, com ajuste linear.....	75
Figura 4.20.	Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de melão, com ajuste linear.....	75



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Agrícola
Área de Armazenamento e Processamento de Produtos
Agrícolas



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: ATIVIDADE DE ÁGUA E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE
POLPAS DE FRUTAS CONCENTRADAS

AUTORA: **EDÊNIA DINIZ**

Orientadores: **Prof.^a Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo**
Prof. Alexandre José de Melo Queiroz

RESUMO

Foram avaliadas a atividade de água e a condutividade elétrica das polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão, caracterizadas quanto a umidade / sólidos totais, em concentrações, que variaram de 7°B a 27°Brix. A atividade de água foi avaliada em temperaturas de 20°, 25°, 30° e 35°C, em higrômetro de marca DECAGON CX-2. As condutividades elétricas das polpas, foram medidas em condutivímetro da marca HANNA modelo HI 9032, nas temperaturas de 25°, 30°, 35°, 40°, 50° e 60°C. A partir dos dados experimentais estudou-se a relação das atividades de água com a concentração das amostras, como também a influência da temperatura. Todos os valores obtidos para umidade, atividade de água e condutividade elétrica foram analisados estatisticamente pelo programa ASSISTAT versão 6.5. Das regressões lineares obtidas com os valores experimentais de umidade versus concentração, obtiveram-se coeficientes de determinação (R^2) mínimo e máximo de 0,964 e 0,995, para melão e acerola, respectivamente, e desvio percentual médio (P) mínimo e máximo de 0,33% e 1,11%, para acerola e melão, respectivamente. Para todas as polpas foram observadas diminuições da atividade de água com o aumento do teor de sólidos solúveis totais (°Brix). Entre as temperaturas, as atividades de água das amostras apresentaram tendências diversas com as variações de temperatura. Os resultados obtidos para condutividade elétrica demonstraram aumento da condutividade com o aumento das concentrações. Para os aumentos de temperatura, não foi possível determinar uma tendência de aumento ou diminuição da condutividade elétrica.

Palavras-chave: concentração. temperatura. frutas

vii



**M.Sc. Thesis: Water activity and electrical conductivity of pulps of concentrated
fruits**

Author: Edênia Diniz

**Supervisors: Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo
Alexandre José de Melo Queiroz**

Department of Agricultural Engineering – DEAg – August/2003

ABSTRACT

The water activity and the electrical conductivity of the West Indian cherry, umbu-cajá, sapodilla fruit and melon pulps, characterized as the moisture content / total solids, at concentrations that varied from 7° to 27°Brix, were evaluated. The water activity was evaluated in temperatures of 20°, 25°, 30° and 35°C, in hygrometer DECAGON CX – 2. Electrical conductivities of pulps were measured in conductivity meter HANNA Instruments HI 9032. The readings were made at 25°, 30°, 35°, 40°, 50° and 60°C. From the experimental data the relationship between water activities and concentration of the samples was studied, as well as the temperature effect. The obtained values for moisture, water activity and electrical conductivity were analyzed by the ASSISTAT software, version 6.5. From the linear regressions obtained with experimental values of moisture content versus concentration, the minimum and maximum determination coefficients (R^2) obtained were 0.964 and 0.995, for melon and West Indian cherry, respectively, and the minimum and maximum mean relative deviation modulus (P) were, 0.33% and 1.11%, for West Indian cherry and melon, respectively. For all the pulps, decreases of water activity were observed with the increase of total soluble solids (°Brix). Among the temperatures, the water activity of the samples presented several tendencies with the temperature variations. The results obtained for electrical conductivity demonstrated an increase of the conductivity with the increase of the concentrations. In respect to the influence of an increase in temperature, it was not possible to determine an increase or decrease tendency of the electrical conductivity.

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial da maioria dos frutos tropicais de importância econômica, encontra-se quase que totalmente distribuída nas zonas tropicais e subtropicais dos países menos desenvolvidos. Nessas regiões, as frutas apresentam-se como importante componente da dieta, contribuindo como fonte de vitaminas, especialmente pró-vitamina A, vitamina C, minerais e carboidratos (LOPEZ-MALO et al., 1994).

O cultivo de fruteiras no trópico semi-árido do Nordeste brasileiro, tem-se constituído numa atraente atividade agrícola, graças às condições edafoclimáticas da região e à adaptabilidade de várias espécies frutíferas que favorecem a implantação, nessa área, de pomares comerciais. Por conseguinte, em cerca de 14 pólos de irrigação que se acham em franco desenvolvimento no Nordeste, a atividade frutícola ocupa uma posição de destaque. As condições locais permitem a produção de frutas durante quase todo o ano, inclusive entre outubro e abril, período em que os mercados europeu, asiático e americano estão desabastecidos (CODEVASF, 1989).

Segundo MORORÓ (1998), a agroindústria encontra-se espalhada em todos os estados do Brasil e até em outros países vizinhos, surgindo como um importante segmento da cadeia produtiva, pois o processamento de frutas propicia a sua comercialização na forma de polpa congelada a qual, além da praticidade para o consumidor, preserva as características químicas e sensoriais da fruta fresca, praticamente inalterada. A atividade agro-industrial tornou-se um negócio atrativo, por ser o segmento mais rentável e dinâmico do complexo rural, com um investimento relativamente pequeno e retorno rápido. É de fundamental importância para o processo de desenvolvimento econômico e social, pois desempenha o papel de estimular vários outros segmentos da indústria de alimentos. De acordo com esse autor existem, ainda, outras vantagens, pois é uma maneira prática e simples de aproveitar e estocar o excesso de frutas produzidas na safra, quando normalmente baixam de preço, passando a ser comercializada na entressafra, possibilitando o aproveitamento daqueles produtos que não atendem aos padrões de comercialização, em forma de fruta in natura, geralmente desperdiçadas nas propriedades rurais, viabilizando o aumento de renda dos produtores rurais. Por outro lado, representa praticidade para o consumidor que passou a manter em

seu congelador, durante todo o ano, fruta fresca, em forma de polpa, não sofrendo as conseqüências provocadas pela sazonalidade na produção da maioria das frutas.

De acordo com BENNETT (1964), no momento em que as frutas ou produtos vegetais são removidos da planta mãe, eles começam a morrer, e a duração da vida depende da taxa em que o produto usa sua energia estocada, no esforço para permanecer vivo. A perecibilidade é um fator comum entre as frutas e, tanto os seus mecanismos como as formas de atenuar seus efeitos, têm sido estudados por diversos pesquisadores.

Segundo BARUFFALDI & OLIVEIRA (1998), a tecnologia de alimentos, em tudo, está relacionada com o aumento da vida útil do produto alimentício. E, para bem desempenhar o seu papel, deverá criar condições nas quais o alimento esteja protegido e livre das ações malélicas dos fatores que condicionam sua deterioração. Podem ser citados como fatores responsáveis pela alteração ou deterioração dos alimentos o ar, a luz, as reações químicas e os microrganismos. Controlados esses fatores, pode-se aumentar a vida útil dos alimentos, por meio das mudanças de temperatura, de atividade de água, do valor do pH, do potencial de oxiredução, através da destruição de microrganismos, ou no uso da proteção da embalagem.

As transformações químicas e físicas associadas às condições inerentes ao processamento dos alimentos, ocorrem em sistemas extremamente complexos de componentes celulares, formados por um grande número de reagentes diferentes (BOBBIO & BOBBIO, 1995) e a velocidade destas transformações está correlacionada de forma direta com a atividade de água do material.

A água é um dos principais componentes dos alimentos, que exerce uma influência importante em sua conservação. Este termo atividade de água, foi criado para denominar a água disponível para o crescimento microbiano e as reações que possam deteriorar os alimentos (DITCHFIELD, 2000). Sabe-se também, que a determinação da atividade de água é essencial para o desempenho industrial, que tem como objetivo a prevenção das alterações sensoriais e microbiológicas que possam ocorrer nos alimentos. Também a condutividade elétrica, além de poder ser usada como boa ferramenta na caracterização de produtos, nos últimos anos vem se tornando uma fonte de estudo no

delineamento de um novo processo de tratamento térmico: o aquecimento ôhmico, processo no qual o calor é gerado internamente pela passagem de uma corrente elétrica pelo produto. Nesse processo, ao contrário dos processos convencionais, onde a condutividade térmica do alimento é o parâmetro de controle, a condutividade elétrica é usada para o controle do processo. Esse processo pode ser utilizado para pasteurização de sucos de frutas (PALANIAPPAN & SASTRY, 1991b).

1.1. Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo avaliar a atividade de água e condutividade elétrica de polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão

1.2. Objetivos específicos

- ◆ Produzir polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão, a partir de frutas frescas;
- ◆ Concentrar as polpas a teores de sólidos solúveis totais desde o material integral até concentrações máximas entre 22° e 27°Brix;
- ◆ Determinar as atividades de água das polpas nas temperaturas de 20°, 25°, 30° e 35°C;
- ◆ Determinar as condutividades elétricas das polpas nas temperaturas de 25°, 30°, 35°, 40°, 50° e 60°C.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Acerola

A acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), de acordo com SIMÃO (1971), a exemplo de outras plantas frutíferas, deixa dúvidas quanto à sua origem, tendo sido encontrada no mar das Antilhas, no norte da América do Sul e na América Central. MARINO NETO (1986), comentou que essa fruta sempre existiu na região do Caribe, de onde se propagou para outras ilhas, levadas por pássaros e emigrantes.

No Brasil, a acerola é conhecida no Estado de São Paulo há mais de 50 anos. Foi introduzida em Pernambuco em 1955, através da Universidade Federal Rural de Pernambuco, procedente de Porto Rico (MARINO NETO, 1986; UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 1984).

A produção brasileira de acerola referente ao ano de 1996 segundo dados preliminares fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2000 (IBGE, 2000), foi de 32.990 toneladas, que representa uma área de 11.050 hectares plantados. Sendo o Nordeste a principal região produtora brasileira, com 22.964 toneladas em uma área que corresponde a 7.237 ha, o que representa 70% da produção brasileira, seguida da região Sudeste com 15% em uma área de 1.550 ha que produz cerca de 5.063 toneladas.

PAIVA et al. (2001) citaram em seu trabalho, que com o crescimento do interesse internacional pela acerola por parte dos consumidores, industriais e exportadores, e devido ao seu alto teor de vitamina C, seu cultivo intensificou-se rapidamente no Brasil, no período de 1988 a 1992, principalmente pela adaptação da planta ao clima tropical e subtropical.

Segundo FURLAN & SOUZA (1997), a acerola é apelidada nas Antilhas por “milagre vegetal”, devido ao seu teor de vitamina C equivaler à cerca de 100 laranjas. Cem gramas de polpa de acerola passam para o organismo humano até cinco mil miligramas de vitamina C. Sua produção é de pelo menos quatro vezes ao ano, seus

galhos ficam carregados de frutas miúdas como pitangas, que podem ser consumidas *in natura* ou na forma de sucos, doces, geleias, pastas e licores. Cada planta chega a produzir de 20 a 30 quilos de fruta.

De acordo com GONZAGA NETO & SOARES (1994), os frutos da acerola são drupas de forma bastante variável, arredondados, ovalados ou mesmo cônicos. Sua cor, quando maduros, podem ser vermelha, roxa e amarela. Essas características são muito importantes, pois as indústrias de processamento, que preferem as de coloração vermelha, descartam os frutos verdes ou amarelados. Quanto ao tamanho, são pequenos e seu peso varia de 3 a 16 gramas, sendo função do potencial genético da planta e das condições de cultivo. Em geral, o tamanho dos frutos que crescem isolados, é maior do que os que se formam em cachos.

Possui elevada atividade de água e baixa resistência mecânica favorecendo a perecibilidade pós-colheita, sendo recomendável que se faça o processamento dessa fruta rapidamente (MATSUURA et al., 1996).

Na Tabela 2.1 encontram-se valores de referência da composição química da polpa de acerola.

Tabela 2.1. Composição química da polpa de acerola

COMPOSIÇÃO	VALORES
Umidade (%)	90,55
Energia (kcal)	27,00
Proteínas (%)	0,78
Lipídios (%)	0,49
Carboidratos totais (%)	7,79
Cinzas (%)	0,39
Fibras alimentar total (%)	2,95
Vitamina C (mg/100g)	1.313,40

Fonte: MENDEZ et al., 1995; SALGADO et al., 1999; VISENTAINER et al., 1997; ARAÚJO, 2000.

2.2. Umbu-cajá

O umbu-cajá (*Spondias sp.*) é uma planta arbórea, da família das Anacardiáceas. Presume-se ser resultante do cruzamento natural entre o cajá (*Spondias mombin*) e o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara). Assim como a cajazeira e o umbuzeiro, o umbu-cajazeira é uma frutífera tropical nativa do Nordeste brasileiro, de fácil propagação, que apresenta grandes perspectivas de inserção no mercado interno e externo de frutas exóticas, especialmente na forma de polpa, sucos e sorvetes. A diversidade genética de populações nativas de umbu-cajazeira é aparentemente ampla e devem ser avaliadas e preservadas em coleções de germoplasma, de modo a evitar o risco de perda de materiais genéticos, especialmente os de valor agrônômico e industrial. Atualmente, o conhecimento disponível da variabilidade genética de umbu-cajazeira é pequeno, requerendo esforços para ampliá-lo, de forma que se possa atingir um melhor aproveitamento do potencial de exploração econômica da cultura (RITZINGER et al., 2001).

O umbu-cajazeira é considerado um híbrido natural de origem desconhecida, apresentando características de plantas xerófilas que são encontradas em plantios desorganizados disseminados em alguns Estados do Nordeste (GIACOMETTI, 1993).

Seus frutos são drupa de forma arredondada, cor amarela, apresentando casca fina e lisa, o endocarpo é chamado de caroço, grande, branco, suberoso e enrugado em seu interior onde se localizam os lóculos podendo ou não conter uma semente (SOUZA et al., 1997).

Dentre os frutos que vêm despertando interesse, especialmente para a agroindústria, destacam-se os do gênero *Spondias*. Seus frutos são comercializados em feiras livres ou destinados ao abastecimento das indústrias. Pelas potencialidades apresentadas por esse gênero, pode-se afirmar que se trata de um recurso fitogenético importante para o Nordeste, onde a condição edafoclimática favorece o seu cultivo e a sua produção. O fruto umbu-cajá assume posição de destaque no tocante ao aspecto comercial em função do aroma, sabor e palatabilidade que oferece ao ser degustado nas mais variadas formas (NORONHA et al., 2000).

O umbu-cajá possui excelente sabor e aroma, apresenta boa aparência e qualidade nutritiva, sendo grande o consumo na forma “in natura”. O rendimento médio da polpa é de 55 a 65%, apresentando potencial para a sua utilização na forma processada, como: polpa congelada, sucos, néctares e sorvetes. A época de colheita, na Paraíba, ocorre no período de abril a julho, sendo realizada manualmente, pois apresenta altura menor que a cajazeira facilitando a coleta dos frutos. Devem ser colhidos nos estádios “verdosos” ou “de vez”, tendo em vista serem classificados como climatéricos, o que proporciona uma melhor seleção dos frutos e qualidade de seus produtos. Os frutos maduros desprendem-se da planta e caem, ocasionando danos ao se chocarem com galhos e com o solo, podendo perder líquido e entrar em processo de fermentação, além de ficarem expostos ao ataque de insetos, deteriorando-se rapidamente (LIMA et al., 2002).

Segundo SOUZA et al. (2001) a diversidade genética de populações subespontâneas de umbu-cajazeira presente no Nordeste brasileiro é bastante ampla, porém, encontram-se ameaçadas pelo processo indiscriminado de exploração das áreas onde ocorrem essas populações, particularmente, pela prática de formação de pastagens e pela expansão das áreas urbanas. Outras informações sobre essa espécie praticamente inexistem na literatura especializada. É, portanto, imperativo que esforços no sentido de garantir a preservação e a utilização racional da variabilidade genética dessa importante frutífera sejam empreendidos pelos órgãos de pesquisa pública.

Na Tabela 2.2. encontram-se alguns valores referenciais da composição química dos frutos e polpa de umbu-cajá.

Tabela 2.2. Composição química dos frutos e polpa de umbu-cajá

COMPOSIÇÃO	POLPA	FRUTO
Umidade (%)	-	84,2
pH	2,13	2,61
Sólidos solúveis totais (°Brix)	11,25	10,4
Acidez Total Titulável (%)	1,78	1,85
SST/ATT (%)	6,29	-
Vitamina C (mg/100g)	17,75	14,2

Fonte: LIMA et al., 2002; MATSUURA et al., 2001.

2.3. Sapoti

O sapotizeiro (*Manilkara zapota* Van Royen) é uma espécie frutífera da família sapotácea, originária das regiões quentes e úmidas da América tropical, provavelmente do Sul do México e da América Central (Guatemala, El Salvador, Belize e Honduras) e do Sul (Venezuela e Colômbia), onde em algumas dessas regiões, ainda se é possível encontrar áreas com grande diversidade de material selvagem. O sapotizeiro está hoje disseminado por todas as regiões de clima tropical e sub-tropical da América, Ásia e Oceania, desde a altitude zero até 2.500 m (MOURA & SILVA JÚNIOR, 1999).

Segundo SIMÃO (1971) no Brasil o sapoti vegeta bem do Amazonas ao Norte do Paraná, entretanto as melhores condições para seu desenvolvimento e produtividade estão nas regiões quentes com precipitação bem distribuída.

No Estado de Pernambuco, o sapotizeiro ocorre sobretudo na zona da Mata, que apresenta ambiente ideal para o seu cultivo. Nessa região, os frutos são classificados pelo seu formato e consistência, onde plantas com frutos de formato oval e cônico e pouco consistente quando maduros, são chamados de sapoti, porém quando arredondado e consistentes, são denominados de sapota (MOURA & BEZERRA, 1982).

Poucos trabalhos têm sido realizados no sentido de coletar ou conservar o germoplasma de sapotizeiro existente no mundo. De acordo com os levantamentos realizados por GEURTS (1982) e BETTENCOURT et al. (1992), apenas algumas coleções “ex situ” são mencionadas, encontrando-se distribuídas sobretudo em países tropicais. Mais de 88% do germoplasma conservado está no Brasil, Costa Rica, Filipinas, Venezuela, Estados Unidos, Índia e Porto Rico. A quantidade de acessos da maioria das coleções ainda é bastante pequena e prevalece uma certa indefinição na taxonomia do sapotizeiro, podendo-se observar que as instituições utilizam pelo menos quatro diferentes nomenclaturas (*Manilkara zapota* Van Royen; *Manilkara achras* (Mill) Fosberg; *Manilkara zapotilla* (Jacq.) Gilly; e *Manilkara Achras sapota* L.).

O sapoti é um fruto exótico que é consumido principalmente na forma *in natura*, sendo também utilizado na industrialização de sucos, sorvetes e geléias (MOURA et al., 1983). Por apresentar excelente sabor e aroma, o seu valor econômico alcança elevados preços nos mercados regionais (GUIA RURAL, 1991).

Com relação as suas propriedades físicas, os frutos podem ser ovais ou arredondados, a casca é de coloração marrom escura, tendo em sua superfície um pó que se desprende facilmente ao contato com as mãos (MACHADO, 1978).

É uma árvore de muitas utilidades, produz cerca de mil frutos por planta em um ano, a madeira é usada na carpintaria, o látex produz goma de mascar, é utilizado na medicina popular, a casca do fruto que tem propriedades tônicas, o pó da semente que é usado no combate às infecções renais e a casca dos ramos, os quais apresentam propriedades diuréticas e antipiréticas, e serve para dissolver cálculos hepáticos, nefríticos e combater a anorexia (FURLAN & SOUZA, 1997; Cordeiro et al. citado por AZERÊDO et al., 2002)

De acordo com GEURTS (1982) a polpa do sapoti contém teor de umidade que varia de cerca de 66 a 79 mL de água por 100g de polpa. Tem-se na Tabela 2.3. valores de referência da composição química para a polpa de sapoti.

Tabela 2.3. Composição química da polpa de sapoti

COMPOSIÇÃO	VALORES
Umidade (%)	84,13
Energia (kcal)	28,00
Proteínas (%)	0,17
Lipídios (%)	1,16
Carboidratos totais (%)	13,96
Cinzas (%)	0,28
Fibras alimentar total (%)	9,98
Vitamina C (mg/100g)	15,00

Fonte: GUEDES & ORLÁ, 1978; SALGADO et al., 1999; USDA, 2003.

MIRANDA et al. (2002) observaram que durante o armazenamento dos frutos há uma redução nos valores de sólidos solúveis totais, para as variedades de sapoti e sapota. E esse comportamento também foi descrito por FLORES & RÍVAS (1975).

2.4. Melão

O melão (*Cucumis melo* L.) é originário da Índia, pertencente à família das Cucurbitáceas, a mesma da abóbora e do pepino. É considerada uma fruta e não um legume. Composta basicamente de água, é pouco calórico e muito refrescante, sendo indicado por isso para a dieta alimentar (FURLAN & SOUZA, 1997).

Segundo TENÓRIO (2002) o melão é também da família da melancia. Tem propriedades hidratantes, pois contém cerca de 90% de água, por isso é ideal para as épocas de muito calor. Contém vitaminas A, C e E, além de alguns sais minerais como o cálcio, o fósforo e o ferro. Quando *in natura* deve ser conservado em lugar fresco e arejado para que possa manter-se em bom estado por um período de uma semana.

Segundo ARAÚJO (2003) a época que o Brasil penetra no mercado europeu, acontece entre os meses de setembro e março, período de entre safra dos países produtores de melão da União Européia. Esta larga janela existente no mercado europeu, também, é aproveitada por outros países exportadores de melão que competem com o Brasil na conquista de cotas de mercado. Atualmente, os principais concorrentes dos melões brasileiros no mercado europeu são os melões de Costa Rica e Honduras.

Segundo NACHREINER et al. (2002), as variedades de maior expressão, tanto em produção quanto de mercado internacional, são os melões do tipo Cantaloupe e Honey Dew, produzidos principalmente pela Espanha, Estados Unidos e Israel. No Brasil, plantam-se principalmente cultivares ou híbridos do tipo Amarelo (Yellow Honey Dew). Entretanto, outros cultivares têm sido utilizados pelos produtores, visando atender preferências de consumidores mais exigentes e até mesmo de alguns importadores.

O melão é um produto de grande aceitação nos mercados interno e externo. No Brasil, o cultivo do melão teve início na década de 60 no Estado de São Paulo. Antes todo melão consumido e comercializado no país era proveniente da Espanha. Em 1970, a cultura sofreu um grande impulso e passou a ser cultivada principalmente em São Paulo e no Vale do São Francisco. Ao longo da década passada, o melão firmou-se no semi-árido nordestino como opção de investimento de curto prazo, para venda nos mercados nacional e internacional. A região Nordeste, atualmente, destaca-se como maior produtora brasileira de melão, sendo a Chapada do Apodi, localizada entre os rios Açu (RN) e Jaguaribe (CE), responsável por mais de 90% da safra brasileira (NACHREINER et al, 2002).

O melão brasileiro apresenta geralmente casca rugosa no sentido longitudinal, sua coloração típica é amarelo intenso quando começa a amadurecer, tem forma ovalada/arredondada, quanto ao peso varia de 800g até 2kg (GAYET et al., 1994).

