



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA  
BAHIA - UESB  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
ALIMENTOS**

**PROCESSAMENTO E QUALIDADE DE BANANA DA  
TERRA (*Musa sapientum*) DESIDRATADA**

**SILVANIA FARIAS OLIVEIRA PONTES**

**ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
2009**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
ALIMENTOS**

**SILVANIA FARIAS OLIVEIRA PONTES**

**PROCESSAMENTO E QUALIDADE DE BANANA DA TERRA (*Musa  
sapientum*) DESIDRATADA**

**Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, como parte integrante das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração em Engenharia de processos de Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.**

**Orientador:**

***D.Sc.* Joel Camilo Souza Carneiro**

**Co-orientadores:**

***D.Sc.* Paulo Bonomo**

***D.Sc.* Modesto Antonio Chaves**

**ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
2009**

634.772 Pontes, Sylvania Farias Oliveira.

P859p Processamento e qualidade de banana da terra (*musa sapientum*) desidratada./ Sylvania Farias Oliveira Pontes. – Itapetinga-Ba: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, 2009.  
86p. Il.

Dissertação do Programa de Pós-Graduação “*Strictu Senso*” do Curso de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Joel Camilo de Souza Carneiro e Co-orientadores, Prof. D.Sc. Paulo Bonomo e Prof. D.Sc. Modesto Antonio Chaves.

Dissertação normalizada e revisada por Rogério Pinto de Paula – CRB 1746-6 Reg.

1. Engenharia de Processos de Alimentos – Fruticultura - Bananicultura – Banana da Terra. 2. Banana da Terra Desidratada – Processamento – Qualidade – Vida de Prateleira. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos de Alimentos. II. Carneiro, Joel Camilo de Souza (Orientador). III. Bonomo, Paulo (Co-orientador). IV. Chaves, Modesto Antonio (Co-orientador). V. Título.

CDD(21): 634.772

#### **Catálogo na Fonte:**

Rogério Pinto de Paula – CRB 1746-6 Reg.  
Diretor da Biblioteca Regina Célia Ferreira Silva – BIRCEFS  
Presidente do Conselho de Bibliotecas da UESB  
UESB – Campus de Itapetinga-BA

#### **Índice Sistemático Para Desdobramentos Por Assunto:**

- 1 Engenharia de Processos de Alimentos: Fruticultura - Bananicultura – Banana da Terra
- 2 Banana da Terra Desidratada: Processamento – Qualidade – Vida de Prateleira.



## DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título:** "PROCESSAMENTO E QUALIDADE DE BANANA DA TERRA (*Musa sapientum*) DESIDRATADA."

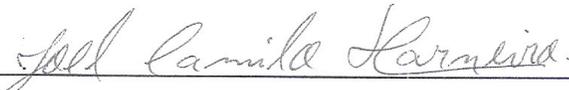
**Autora:** SILVÂNIA FARIAS OLIVEIRA PONTES

**Orientador:** Prof. DSc. Joel Camilo Souza Carneiro

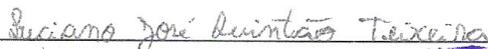
**Co-orientador:** Prof. DSc. Modesto Antonio Chaves

**Co-orientador:** Prof. DSc. Paulo Bonomo

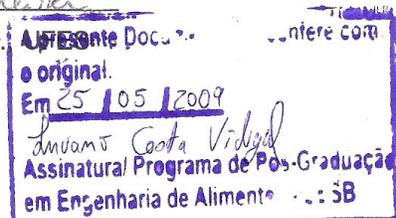
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE PROCESSOS DE ALIMENTOS, pela Banca Examinadora.

  
Prof. Joel Camilo Souza Carneiro, DSc., UESB

  
Prof. Ronielli Cardoso Reis, DSc., UESB

  
Prof. Luciano José Quintão Teixeira, DSc.

Data da Realização: 25 de maio de 2009.