Em muitos países, o teor mínimo de sólidos solúveis totais para a sua aceitação varia de 8 a 11°Brix, o que exige que a fruta permaneça na planta até que sua maturação

ocorra completamente (MENEZES et al., 1995). Mas, na tentativa de capitalizar lucros no início das estações de cultivo ou aumentar o período de vida útil pós-colheita, o melão tem sido oferecido no mercado com um baixo teor de sólidos solúveis (MENEZES et al., 1998).

Segundo TORREGGIANI & BERTOLO (2001) a demanda por produtos naturais, saudáveis, saborosos e à base de frutas, tem crescido bastante. O melão age como um ótimo rejuvenescedor, por isso é recomendado para tratamentos de estética tanto na forma de creme quanto ao natural. Também é utilizado para normalizar o ritmo cardíaco e regular o equilíbrio de água no organismo. Sua produção anual é em média de 2 a 3 frutas por planta (FURLAN & SOUZA, 1997).

Encontram-se, na Tabela 2.4, valores de referência da composição química da polpa de melão.

Tabela 2.4. Composição química da polpa de melão

COMPOSIÇÃO	VALORES
Umidade (%)	93,09
Energia (kcal)	24,00
Proteínas (%)	0,48
Lipídios (%)	0,20
Carboidratos totais (%)	5,76
Cinzas (%)	0,47
Fibras alimentar total (%)	0,73
Vitamina C (mg/100g)	25,00

Fonte: GUEDES & ORLÁ, 1978; MENDEZ et al., 1995; USDA, 2003.

2.5. Umidade

Segundo GIOIELLI & PITOMBO (1998), a conservação de alimentos pelo controle da umidade é conseguida pelas operações de concentração, secagem e desidratação. A concentração corresponde à eliminação de parte da umidade dos

alimentos, obtendo-se produtos como sucos concentrados, extratos de tomate, leite condensado, geléias e doces em massa. Nesses casos, a umidade do produto pode variar entre 30 e 60%. A concentração também pode ser obtida pela adição de açúcar ao produto aliada à remoção da água, como ocorre na produção de leite condensado, geléias e doces em massa. A secagem normalmente corresponde à eliminação da umidade em condições ambientais, praticamente sem a utilização de equipamentos. Como exemplos têm-se as frutas, carnes ou peixes secos, em que a umidade pode variar entre 10 e 25%. Em carnes ou peixes, outras operações podem ser associadas com a secagem, como a salga e a defumação. A desidratação corresponde à eliminação quase completa da umidade do alimento, à custa de equipamentos, atingindo-se normalmente de 3 a 5% de umidade no produto final. Têm-se como exemplo o leite em pó, o café solúvel e sopas desidratadas.

ARAÚJO (2000), trabalhando com polpa de acerola com teor de sólidos solúveis totais de 5,75°Brix, obteve através de sua caracterização físico-química um valor de umidade igual a 93,10%. Também trabalhando com acerola, diferentes autores como NOGUEIRA (1991) obteve resultados de umidade que variaram de 89,09 a 92,50%; OLIVA (1995) obteve um teor de 92,34%; e o obtido por FIGUEIRÉDO (1998) foi de 92,90%.

NORONHA et al. (2000), ao trabalharem com frutos de umbu-cajá (*Spondias sp.*) em dois estádios de maturação, obtiveram valores para os sólidos solúveis totais (SST) que variaram entre 11,04 e 12,88°Brix com teores de umidade de 86,02 e 86,62%, respectivamente.

ARGANDOÑA et al. (2002) ao estudarem o melão (*Cucumis melo inodorus*) da cultivar Gold Mine, determinaram os sólidos solúveis totais apresentando valores variando de 10° a 11°Brix e sua umidade numa faixa de aproximadamente $90 \pm 1,28\%$.

2.6. Atividade de água (a_w)

SANCHEZ (1999) diz que todos os alimentos contêm água, no entanto, a água não se encontra ligada do mesmo modo. Comenta também que em alguns casos, a água pode estar relativamente livre e em outros estar ligada a estrutura do alimento, não ficando disponível para o processo de deterioração. Desta forma, o conceito de atividade de água em um alimento permite quantificar o grau de liberdade da água contida no mesmo. Sendo assim, o controle da atividade de água torna-se muito importante na preservação e desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

Complementando, VITALLI (1987) relatou que a atividade de água ao contrário da umidade de um alimento, é considerada como um dos parâmetros que serve para indicar a disponibilidade de água existente para o crescimento de microrganismos deteriorantes ou não, como também para a ocorrência de reações deteriorantes, tais como: escurecimento, oxidação, hidrólise, etc.

Existe hoje um crescente reconhecimento da importância da atividade de água, relatado sobre sua disponibilidade para alterações físicas, químicas e biológicas associadas com a estabilidade e conservação de alimentos frescos e processados.

Sendo o alimento formado de água e matéria seca, e contendo: proteínas, vitaminas, sais minerais, entre outras, a atividade de água não é somente função do conteúdo de água, mas também destas substâncias as quais exercem o efeito de ligação de água na estrutura do alimento. O conteúdo de água no alimento não fornece indicações de sua distribuição, se toda água está ligada do mesmo modo ao alimento, como também não fornece indícios sobre as propriedades que esta água terá, tendo em vista a composição do alimento (BOBBIO & BOBBIO, 1995). Alimentos com o mesmo conteúdo de umidade podem ter diferentes atividades de água, dependendo do seu conteúdo de água ligando substâncias a sua estrutura (GOUVEIA et al., 1999).

STENCL et al. (1999) relataram que os produtos agrícolas, durante o armazenamento e processamento podem sofrer mudanças físicas, químicas e

microbiológicas, sendo que essas mudanças são particularmente influenciadas pela umidade, atividade de água e temperatura de armazenamento.

Segundo LEWIS, (1993) quando são adicionados aos alimentos certos solutos, estes fazem baixar a atividade de água diminuindo a pressão de vapor de água. A intensidade da diminuição pode ser predita para soluções ideais para a lei de Raoult, que expressa que a pressão parcial de um componente em uma solução é o produto da pressão de vapor desse componente e sua fração molar. Infelizmente, a maioria dos sistemas alimentícios está muito concentrada para que se cumpra esta lei e as diminuições de atividade de água que se determina experimentalmente.

O valor da atividade de água de um produto pode indicar a que umidade relativa deve ser estocado o produto ou a necessidade de modificar o tipo de embalagem. Este valor pode ser obtido através de modelos experimentais, como o de LANDROCK & PROCTOR (1951).

ADAMBOUNOU et al. (1983) através de estudos realizados, indicam valores na faixa entre 0,92 a 0,99 que são considerados ótimos para o crescimento de microrganismos.

Segundo BARUFFALDI & OLIVEIRA (1998), dependendo do valor, a quantidade de água disponível tem forte influência sobre a deterioração dos alimentos e, conseqüentemente, sobre a vida de prateleira do produto. A faixa onde crescem os microorganismos está compreendida entre 0,65 e 1 de a_w , sendo que entre 0,65 e 0,75 apenas aqueles especializados podem crescer, como mofo ou bolores osmofílicos. No caso de deterioração por microorganismos, deve-se levar em consideração o fator tempo desde que, após uma iniciação de três ou quatro dias, o crescimento pode ser observado em alimentos com alta a_w . Em a_w iguais a 0,8, são necessárias de quatro a cinco semanas para ocorrer deterioração, enquanto que em $a_w \leq 0,7$, pode levar meses. Nas mesmas condições de temperatura e de pressão, cada microorganismo tem valor ótimo de a_w e uma faixa dentro da qual se verificará um crescimento.

Relatam ainda BARUFFALDI & OLIVEIRA (1998), que se considera a $a_w = 0,60$ como sendo o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microorganismo, daí o fato de os alimentos desidratados como as frutas secas, a cebola, o alho e os leites em pó serem microbiologicamente estáveis. As reações enzimáticas ocorrem em qualquer valor de a_w , sendo predominantes em valores acima de 0,3. As enzimas participantes nas reações são as intrínsecas do alimento e também as externas provenientes, por exemplo, de microorganismos. As reações não enzimáticas, chamadas de Maillard, ocorrem em qualquer valor de a_w apresentando um máximo na faixa de $0,4 \leq a_w \leq 0,6$. A característica da reação é o escurecimento do produto ligada com o aparecimento de off-flavor amargo. Em baixos valores de a_w , a mais importante reação deteriorativa é a oxidação lipídica que decorre da reação dos radicais livres com lipídios insaturados, causando o aparecimento de odores rancidos. O efeito da oxidação diminui com o aumento do teor em água.

Os alimentos ricos em água cujos valores de atividade de água ultrapassam 0,90, poderão formar soluções diluídas com componentes do alimento que servirão de substrato para os microorganismos poderem crescer. Nessa diluição, as reações químicas e enzimáticas podem ter sua velocidade diminuída, face de baixa concentração dos reagentes. Alimentos sob essas condições sofrem contaminação microbiológica facilmente (BOBBIO & BOBBIO, 1995).

A água em um alimento exerce uma pressão de vapor. O valor desta pressão dependerá da quantidade de água presente, da temperatura e composição do alimento. Os componentes do alimento farão com que diminua a pressão de vapor da água com diferentes intensidades, sendo mais eficaz os sais e os açúcares que moléculas maiores como o amido e a proteína. Entretanto, os alimentos diferentes com conteúdo de umidade semelhante podem não necessariamente ter a mesma atividade de água (LEWIS, 1993).

Os sucos são alimentos puros e nutritivos que, além de hidratar, oferecem ao corpo vitaminas e sais minerais necessários para manter-se saudável. São consideradas soluções aquosas complexas, caracterizadas por apresentar elevados teores de atividade de água, que necessitam de reduções para melhor conservação (NOREÑA et al., 2002).

Os alimentos podem ser conservados através da redução da atividade de água, o que permite diminuir as reações de deterioração como crescimento microbiano, processos químicos de escurecimento, oxidação e de atividade enzimática (ANDRADE, 2000). Esse mesmo autor ainda afirma que, de acordo com a definição da atividade de água em função das pressões de vapor do alimento e da água (solvente) verifica-se a sua variação com a temperatura, uma vez que, quanto mais aquecido se encontra um alimento, mais elevados são os seus estados entálpico e entrópico e, conseqüentemente, mais elevadas também às pressões de vapor do alimento e da água. Em face desta afirmação, quanto mais elevada for a temperatura de um alimento, mais elevada será a sua atividade de água.

TORREZAN et al. (1999), citam que a possibilidade de ajustar a a_w dentro das faixas desejadas, muitas vezes é limitada pela necessidade de se utilizar altas quantidades de solutos que podem conferir sabores indesejáveis ao produto (amargo, doçura, etc.) ou podem afetar adversamente suas propriedades físicas. A utilização de depressores de a_w constitui o princípio básico dos alimentos que utilizam a a_w como obstáculo principal ou como um dos obstáculos para a sua preservação. Três classes gerais de compostos químicos têm sido comumente utilizadas como depressores de a_w na produção de alimentos: póliois (propileno glicol, glicerol, sorbitol), açúcares (sacarose, glicose e frutose) e os sais minerais (cloreto de sódio, cloreto de potássio e lactato de sódio).

O princípio de conservação envolvido na desidratação é o de abaixamento da atividade de água do alimento, devido ao aumento relativo do teor de sólidos solúveis em decorrência da saída de água. Sabe-se que nos alimentos com baixa atividade de água, menor que 0,60, a maioria dos microorganismos não conseguem se desenvolver ou multiplicar-se, bem como os sistemas enzimáticos têm suas atividades reduzidas drasticamente (BRENNAN et al., 1970).

2.6.1. Métodos de determinação

Existem diferentes métodos de determinação de atividade de água (diretos e indiretos) como também diferentes equipamentos que são utilizados para as determinações.

2.6.1.1. Métodos diretos

2.6.1.1.1. Método de interpolação gráfica

Este método foi desenvolvido por Landrock & Proctor em 1951 e se baseia na determinação do aumento ou diminuição do peso das amostras do alimento, colocadas em atmosferas com diferentes umidades relativas. Na etapa seguinte são traçadas as curvas das variações de peso das amostras em função da umidade relativa, no ponto cuja variação de peso é nula corresponde à atividade de água da amostra (DÍAZ, 1992).

De acordo com JARDIM (1987) esse método já foi aplicado para determinar a a_w de batata desidratada em pó, café, chocolate em pó, xaropes, biscoito do tipo cream cracker, gelatina, queijo e vários produtos cárneos.

Foi utilizado por VELLOSO (1998) na determinação da atividade de água em produtos cárneos (mortadela, patê e pasta, salame e salsicha) de diferentes marcas comerciais, a 20°C, apresentando valores variando entre 0,75 e 0,91.

2.6.1.1.2. Métodos gravimétricos

O método gravimétrico pode ser estático ou dinâmico. O gravimétrico estático por ser a técnica mais simples, embora mais demorado, é o mais usado nos laboratórios. A umidade de equilíbrio entre o produto e a atmosfera circundante é atingida sem

movimentação do ar. O princípio deste método é a determinação de variações no peso das amostras em equilíbrio com diferentes pressões de vapor d'água. No gravimétrico dinâmico o ar ou o produto é movimentado até que o equilíbrio seja atingido (FIGUEIRÊDO, 1998).

ARAÚJO et al. (2001) utilizaram o método gravimétrico estático para determinar isotermas de dessecção da goiaba em temperaturas de 40, 45, 55, 65 e 70°C e umidade relativa na faixa de 10,75 a 82,3%. Já PRADO et al. (1999) utilizaram esse método ao avaliar as isotermas de sorção de tâmaras da variedade Zahidi para as temperaturas 60, 70 e 80°C.

MURR (1992) para obter as isotermas de dessecção de batata, usou o método gravimétrico estático, utilizando soluções saturadas de sais.

GOUVEIA (1999) obteve dados de umidade de equilíbrio do gengibre em temperaturas de 29, 35, 50, 65 e 71°C usando o método gravimétrico com registro descontínuo da variação de peso, utilizando estufas com circulação forçada de ar.

2.6.1.1.3. Método do equilíbrio isopiéstico

O método isopiéstico baseia-se no equilíbrio da atividade de água de dois materiais em um sistema fechado. A análise da concentração de água em algum material de referência no equilíbrio, tal como a celulose microcristalina ou uma proteína permite a determinação da atividade de água através de uma curva de calibração (RIZVI, 1994).

A sensibilidade desse método é altamente dependente da precisão da curva padrão de calibração do material de referência. Uma nova curva padrão deve ser feita a cada vez que um lote diferente do material de referência é usado (RIZVI, 1994).

As principais vantagens desse método são: baixo custo, bons resultados para altos valores de a_w e ausência de contaminação (JARDIM, 1987).

AYRANCI et al. (1990) aplicaram esse método para a determinação das isotermas de sorção de umidade de abricó seco, figo seco e uva passa a 20°C e 36°C, utilizando sete soluções saturadas de sais preparadas numa faixa de a_w de 0,06 a 0,98. A diferença percentual na umidade das amostras no equilíbrio entre as duplicatas foram, em média, menores que 1%.

Esse método foi utilizado por vários pesquisadores, entre eles SABLANI et al. (2002) na determinação das isotermas de sorção de água em gelatina com diferentes pesos moleculares a 50°C; por RAHMAN et al. (2002) nas isotermas de adsorção de água de atum liofilizado a 5°C, 22°C e 50°C; por SABLANI et al. (2001) nas isotermas de sorção de água em sardinhas liofilizadas; e por CHINACHOTI (1990) em amido, sacarose e sal, verificando que ao comparar os valores calculados com a equação de Smith e os medidos pelo método isopiéstico apresentaram um coeficiente de correlação de 0,968.

2.6.1.1.4. Método manométrico

CRISTOFOL de ALCARAZ et al. (1977) citam que o método manométrico é proposto para a medição da umidade de equilíbrio que é de suma importância para a estabilidade no armazenamento dos alimentos. Os autores relatam que o método manométrico evita os inconvenientes dos métodos estáticos tradicionais.

Esse método é muito preciso mas tem, como desvantagem, o preparo de aparatos de vidro com boa vedação à entrada de ar (MALLET et al., 1974).

DÍAZ (1992) ao revisar sobre os métodos de determinação de atividade de água em alimentos, relatou que o método manométrico é o único método direto de medida da pressão de vapor exercida pela amostra.

2.6.1.2. Métodos indiretos

A medida de forma indireta da atividade de água, pode ser realizada através de métodos que quantificam algum outro parâmetro, como condutividade elétrica, resistência ou capacitância de um material sensível, ponto de orvalho, elasticidade de uma fibra protéica quando hidratada, e outros (TROLLER, 1983).

2.6.1.2.1. Higrômetro de fibra

GERSCHENSON et al. (1984) utilizaram algumas soluções para testar a influência de voláteis orgânicos durante a medida de atividade de água através do método do higrômetro de fibra, foi observado que os valores medidos tenderam a ser sistematicamente mais elevados do que os valores preditos, ou seja, os calculados. O higrômetro de fibra parece ser mais sensível à interferência do que higrômetros elétricos.

2.6.1.2.2. Higrômetro elétrico

Esses instrumentos usam um sensor baseado em um eletrólito (geralmente cloreto de lítio), colocado entre dois eletrodos, que medem a mudança na impedância elétrica produzida pela mudança da umidade relativa na câmara em que se encontra a amostra (DÍAZ, 1992).

Um outro tipo de higrômetro elétrico, segundo JARDIM (1987), se baseia na medida de condutividade ou resistência de um sal higroscópio no equilíbrio em um ambiente fechado. Quando a água é adsorvida ou desorvida pelo sal a sua capacidade de carregar corrente é mensuravelmente alterada.

O higrômetro eletrônico Novasina foi utilizado para a determinação da atividade de água de produto dietético em pó a base de soro, nas temperaturas de 15, 25 e 35°C, lendo-se os valores de 0,258, 0,273 e 0,302, respectivamente (CIAMPONE et al., 1998), em polpa de manga (SILVA et al., 2001), em polpa de abacate (PEREIRA et al., 2002),

em banana prata (NASCIMENTO et al., 2002), em caju (MOURA, 2001), em goiaba (ARAÚJO, 2001) e em polpa de banana nanica (LEITE et al., 2002).

SCOTT & BERANRD (1983) ao realizarem trabalho sobre a influência da temperatura na medição de atividade de água, utilizando higrômetros elétricos, em alimentos e soluções de sais, verificaram que o aumento na temperatura resulta em um decréscimo na atividade de água.

2.6.1.2.3. Método do ponto de orvalho

Segundo TROLLER & CHRISTIAN (1978), o princípio básico do método do ponto de orvalho é que o ar pode ser resfriado sem mudança no seu conteúdo de umidade, até atingir a saturação. A temperatura em que isto ocorre pode ser determinada, observando-se a condensação do vapor de água em uma superfície resfriada.

RICHARD & LABUZA (1990) usaram um instrumento de determinação de atividade de água (modelo CX-1 da marca DECAGON), baseado no método do ponto de orvalho, em meios de cultura e em queijo. A diferença entre as repetições das análises excedeu 0,005 em somente 3,6% dos casos. Os autores recomendam que a calibração nesse aparelho deve ser feita regularmente.

Pesquisadores têm usado com sucesso o higrômetro eletrônico AquaLab, da marca DECAGON, para a determinação da atividade de água de suco de laranja, tangerina e limão (SÁNCHEZ, 1999), suco de abacaxi e limão (MOURA et al., 1998), em farinha de mandioca (FERREIRA NETO, 2002), em soluções de polióis (CAMARGO et al., 1998) em pedúnculos de caju (SOUZA FILHO et al., 1999) e em polpa de goiaba (TORREZAN et al., 1999). O princípio desse analisador de atividade de água é a medida pelo sensor de infravermelho que detecta a condensação do vapor de água em espelho de aço inoxidável com faixa de leitura de 0,003 a 1,000 e exatidão de $\pm 0,001$.

PIXTON & HENDERSON (1979) estudaram as relações da umidade de ervilhas secas e amêndoas descascadas através do método do ponto de orvalho, em temperaturas de 15, 25 e 35°C. Dos resultados obtidos observaram que o comportamento das ervilhas secas e das amêndoas descascadas, quando consideradas em equilíbrio com umidade relativa de 70% a 25°C, eram semelhantes, ou seja, apresentavam aumentos com o aumento da temperatura.

2.6.1.2.4. Medida da depressão do ponto de congelamento

De acordo com RIZVI (1994) esse método é aplicável apenas para alimentos líquidos e proporciona a a_w na temperatura de congelamento no lugar da temperatura ambiente, embora o erro seja relativamente pequeno (0,01 a 25°C). Entretanto, esse método tem a vantagem de proporcionar com precisão atividades de água na faixa alta (>0,98) e pode ser efetivamente aplicado a sistemas contendo grandes quantidades de substâncias voláteis (ALZAMORA & FERRO FONTAN, 1981; RIZVI, 1994).

NOREÑA et al. (1996) relatam que a depressão do ponto de congelamento de um produto é a diferença entre a temperatura de congelamento do produto que se quer analisar e a temperatura de congelamento da água pura.

Dentre os métodos experimentais de medição de atividade de água, a utilização da depressão do ponto de congelamento, apesar de proporcionar bons resultados (erro < 0,01 unidades de a_w), no caso de atividades de água muito altas onde higrômetros elétricos dão problemas de variação, envolvem temperaturas muito diferentes daquelas normais ao crescimento microbiano (25-30°C) causando dúvidas quanto a sua aplicabilidade (FERRO FONTÁN & CHIRIFE, 1981).

MOURA et al. (1998b) determinaram a depressão do ponto de congelamento em sucos de frutas com concentração de 10°Brix, através do crioscópio de marca LAKTRON, para os sucos com concentrações acima de 40°Brix reduziram a temperatura das amostras com o auxílio de um banho ultracriostático. Concluíram que é

possível obter a atividade de água com o conhecimento da depressão do ponto de congelamento, embora admitam que este método é bastante difícil de se obter com precisão, principalmente para frações mássicas elevadas.

ZAPATA-NOREÑA et al. (2002) estudaram a dependência entre a depressão do ponto de congelamento e a atividade de água nos sucos de caju e goiaba, concluindo que os valores do ponto de início de congelamento diminuem quando aumenta a concentração de solutos.

CHEN (1988) trabalhou com suco concentrado de laranja e obteve resultado eficaz através do método de depressão do ponto de congelamento. LEE & LEE (1988) ao armazenarem ovo em estado líquido, pelo método da depressão do ponto de congelamento a uma temperatura de -15°C . Observaram que a qualidade do ovo era afetada durante o armazenamento, influenciando em sua consistência e inibindo sua característica gelatinosa.

2.6.2. Atividade de água em alimentos

NASCIMENTO (2002) verificou a influência da mudança de temperatura na atividade de água ao trabalhar com banana prata, nas temperaturas de 20, 30 e 40°C , observando que a tendência da atividade de água da banana é de aumento quando exposta ao aumento da temperatura.

MOURA (2001), ao trabalhar determinando as curvas de dessecção do caju nas temperaturas de 35, 40, 50, 60 e 65°C verificou de forma geral, que os valores de atividade de água obtidos para esta fruta, decrescem quando submetidos ao aumento dessas temperaturas.

No trabalho realizado por NOREÑA et al. (2002) sobre o estudo de atividade de água em sucos de caju e goiaba, foi observado que ambos os sucos apresentaram redução da atividade de água com o aumento da concentração dos sucos.

CAMARGO et al. (2002) ao trabalharem com desidratação osmótica de tomate, que apresentava, inicialmente, uma atividade de água de 0,99, obtiveram reduções significativas no valor da atividade de água que variavam de 0,78 a 0,81, ao submeterem a formulações diferenciadas de xaropes a base de açúcar e sal.

No trabalho realizado por MOURA et al. (1998a), com sucos concentrados de abacaxi e limão, observa-se que a atividade de água nestes sucos é reduzida quando aumentados os valores dos sólidos solúveis.

LEITE et al. (2002), ao determinarem as isotermas de desorção de umidade em polpa de banana nanica, observaram que o comportamento variou de acordo com a temperatura empregada. Os valores da atividade de água obtidos nas temperaturas de 30, 40 e 50°C foram menores quando comparados aos obtidos a 20°C, porém, quando analisados de forma independente, notou-se que a tendência a partir de 30°C, é de aumento da atividade de água com o aumento da temperatura.

Segundo STENCL et al. (1999), ao trabalharem com ameixas secas, observaram que a capacidade de sorção diminui com o aumento da temperatura.

PARK et al. (2001) verificaram com pêra da variedade Bartlett com e sem desidratação osmótica que ambos os tratamentos quando submetidos à temperaturas mais elevadas, apresentaram redução em seus valores de atividade de água.

MULET et al. (2002) determinaram isotermas de sorção em cogumelos nas temperaturas de 5, 15, 25 e 35°C, verificando que os valores experimentais de atividade de água apresentaram redução quando submetidos a aumento de temperatura.

Segundo PARK & NOGUEIRA (1992) a umidade de equilíbrio diminui com o aumento da temperatura para valores constantes de atividade de água.

TELIS et al. (2000) observaram, quando trabalhavam com a polpa e pele de caqui (*Diospyros kaki*), que a umidade de equilíbrio contida em cada produto analisado

aumenta com o emprego de temperaturas mais altas e decrescem com a atividade de água constante.

GOMES et al. (2002) determinaram as isotermas de adsorção de umidade em polpa de acerola em pó, obtendo valores de atividade de água, nas temperaturas de 20, 25 e 30°C, que apresentaram tendência de diminuição com o aumento da temperatura.

ARAÚJO et al. (2001), trabalhando com isotermas de dessorção da goiaba em temperaturas que variavam de 40 a 70°C, numa faixa de umidade relativa de 10,75 a 82,3, observaram que a atividade de água decresce com o aumento da temperatura.

MOURA et al. (1998a), observaram que praticamente não existe influência da temperatura nas leituras de atividade de água em sucos de abacaxi e limão a diferentes concentrações, quando submetidos a uma faixa de temperatura de 15 a 30°C.

MOURA (1998), trabalhando com sucos concentrados de tangerina, abacaxi e limão na faixa de 10 a 55°Brix, observou que existe maior influência da temperatura em concentrações mais baixas. Com a elevação da concentração (acima de 40°Brix), a temperatura praticamente não afeta a leitura da atividade de água. Observou, também, que o suco de tangerina é o que apresenta melhor correlação entre atividades de água e concentração, acreditando que este comportamento seja, provavelmente, por ser bastante homogêneo. Para o suco de limão verificou que diminui mais rapidamente a atividade de água com o aumento da concentração.

2.7. Condutividade elétrica (K_e)

Segundo SEARS & ZEMANSKY (1969) a corrente num dado condutor depende da intensidade do campo elétrico em seu interior. Num metal puro, a corrente é diretamente proporcional à intensidade do campo. Para outros materiais a relação entre o campo elétrico e a corrente elétrica é mais complicada. Em qualquer caso, a resistividade é definida como a relação da intensidade de campo elétrico para a corrente por unidade de área de seção transversal. Portanto:

$$\rho = \frac{E}{i/A} \quad (1)$$

em que,

ρ - resistividade;

E - campo elétrico;

i - corrente elétrica, e

A - área de seção transversal.

Segundo OREAR (1975) a resistência elétrica depende do caminho livre médio das colisões dos elétrons com as imperfeições e impurezas. Desta teoria de resistência elétrica podemos facilmente deduzir a lei de Ohm, a qual estabelece que a resistência é completamente independente do valor da corrente e só depende da temperatura. O aumento da resistência elétrica com a temperatura é facilmente explicado de acordo com esta teoria de condução elétrica. Uma fonte intrínseca de imperfeições da rede é o movimento vibratório dos átomos devido ao fato de que não estão a zero absoluto. Sendo assim, a condutividade por definição, é o coeficiente (na forma mais geral, um tensor) de proporcionalidade entre o campo elétrico e a densidade de corrente elétrica.

Portanto:

$$\sigma = e^2 k_0 \quad (2)$$

em que,

σ - tensor condutividade elétrica;

e - campo elétrico, e

k - corrente elétrica.

O cientista alemão George Ohm realizou várias experiências, medindo voltagens (e as correntes correspondentes), quando aplicadas em diversos condutores de substâncias diferentes. No início do século dezanove, descobriu que o valor da corrente nos metais, era proporcional à voltagem aplicada, desde que a temperatura se mantivesse

constante. Então, Ohm definiu a resistência de um condutor como a voltagem dividida pela corrente, a qual é expressa como **lei de Ohm**:

$$R = \frac{V}{I} \quad (3)$$

No sistema prático, V é em volts e I em ampères. Esta unidade recebeu o nome especial de **Ohm** dado por alguém, que não o próprio, sendo que a lei de Ohm é independente de I para os metais (OREAR, 1975).

Sendo assim, a resistência de um condutor é igual a um Ohm, se a diferença de potencial entre os terminais do condutor é um volt quando a corrente que o percorre é um ampère. O ohm é abreviado pela letra grega (Ω) SEARS & ZEMANSKY (1969).

O múltiplo e o submúltiplo usuais do ohm são respectivamente:

$$1 \text{ megohm} = 1\text{M } \Omega = 10^6 \Omega$$

$$1 \text{ microhm} = 1 \mu \Omega = 10^{-6} \Omega$$

No sistema internacional (SI) de condutividade:

$$(\Omega^{-1}) = \text{mho ou (S) = Siemens (S m}^{-1}\text{)}$$

$$1 \text{ mho cm}^{-1} = 10^2 \text{ Sm}^{-1}$$

Em alimentos que são condutores, por exemplo, açúcar, ovo, carne, sal, leite pó, a condutividade elétrica é significativamente dependente da frequência do campo eletromagnético. Porém, muitos alimentos são pobres condutores e a condutividade é essencialmente independente do campo eletromagnético (SZCZESNIAK, 1983).

A constante de dielétrica é uma medida da capacidade da substância para neutralizar a atração entre cargas de pólvora elétricas. A água tem uma constante dielétrica muito alta, devido o seu momento de dipole alto, as moléculas tendem a se orientar para neutralizar um campo elétrico (PAUL & PALMER 1972). O valor da dielétrica constante para água é aproximadamente 80 a 1000 MHz, diminuindo

drasticamente com frequência crescente sobre 3000 MHz, também, ocorre diminuições com temperatura crescente.

O efeito de temperatura em propriedades de dielétrica em alimentos pode ser positivo ou negativo isso depende da temperatura, faixa de frequência, o estado de dielétrica constante e o fator de perda, que são observados com o congelamento e o descongelamento dos alimentos (NELSON 1978).

De uma forma geral, se tem dado pouca atenção às determinações de resistência e da condutividade nas frutas e em outros vegetais. Na maior parte dos casos, estas pesquisas são direcionadas para estabelecer uma relação entre as propriedades elétricas e alguns fatores que determinam a qualidade dos produtos (LEWIS, 1993).

JUDSON-KING (1971) observou uma relação linear que representa o logaritmo da resistência frente à temperatura desde 0°C até -45°C, comparando a resistência a uma temperatura próxima a -45°C. O aumento da resistência se atribuiu à transição entre a água e a ligação entre uma larga faixa de temperaturas.

LEWIS, (1993) relata que as medições de condutividade podem ser utilizadas pela fisico-química para determinar o grau de solubilidade dos sais pouco solúveis, da hidrólise e dos sais, das velocidades de reações em situações, onde se tem ligação da condutividade e de um ponto final das reações entre eletrólitos. A condutividade específica da água da torneira é um dado muito variável devido, principalmente, às impurezas presentes nessa água, em particular os ions dissolvidos. A água destilada de um laboratório, normalmente tem uma condutividade de $(3-5) \times 10^{-4} \text{Sm}^{-1}$. A água deionizada, produzida, substitui os ânions por OH^- e os cátions por H^+ e tem uma condutância específica muito baixa, próxima a 10^{-5}Sm^{-1} .

As medidas de condutância tem sido também utilizadas para medir o conteúdo de umidade dos materiais, particularmente com produtos em grãos. As medidas de condutância desses resultados favorecidas, estão à frente da capacitância, principalmente devido a sua simplicidade e a sua maior variação de acordo com o conteúdo em umidade LEWIS, (1993).

O desenvolvimento da acidez durante muitos processos de fermentação é dado, visto que se eleva o valor da condutividade. As medições da condutividade, também, são utilizadas para medir a concentração de xarope açucarado durante o processo de concentração que precede a cristalização. A resistência específica do xarope é proporcional à viscosidade, a qual por sua vez reflete paralelamente com a supersaturação. Existindo assim, uma relação inversa entre a condutividade e o grau de supersaturação LEWIS, (1993).

Segundo LADWIG (1993) o aquecimento ôhmico é uma alternativa na esterilização de alimentos enlatados, em linhas de processamento estéreis ou esterilização em tubos. O processo se fundamenta no fato de que, quando uma corrente elétrica flui através de um condutor elétrico, o condutor é aquecido devido à movimentação dos elétrons. Assim, o método aplica o efeito do reostato em um líquido ou partícula eletricamente condutora, sendo adequados para alimentos líquidos ou líquidos com partículas de até 25mm de comprimento. No entanto, o aquecimento ôhmico não é aplicável no processamento de óleos, gorduras, álcool ou produtos com estruturas cristalinas como gelo, já que não têm o meio ionizado. Sendo que a aplicação do aquecimento ôhmico depende da condutividade elétrica do produto.

Um desenvolvimento muito interessante de aquecimento de resistência por corrente alterna refere-se à conversão direta de energia elétrica em calor, usando um fluido como médio condutor. É exigido que o fluido seja capaz de conduzir uma corrente, mais que tenha resistência o suficiente para levar perdas de energia de um lugar e dissipar calor. É adotada a denominação de calefação ôhmica para descrever este processo (LEWIS, 1993).

De uma forma geral, as propriedades dielétricas podem relacionar-se com as composições químicas, estrutura física, frequência e temperatura, LEWIS, (1993) relata também, que a água livre e os sais dissociados têm uma elevada atividade dielétrica, enquanto que a água ligada, sais associados e sólidos coloidais têm uma atividade baixa.

Segundo PALANIAPPAN & SASTRY (1991b), a condutividade elétrica é afetada pela natureza dos íons (composição química), movimentos iônicos e pela viscosidade, os quais são todos dependentes da temperatura.

PALANIAPPAN & SASTRY (1991a) estudaram a influência da temperatura, conteúdo de sólidos e o tamanho de partículas na condutividade elétrica dos sucos de laranja e tomate em sucos com adição de sólidos. Foi verificado que durante o aquecimento ôhmico a condutividade elétrica dos sucos aumentou com a temperatura, e decresceu com o acréscimo dos sólidos, e a diminuição do tamanho das partículas aumentou a condutividade elétrica. Segundo esses mesmos autores, o aumento da condutividade elétrica com a temperatura é explicado pela diminuição dos movimentos iônicos, que também pode ser dependente do tamanho, forma e orientação das partículas.

De acordo com DE ALWIS et al. (1989), o fator físico primário que influencia o aquecimento ôhmico é a condutividade elétrica. A condutividade de um material determina sua viabilidade para que este possa ser aquecido eletricamente. Se a condutividade for muito baixa, provavelmente será imprópria. Os alimentos contêm condutividade elétrica na faixa de 10^{-2} a 10^3 mS/cm.

Para produtos particulados, existe uma região limite de operação do aquecimento ôhmico entre uma condutividade elétrica baixa (sólido), que implica em alta voltagem requerida, e uma condutividade elétrica alta (líquida), que implica em alta corrente elétrica (DE ALWIS & FRYER, 1992).

O aquecimento ôhmico é considerado uma técnica promissora de processamento asséptico de alimentos, onde o calor é gerado pela passagem de uma corrente alternada através do alimento, que, em sua maioria, contém espécies de eletrólitos, como sais e ácidos, de forma que a corrente elétrica pode passar através dos mesmos, sendo então o calor gerado internamente no alimento (HALDEN et al., 1990).

MONTOYA et al. (1994a) realizaram medições de condutividade elétrica em abacate durante o seu armazenamento e após transferi-lo refrigerado a 20°C, sob condições de atmosfera normal e modificada a 4° e 6°C. Além das medições de

condutividade elétrica, mediram a intensidade da respiração e a firmeza da polpa para estimar o tempo de amadurecimento no abacate. Obtiveram um aumento, que é explicado por um aumento na liberação dos íons devido algumas mudanças bioquímicas que ocorrem durante o amadurecimento da fruta. Segundo esses autores a condutividade elétrica pode ser usada para avaliar as condições durante o armazenamento a frio e o ponto de amadurecimento ideal do abacate para a comercialização.

MONTOYA et al. (1994b) sugeriram uma técnica para medir a condutividade elétrica em frutas intactas, observando que a frequência nos estudos de temperaturas para a condução elétrica em frutas de mesocarpo são eletrolíticas. Constataram que a condutividade elétrica em pêra é menor do que em abacate, apesar de que a pêra é um fruto rico em água e ácidos orgânicos de baixo peso molecular, ou seja, eletrólitos fracos, e o abacate é um fruto que é pobre em água e rico em ácidos orgânicos de peso molecular alto, o qual deveria apresentar baixa condutividade, em função de suas características.

Mudanças nas medidas elétricas são geradas através das variações na superfície dos eletrodos, devido as profundidades de penetração do eletrodo, tamanho da fruta e forma (HART & COLE, 1993).

Segundo CASTELLAN (1983) a condutividade elétrica de uma solução de eletrólitos aumenta linearmente com a temperatura.

PELACANI & VIEIRA (2002) verificaram ao trabalharem com suco de manga, que todas as amostras apresentavam um aumento da condutividade elétrica com o aumento da temperatura, e diminuição da condutividade, com o aumento do tamanho das partículas. Os autores também concluíram que quanto menor a viscosidade do suco, maior a condutividade, portanto, o produto se aquece mais rapidamente, o que melhora visualmente a qualidade do produto quanto à retenção da cor e aroma.

Segundo MOURA (1998) determinar a condutividade elétrica em sucos de tangerina, abacaxi e limão em diferentes concentrações a várias temperaturas (20 – 80°C), observou que, para os três sucos, a condutividade elétrica aumenta com a

concentração de até aproximadamente 30°Brix e, após este valor, a condutividade elétrica diminui com o aumento da concentração e que a condutividade elétrica aumenta com o aumento da temperatura. Dados experimentais da condutividade elétrica em função da concentração, foram representados por polinômios de terceiro grau, obtendo-se um bom ajuste com um coeficiente de correlação de $R^2 > 0,98$.

A razão da queda da condutividade elétrica pode está ligada ao aumento da viscosidade nos sucos, dificultando assim a mobilidade dos íons que regem a condutividade elétrica (ATKINS, 1995).

PELACANI & VIEIRA (2001) verificaram que a condutividade elétrica do suco de laranja aumentou com o aumento da temperatura e da voltagem aplicada. Com relação à concentração, a condutividade elétrica do suco aumentou até 30°Brix e após essa concentração, começou a diminuir. Percebeu-se, também, que quanto mais viscoso o suco, menor foi a condutividade elétrica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícola, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UFPB.

3.1. Matéria prima

Foram utilizadas quatro diferentes frutas para a realização deste trabalho, sendo: acerola (*Malpighia emarginata* D.C), umbu-cajá (*Spondias sp.*), sapoti (*Manilkara zapota* Van Royen) e melão (*Cucumis melo* L.) variedade espanhol adquiridos na feira livre do Município de Campina Grande – PB, em estágio de maturação, “maduros”, provenientes da região de Queimadas-PB, Açu-RN, Lagoa Seca-PB e Petrolina-Pe, respectivamente.

3.2. Processamento

As frutas adquiridas, acondicionadas em caixas plásticas, foram transportadas ao Laboratório de Armazenamento e processadas de acordo com as etapas constante no fluxograma na Figura 3. I.

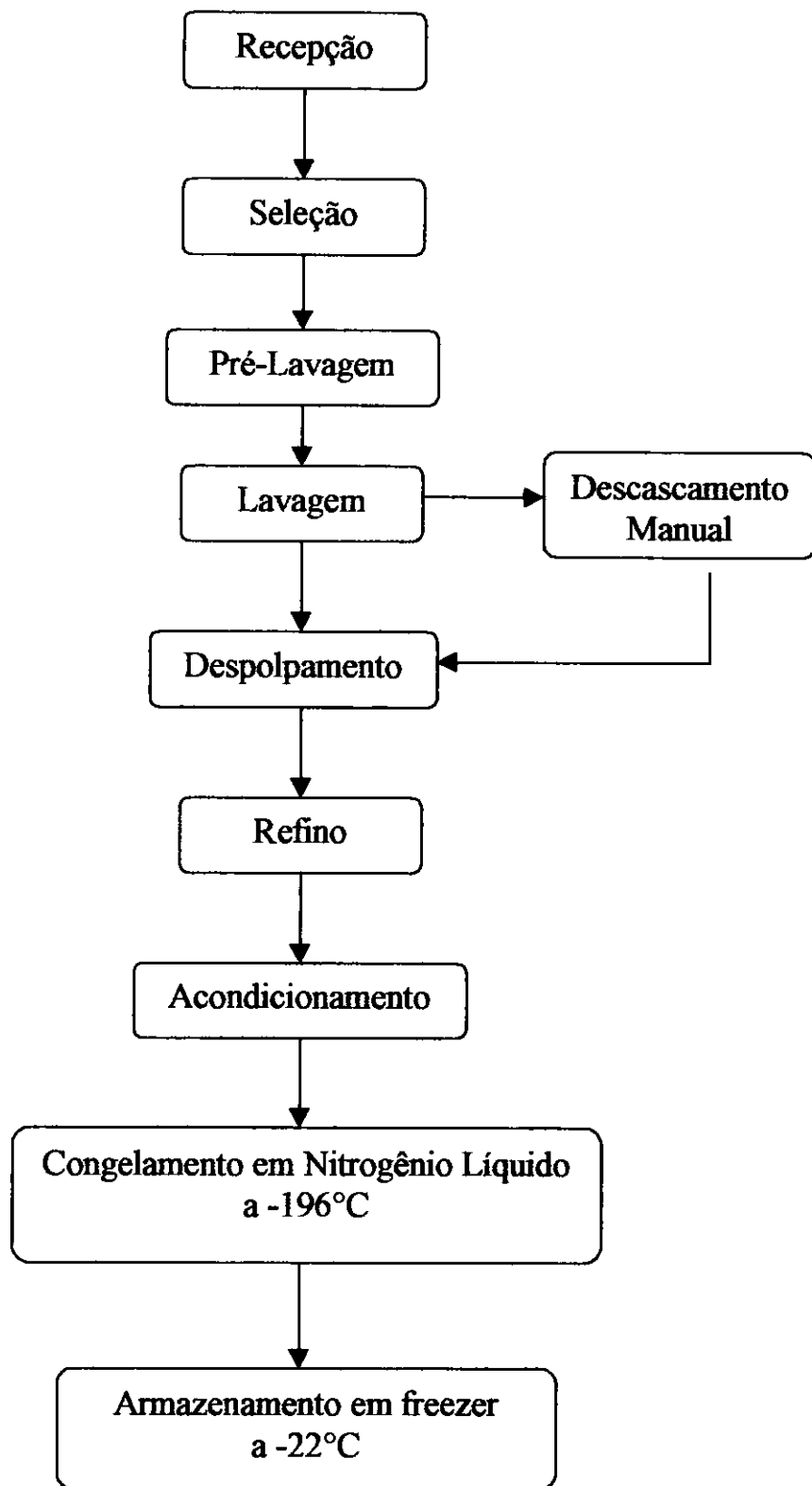


Figura 3.1. Fluxograma das operações realizadas para obtenção das polpas congeladas

As frutas maduras adquiridas no comércio, foram recebidas na sala de processamento e selecionadas manualmente, para que fossem eliminados os frutos verdes e estragados.

Logo após a seleção, os frutos foram pré-lavados em água corrente de forma que fosse eliminado o excesso de partículas de solo existente.

Em seguida foram lavados por imersão em recipiente plástico, contendo solução de hipoclorito de sódio com concentração de 10 ppm, durante 10 minutos. Depois os frutos foram lavados em água corrente e colocados para secar naturalmente, antes do despulpamento.

Apenas as frutas sapoti e melão foram submetidas à etapa do descascamento manual antes do despulpamento.

O despulpamento foi realizado em despulpadeira da marca LABOREMUS modelo DF – 200 com motor de 2.0 CV e capacidade de aproximadamente 400 kg / hora. Os frutos foram desintegrados, separando-se a polpa das cascas e sementes, com o auxílio de uma peneira de malha de 2,5mm.

No refinamento da polpa, foram utilizados os mesmos procedimentos da etapa anterior, apenas modificando a peneira de 2,5mm por uma peneira com malha de 1mm de diâmetro.

Em seguida, as polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão foram acondicionadas em embalagens de polietileno de baixa densidade, com capacidade aproximada para 50, 100, 250 e 500g.

Após a etapa da embalagem, as amostras foram imersas em nitrogênio líquido a -196°C , para obter um congelamento rápido das polpas. Sendo em seguida armazenadas em freezer a -22°C até o momento da realização dos experimentos.

3.3. Concentração

Para esta operação foi utilizado um evaporador rotativo de marca QUIMIS modelo Q-344B2, acoplado a uma bomba de vácuo de marca QUIMIS modelo Q-355D2.

As polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão que apresentaram em sua forma integral valores de Sólidos Solúveis Totais iguais 8°, 11,2°, 15° e 7°Brix, respectivamente, foram concentradas e, em alguns casos, diluídas, obtendo-se teores de sólidos solúveis totais de 10, 13, 16, 19, 22, 25 e 27°Brix, medidos com o auxílio de um refratômetro de marca CARL ZEISS modelo 94815.

3.4. Sólidos totais / Umidade

Foram determinados, em triplicata, os sólidos totais para as polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão conforme o método recomendado pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985), e a umidade determinada por diferença. Os resultados foram obtidos através da relação de perda de peso para 100g da amostra.

3.5. Atividade de água (a_w)

As leituras dos valores de atividade de água das diferentes amostras de polpa de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão, foram feitas utilizando o higrômetro AQUA-LAB, modelo CX-2, fabricado pela Decagon Devices Inc., EUA, realizadas em triplicata. As temperaturas utilizadas na medição desse parâmetro foram 20, 25, 30 e 35°C ($\pm 0,3^\circ\text{C}$) controladas com banho termostático (thermo Haake B3).

3.6. Condutividade elétrica

A leitura da condutividade elétrica foi obtida em um condutivímetro digital de marca HANNA modelo HI 9032. Inicialmente o aparelho era calibrado com solução de KCl a 0,01M, e, a seguir, as leituras das polpas eram realizadas nas temperaturas de 25, 30, 35, 40, 50 e 60°C e controladas com banho termostático.