*A Deus e seus mensageiros celestes que estão sempre comigo, me dando paz, saúde, luz e determinação para conquistar todos os meus objetivos.*

*Ao meu esposo, professor e colaborador Leonardo Vieira Pontes pelos preciosos ensinamentos, sugestões e colaborações.*

*Ao professor Doutor Joel Camilo Souza Carneiro pela orientação, amizade e todos os valiosos ensinamentos.*

*À professora Doutora Renata Ferreira Cristina Bonomo pela amizade, paciência, sugestões, colaborações e por tudo, sou eternamente grata.*

*Ao professor Doutor Modesto Antônio Chaves pelas sugestões, pela fabricação do desidratador termostático e pela co-orientação.*

*Ao professor Doutor Paulo Bonomo pelas valiosas sugestões e co-orientação.*

*À professora Doutora Ronielli Cardoso Reis pela colaboração e empréstimo do laboratório.*

*À professora Lígia e suas estagiárias pelo apoio e colaboração nas realizações das análises microbiológicas.*

*As bolsistas do laboratório de Análise sensorial, Adrielle, Tatiana, Mirele e Ellen pelas madrugadas de trabalho e toda colaboração.*

*As meninas do laboratório de engenharia de processos, Lizzy e Angélica pelo auxílio.*

*As colegas de curso e amigas, Luciana, Márcia, Alexandra, Rosáli e Normane pelos momentos de estudos, diversão e companheirismo.*

*À Universidade Estadual do sudoeste da Bahia, pela oportunidade de aprendizado.*

*Ao programa de pós-graduação em engenharia de alimentos.*

*À todos aqueles que acreditaram em mim e fizeram com que essa trajetória se tornasse mais leve e agradável pela certeza de tê-los comigo, muito obrigada! Vocês são especiais para mim.*

**AGRADEÇO!**

*Ao meu querido esposo Leonardo pela compreensão, carinho e amor,  
ao amado filho Guilherme que mesmo no ventre me deu incentivo e forças para  
continuar essa trajetória,  
aos meus estimados pais Zoraide e Raimundo pela minha educação e,  
a minha querida irmã Cleidinéia pelos constantes incentivos.*

***DEDICO!***

*“A tarefa mais difícil para uma mãe, profissional e estudante, é saber conciliar o pouco tempo que se tem disponível, mas é gratificante saber que, ao final, o sacrifício vale a pena.”*

***(Autor desconhecido)***

## RESUMO

PONTES, S. F. O. Processamento e qualidade de banana da terra (*Musa sapientum*) desidratada. Itapetinga – BA: UESB, 2009. 86p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia de Alimentos - Engenharia de Processo).<sup>(1)</sup>

Este trabalho foi realizado nos Laboratórios de Processamento de Frutas e Hortaliças e Análise Sensorial da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, campus de Itapetinga-Ba. O objetivo deste foi estudar o processo de desidratação da banana da terra, assim como usar a avaliação sensorial (teste de aceitação) para selecionar as melhores combinações entre concentração da solução e temperatura de secagem convectiva a fim de obter o produto (banana da terra desidrata) que apresentasse boa aceitação sensorial pelos consumidores e mantivesse estável durante o armazenamento. O experimento foi conduzido em esquema fatorial (3x2), com três repetições, sendo cada processo considerado como um bloco. A desidratação osmótica (pré-tratamento) foi conduzida em um banho termostático, onde as bananas da terra ficaram imersas em solução de sacarose a 40 e 60 °Brix, na proporção 1/5 (p/p), pelo tempo de quatro horas a temperatura de 60°C. Por meio de análise de regressão estudou-se o efeito da temperatura e tempo de secagem. Os resultados indicaram que para o pré-tratamento onde foi utilizada a solução osmótica a 60 °Brix a redução da atividade de água foi maior quando comparada ao pré-tratamento em que foi utilizada a solução osmótica a 40 °Brix. Para a etapa de secagem convectiva, foi utilizado um secador industrial a temperatura de 60 e 70°C. Sendo que a 70 °C o tempo de secagem para atingir atividade de água inferior a 0,70 foi menor. Os tratamentos que tiveram um pré-tratamento osmótico antes da secagem convectiva demandaram um menor tempo de secagem para atingir a atividade de água pré-estabelecida do que aqueles em que não foram pré-tratados osmoticamente. Os produtos foram armazenados para a realização das análises e determinação da sua vida de prateleira. Foram feitas análises físico-químicas logo após o processamento e em intervalos de 30 dias de armazenagem. Os valores obtidos da caracterização físico-química da banana *in natura* e logo após o processamento foram similares aos encontrados na literatura e, os dados obtidos durante o armazenamento ao serem comparados aos produtos recém-processados, sofreram pequenas alterações. As análises microbiológicas e sensoriais (aceitação) foram realizadas após o processamento e em dois e quatro meses de armazenagem. Após 120 dias de armazenamento, a banana desidratada proveniente dos diferentes tratamentos, manteve-se estável e apta para consumo em relação aos aspectos físico-químicos e microbiológicos. E, praticamente não houve variação na aceitação ao longo do tempo de armazenagem. Os dados do teste de aceitação das bananas recém-processadas foram estudados utilizando-se a técnica de Mapa de Preferência interno. Constatou-se que os tratamentos em que as bananas foram submetidas ao pré-tratamento osmótico antes da secagem convectiva apresentaram melhor aceitação em relação a aparência, e sabor. Assim, o pré-tratamento osmótico melhorou a aparência e o sabor das bananas em relação àquelas submetidas apenas à desidratação por secagem convectiva. E, portanto, recomenda-se o uso do pré-tratamento.