3.7. Análise dos dados

Para a avaliação estatística dos resultados experimentais da atividade de água, condutividade elétrica, umidade e sólidos totais utilizou-se o programa computacional ASSISTAT versão 6.5 (SILVA & AZEVEDO, 2002).

Os valores obtidos dos sólidos totais e umidade, das polpas concentradas em estudo foram submetidos a um delineamento inteiramente casualizado.

Para os dados de atividade de água da polpa de acerola, foi utilizado o modelo experimental fatorial $6 \times 4 \times 3$ (6 concentrações, 4 temperaturas e 3 repetições), e para as polpas de umbu-cajá, sapoti o fatorial $8 \times 4 \times 3$ (8 concentrações, 4 temperaturas e 3 repetições) e melão $7 \times 4 \times 3$ (7 concentrações, 4 temperaturas e 3 repetições).

Para a condutividade elétrica utilizou-se o fatorial $6 \times 6 \times 5$ (6 concentrações 6 temperaturas e 5 repetições) à polpa de acerola, para as polpas de umbu-cajá e sapoti o fatorial foi de $8 \times 6 \times 5$ (8 concentrações, 6 temperaturas e 5 repetições) e para a polpa de melão o modelo fatorial de $7 \times 6 \times 5$ (7 concentrações, 6 temperaturas e 5 repetições).

A comparação entre médias foi feita pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, quando o teste F da análise de variância foi significativo.

As medidas de atividade de água e condutividade elétrica foram submetidas à análise de regressão com o auxílio do programa computacional STATISTICA versão 5.0.

Regressões lineares dos dados de umidade em função da concentração (°Brix) das diferentes amostras foram realizadas, utilizando-se o programa computacional STATISTICA versão 5.0. Os critérios usados para determinar a qualidade do ajuste da regressão foram o coeficiente de determinação (R^2), o erro relativo (ε) e o desvio percentual médio (P).

São considerados que valores de desvio relativo médio, abaixo de 10% indicam um razoável ajuste para as práticas propostas (AGUERRE et al., 1989).

$$\varepsilon = \frac{V_{\text{exp}} - V_{\text{teor}}}{V_{\text{exp}}} \quad (3.1)$$

$$P = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{V_{\text{exp}} - V_{\text{teor}}}{V_{\text{exp}}} \right| \quad (3.2)$$

em que,

V_{exp} - valores obtidos experimentalmente;

V_{teor} - valores preditos pela equação, e

n - número de dados experimentais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da matéria-prima

4.1.1. Sólidos totais / Umidade

Nas Tabelas 4.1 a 4.4 são apresentados os resultados das determinações da umidade e dos sólidos totais das polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão nas diferentes amostras. As tabelas das análises de variância dos valores médios da umidade e dos sólidos totais das diferentes polpas, encontram-se no Apêndice A (Tabelas A.1 a A.8). Verifica-se nessas tabelas que, como o valor de F calculado foi igual ou maior que o valor de F tabelado, pode-se afirmar que há diferença significativa entre pelo menos duas amostras em todos os resultados do teste F ao nível de 1% de probabilidade. Também são apresentadas as Figuras (4.1 a 4.4) para as respectivas polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão, com as retas de regressão representando a correlação entre a umidade e os sólidos solúveis totais.

4.1.1.1. Acerola

Estão apresentados, na Tabela 4.1, os valores médios da umidade e sólidos totais para a polpa de acerola com concentrações entre 8° e 22°Brix, as médias gerais, os coeficientes de variação e os desvios mínimos significativos. Com relação à umidade, verifica-se que houve diminuições significativas nesses dados com o aumento da concentração, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Os dados desse parâmetro variaram entre 90,15% e 79,05%, os quais aproximam-se dos obtidos por NOGUEIRA (1991) que variaram de 89,09 a 92,50% para a faixa de concentração de 5,10 a 7,00 °Brix. O resultado da umidade da polpa integral (8°Brix) está na mesma faixa de valores determinada por SALUNKHE & DESAI (1984).

Inversamente ao comportamento da umidade, com o aumento da concentração da polpa de acerola os sólidos totais aumentaram significativamente. Todos os valores dos sólidos totais estão dentro dos padrões de identidade e qualidade estabelecidos pela

legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (BRASIL, 2000), que estabelece um teor mínimo de sólidos totais para a polpa de acerola de 6,5%.

Tabela 4.1. Valores médios de umidade e sólidos totais em polpa de acerola em suas diferentes concentrações.

Concentração (°Brix)	Umidade (%)	Sólidos totais (%)
*8	90,15 a	9,45 f
10	88,49 b	11,51 e
13	85,80 c	14,20 d
16	83,36 d	16,64 c
19	80,30 e	19,70 b
22	79,05 f	20,95 a
DMS	00,21	00,21
CV (%)	00,09	00,50
MG (%)	84,52	15,47

* Polpa integral

MG - Média geral. CV - Coeficiente de variação e DMS -Desvio mínimo significativo.

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

Na Figura 4.1 é mostrada a regressão linear dos dados da umidade em função dos sólidos solúveis totais (°Brix) da polpa de acerola. Observa-se comportamento linear negativo, isto é, a umidade decresce com o aumento da concentração (°Brix). Verifica-se que o coeficiente de determinação (R^2) demonstra uma alta correlação entre os dados, apresentando valor superior a 0,99. O desvio percentual médio (P) foi de 0,33%, calculado com base nos dados preditos pela equação, resíduos e erros relativos constantes na Tabela A.9 (Apêndice A), sendo considerado por AGUERRE et al. (1989), quando inferior a 5%, um excelente ajuste da equação aos dados experimentais. Os resíduos foram menores que 1, o qual representa a diferença entre o valor da umidade observada e o valor predito pela equação, demonstrando que todos os pontos teóricos estão bem próximos dos experimentais.

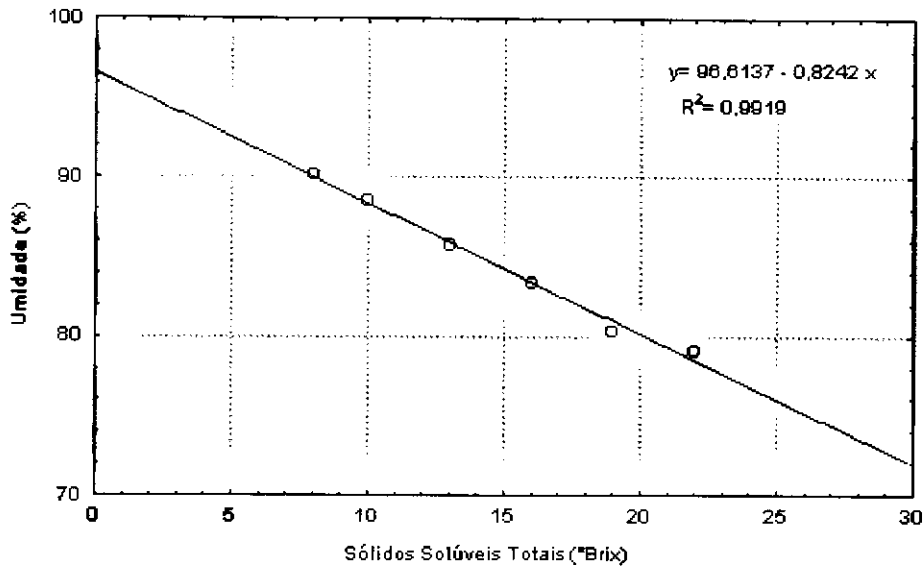


Figura 4.1. Correlação entre a umidade e os sólidos solúveis totais da polpa de acerola

4.1.1.2. Umbu-cajá

As umidades obtidas para a polpa de umbu-cajá nas concentrações de 10 a 27°Brix, que constam na Tabela 4.2, apresentaram uma variação de 89,78 a 75,19% e os sólidos totais de 10,22 a 24,81%. O valor da umidade da polpa integral (11,2°Brix) está próximo dos obtidos por NORONHA et al. (2000), ao trabalharem com frutos de umbu-cajá em dois estádios de maturação (meio-maduro e maduro), que obtiveram valores de 86,02 e 86,62%, respectivamente.

Como era esperado, os sólidos totais aumentaram significativamente com o aumento da concentração, que variou entre 10,22 e 24,81%. Na legislação vigente (BRASIL, 2000) não existe padrão de qualidade para a polpa de umbu-cajá, porém recomendam um valor mínimo de sólidos totais de 9,5% para a polpa de cajá, e em se tratando de frutas do mesmo gênero gerado pelo cruzamento natural do umbu e do cajá, pressupõe-se que a polpa de umbu-cajá integral está dentro de um patamar aceitável.

Os coeficientes de variação (Tabela 4.2) são inferiores a 1%, significando que os experimentos apresentaram ótima precisão, de acordo com a classificação de AGUERRE et al., (1989).

Tabela 4.2. Valores médios de umidade e sólidos totais em polpa de **umbu-cajá** em suas diferentes concentrações

Concentração (°Brix)	Umidade (%)	Sólidos totais (%)
10	89,78 a	10,22 h
*11,2	88,79 b	11,21 g
13	86,61 c	13,39 f
16	84,26 d	15,74 e
19	81,40 e	18,60 d
22	78,50 f	21,50 c
25	75,87 g	24,13 b
27	75,19 h	24,81 a
DMS	00,23	00,25
CV (%)	00,10	00,52
MG (%)	82,55	17,45

* Polpa integral

MG - Média geral, CV - Coeficiente de variação e DMS - Desvio mínimo significativo.

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

Observa-se na Figura 4.2, referente a regressão linear da umidade em função dos sólidos solúveis totais da polpa de umbu-cajá, um excelente coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,995. O valor do cálculo de desvio percentual médio (P) foi de 0,39%. Os valores obtidos dos dados preditos, resíduos e erros relativos para esta amostra encontram-se na Tabela A.10 (Apêndice A).

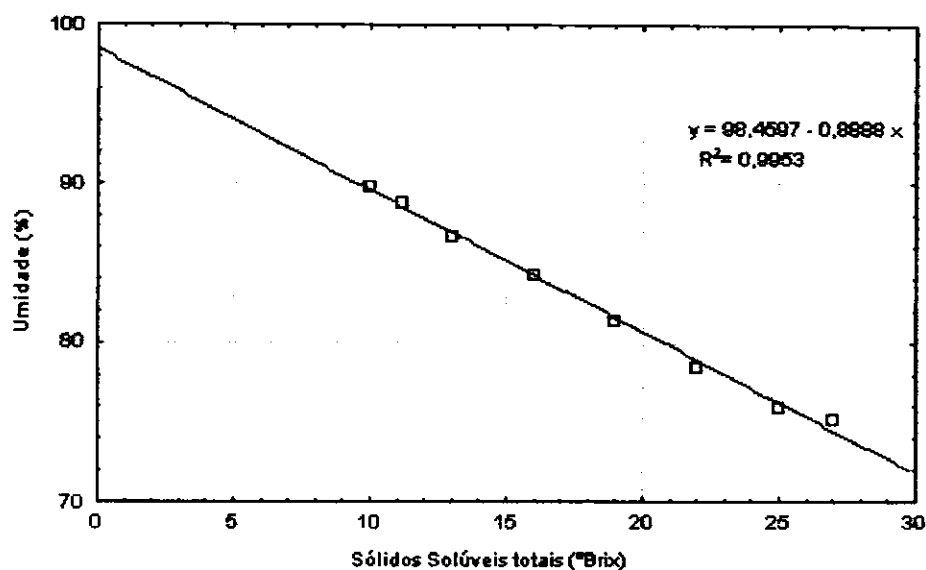


Figura 4.2. Correlação entre a umidade e os sólidos solúveis totais da polpa de umbu- cajá

4.1.1.3. Sapoti

Os valores apresentados na Tabela 4.3, para as diferentes concentrações da umidade variaram de 86,58 a 62,41% e para os sólidos totais de 13,42 a 37,59%. Observa-se que houve efeito significativo em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, entre os valores médios das amostras. GAZEL FILHO (2002) ao apresentar dados relativos a composição química do sapoti, cita valores que variaram de 71,10 a 75,40% de água, para uma concentração de 16,8 a 22°Brix, estando afastado dos valores determinados para a polpa integral e dentro da faixa obtidas nas mesmas concentrações estudadas de 16 a 22°Brix.

Tabela 4.3. Valores médios de umidade e sólidos totais em polpa de **sapoti** em suas diferentes concentrações

Concentração (°Brix)	Umidade (%)	Sólidos totais (%)
10	86,58 a	13,42 h
13	82,83 b	17,17 g
*15	80,14 c	19,86 f
16	77,32 d	22,68 e
19	72,82 e	27,18 d
22	69,26 f	30,74 c
25	66,82 g	33,18 b
27	62,41 h	37,59 a
DMS	00,44	00,44
CV (%)	00,21	00,62
MG (%)	74,77	25,23

* Polpa integral

MG - Média geral. CV - Coeficiente de variação e DMS - Desvio mínimo significativo.

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

Através da regressão linear dos dados da umidade versus sólidos solúveis totais para polpa de sapoti representada na Figura 4.3, nota-se a redução da umidade quando se aumenta o valor da concentração da polpa, o que já era esperado. O mesmo ocorreu nas polpas de acerola e umbu-cajá. Para o sapoti, também, obteve-se ótimo coeficiente de determinação R^2 acima de 0,99. O valor de P foi de 0,89%, como os demais foram calculados com base nos dados preditos pela equação, nos valores dos resíduos e erros relativos obtidos (Tabela A.11, Apêndice A), sendo considerado como bom (AGUERRE et al., 1989).

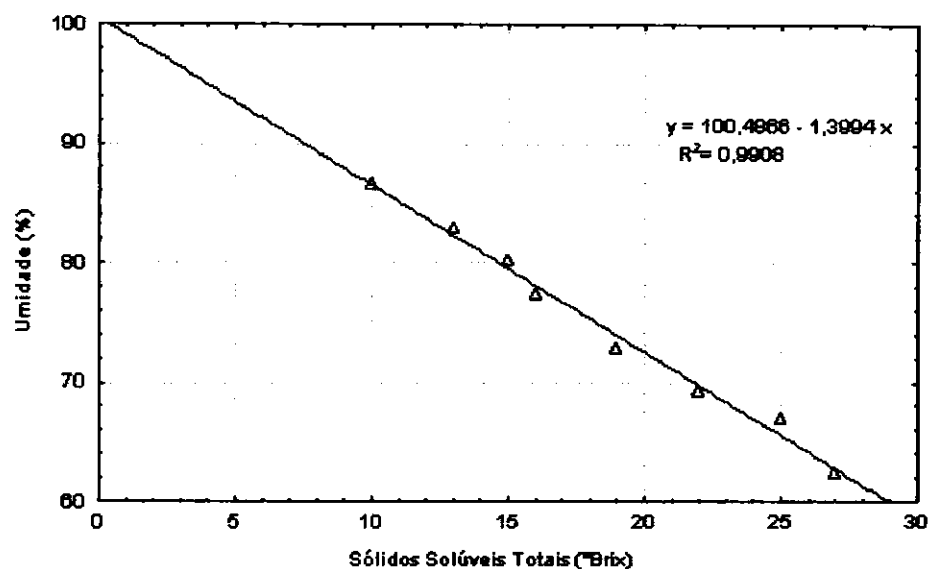


Figura 4.3. Correlação entre a umidade e os sólidos solúveis totais da polpa de sapoti

4.1.1.4. Melão

Na Tabela 4.4, tem-se, para a polpa de melão da variedade espanhol, os valores da umidade que variaram de 90,86 – 76,02%, o que se aproxima do valor de $90 \pm 1,28\%$ encontrado por ARGANDOÑA et al. (2002) ao trabalharem com melão (*Cucumis melo inodorus*) da cultivar Gold Mine com teor de sólidos solúveis totais de 10°B a 11°Brix. A média dos sólidos totais obtidos para a polpa integral, foi de 9,14%, sendo superior ao valor mínimo fixado pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2000) que é de 7,50%.

Tabela 4.4. Valores médios de umidade e sólidos totais em polpa de melão em suas diferentes concentrações

Concentração (°Brix)	Umidade (%)	Sólidos totais (%)
*7	90,86 a	9,14 g
10	90,48 b	9,52 f
13	88,02 c	11,98 e
16	84,70 d	15,30 d
19	79,71 e	20,29 c
22	79,10 f	20,90 b
25	76,02 g	23,98 a
DMS	00,33	00,34
CV (%)	00,14	00,76
MG (%)	84,13	15,87

*Polpa integral

MG - Média geral, CV - Coeficiente de variação e DMS -Desvio mínimo significativo.

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

Na Figura 4.4, tem-se o ajuste dos dados de umidade em função da concentração para a polpa de melão, onde se observa comportamento decrescente com coeficiente de determinação (R^2) maior que 0,96. Foi feito o cálculo do desvio percentual médio, obtendo-se o valor de 1,11%, baseado nos valores residuais e erros relativos encontrados na Tabela A.12 (Apêndice A).

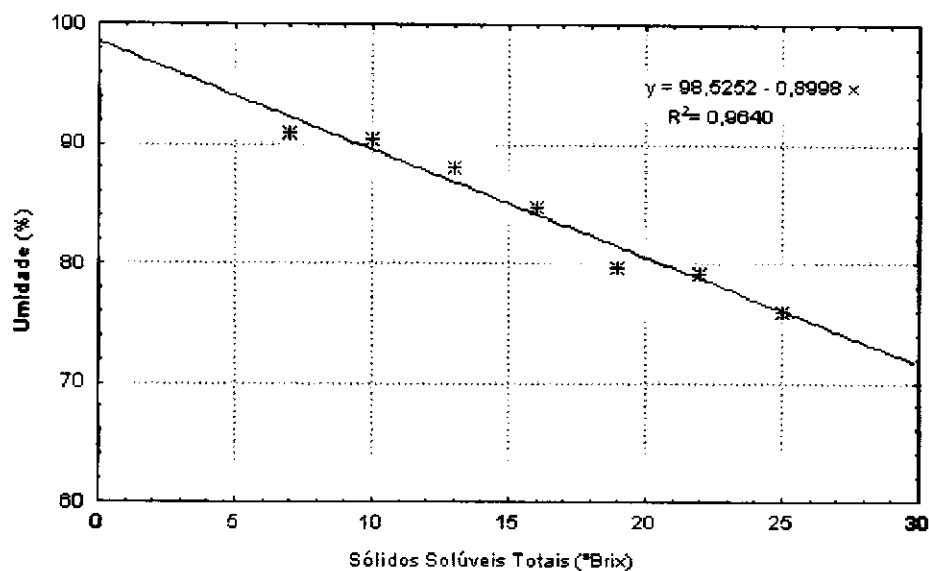


Figura 4.4. Correlação entre a umidade e os sólidos solúveis totais da polpa de melão

4.2. Atividade de água

Os resultados obtidos da atividade de água das polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão a diferentes concentrações e temperaturas, são apresentados nas Tabelas 4.6, 4.8, 4.10 e 4.12, respectivamente.

As Figuras 4.5 a 4.12 ilustram os resultados obtidos da atividade de água em função da concentração, ajustados com a equação linear.

4.2.1. Acerola

Foi feita análise de variância a fim de se comparar à variação dos valores médios da atividade de água, devido aos tratamentos (concentração e temperatura). Pelos resultados desta análise apresentados na Tabela 4.5, verifica-se diferença significativa em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para os fatores temperatura e concentração, como também para a interação: temperatura versus concentração. Logo, as polpas de acerola não têm, em média, a mesma atividade de água.

Tabela 4.5. Análise de variância dos valores médios da atividade de água (a_w) da polpa de acerola

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Temperatura	3	0,00027	0,00009	285,3333**
Concentração	5	0,00134	0,00027	843,2000**
Temperatura x Concentração	15	0,00003	0,00000	5,8667**
Resíduo	48	0,00002	0,00000	----
Total	71	0,00166	----	----

G.L.- Grau de liberdade; S.Q.- soma dos quadrados; Q.M.-Quadrado médio dos desvios e F.-Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Para saber quais as médias que diferem entre si, foi aplicado o teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 4.6 das atividades de água de polpa de acerola para as seis concentrações e quatro temperaturas. Em todas as temperaturas constata-se a diminuição da atividade de água com o aumento da concentração, concordando com os resultados obtidos por NOREÑA et al. (2002) ao trabalharem com sucos de caju e goiaba com concentrações variando entre 5 - 45°Brix. Na temperatura de 20°C as diminuições com as concentrações são estatisticamente diferentes desde 8 até 22°Brix. Nas temperaturas de 25 e 30°C, essas reduções, entre as últimas concentrações, não são estatisticamente diferentes, embora numericamente os valores sejam diferentes das atividades de água entre 19 e 22°Brix. Na temperatura de 35°C a ausência de diferenças significativas, já se faz presente entre as amostras 8, 10 e 13°Brix, entre 13 e 16°Brix e entre 19 e 22°Brix. Apesar de permanecer a tendência de diminuição da atividade de água com o aumento da concentração, percebe-se que o efeito do teor dos sólidos solúveis totais sobre a atividade de água, diminuiu com o aumento da temperatura.

Entre temperaturas não se verifica, no conjunto dos dados, uma correlação bem definida entre variações na atividade de água e aumentos de temperatura. Nas concentrações de 13° a 22°Brix, verifica-se que não existe diferença significativa entre os valores da atividade de água a 20 e 25°C, porém esses valores diferem significativamente dos valores nas temperaturas de 30°C e 35°C. MOURA (1998), trabalhando com sucos concentrados de tangerina, abacaxi e limão na faixa de 10 a 55 °Brix, observou que

existe maior influência da temperatura em concentrações mais baixas. O autor relatou que com a elevação da concentração acima de 40°Brix, a temperatura praticamente não influenciou a leitura da atividade de água. Analisando cada temperatura, nota-se que os maiores valores determinados para atividade de água, foram obtidos a 30°C.

Tabela 4.6. Valores médios da atividade de água em polpa de **acerola** para a interação concentração x temperatura

Concentração (°Brix)	Temperatura (°C)			
	20	25	30	35
*8	0,9857 aB	0,9833 aC	0,9883 aA	0,9833 aC
10	0,9837 bB	0,9817 bC	0,9867 bA	0,9827 aBC
13	0,9800 cC	0,9793 cC	0,9843 cA	0,9820 abB
16	0,9773 dB	0,9777 dB	0,9810 dA	0,9807 bA
19	0,9733 eC	0,9723 eC	0,9777 eA	0,9763 cB
22	0,9710 fC	0,9713 eC	0,9770 eA	0,9750 cB

* Polpa integral

DMS p/ colunas = 0,0014; DMS p/ linhas = 0,0012; CV = 0,05755%; MG = 0,97965%.

MG - Média geral, CV - Coeficiente de variação e DMS -Desvio mínimo significativo.

Obs.: as médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

Na Figura 4.5 são apresentados os pontos experimentais obtidos para as atividades de água em função da concentração da polpa de acerola, e retas representando o comportamento do conjunto de dados. Além do decréscimo das atividades de água com a concentração, pode-se, também, observar que o aumento da temperatura não afeta de forma bem definida o comportamento da atividade de água. A curva referente a 35°C, apresenta uma inclinação menos pronunciada que às demais, podendo indicar que nesta temperatura o efeito da concentração sobre a atividade de água, torna-se menos intenso.

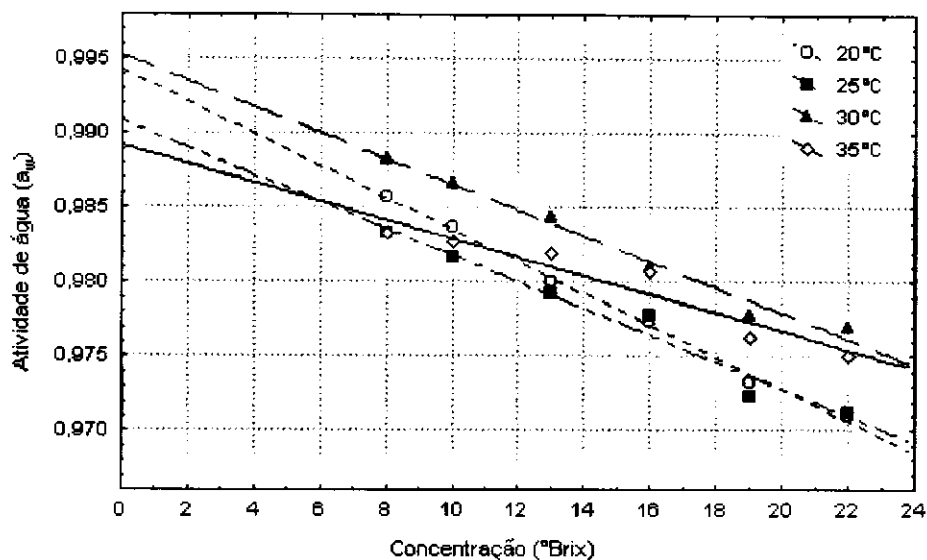


Figura 4.5. Atividade de água (a_w) para as diferentes concentrações (°Brix) e diferentes temperaturas para a polpa de acerola, com ajuste linear

Na Figura 4.6 são vistos os pontos experimentais obtidos para as atividades de água de polpa de acerola em função da temperatura, ajustados linearmente, onde se observa que os maiores valores de atividade de água são na temperatura de 30°C.

Nas concentrações de 13°Brix a 22°Brix observam-se, em termos gerais, tendência de aumento das atividades de água com o aumento da temperatura. Nas concentrações de 8°Brix e 10°Brix as atividades de água parecem se manter em um mesmo patamar de valores.

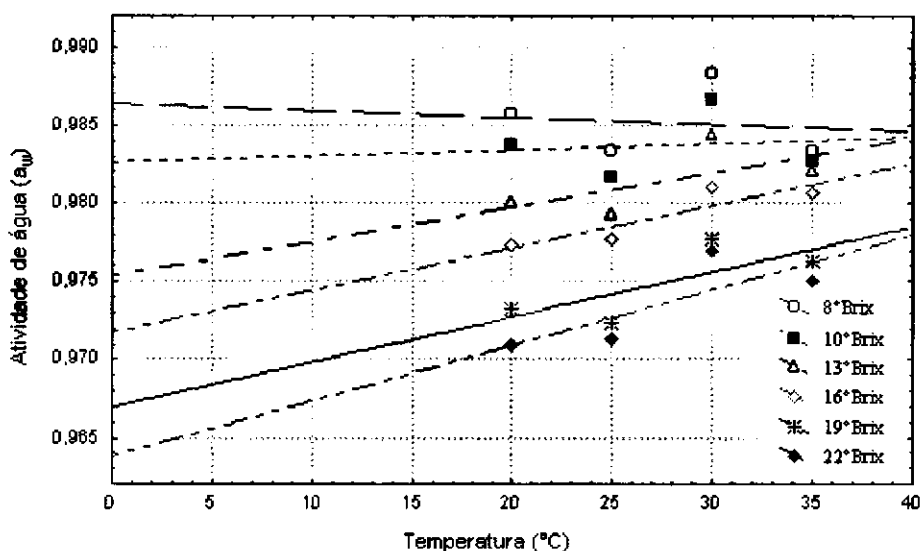


Figura 4.6. Atividade de água (a_w) para as diferentes temperaturas e diferentes concentrações (°Brix) para a polpa de acerola, com ajuste linear

4.2.2. Umbu-cajá

Da análise de variância, apresentada na Tabela 4.7, verifica-se diferença significativa em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para os fatores temperatura e concentração, como também para a interação temperatura versus concentração, indicando que as médias da atividade de água dos tratamentos não são estatisticamente iguais.

Tabela 4.7. Análise de variância dos valores médios da atividade de água (a_w) da polpa de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Temperatura	3	0,00055	0,00018	202,2029**
Concentração	7	0,00477	0,00068	744,9442**
Temperatura x Concentração	21	0,00014	0,00001	7,1553**
Resíduo	64	0,00006	0,00000	----
Total	95	0,00552	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4.8 da atividade de água da polpa de umbu-cajá em função da concentração e da temperatura, verifica-se que, assim como observado para o conjunto de dados obtidos para a polpa de acerola, a atividade de água diminuiu conforme se aumentou a concentração em todas as temperaturas, porém isto é constatado apenas quando se observa o conjunto total de valores. Concordando com o trabalho realizado por MOURA et al. (1998a), com sucos concentrados de abacaxi e limão, que constataram que a atividade de água nestes sucos é reduzida, quando aumentado os valores dos sólidos solúveis totais. Em alguns casos, apesar de serem vistas diminuições nos valores absolutos de atividade de água, em termos estatísticos, as diferenças são menos expressivas. Também nas concentrações de sólidos solúveis totais entre 25°Brix e 27°Brix, os valores de atividade de água não apresentam diferença estatística, exceto na amostra a 30°C. O efeito do aumento de concentração sobre a atividade de água é notado de forma clara, quando se comparam os

resultados para concentrações não subseqüentes, por exemplo entre 10°Brix e 13°Brix, entre 13°Brix e 19°Brix e entre 19°Brix e 25°Brix.

Entre temperaturas, verifica-se tendência de aumento da atividade de água com o aumento da temperatura, concordado com dados obtidos por NASCIMENTO (2002), que trabalhou com banana prata nos estádios de maturação maduro e semiverde, nas temperaturas de 20, 30 e 40°C e observou que a tendência da atividade de água da banana, em ambos os estádios de maturação é de aumento, quando expostas ao aumento das temperaturas. Este comportamento é mais claro entre as amostras de umbu-cajá, nas temperaturas mínimas de 20°C e máxima de 35°C. Entre 25 e 30°C. Esta tendência não se confirma, porém entre 20° e 30°C, entre 25° e 35°C e entre 30° e 35°C. As maiores temperaturas correspondem as maiores atividades de água, na maioria dos casos.

Tabela 4.8. Valores médios da atividade de água em polpa de **umbu-cajá** para a interação concentração x temperatura.

Concentração (°Brix)	Temperatura (°C)			
	20	25	30	35
10	0,9767 abC	0,9840 aAB	0,9827 aB	0,9857 aA
*11,2	0,9787 aC	0,9840 aA	0,9817 abB	0,9847 aA
13	0,9750 bD	0,9823 aA	0,9800 bcB	0,9773 bC
16	0,9720 cB	0,9783 bA	0,9777 cdA	0,9773 bA
19	0,9687 dC	0,9730 cB	0,9760 dA	0,9747 cAB
22	0,9653 eB	0,9703 dA	0,9700 eA	0,9713 dA
25	0,9600 fC	0,9647 eB	0,9667 fAB	0,9677 eA
27	0,9593 fC	0,9623 eB	0,9637 gAB	0,9657 eA

* Polpa integral

DMS p/ colunas = 0,0024; DMS p/ linhas = 0,0021; CV = 0,09819%; MG = 0,97367%.

MG - Média geral, CV - Coeficiente de variação e DMS -Desvio mínimo significativo.

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

Observa-se na Figura 4.7, através das retas de regressão, que com o aumento da concentração do teor de sólidos solúveis totais, há uma diminuição da atividade de água em todos os pontos avaliados. Os menores valores experimentais de atividade de água obtidos foram medidos a 20°C e os maiores, de forma predominante, a 35°C.

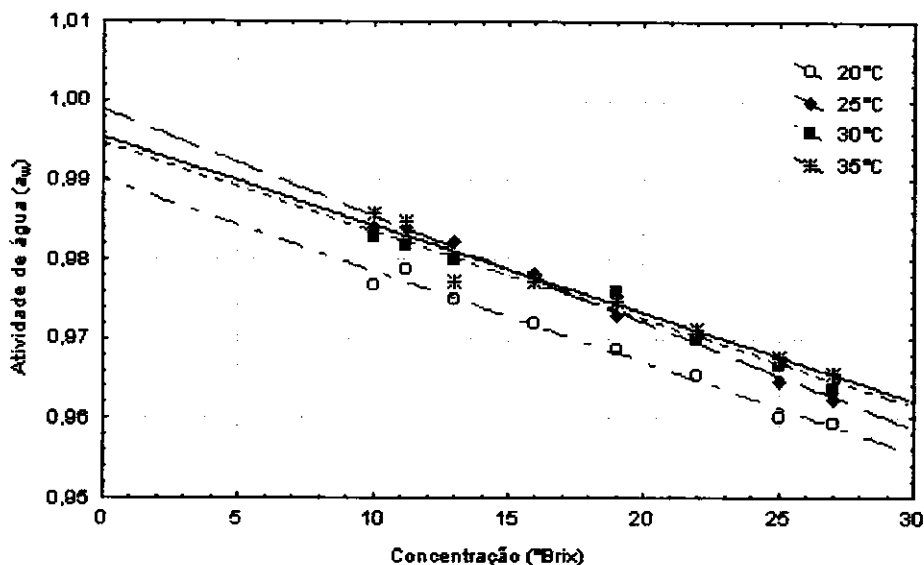


Figura 4.7. Atividade de água (a_w) para as diferentes concentrações (°Brix) e temperaturas para a polpa de umbu-cajá, com ajuste linear

Na Figura 4.8, os ajustes lineares aos pontos experimentais para a atividade de água em função da temperatura, evidenciam os aumentos de a_w com a elevação da temperatura.

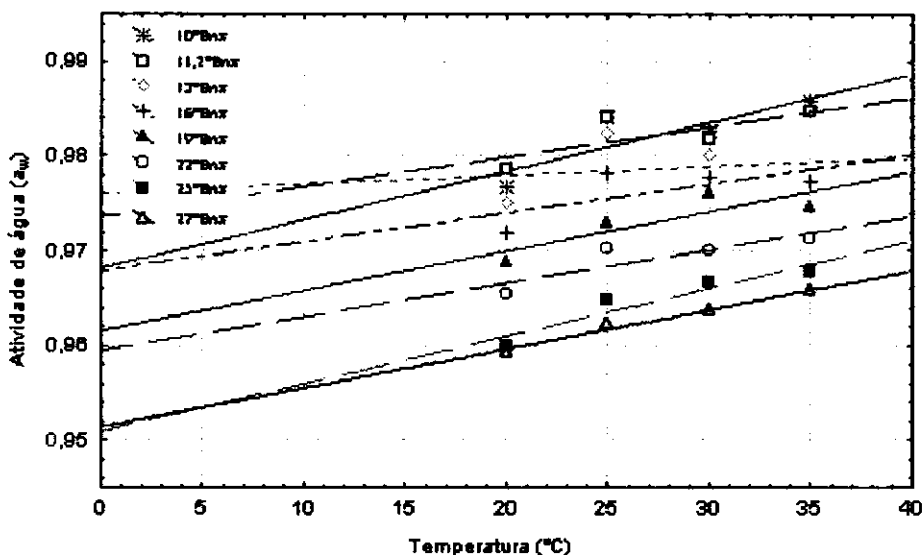


Figura 4.8. Atividades de água (a_w) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de umbu-cajá, com ajuste linear

4.2.3. Sapoti

De acordo com a análise de variância, verifica-se diferença significativa em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para os fatores temperatura e concentração, como também para a interação temperatura versus concentração, conforme apresentado na Tabela 4.9 e para os valores médios da atividade de água de sapoti.

Tabela 4.9. Análise de variância dos valores médios da atividade de água (a_w) da polpa de sapoti

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Temperatura	3	0,00035	0,00012	140,1905**
Concentração	7	0,00753	0,00108	1296,5442**
Temperatura x Concentração	21	0,00024	0,00001	13,6417**
Resíduo	64	0,00005	0,00000	----
Total	95	0,00822	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Observa-se na Tabela 4.10, referente aos valores experimentais de atividade de água da polpa de sapoti em oito diferentes concentrações, a diminuição da atividade de água das amostras acarretada pelo aumento da concentração, assim como observado para as polpas de acerola e umbu-cajá, nas quais se registrou o mesmo comportamento. CAMARGO et al. (2002) trabalharam com concentração osmótica de tomates secos, submetidos a formulações diferenciadas de xaropes a base de açúcar e sal, obtendo também reduções no valor da atividade de água. A 20°C há uma diminuição da atividade de água, das concentrações de 10 a 27°Brix, mesmo não apresentando diferença estatística entre as concentrações de 22 e 25°Brix. Para a temperatura de 25°C a redução dos valores de atividade de água é contínua e significativa entre as concentrações avaliadas. Para a temperatura de 30°C, há um decréscimo significativo dos valores de atividade de água com o aumento das concentrações, exceto, estatisticamente, entre 15 e 16°Brix, embora seus valores absolutos apresentem diferenças. Na temperatura de 35°C

também ocorrem, como um todo, reduções dos valores de atividade de água, apesar de não ocorrerem diferenças estatísticas entre as concentrações de 10 e 13°Brix, 13 e 15°Brix e entre 19 e 22°Brix. Pode-se notar que em termos de valores absolutos existe uma redução, com exceção entre os pontos 13 e 15°Brix.

Entre as temperaturas, nota-se uma tendência de redução da atividade de água mais acentuada entre as temperaturas 20 a 30°C. Nos valores que correspondem a 35°C percebe-se que a continuação da redução da a_w ocorre com mais precisão apenas nas amostras que corresponde a 10° e 13°Brix. Nas amostras de 15° e 16°Brix, nota-se uma discreta tendência à redução. No trabalho realizado por MOURA (2001), com dessecção de caju nas temperaturas de 35, 40, 50, 60, e 65°C, foi verificado de forma geral que os valores de atividade de água obtidos para esta fruta, decrescem quando submetidos ao aumento das temperaturas. Este comportamento assemelha-se aos obtidos para a polpa de sapoti.

Tabela 4.10. Valores médios da atividade de água em polpa de sapoti para interação concentração x temperatura.

Concentração (°Brix)	Temperatura (°C)			
	20	25	30	35
10	0,9930 aA	0,9873 aB	0,9830 aC	0,9807 aD
13	0,9867 bA	0,9843 bB	0,9793 bC	0,9730 abC
*15	0,9813 cA	0,9803 cA	0,9757 cC	0,9780 bB
16	0,9767 dA	0,9753 dAB	0,9733 cC	0,9743 cBC
19	0,9717 eA	0,9707 eAB	0,9693 dB	0,9707 dAB
22	0,9683 fA	0,9663 fB	0,9647 eB	0,9683 dA
25	0,9663 fA	0,9637 gB	0,9610 fC	0,9653 eAB
27	0,9590 gA	0,9603 hA	0,9553 gB	0,9587 fA

* Polpa integral

DMS p/ colunas = 0,0023; DMS p/ linhas = 0,0020; CV = 0,09391%; MG = 0,97275%.

MG - Média geral, CV - Coeficiente de variação e DMS - Desvio mínimo significativo.

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

Ajustes lineares aos pontos experimentais obtidos para a atividade de água em função da concentração, estão ilustrados na Figura 4.9, demonstrando diminuições nos valores dessa propriedade com o aumento da concentração. Além disso, constata-se pela inclinação da curva referente a 35°C que, nesta temperatura, o efeito da concentração sobre a a_w foi menos pronunciado do que nas temperaturas inferiores.

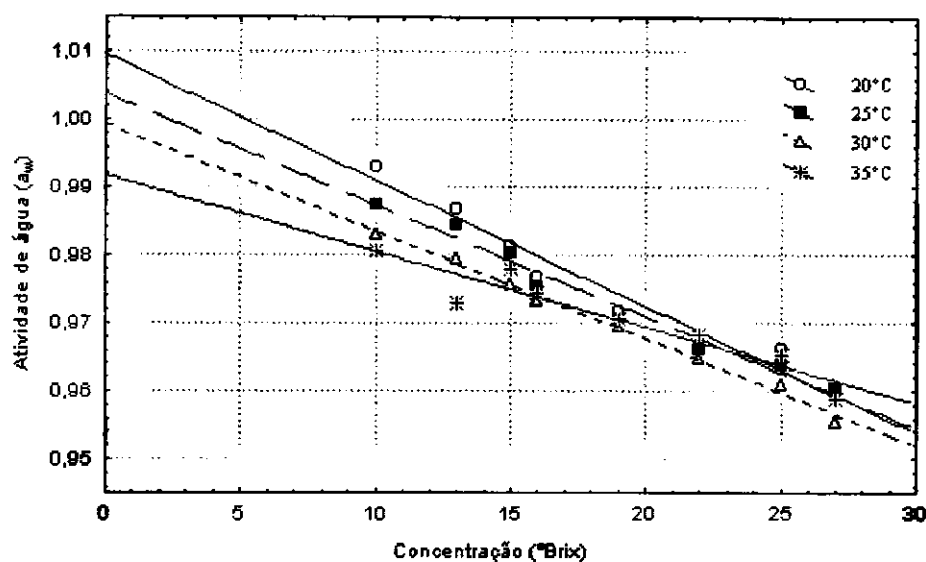


Figura 4.9. Atividade de água (a_w) para as diferentes concentrações (°Brix) e diferentes temperaturas para a polpa de sapoti, com ajuste linear

Na Figura 4.10, observa-se que com o aumento da temperatura, as atividades de água diminuíram de forma mais acentuada nas amostras com concentrações mais baixas (10° e 13°Brix), reduzindo-as conforme estas amostras foram aquecidas. Nas amostras com concentrações entre 15° a 27°Brix, nota-se a influência da temperatura, embora sutil, mas é possível perceber uma discreta redução, principalmente nas amostras de 15° a 16°Brix.

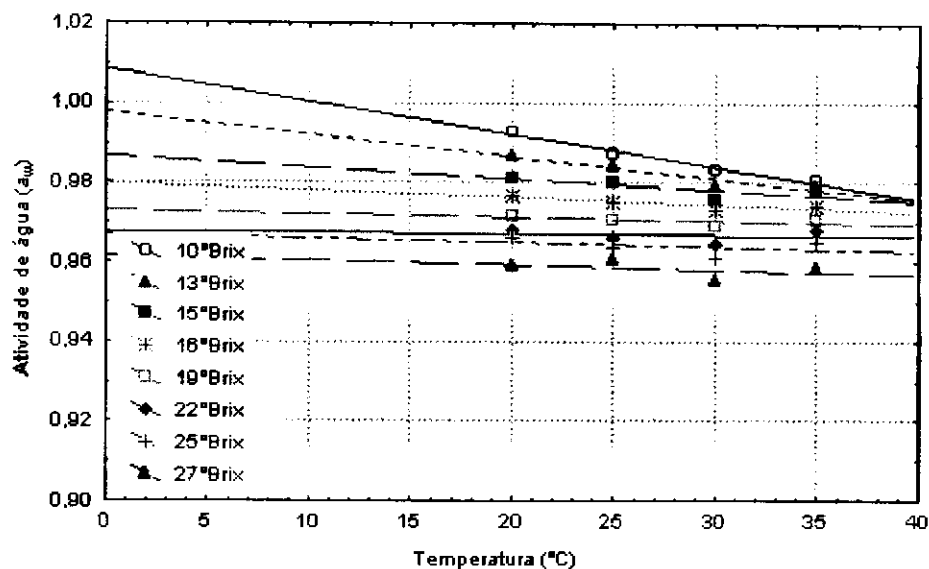


Figura 4.10. Atividade de água (a_w) para as diferentes temperaturas e concentrações ($^{\circ}$ Brix) para a polpa de sapoti, com ajuste linear

4.2.4. Melão

Pelos dados da análise de variância, verifica-se diferença significativa em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para os fatores temperatura e concentração, como também para a interação temperatura versus concentração e para os valores médios da atividade de água a polpa de melão, conforme apresentado na Tabela 4.11.

Tabela 4.11. Análise de variância dos valores médios da atividade de água (a_w) da polpa de melão

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Concentração	6	0,00256	0,00043	493,6842**
Temperatura	3	0,00023	0,00008	88,8421**
Concentração x Temperatura	18	0,00023	0,00001	14,9942**
Resíduo	56	0,00005	0,00000	----
Total	83	0,00307	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Como observado nas amostras de acerola, umbu-cajá e sapoti, o comportamento da polpa de melão apresenta reduções da atividade de água com o aumento da concentração na maioria dos casos. Na temperatura a 20°C as atividades de água entre as concentrações 7 e 10°Brix e entre 13 e 16°Brix não resultaram em diferenças estatísticas, porém de 16 até 25°Brix ocorrem diminuições significativas e gradativas. Para a temperatura de 25°C o comportamento é semelhante a 20°C. Percebe-se que a 30°C as concentrações de 13 e 16°Brix não apresentam diferenças significativas, como também entre as de 19 e 22°Brix. Na temperatura a 35°C, não ocorre diferença estatística entre as concentrações de 7° e 10°, 10° e 13°, 13° e 16°, 16° e 19°, 19 e 22°Brix.

A influência do aumento da temperatura sobre as a_w nas concentrações de 7° a 16°Brix é incerta, uma vez que na temperatura de 30°C tem-se a_w maiores que a 20° e 25°C, mas a 35°C o mesmo não ocorre. MOURA et al. (1998a), observaram que, praticamente, não existiu influência da temperatura nas leituras de atividade de água em sucos de abacaxi e limão a diferentes concentrações quando submetidos a uma faixa de temperatura de 15 a 30°C.

Porém, nas concentrações de 19°Brix e superiores, as a_w nas temperaturas de 30° e 35°C superam as a_w a 20° e 25°C, indicando que o aumento da temperatura, exerceu uma influencia significativa na atividade de água nestas concentrações, o que concorda com a afirmação de ANDRADE (2000) de que, quanto mais elevada à temperatura de um alimento maior será sua atividade de água.

Tabela 4.12. Valores médios da atividade de água em polpa de melão para interação concentração x temperatura.

Concentração (°Brix)	Temperatura (°C)			
	20	25	30	35
*7	0,9853 aB	0,9853 aB	0,9883 aA	0,9807 aC
10	0,9847 aAB	0,9833 aB	0,9857 bA	0,9797 abC
13	0,9797 bB	0,9787 bB	0,9827 cA	0,9783 bcB
16	0,9777 bB	0,9773 bB	0,9813 cA	0,9767 cdB
19	0,9727 cB	0,9727 cB	0,9777 dA	0,9757 deA
22	0,9687 dB	0,9697 dB	0,9757 dA	0,9743 eA
25	0,9647 eC	0,9670 eB	0,9717 eA	0,9703 fA

* Polpa integral

DMS p/ colunas = 0,0023; DMS p/ linhas = 0,0020; CV = 0,09504%; MG = 0,97736%.

MG - Média geral, CV - Coeficiente de variação e DMS - Desvio mínimo significativo.

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

De acordo com a Figura 4.11, observa-se a diminuição da atividade de água com o aumento da concentração, nas polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão avaliadas e submetidas às mesmas temperaturas. Assim como observado nas amostras de acerola e sapoti, a 35°C a curva demonstra uma inclinação menor que nas demais temperaturas, o que conduz a proposição de que a 35°C o teor de sólidos solúveis totais nas concentrações estudadas exerce menor influência sobre a a_w das polpas de acerola, sapoti e melão.