**Palavras-chave:** Desidratação Osmótica, Banana da Terra, Vida de Prateleira.

---

<sup>1</sup> Orientador: D.Sc. Joel Camilo De Souza Carneiro - UESB e Co-orientadores: D.Sc. Paulo Bonomo – UESB e D.Sc. Modesto Antonio Chaves - UESB.

## ABSTRACT

Pontes, S.F.O. Processing and quality the banana da terra (*Musa sapientum*) dehydrated – Itapetinga, BA: UESB, 2009, 86p. (Dissertation – Master of Sciences in Food and Engineering – Process Engineering).<sup>(1)</sup>

This work was done in the Fruits and Vegetables Processing Laboratories and Sensory Analysis of the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, campus de Itapetinga, BA. Its main purpose was to study the dehydration process of the “banana da terra” as well as using the sensory evaluation (acceptance test) to select the best combinations between solution concentration and temperature of convective drying in order to get the product (dehydrated banana) that revealed good sensory acceptance by consumers and would present stability during storage. The experiment was undertaken in a factorial scheme (3x2), with three repetitions, each process considered as a block. The osmotic dehydration (pre-treatment) was undertaken in a thermostatic bath where the bananas remained immersed in a saccharose solution 40 and 60° Brix, proportion 1/5 (p/p) during four hours at temperature of 60°C. Through regression analysis the influence of temperature and time of drying was studied. The results indicated that for pre-treatment the reduction of water activity was greater when compared to pre-treatment in which osmotic solution 40° Brix was used. For convective drying an industrial dryer was used at 60 and 70° and at 70° the drying time to reach water activity inferior to 0.70 was smaller. The processes that were carried out with an osmotic pre-treatment before the convective drying needed less drying time to reach the water activity pre-established than those that were not osmotically pre-treated. The products were stored for undertaking the analyses and determination of their “shelf life”. Physico-chemical analyses were undertaken soon after the processing procedure at intervals of 30 days of storage. The values of physico-chemical characterization of the banana *in natura* and soon after the processing procedure obtained were similar to those of the literature and the data obtained during storage when compared to newly processed products presented just slight alterations. Sensory (acceptance) and microbiological analyses were done after processing and at intervals of two and four months of storage. After 120 days of storage the dehydrated banana obtained through the different treatments kept stable and good for consumption considering the physico-chemical and microbiological parameters. Also, there was no variation in acceptance after the long time of storage. The data derived from the acceptance test the newly processed bananas were studied using the Map of internal Preference technique. It was concluded that that the process in which the bananas were submitted to osmotic pre-treatment before convective drying provided the best results as far as aspect and flavor are concerned. Thus, it seems obvious that the osmotic pre-treatment improved the general aspect and flavor of the bananas in comparison with the treatment involving only dehydration by convective drying and for this reason the former is recommended.