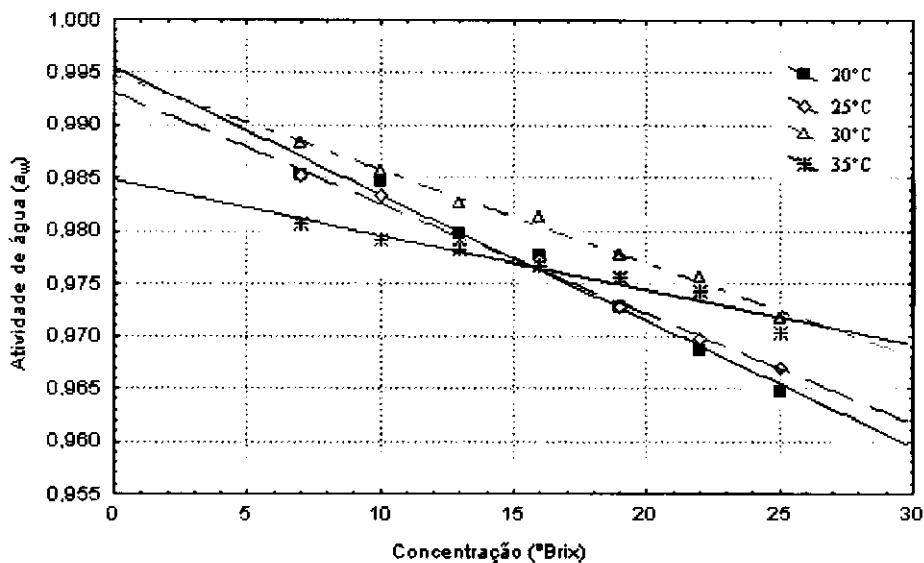


Figura 4.11. Atividade de água (a_w) para as diferentes concentrações (°Brix) e diferentes temperaturas para a polpa de melão, com ajuste linear

Pode-se observar na Figura 4.12, a influência do aumento da temperatura, na diminuição da atividade de água sobre as amostras de concentração de 7° e 10°Brix. E que as curvas referentes às amostras com concentrações a partir de 19°Brix, predomina uma tendência ascendente entre as amostras com maiores concentrações.

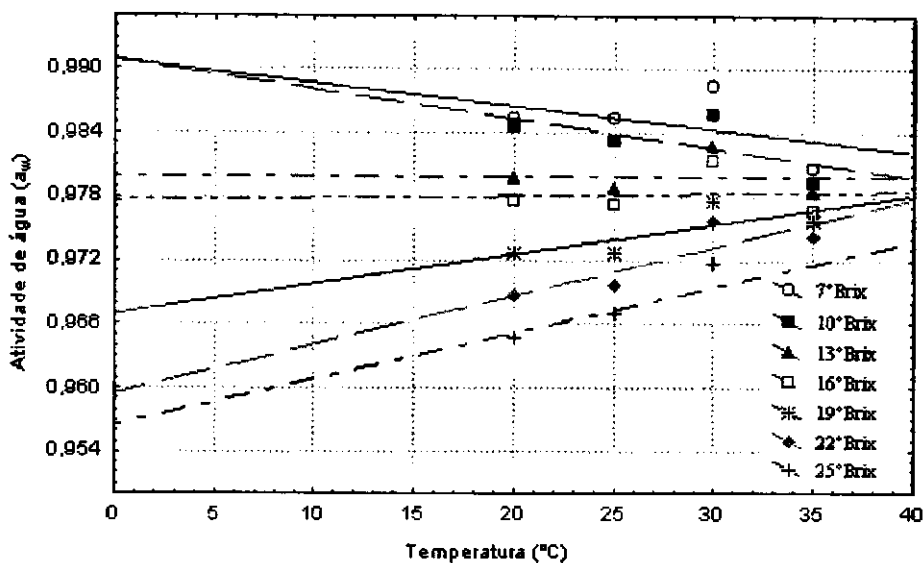


Figura 4.12. Atividade de água (a_w) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de melão, com ajuste linear

4.3. Condutividade elétrica

Os resultados da condutividade elétrica para as polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão em diferentes concentrações submetidas às temperaturas de 25 a 60°C e os valores das leituras experimentais, expressas em (mS/cm), encontram-se nas Tabelas 4.14, 4.16, 4.18 e 4.20, para as respectivas polpas. Os resultados dos efeitos de concentração e temperatura sobre a condutividade elétrica foram também ilustrados nas Figuras (4.13 a 4.20), onde foram feitos ajustes lineares aos pontos experimentais.

4.3.1. Acerola

Verifica-se diferença significativa em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, na análise de variância para os fatores concentração e temperatura como também para a interação concentração versus temperatura e para os valores médios da condutividade elétrica da polpa de acerola conforme apresentado na Tabela 4.13.

Tabela 4.13. Análise de variância dos valores médios da condutividade elétrica da polpa de acerola

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Concentração	5	182,39398	36,47880	666196,63**
Temperatura	5	41,30844	8,26169	150879,66**
Concentração x Temperatura	25	102,42715	4,09709	74823,33**
Resíduo	144	0,00788	0,00005	----
Total	179	326,13745	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Na Tabela 4.14 são mostrados os valores médios de condutividade elétrica das polpas de acerola para as concentrações de 8 a 22°Brix nas temperaturas de 25 a 60°C. É possível observar em todas as temperaturas, que o aumento de concentração foi acompanhado pela tendência de aumento na condutividade elétrica das amostras. Coincidindo com o mesmo comportamento do suco de laranja obtido por PELACANI & VIEIRA (2001) que verificaram com relação à concentração, que a condutividade elétrica do suco aumentou com o aumento das concentrações. Entretanto, esta tendência não se evidencia entre as concentrações subseqüentes, mas fica clara quando se compara o valor de condutividade obtido para os três teores de sólidos solúveis totais mais baixos com os três maiores, onde a soma destes últimos supera a soma dos três primeiros em todos os casos. Além disso, o aumento é gradativo, pode ser comprovado quando se compara a soma das condutividades elétricas obtidas para as duas amostras com maior concentração, com as somas das condutividades com o teor de sólidos solúveis totais intermediários e esta por sua vez, é comparada com a soma dos valores de condutividade das duas amostras de menor concentração. Verifica-se, assim, que as somas das condutividades das duplas de amostras com maiores teores de sólidos solúveis totais são superiores às somas das condutividades das duplas com menores teores em todas as temperaturas.

Analisando a influência da temperatura nota-se que a 25°C foram medidas algumas das menores condutividades. Na temperatura de 30°C, para as amostras com 10° e 13°Brix, no entanto, foram determinadas duas das maiores condutividades elétricas

entre todas as temperaturas. Nas temperaturas de 50 e 60°C foram determinados os maiores valores de condutividade, porém, na temperatura de 60°C, nas amostras com 13 e 19°Brix foram observadas duas das menores condutividades entre as temperaturas utilizadas. Também a 50°C, embora se observe duas das maiores condutividades nas amostras a 19 e 22°Brix, na amostra a 10°Brix foi determinada a menor condutividade entre as temperaturas. Com base na comparação desses dados, obtidos para as temperaturas extremas, constata-se que não é possível afirmar de forma conclusiva que os aumentos das temperaturas afetaram a condutividade elétrica das polpas de acerola. O contrário dos dados obtidos por MOURA (1998), que trabalhando com condutividade elétrica em sucos de tangerina, abacaxi e limão em diferentes concentrações, observou que a condutividade elétrica aumenta com o aumento da temperatura.

Tabela 4.14. Valores médios da condutividade elétrica (mS/cm) em polpa de acerola para a interação concentração x temperatura

Concentração (°Brix)	Temperatura (°C)					
	25	30	35	40	50	60
*8	0,8312 fF	1,0276 fE	1,1692 eC	1,1430 fD	1,2528 eB	1,5058 eA
10	1,3176 eD	1,4700 dB	1,1634 eE	1,4098 eC	0,9214 fF	1,6346 dA
13	1,6170 bC	1,6924 cB	1,2570 dF	1,5072 dD	1,9328 cA	1,4234 fE
16	1,4580 dD	1,4314 eE	1,5416 cC	1,6318 cB	1,6340 dB	2,3704 bA
19	2,2260 aE	3,3306 bC	3,0494 aD	3,5220 aB	5,5160 bA	2,1294 cF
22	1,5084 cF	4,9000 aC	1,6036 bE	3,0300 bD	6,2700 aA	5,1380 aB

* Polpa integral

DMS p/ colunas = 0,0135; DMS p/ linhas = 0,0135; CV = 0,34792%; MG = 2,12686%. MG - Média geral. CV - Coeficiente de variação e DMS - Desvio mínimo significativo.

Obs.: as médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

Na Figura 4.13, observa-se que o aumento da concentração provocou aumentos da condutividade elétrica. Nota-se também que a curva com maior inclinação refere-se a 50°C, indicando maior influência da concentração sobre a condutividade elétrica das amostras nessa temperatura. Inversamente, para as curvas referentes a 25° e 35°C notam-se as menores inclinações, com posições relativas aproximadas.

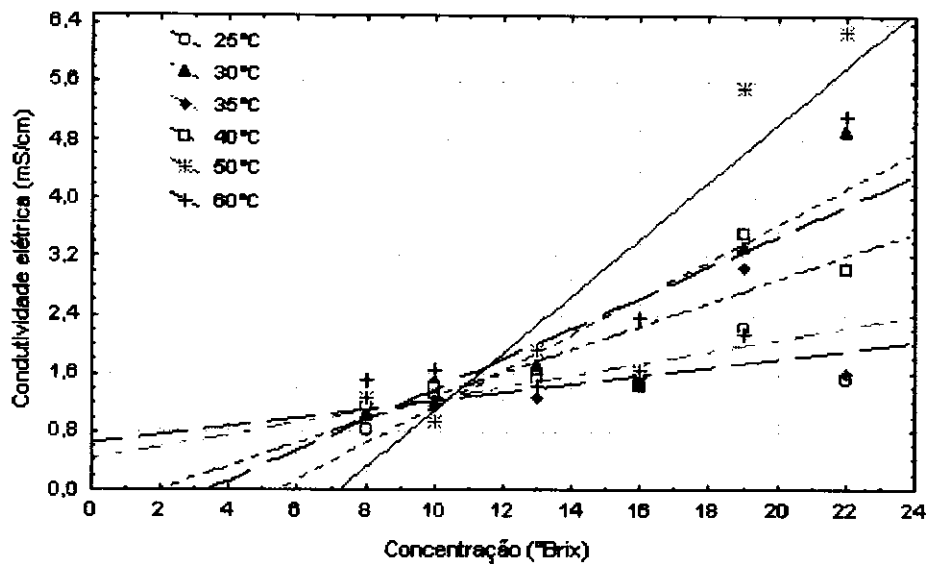


Figura 4.13. Conduktividade elétrica (mS/cm) para as diferentes concentrações (°Brix) e temperaturas para a polpa de acerola, com ajuste linear

De acordo com a Figura 4.14, observa-se uma discreta tendência ascendente na maioria das curvas, o que não indica de forma conclusiva que a conduktividade elétrica aumenta com o aquecimento, tendo em vista a grande oscilação dos pontos experimentais. Entretanto, a amostra na concentração de 22°Brix apresenta uma elevação de conduktividade elétrica com o aumento da temperatura, diferindo das demais amostras, o que se evidencia pela sua inclinação em relação à inclinação das demais curvas.

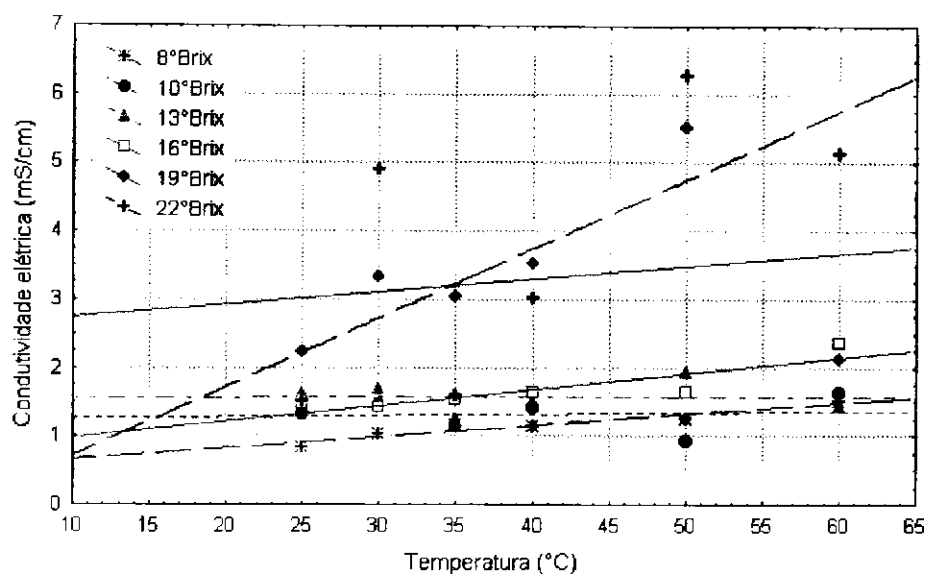


Figura 4.14. Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de acerola, com ajuste linear

4.3.2. Umbu-cajá

Constata-se na Tabela 4.15, diferença significativa em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, na análise de variância para os fatores concentração e temperatura, como também para a interação concentração versus temperatura, para os valores médios da condutividade elétrica da polpa de umbu-cajá.

Tabela 4.15. Análise de variância dos valores médios da condutividade elétrica da polpa de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Concentração	7	126,47182	18,06740	56666,902**
Temperatura	5	16,73513	3,34703	10497,669**
Concentração x Temperatura	35	33,74752	0,96421	3024,179**
Resíduo	192	0,06122	0,00032	----
Total	239	177,01569	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Considerando como um todo os valores médios obtidos para a polpa de umbu-
cajá, que se encontram na Tabela 4.16, pode-se dizer que a condutividade elétrica
aumenta com a concentração. Este comportamento assemelha-se aos descritos por
MOURA (1998), que estudando a condutividade elétrica em sucos de tangerina, abacaxi
e limão em diferentes concentrações, observou que para os três sucos, a condutividade
elétrica aumenta com a concentração até aproximadamente 30°Brix.

O aumento da condutividade elétrica é evidente quando somados os valores das
duas amostras com maior concentração, e compara-se o resultado à soma das
condutividades das duas amostras intermediárias e estas, por sua vez, são comparadas as
duas de menor concentração. Em todas as temperaturas as somas das condutividades
referentes às amostras de maior concentração superam as de menor concentração,
resultados semelhantes aos da polpa de acerola, anteriormente estudada.

Entre as temperaturas não se pode concluir que o aquecimento influencie a
condutividade elétrica a partir dos dados obtidos. Comparando-se as amostras nas
temperaturas extremas, 25°C e 60°C, nota-se que a 60°C tem-se, na maior parte dos
casos, maiores valores de condutividade, mas a 25°C têm-se, estatisticamente, os
menores valores em apenas três das oito concentrações estudadas. Analisando todos os
valores, a partir da soma das condutividades em todas as concentrações, em cada
temperatura, têm-se valores de 12,65 mS/cm, 10,53 mS/cm, 10,54 mS/cm, 11,31 mS/cm,
12,39 mS/cm e 16,70 mS/cm, para as temperaturas de 25°C a 60°C, respectivamente.
Nota-se que, apenas na temperatura de 60°C, tem-se uma soma que supera claramente a
soma resultante em cada uma das demais temperaturas, insuficiente, portanto, para se
estabelecer uma relação de causa e efeito. Isto diverge dos resultados obtidos por
PELACANI & VIEIRA (2002), que trabalharam com condutividade elétrica em suco de
manga e observaram que em todas as amostras houve um aumento da condutividade com
o aumento da temperatura.

Tabela 4.16. Valores médios da condutividade elétrica (mS/cm) em polpa de umbu-cajá para interação concentração x temperatura

Concentração (°Brix)	Temperatura (°C)					
	25	30	35	40	50	60
10	0,5914 gD	0,5710 gD	0,6240 gC	0,6966 gB	0,6816hB	0,7390 gA
*11,2	0,5752 gD	0,6066 fD	0,5856 hD	0,6580 hC	0,7290gB	0,7768 fA
13	0,9740 fD	0,5324 hE	1,0308 eC	0,9474 fD	1,1088 eB	2,8700 bA
16	1,2018 dB	0,8268 eE	0,8526 fE	1,5558 dA	0,9286 fD	0,9618 eC
19	2,0898 cD	1,7348 cE	2,1786 aC	2,3250 aB	2,8186 bA	2,8180 cA
22	3,0366 bA	2,2520 bC	1,5930 dF	2,0796 bD	1,6416 cE	2,6602 dB
25	3,1254 aB	2,8542 aD	1,9188 bE	1,8204 cF	3,0140 aC	3,2120 aA
27	1,0560 eF	1,1514 dE	1,7576 cB	1,2320 eD	1,4650 dC	2,6740 dA

* Polpa integral

DMS p/ colunas = 0,0346; DMS p/ linhas = 0,0326; CV = 1,15613%; MG = 1,54446%.

MG - Média geral, CV - Coeficiente de variação e DMS - Desvio mínimo significativo.

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

Observando-se a Figura 4.15, confirma-se o efeito do aumento da concentração, sobre o aumento da condutividade elétrica para a polpa de umbu-cajá. Constata-se um grau de inclinação semelhante na maioria das curvas, demonstrando uma proporcionalidade relativa semelhante ao efeito do aumento da concentração sobre a condutividade, em todas as temperaturas.

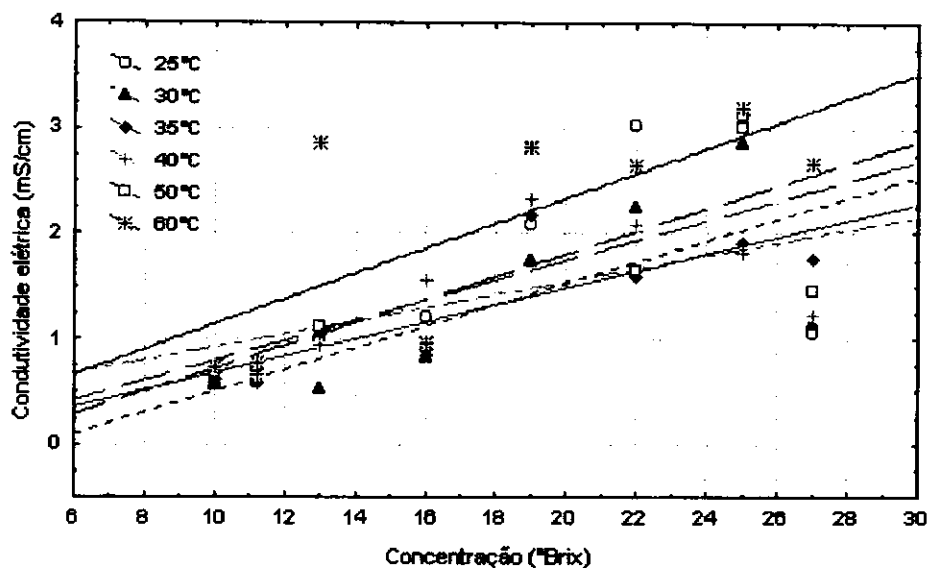


Figura 4.15. Conduktividade elétrica (mS/cm) para as diferentes concentrações (°Brix) e temperaturas para a polpa de umbu-cajá, com ajuste linear

Na Figura 4.16, observa-se que o aumento de temperatura resultou em aumentos de conduktividade em três curvas as quais representam os pontos experimentais obtidos para a conduktividade elétrica nas concentrações de 13°, 19° e 27°Brix. Nas cinco restantes o resultado é inconclusivo, aparentando uma estabilidade nos valores de conduktividade, em todas as temperaturas.

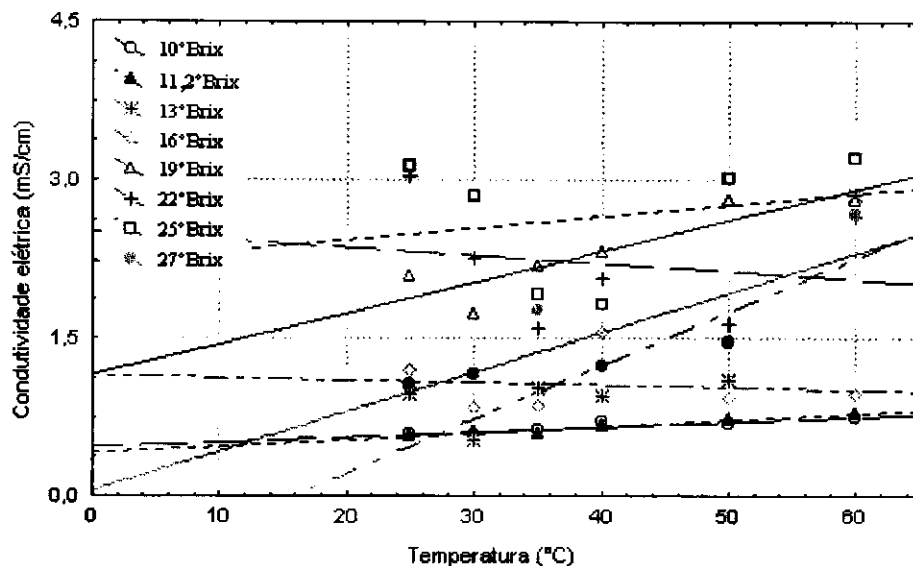


Figura 4.16. Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de umbu-cajá, com ajuste linear

4.3.3. Sapoti

Na Tabela 4.17, verifica-se diferença significativa em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para os fatores concentração e temperatura, como também para a interação concentração versus temperatura e para os valores médios da condutividade elétrica da polpa de sapoti.

Tabela 4.17. Análise de variância dos valores médios da condutividade elétrica da polpa de sapoti

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Concentração	7	69,68965	9,95566	80.965,445**
Temperatura	5	3,79746	0,75949	6.176,647**
Concentração x Temperatura	35	17,58632	0,50247	4.086,359**
Residuo	192	0,02361	0,00012	----
Total	239	91,09705	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Na Tabela 4.18, encontram-se os valores experimentais obtidos para a condutividade elétrica da polpa de sapoti. Verificam-se aumentos de condutividade com o aumento da concentração em todas as temperaturas. Nas temperaturas de 25°C, 30°C, 35°C e 50°C, tem-se os valores máximos de condutividade já na concentração de 22°Brix, embora em alguns casos a condutividade não aumente entre concentrações subseqüentes. Na temperatura de 25°C a condutividade elétrica aumenta com a concentração até 27°Brix, mesmo não seguindo uma seqüência estatisticamente crescente entre algumas concentrações mais próximas. Para a temperatura de 30°C, o comportamento é semelhante a 25°C, mas seguindo uma tendência mais regular, exceto, apenas, na concentração de 25°Brix. Na temperatura de 35°C, a condutividade elétrica também aumenta de forma regular de 10 a 27°Brix, com uma única exceção a 16°Brix, onde ocorre uma redução. Em 40°C, os valores das condutividades nas amostras aumentam entre as concentrações mais baixas e as intermediárias e entre estas as mais elevadas, com alguns valores irregulares a 19°Brix e 22°Brix. Na temperatura de 50°C, a condutividade aumenta até 22°Brix, decrescendo entre 25 e 27°Brix. A 60°C, apresenta-se uma seqüência crescente entre 16° e 27°Brix. Entre 10° e 15°Brix tem-se o menor valor de condutividade na concentração de 13°Brix. O aumento da condutividade com a concentração, constatada de forma predominante nas amostras de sapoti pode estar ligado à viscosidade que este material apresenta, conforme a hipótese levantada por PELACANI & VIEIRA (2002), que concluíram que: quanto menor for à viscosidade do suco de manga, maior é a sua condutividade elétrica.

Entre as temperaturas não se percebe uma tendência definida relacionando o comportamento da condutividade elétrica na maioria das amostras de polpa de sapoti com a temperatura. Este comportamento não concorda com os de PELACANI & VIEIRA (2001), quando verificaram que a condutividade elétrica do suco de laranja aumentou com o aumento da temperatura.

Tabela 4.18. Valores médios da condutividade elétrica (mS/cm) em polpa de sapoti para a interação concentração x temperatura.

Concentração (°Brix)	Temperatura (°C)					
	25	30	35	40	50	60
10	1,7034 gD	1,7064 gD	1,7108 eD	1,9776 fC	2,0348 hB	2,4342 fA
13	2,2060 fC	2,1658 fD	2,1046 dE	2,1584 eD	2,4308 gA	2,3208 gB
*15	2,4430 dD	2,4304 eD	2,5448 bC	2,6652 bB	2,5464 fC	2,7140 dA
16	2,4214 eE	2,4954 dD	2,5078cCD	2,5172 cC	2,6206 eA	2,5800 eB
19	3,2978 bC	3,5080 bB	3,7400 aA	2,4320 dF	2,7232 dE	2,9870 cD
22	3,5140 aD	3,8044 aA	3,7380 aB	2,4476 dF	3,6920 aC	2,9804 cE
25	3,0774 cF	3,2090 cE	3,7468 aA	3,2600 aD	3,2940 bC	3,3380 bB
27	3,3040 bC	3,7920 aA	3,7510 aB	3,2770 aD	2,8000 cE	3,7520 aB

* Polpa integral

DMS p/ colunas = 0,0215; DMS p/ linhas = 0,0202; CV = 0,39455%; MG = 2,81053%.

MG - Média geral, CV - Coeficiente de variação e DMS - Desvio mínimo significativo.

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

Observa-se na Figura 4.17, em todas as concentrações, uma tendência de aumento da condutividade com o aumento das concentrações de uma forma em geral. Embora, note-se que, em algumas amostras, o comportamento é de redução quando são expostas à temperaturas mais elevadas.

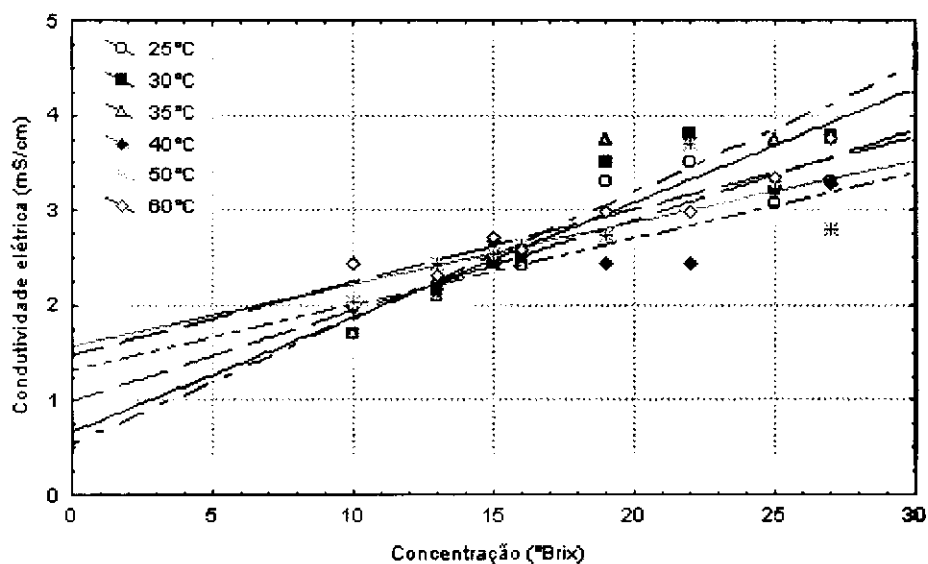


Figura 4.17. Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes concentrações (°Brix) e temperaturas para a polpa de sapoti, com ajuste linear

Na Figura 4.18, os aumentos das temperaturas não influenciaram no comportamento da condutividade elétrica praticamente na maioria das amostras. Na curva referente à concentração de 10°Brix, nota-se uma inclinação positiva para a amostra com 19°Brix. Sua tendência foi de redução com o aumento das temperaturas, para a amostra de 22°Brix, a redução ocorreu devido aos baixos valores obtidos nas temperaturas de 40° e 60°C.

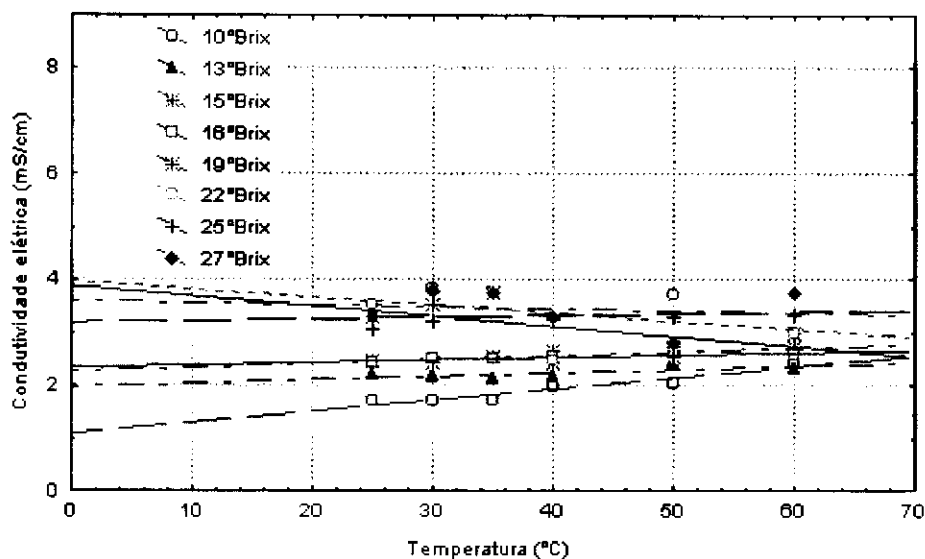


Figura 4.18. Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de sapoti, ajustadas a equação linear

4.3.4. Melão

Os valores obtidos da condutividade elétrica da polpa de melão quando submetidos à análise de variância para os fatores concentração e temperatura, como também para a interação concentração versus temperatura, apresentam diferença significativa em nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Estes resultados constam na Tabela 4.19.

Tabela 4.19. Análise de variância dos valores médios da condutividade elétrica da polpa de melão

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Concentração	6	243,76146	40,62691	10.506,835**
Temperatura	5	11,37210	2,27442	588,205**
Concentração x Temperatura	30	80,76176	2,69206	696,214**
Resíduo	168	0,64961	0,00387	----
Total	209	336,54492	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Na Tabela 4.20, referente aos valores da condutividade elétrica da polpa de melão, observa-se uma tendência predominante de aumento nos valores de condutividade com o aumento da concentração em todas as temperaturas. O mesmo não ocorreu para PALANIAPPAN & SASTRY (1991b) que estudaram a influência do conteúdo de sólidos na condutividade elétrica em sucos de laranja e tomate e, através dos seus estudos, observaram que durante o aquecimento ôhmico, a condutividade elétrica dos sucos decresceram com o acréscimo dos sólidos. Esta tendência se evidencia quando se comparam as condutividades nas concentrações mais altas com as condutividades nas menores concentrações, onde se verifica que as amostras entre 19 e 25°Brix, ou seja, nas três maiores concentrações, na maioria dos casos, apresentam valores maiores que as condutividades medidas entre 7 e 16°Brix, que correspondem às quatro menores. Apesar disso os aumentos de condutividades se apresentam de forma irregular conforme se aumenta à concentração. Entre 7° e 10°Brix, por exemplo, apenas na temperatura de 60°C, tem-se maior condutividade na maior concentração. O mesmo se verifica entre 13° e 16°Brix. Também se constata que na maior concentração (25°B) foram medidas três das maiores condutividades, a 30°, 50° e 60°C e em cada uma das concentrações de 19°, 22° e 25°Brix, mediram-se duas das maiores condutividades (a 25° e 40°C, a 35° e 60°C e a 30° e 60°C, respectivamente).

Analisando a influência da temperatura sobre as condutividades elétricas de polpas de melão, não se nota uma relação entre o aquecimento e alterações de condutividade na faixa de temperatura estudada encontrando-se valores máximos e

mínimos distribuídos nas temperaturas extremas e, também, em temperaturas intermediárias. Segundo PALANIAPPAN & SASTRY (1991a), a condutividade elétrica é afetada pela natureza dos íons (composição química), movimentos iônicos e pela viscosidade, os quais são todos dependentes da temperatura. O que se pode hipoteticamente deduzir é que, talvez, um destes fatores podem ter influenciado no comportamento da polpa de melão, quando submetida às temperaturas.

Tabela 4.20. Valores médios da condutividade elétrica (mS/cm) em polpa de melão para interação concentração x temperatura.

Concentração (°Brix)	Temperatura (°C)					
	25	30	35	40	50	60
*7	5,6320 eB	5,1360 fC	5,8240 dA	4,4300 eE	4,5560 eD	4,5000fDE
10	5,0700 fA	4,9960 gA	4,6460 fB	4,0900 fD	4,2980 fC	4,6600 eB
13	7,2900 bA	7,2360 bA	5,8020 dC	5,6720 dD	6,0040 cB	5,5660 dD
16	5,6500 eBC	5,7200 eB	5,6160eBC	5,5820 dC	5,5780 dC	6,1860 cA
19	8,6700 aA	6,3960 dD	6,3700 cD	7,7280 aB	7,6260 aB	6,6580 bC
22	6,5900 dD	6,6820 cD	8,8520 aA	6,3020 cE	7,1740 bC	8,1800 aB
25	6,7720 cE	8,7220 aA	7,0680 bD	6,7920 bE	7,6140 aC	8,1300 aB

* Polpa integral

DMS p/ colunas = 0,1174; DMS p/ linhas = 0,1135; CV = 0,99657%; MG = 6,23967%.

MG - Média geral, CV - Coeficiente de variação e DMS -Desvio mínimo significativo.

Obs.: as médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade

Observa-se na Figura 4.19 que o aumento da concentração aumentou de forma geral as condutividades elétricas, nota-se que a curva referente aos pontos experimentais obtidos da condutividade a temperatura de 25°C apresenta uma leve inclinação com relação as demais curvas. Notando-se, mesmo assim que em todas as concentrações apresentaram tendência de aumento da condutividade elétrica quando submetidas a temperaturas mais altas.

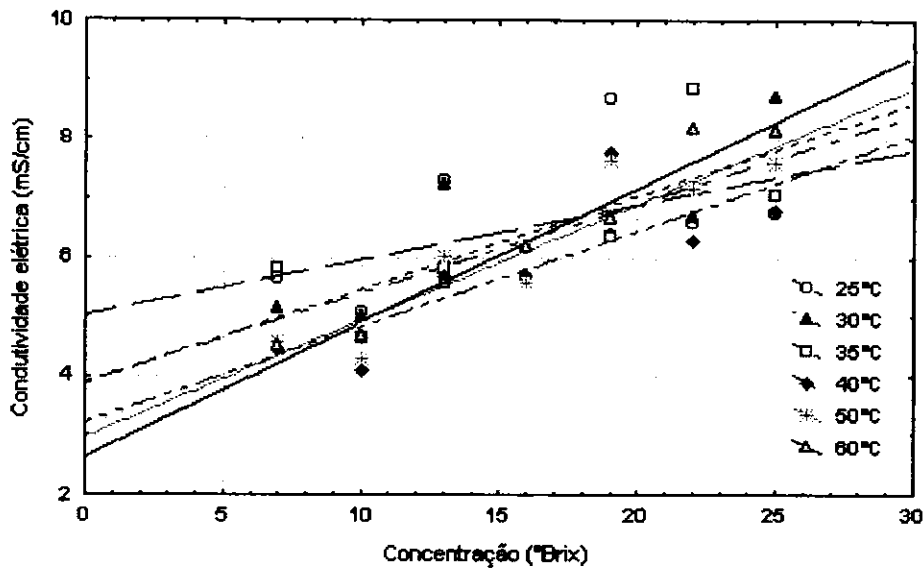


Figura 4.19. Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes concentrações (°Brix) e temperaturas para a polpa de melão, com ajuste linear

Na Figura 4.20 percebe-se que o aumento da temperatura não afetou a condutividade elétrica quando avaliadas em conjuntos, não definindo uma tendência a seguir de aumento e ou diminuição. Quando analisadas isoladamente cada amostra apresenta um comportamento diferente entre si, onde as concentrações 7, 10 13 e 19°Brix tendem a diminuir e as 16, 22 e 25°Brix, tendem a aumentar.

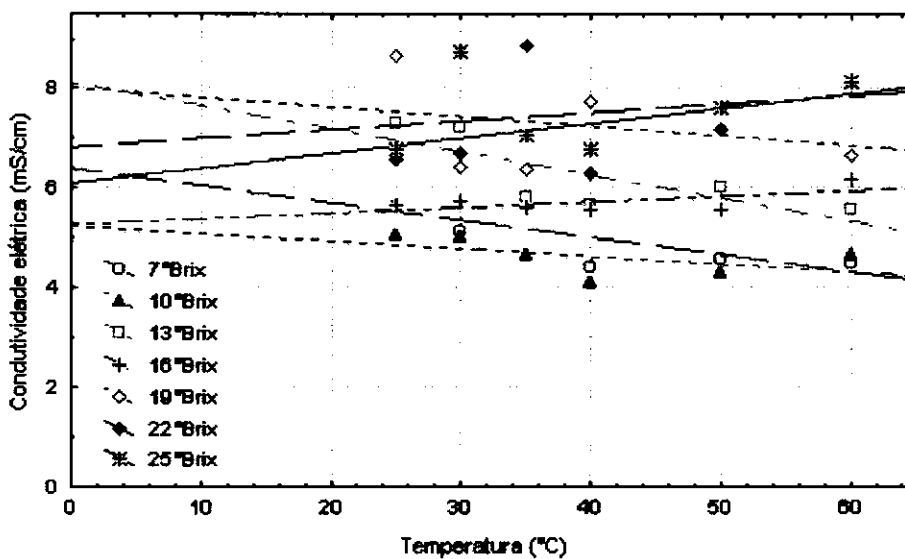


Figura 4.20. Condutividade elétrica (mS/cm) para as diferentes temperaturas e concentrações (°Brix) para a polpa de melão, com ajuste linear

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos para as polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão, nas condições em que foi realizado este trabalho, pode-se concluir que:

Todas as curvas de umidade estudadas apresentaram comportamento decrescentes com o aumento das concentrações em todas as polpas, os valores de coeficiente de determinação (R^2) foram de 0,992; 0,995; 0,991 e 0,964 e desvio percentual médio (P) de 0,33; 0,39; 0,89 e 1,11% para acerola, umbu-cajá, sapoti e melão, respectivamente.

Os valores de atividade de água variaram:

- Entre 0,9710 e 0,9883 para a polpa de acerola;
- Entre 0,9593 e 0,9857 para a polpa de umbu-cajá;
- Entre 0,9553 e 0,9930 para a polpa de sapoti e
- Entre 0,9647 e 0,9883 para a polpa de melão.

As atividades de água das polpas das quatro frutas estudadas diminuíram com o aumento da concentração das amostras.

O aumento de temperatura entre 20 e 35°C provocou efeitos diversos sobre as atividades de água das polpas estudadas:

- No caso da acerola não se pode deduzir uma correlação bem definida entre atividade de água e temperatura;
- Para a polpa de umbu-cajá, observa-se um efeito de aumento de atividade de água com a temperatura;
- Na polpa de sapoti, detectaram-se reduções de atividade de água com o aumento de temperatura;
- No que se refere à polpa de melão, o aumento de temperatura provocou aumentos de atividade de água em concentrações a partir de 19ºB.

Os valores de condutividade elétrica variaram:

- Entre 0,8312 e 6,2700 mS/cm para a polpa de acerola;

- Entre 0,5324 e 3,2120 mS/cm para a polpa de umbu-cajá;
- Entre 1,7034 e 3,8044 mS/cm para a polpa de sapoti e
- Entre 4,0900 e 8,8520 mS/cm para a polpa de melão.

O aumento da concentração provocou aumentos de condutividade elétrica das polpas das quatro frutas estudadas.

O estudo das amostras na faixa de temperatura de 25 a 60 °C não resultou em variações de condutividade elétrica que pudessem ser atribuídas às condições térmicas.

6. SUGESTÕES

Diante dos resultados obtidos para as polpas de acerola, umbu-cajá, sapoti e melão, tendo em vista que os produtos apresentaram comportamentos distintos entre si, sugere-se para trabalhos futuros:

1. Analisar as viscosidades das polpas a cada concentração, para que se possa estabelecer a influência que as propriedades viscosas tem sobre as propriedades estudadas no presente trabalho.

2. Analisar o comportamento da atividade de água e condutividade elétrica de acordo com a presença do particulado insolúvel presente nas polpas e com suas dimensões médias.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMBOUNOU, T. L.; CASTAIGNE, F.; DILLON, J. C. Abaissement de l'activité de l'eau de légumes tropicaux par deshydratation osmotique partielle. **Sciences des Aliments**, França, v. 3, n. 4, p. 551-567, 1983.

AGUERRE, R. J.; SUAREZ, C.; VIOLLAZ, P. E. New BET type multilayer sorption isotherms. Part II: Modeling water sorption in foods. **Lebensmittel Wissenschaft & Technologie**, London, v. 22, n. 4, p. 192–195, 1989.

ALZAMORA, S. M.; FERRO FONTAN, C. A note on the effect of surface active agents on water activity of food solutions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1974 – 1975, 1981.

ANDRADE, A. R. D. Apostila da disciplina de processamento de alimentos I. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2000. 45 p.

ARAÚJO, J. L. P. **Mercado de melão na Europa**. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/artigos/melaoeuropa.html>>. Acesso em: 29 out. 2002.

ARAÚJO, M. S. O. **Avaliação das características físico-químicas e sensoriais de polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) submetidas a diferentes técnicas de congelamento**. 2000. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

ARAÚJO, M. E. R. **Predição da cinética de secagem do fruto da goiabeira (*Psidium guajava* L.)**. 2001. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

ARAÚJO, M. E. R.; ALMEIDA, F. A. C.; GOUVEIA, J. P. G.; SILVA, M. M. Atividade de água em goiaba (*Psidium guajava* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. CD.

ARGANDOÑA, E. J. S.; NISHIYAMA, C.; HUBINGER, M. D. Qualidade final de melão osmoticamente desidratado em soluções de sacarose com adição de ácidos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 12, p. 1803-1810, dez. 2002.

ATKINS, P. W. Molecules in motion. **Physical chemistry**. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 1995. 856 p.

AYRANCI, E.; AYRANCI, G.; DOGANTAN, Z. Moisture sorption isotherms of dried apricot, fig and raisin at 20°C and 36°C. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n. 6, p. 1591-1593, 1625, 1990.

AZERÊDO, G. A. de; ALCÂNTARA BRUNO, R. de L.; LOPES, K. P.; SILVA, A. da; BANDEIRA BRUNO, G. Desempenho de sementes de sapoti (*Achras sapota* L.) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 147-150, abr. 2002.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Fatores que condicionam a estabilidade de alimentos. In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. v. 3, cap. 2, p. 13-25.

BENNETT, A. H. Precooling fruits and vegetables. **Transactions of the ASAE**, Athens, v. 7, n. 3, p. 265-270, 1964.

BETTENCOURT, E.; HAZEMKAMP, T.; PERRY, M. C. **Directory of germoplasm collections. 6.1. Tropical and subtropical fruits and tree nuts: Annona, avocado, banana and plantain, breadfruit, cashew, citrus, date, fig, guava, mango, passionfruit, papaya, pineapple and others**. Roma: Internacional Board for Plant Genetic Resources – IBPGR, 1992. 337p.

BOBBIO, F.; BOBBIO, P. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. Campinas: Livraria Varela, 1995. 151 p.

BRASIL. Instrução normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Estabelece o Regulamento Técnico para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para a polpa de fruta.

Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, n. 6, p. 54-58.

BRENNAN, J. G.; BUTTERS, J. R.; COWELL, N. D.; LILY, A. E. V. **Las operacioues de la ingenieria de los alimentos**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1970. 422 p.

CAMARGO, M. S.; NINNI, L.; MEIRELLES, A. J. A Utilização do método de contribuição de grupos ASOG para a predição da atividade de água em sistemas binários contendo polióis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCTA, 1998. CD.

CAMARGO, G. A.; MORETTI, R. H.; LICCIARDO, R. O uso de açúcar líquido e sal para concentração osmótica de tomate seco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. CD.

CASTELLAN, G. W. **Physical chemistry**. 3. ed. Addison: Wesley Publishing Company Inc., 850 p. 1983.

CHEN, C. S. Bound water and freezing point depression of concentrated orange juices. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 3, p. 983-984, 1988.

CHINACHOTI, P. Isotherm equations for starch, sucrose and salt for calculation of high system water activities. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n.1, p. 265-266, 1990.

CIAMPONE, S.; BARUFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Comportamento higroscópico de produto dietético em pó a base de soro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCTA, 1998. CD.

CODEVASF. **Frutas brasileiras**. Brasília, 1989. 352 p.

CRISTOFOL de ALCARAZ, E.; MARTIN, M. A.; PEREDA M. J. Manometric method for measuring equilibrium humidity. **Grasas y Aceites**, España, v. 28, n. 6, p. 403–407, 1977.

DE ALWIS, A. A. P.; FRYER, P. J. Operability of ohmic heating process: electrical conductivity effects. **Journal of Food Engineering**, Cambridge, v. 15, n. 1, p. 21-48, jan./feb. 1992.

DE ALWIS, A. A. P.; HALDEN, K.; FRYER, P. J. Shape and conductivity effects in the ohmic heating of foods. **Chemical Engineering Research & Design**, v. 67, n. 2, p. 159-169, 1989.

DÍAZ, R. G. Actividad del agua de los alimentos: métodos de determinación. **Alimentaria**, Madrid, v. 08-22, n. 229, p. 77-82, feb. 1992.

DITCHFIELD, C. **Estudo dos métodos para a medida da atividade de água**. 2000. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FERREIRA NETO, C. J. **Avaliação do comportamento das farinhas de mandioca seca (*Manihot esculenta* Crantz) e temperadas durante o armazenamento**. 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

FERRO FONTÁN, C.; CHIRIFE, J. The evaluation of water activity in aqueous solutions from freezing point depression. **Journal of Food Technology**, Londrina, (PIZA) v. 16, n.1, p. 21-30, feb. 1981.

FIGUEIRÊDO, R. M. F. **Caracterização físico-química do suco e pó de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.)**. 1998. 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FLORES, G. A.; RÍVAS, D. Estudios de maduración y almacenamiento refrigerado de níspero (*Achras sapota*). **Fitotecnia Latino Americana**, v. 11, n. 1, p. 43-51, 1975.

FURLAN, M.; SOUZA, A. D. Frutíferas: tenha seu pomar em casa. **Revista Natureza**. São Paulo: Europa, edição especial, 97 p. 1997.

GAYET, J. P. Característica das frutas de exportação. In: GORGATTI NETTO, A.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; BORDIN, M. R. **Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA – SPI / FRUPEX, 1994. cap. 1, p. 9-10.

GAZEL FILHO, A. B. Caracterización de plantas de chicozapote (*Manilkara zapota* (L.) P. van Royen) de la colección Del CATIE, mediante el uso del análisis multivariado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 3, p. 727–730, dez. 2002.

GERSCHENSON, L.; FAVETTO, G.; CHIRIFE, J. Influence of organic volatiles during water activity measurement with a fiber dimensional hygrometer. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, Switzerland, v. 17, n. 6, p. 342–344, 1984.

GEURTS, I. F. **Sapodilla (*Manilkara achras* (Mill) Fosberg): aspects related to germoplasm conservation – a preliminary report**. Amsterdam: Royal Tropical Institute, 1982. 27 p.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1., 1993, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1993. p. 13-27.

GIOIELLI, L. A.; PITOMBO, R. N. M. Conservação de alimentos pelo controle da umidade. In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. v. 3, cap. 6, p. 123-152.

GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Caracterização e isoterma de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 157-165, 2002.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. **Acerola para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 43 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 10).

GOUVEIA, J. P. G. **Avaliação da cinética de secagem de gengibre (*Zingiber officinale*, Roscoe) em um secador de leito fixo**. 1999. 161 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; MURR, F. E. X. Estudo da difusividade e do encolhimento do gengibre (*Zingiber officinale*, Roscoe) durante a secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 51-58, 1999.

GUEDES, Z. B. L.; ORLÁ, H. F. Valor nutritivo de frutos comestíveis do Ceará. **Revista Brasileira Farmácia**, v. 59, p. 91-97, jul./dez. 1978.

GUIA RURAL, Plantar. **A enciclopédia da agricultura brasileira**. São Paulo: Abril, 1991. 225 p.

HALDEN, K.; DE ALWIS, A. A. P.; FRYER, P. J. Changes in the electrical conductivity of during ohmic heating. **International Journal Food Science Technology**, Grã-Bretanha, v. 25, n. 1, p. 9-25, 1990.

HART, F. X.; COLE, W. H. The dielectric properties of apples in the range of 0,1 to 100 kHz. **Journal of Material Science**, Umist, UK, v. 28, p. 621–631, 1993.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Senso agropecuário**. 1996. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/economia/agropecuário/censoagro/35/d35_t10.shtm>. Acesso em: 20 nov. 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, v. 1, 533 p. 1985.

JARDIM, D. C. P. Medidas de atividade de água. In: JARDIM, D. C. P. (Org.) SEMINÁRIO SOBRE A ATIVIDADE DE ÁGUA EM ALIMENTOS, 1., 1987, Campinas. **Resumos...** Campinas: ITAL, 1987. p. 1-27.

JUDSON-KING, C. *Freeze Drying of Foods*. Butterworths, London. 1971.

LADWIG, H. Ohmic heating: a continuous sterilization method for media with particular products. **Fruit Processing**, Schönborn-Germany, n. 11, oct. 1993. Special Report.

LANDROCK, A. H.; PROCTOR, R. E. A new graphical interpolation method for obtaining humidity equilibrium data with special reference to its role in food packaging studies. **Food Technology**, EUA, v. 8, n. 8, p. 332-337, 1951.

LEE, Y. C.; LEE, K. I. I. Preservation of liquid egg by freezing point depression. **Korean Journal of Food Science and technology**, Korea, v. 20, n. 4, p. 594-599, 1988.

LEITE, J. C. A.; ALMEIDA, F. A. C.; GOUVEIA, J. P. G. de; SILVA, M. M.; CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. Determinação das isotermas de desorção de umidade da polpa de banana nanica utilizando modelos matemáticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. CD.

LEWIS, M. J. **Propriedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado**. Zaragoza-España: ACRIBIA, 1993. 494 p.

LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias spp.*) em cinco

estádios de maturação, da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 338-343, ago. 2002.

LOPEZ-MALO, A.; PALOU, E.; WELTI, J.; CORTE, P.; ARGAIZ, A. Shelf stable high moisture papaya minimally processed by combined methods. **Food Research International**, Puebla, México, v. 27, n. 6, p. 545-553, 1994.

MACHADO S. R. Grande manual Globo: agricultura, pecuária, receituário industrial. In: RODRIGUES, A. E. C.; DORNELLES, C. M. M.; BRAGA, C. da S.; LEMOS, E. C.; BORNE, H. R.; SANTOS, J. B.; SOARES, M. H.; MACHADO, S. R. **Goiaba e frutas sapotáceas**. Porto Alegre: Globo, 1978. v. 3, cap. 61, p. 222-227.

MALLET, D.; KOHNEM, J.; SURLLES, T. Determinations of water activity in intermediate moisture pet foods by solvent extraction. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 39, n. 4, p. 847-848, 1974.

MARINO NETO, L. **Acerola: a cereja tropical**. São Paulo: Nobel, 1986. 94 p.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; MACHADO, S. S.; CARDOSO, R. L. Processamento e avaliação da compota de umbu-cajá. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4., 2001, Campinas. **Resumos...** Campinas: SBCTA, 2001. CD.

MATSUURA, F. C. A. U.; MENEZES, H. C.; OLIVA, P. B.; MARQUES, M. P. R. M. **Processamento e avaliação de acerola em calda**. Curitiba: IAPAR/SBF, 1996. 44 p.

MENDEZ, M. H. M.; DERIVI, S. C. N.; RODRIGUEZ, M. C. R.; FERNANDES, M. L. **Tabela de composição de alimentos**. Rio de Janeiro: EDUFF, 1995.

MENEZES, J. B.; CASTRO, E. B.; PRAÇA, E. F.; GRANGEIRO, L. C.; COSTA, L. B. A. Efeito do tempo de insolação pós-colheita sobre a qualidade do melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 80-81, 1998.

- MENEZES, J. B.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F.; CARVALHO, H. A. Caracterização pós-colheita do melão amarelo "Agroflora 646". **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 150-153, 1995.
- MIRANDA, R. A.; SILVA, F. S.; ALVES, R. E.; FIGUEIRAS, H. A. C.; ARAÚJO, N. C. C. Armazenamento de dois tipo de sapoti sob condição de ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 644-646, dez. 2002.
- MONTOYA, M. M.; DE La PLAZA, J. L.; LÓPEZ-RODRIGUEZ, V. Electrical conductivity of avocado fruits during cold storage and ripening. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, Switzerland, v. 27, n. 1, p. 34-38, jan./feb., 1994a.
- MONTOYA, M. M.; LÓPEZ-RODRIGUEZ, V.; DE LA PLAZA, J. L. An improved technique for measuring the electrical conductivity of intact fruits. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, Switzerland, v. 27, n. 1, p. 29-33, jan./feb., 1994b.
- MORORÓ, R. C. **Como montar uma pequena fábrica de polpas de frutas**. Viçosa: CPT, 1998. 67 p.
- MOURA, R. J. M.; BEZERRA, J. E. F. **Cultivo do sapotizeiro (*Achras zapota* L.) em Pernambuco**. Recife: IPA, 1982. 4 p. (Instruções Técnicas, 4).
- MOURA, R. J. M.; BEZERRA, J. E. F.; SILVA, M. A.; CAVALCANTE, A. T. Comportamento de matrizes de sapotizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 5, p. 103-112, 1983.
- MOURA, R. J. M. de; SILVA JÚNIOR, J. F. da. Recursos genéticos e melhoramento do sapotizeiro em Pernambuco. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Org.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro** (on line). Petrolina: Embrapa semi-árido, Brasília: Embrapa recursos genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br>>. Acesso em: 20 de maio de 2003.

MOURA, R. S. F. de. **Estudo da cinética de caju (*Anacardium occidentale* L.) em um secador de leito fixo.** 2001. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

MOURA, S. C. S. R. **Estudo da atividade de água e da condutividade elétrica em sucos concentrados de frutas tropicais.** 1998. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MOURA, S. C. S. R.; VITALI, A. A.; HUBINGER, M. D. Determinação experimental e predição de atividade de água em sucos de frutas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCTA, 1998a. CD.

MOURA, S. C. S. R.; HUBINGER, M. D.; VITALI, A. A. Predição da atividade de água e relação entre a atividade de água e a depressão do ponto de congelamento de sucos de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 456-461, out. 1998b.

MULET, A.; GARCÍA-PASCUAL, P.; SANJUÁN, N.; GARCÍA-REVERTER, J. Equilibrium isotherms and isosteric heats of morel (*Morchella esculenta*). **Journal of Food Engineering**, Cambridge, v. 53, n. 1, p. 75–81, 2002.

MURR, F. E. X. **Estudo dos fenômenos de secagem de batata (*Solanum tuberosum*, L. cultivar Bintje).** 1992. 187 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NACHREINER, M. L.; BOTEON, M.; SASANO de PAULA, T. **Sistema agroindustrial do melão: Mossoró versus Juazeiro.** Artigo elaborado no 1º semestre de 2002. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/zip/Mel%E3o_Sober.doc> acesso em 03 de julho de 2003.

NASCIMENTO, J. do. **Estudo da cinética de secagem de banana (*Musa acuminata* L.)**. 2002. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

NASCIMENTO, J.; FARIAS, E. S.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; ALMEIDA, R. C.; SILVA, M. M. Avaliação de modelos matemáticos em isotermas de banana prata madura (*Musa acuminata*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: SBEA, 2002. CD.

NELSON, S. O. Electrical properties of grain and other food materials. **Journal Food Processing & Preservation** Londrina, (PIZA), v. 2, 137-154, 1978.

NOGUEIRA, C. M. C. C. **Estudo químico e tecnológico da acerola (*Malpighia glabra* L.)**. 1991. 117 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

NOREÑA, C. Z.; HUBINGER, M. D.; MENEGALLI, F. C. Técnicas básicas de determinação de atividade de água: uma revisão. **Boletim da SBCTA**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 91-96, jan./jun. 1996.

NOREÑA, C. Z.; INÁCIO, J. M.; ROSA, E. B. da. Estudo da dependência entre a depressão do ponto de congelamento e a atividade de água em sucos de caju e goiaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. CD.

NORONHA, M. A. S.; CARDOSO, E. A.; DIAS, N. S. Características físico-químicas de frutos de umbu-cajá (*Spondias sp.*) provenientes dos polos Baixo-Jaguaribe (CE) e Assu-Mossoró (RN). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 91-96, 2000.

OLIVA, P. B. **Estudo do armazenamento da acerola in natura e estabilidade do néctar de acerola**. 1995. 103 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- OREAR, J. **FÍSICA**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 442p. il.
- PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; SABRY NETO, H.; FREITAS, A. S. M.; SOUSA, F. H. L. Variabilidade genética em caracteres morfológicos de populações de plantas jovens de acerola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 350–352, ago. 2001.
- PALANIAPPAN, S.; SASTRY, S. K. Electrical conductivity of selected juices: influences of temperature, solids content, applied voltage, and particle size. **Journal of Food Process Engineering**, Connecticut, v. 14, n. 4, p. 247-260, 1991a.
- PALANIAPPAN, S.; SASTRY, S. K. Electrical conductivity of selected solid foods during ohmic heating. **Journal of Food Process Engineering**, Connecticut, v. 14, n. 4, p. 2321-2360, 1991b.
- PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isothermas de sorção e modelagem matemática para a pêra Bartlett (*Pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 73-77, jan./abr. 2001.
- PARK, K. J.; NOGUEIRA, R. I. Modelos para ajuste de isothermas de sorção de alimentos. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 3, n. 1, p. 180–186, 1992.
- PAUL, P. C., PALMER, H. H. Editors. **Food Theory and Applications**. John Wiley & Sons, New York. 1972.
- PELACANI, V. P.; VIEIRA, J. A. G. Aquecimento ôhmico de suco de laranja. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4., 2001, Campinas. **Resumos...** Campinas: SBCTA, 2001. CD.
- PELACANI, V. P.; VIEIRA, J. A. G. Condutividade elétrica do suco de manga. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. CD.

PEREIRA, E. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; FARIAS, E. S. Isotermas de dessecção de umidade à 40°C da polpa de abacate (*Persea americana*, mill.). In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCTA, 2002. CD.

PIXTON, S. W.; HENDERSON, S. Moisture relations of dried peas, shelled almonds and lupins. **Journal of Stored Products Research**, London Road, v. 15, n. 2, p. 59-63, 1979.

PRADO, M. E. T.; ALONSO, L. F. T.; SALES, A. F.; PARK, K. J. Isotermas de sorção de tâmaras: determinação experimental e avaliação de modelos matemáticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 143-146, jan./abr. 1999.

RAHMAN, M. S.; SABLANI, S. S.; AL-RUZEIQI, M. H.; GUIZANI, N. Water adsorption isotherms of freeze-dried tuna meat. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 45, n.3, p. 767-772, 2002.

RICHARD, J.; LABUZA, T. P. Rapid determination of the water activity of some reference solutions, culture media, and cheese using a new instrument based on the dew point method. **Science des Aliments**, França, v. 10, n. 1, p. 57-64, 1990.

RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; CARVALHO, P. C. L.; FOLEGATTI, M. I. S.; KISAKI, R. G.; SILVA NETO, C. N. **Caracterização e avaliação de germoplasma de umbu-cajazeira no Estado da Bahia**. Cruz das almas: CNPMF, 2001. 5 p.(Resumo Técnico, 55).

RIZVI, S. S. H. Thermodynamic properties of foods in dehydration. In: RAO, M. A.; RIZVI, S. S. H. **Engineering properties of foods**. New York: Marcel Dekker, 1994. cap. 6, p. 223-309.

SABLANI, S. S.; MYHARA, R. M.; MAHGOUB; AL-ATTABI, Z. H.; AL-MUGHEIRY, M. M. Water sorption isotherms of freeze dried fish sardines. **Drying Technology**, New York, v. 19, n. 3/4, p. 673-680, 2001.

SABLANI, S. S.; KASAPIS, S.; AL-RAHBI, Y.; AL-MUGHEIRY, M. M. Water sorption isotherms and glass transition properties of gelatin. **Drying Technology**, New York, v. 20, n. 10, p. 2081-2092, 2002.

SALGADO, M. S.; GUERRA, N. B.; FILHO, A. B. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o contudo de fibra alimentar. **Revista de Nutrição**. Campinas, SP, v. 12, n. 3, p. 303-308, 1999.

SALUNKHE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 1984. v. 2.

SANCHEZ, C. E. V. **Modelagem e predição de atividade de água em fluidos alimentícios**. 1999. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SCOTT, V. N.; BERANRD, D. T. Influence of temperature on the measurement of water activity of food and salts systems. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, n. 2 p. 552-554, mar./apr. 1983.

SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W. **FÍSICA: eletricidade, magnetismo, eletrônica**. Rio de Janeiro, AO LIVRO TÉCNICO S.A., 1969. 854p.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, M. N.; GOUVEIA, J. P. G.; MOURA, R. S. F.; ALMEIDA, F. A. C.; ARAÚJO, M. E. R. Adsorção de umidade em polpa de manga: avaliação de modelos matemáticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2001. CD.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. 530 p.

SOUZA, F. X. de.; SOUZA, F. H. L.; FREITAS, J. B. S. Caracterização morfológica de endocarpos de umbu-cajá. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48., 1997, Crato. **Resumos...** Fortaleza: SBB/BNB, 1997. p. 121.

SOUZA FILHO, M. de S. M.; LIMA, J. R.; SOUZA, A. C. R. Efeito do branqueamento, processo osmótico, tratamento térmico e armazenamento na estabilidade da vitamina C de caju processados por métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 211-213, maio 1999.

SOUZA, V. A. S. de; ARAÚJO, E. C. E.; VASCONCELOS, L. F. L. **Perspectivas do melhoramento de espécies nativas do Nordeste brasileiro**. EMBRAPA Meio-Norte, Terezina, 2001. Disponível em:

<<http://www.sbmp.org.br/cbmp2001/palestras/palestras25.htm>>. Acesso em: 22 de maio de 2003.

STENCL, J.; OTTEN, L.; GOTTHARDOVA, J.; HAMOLA, P. Model comparisons of equilibrium moisture content of prunes in the temperature range of 15 – 45°C. **Journal of Stored Products Research**, London, Road, v. 35, n. 1, p. 27-36, 1999.

SZCZESNIAK, A S. Physical Properties of Food. In: PELEG, M.; BAGLEY, E. B. **Physical Properties of Foods: What They Are and Their Relation to Other Food Properties**. Las Vegas: AVI PUBLISHING COMPANY, INC., 1983. cap.1, p. 1-37.

TELIS, V. R. N.; GABAS, A. L.; MENEGALLI, F. C.; TELIS ROMERO, J. Water sorption thermodynamic properties applied to persimmon skin and pulp. **Thermochimica Acta**, USD, v. 343, n. 1-2, p. 49-56, 2000.

TENÓRIO, A. S. Melão. **Fruticultura Itaparica Exp. e Imp. LTDA**, Itaparica, Disponível em:

<http://www.itaparicafrutas.hpg.ig.com.br/economia_e_negocios/71/index_int_3.html>. Acesso em: 20 nov. 2002.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 49, n. 2-3, p. 247-253, 2001.

TORREZAN, R.; JARDINE, J. G.; VITALI, A. de A. Efeito da adição de solutos e ácidos em polpa de goiaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 43-45, jan./abr. 1999.

TROLLER, J.; CHRISTIAN, H. **Water activity and food**. New York: Ed. Academic Press, 1978. 235 p.

TROLLER, J. Methods to measure water activity. **Journal of Food Protection**, Ameslowa, v. 46, n. 2, p. 129-134, feb. 1983.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO. A importância do consumo de acerola para a saúde humana em virtude do seu alto teor em vitamina C. In: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO. **Acerola ou cereja das Antilhas: a maior fonte de vitamina C**. Recife, 1984 [n.p.].

USDA. Tabela de composição química dos alimentos: U.S. department of agriculture, agricultural research service. 2001. [S.I.] nutrient Database for Standard Reference, release 14, 2001. Disponível em < www.unifesp.br/dis/servicos/nutri/ > acesso em 16 de junho de 2003.

VELLOSO, C. B. O. Determinação da atividade de água em produtos cárneos produzidos e comercializados na área de abrangência da universidade de passo fundo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCTA, 1998. CD.

VISENTAINER, J. V.; VIEIRA, O. A.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E. Caracterização físico-química da acerola *Malpighia glabra* L. produzida na região de Maringá - Paraná, Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN)**, Caracas-Venezuela, v. 47, n. 1, p. 70-72, 1997.

VITALLI, A. A. Importância da atividade de água em alimentos. In: JARDIM, D. C. P. (Org.) SEMINÁRIO SOBRE A ATIVIDADE DE ÁGUA EM ALIMENTOS, 1., 1987, Campinas. **Resumos...** Campinas: ITAL, 1987. p. 1-5.

ZAPATA-NORENÃ, C.; INÁCIO, J. M.; ROSA, E. B. da. Estudo da dependência entre a depressão do ponto de congelamento e a atividade de água em sucos de caju e goiaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18. 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002. CD.

Apêndice A

Tabela A.1. Análise de variância dos valores médios da umidade da polpa de acerola

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Tratamentos	5	294,49741	58,89948	9694,5244**
Resíduo	12	0,07291	0,00608	----
Total	17	294,57031	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Tabela A.2. Análise de variância dos valores médios dos sólidos totais da polpa de acerola

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Tratamentos	5	294,52164	58,90433	9736,0752**
Resíduo	12	0,07260	0,00605	----
Total	17	294,59424	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Tabela A.3. Análise de variância dos valores médios da umidade da polpa de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Tratamentos	7	681,60938	97,37276	14244,2441**
Resíduo	16	0,10938	0,00684	----
Total	23	681,71875	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Tabela A.4. Análise de variância dos valores médios dos sólidos totais da polpa de umbu-cajá

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Tratamentos	7	681,61298	97,37328	11922,3828**
Resíduo	16	0,13068	0,00817	----
Total	23	681,74365	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Tabela A.5. Análise de variância dos valores médios da umidade da polpa de sapoti

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Tratamentos	7	1470,38538	210,05505	8838,6309**
Resíduo	16	0,38025	0,02377	----
Total	23	1470,76563	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Tabela A.6. Análise de variância dos valores médios dos sólidos totais da polpa de sapoti

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Tratamentos	7	1470,39319	210,05617	8531,9131**
Resíduo	16	0,39392	0,02462	----
Total	23	1470,78711	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Tabela A.7. Análise de variância dos valores médios da umidade da polpa de melão

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Tratamentos	6	634,70313	105,78385	7290,9487**
Resíduo	14	0,20313	0,01451	----
Total	20	634,90625	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Tabela A.8. Análise de variância dos valores médios dos sólidos totais da polpa de melão

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F
Tratamentos	6	634,83820	105,80637	7251,1030**
Residuo	14	0,20428	0,01459	----
Total	20	635,04248	----	----

G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios e F. - Variável do teste F

** Significativo em nível de 1% de probabilidade

Tabela A.9. Valores estimados da umidade da polpa de acerola calculado pela equação linear, resíduos e os erros relativos

Concentração (°Brix)	Umidade (%)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Estimado		
*8	90,15	90,02	0,130	0,001
10	88,49	88,37	0,118	0,001
13	85,80	85,89	-0,098	-0,001
16	83,36	83,43	-0,066	-0,001
19	80,30	80,95	-0,653	-0,008
22	79,05	78,48	0,569	0,007

*Polpa integral

Desvio percentual médio (P) = 0,33%

Tabela A.10. Valores estimados da umidade da polpa de umbu-cajá calculado pela equação linear, resíduos e os erros relativos

Concentração (°Brix)	Umidade (%)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Estimado		
*11,2	89,78	89,57	0,208	0,002
10	88,79	88,51	0,285	0,003
13	86,61	86,91	-0,295	-0,003
16	84,26	84,24	0,021	0,0003
19	81,40	81,57	-0,172	-0,002
22	78,50	78,91	-0,406	-0,005
25	75,87	76,24	-0,369	-0,005
27	75,19	74,46	0,728	0,009

*Polpa integral

Desvio percentual médio (P) = 0,39%

Tabela A.11. Valores estimados da umidade da polpa de sapoti calculado pela equação linear, resíduos e os erros relativos

Concentração (°Brix)	Umidade (%)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Estimado		
10	86,58	86,49	0,087	0,001
13	82,83	82,29	0,536	0,006
*15	80,14	79,49	0,645	0,008
16	77,32	78,09	-0,776	-0,010
19	72,82	73,89	-1,078	-0,015
22	69,26	69,69	-0,439	-0,006
25	66,82	65,50	1,318	0,019
27	62,41	62,70	-0,293	-0,005

*Polpa integral

Desvio percentual médio (P) = 0,89%

Tabela A.12. Valores estimados da umidade da polpa de melão calculado pela equação linear, resíduos e os erros relativos

Concentração (°Brix)	Umidade (%)		Resíduo	Erro relativo
	Experimental	Estimado		
*7	90,86	92,22	-1,366	-0,015
10	90,48	89,52	0,953	0,011
13	88,02	86,82	1,193	0,014
16	84,70	84,12	0,573	0,012
19	79,71	81,42	-1,717	-0,022
22	79,10	78,72	0,372	0,005
25	76,02	76,02	-0,008	-0,0001

*Polpa integral

Desvio percentual médio (P) = 1,11%