**Key words:** Osmotic dehydration, Banana da terra, “Shelf life”

---

<sup>1</sup> Advisor: Joel Camilo de Souza Carneiro, D.Sc., UESB e Co-advisors: Paulo Bonomo D.Sc., UESB and Modesto Antonio Chaves D.Sc., UESB.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Sólido de Hunter.....	31
<b>Figura 2</b> – Tratamentos constituídos pela combinação dos níveis do fator pré-tratamento osmótico com os níveis do fator temperatura da desidratação convectiva.....	36
<b>Figura 3</b> – Ilustração típica da banana da terra madura.....	37
<b>Figura 4</b> – Fluxograma do processamento das bananas da terra.....	40
<b>Figura 5</b> – Banho termostático de fabricação artesanal.....	42
<b>Figura 6</b> – Bananas da terra imersas em solução osmótica.....	43
<b>Figura 7</b> – Secador industrial.....	44
<b>Figura 8</b> – Produtos obtidos após o processamento.....	45
<b>Figura 9</b> – Amostras apresentadas aos provadores para avaliação da aparência e intenção de compra.....	48
<b>Figura 10</b> – Ficha da avaliação usada para análise da aparência e intenção de compra das bananas desidratadas.....	48
<b>Figura 11</b> – Ficha de avaliação usada para análise da aceitabilidade e intenção de compra das bananas desidratadas.....	49
<b>Figura 12</b> – Variação da atividade de água ao longo da desidratação osmótica nas soluções de 40 e 60 °Brix.....	53
<b>Figura 13</b> – Variação da atividade de água ao longo da secagem convectiva.....	54
<b>Figura 13A</b> – Variação da atividade de água ao longo da secagem convectiva temperatura de 60 °C.....	54
<b>Figura 13B</b> – Variação da atividade de água ao longo da secagem convectiva na temperatura de 70 °C.....	55
<b>Figura 14</b> – Mapa de preferência interno de banana desidratada, para o atributo sabor.....	60
<b>Figura 15</b> – Mapa de preferência interno para o atributo textura.....	61
<b>Figura 16</b> – Mapa de preferência interno para o atributo aparência.....	63
<b>Figura 17</b> – Intenção de compra dos provadores em cada tratamento em relação à aparência.....	64
<b>Figura 18</b> – Intenção de compra dos provadores, por tratamento, ao degustar os produtos.....	65
<b>Figura 19</b> – Variação do pH da banana da terra desidratada durante o armazenamento.....	69
<b>Figura 20</b> – Variação da acidez da banana da terra desidratada durante o armazenamento.....	69
<b>Figura 21</b> – Variação da umidade da banana da terra desidratada durante o armazenamento.....	70
<b>Figura 22</b> – Variação da Atividade de água ( $A_w$ ) da banana da terra desidratada durante o armazenamento.....	70
<b>Figura 23</b> – Variação do Brix da banana da terra desidratada durante o armazenamento.....	71

<b>Figura 24</b> – Variação da coordenada *L da banana da terra desidratada durante o armazenamento.....	72
<b>Figura 25</b> – Variação da saturação da banana da terra desidratada durante o armazenamento.....	72
<b>Figura 26</b> – Variação da tonalidade da banana da terra desidratada durante o armazenamento.....	73
<b>Figura 27</b> – Dados de Sabor de Banana da Terra, Coletados Com Escala Hedônica, no Tempo Zero e Após 120 Dias.....	75
<b>Figura 28</b> – Dados de Aparência de Banana da Terra, Coletados com Escala Hedônica, no Tempo Zero e Após 120 dias. ....	75
<b>Figura 29</b> – Dados de Aparência de Banana da Terra, Coletados com Escala Hedônica, no Tempo Zero e Após 120 dias. ....	75

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Atividade de água mínima para o desenvolvimento de alguns microorganismos. ....	26
<b>Tabela 2</b> – Resultados da caracterização físico-químicas dos frutos de banana da terra <i>in natura</i> . ....	52
<b>Tabela 3</b> – Resultados da caracterização físico-químicas dos produtos de banana da terra desidratados. ....	56
<b>Tabela 4</b> – Composição centesimal da banana da terra desidratada .....	58
<b>Tabela 5</b> – Resultados das análises de bolores e leveduras, coliformes totais e fecais em banana da terra desidratada logo após o processamento .....	59
<b>Tabela 6</b> – Valores Médios das Propriedades físico-químicas da Banana da Terra Desidratada. ....	66
<b>Tabela 7</b> – Resultados das Análises de Bolores e Leveduras e Coliformes Totais e Fecais Durante o Armazenamento das Bananas da Terra Desidratada. ....	74

## SUMARIO

1 - INTRODUÇÃO.....	15
2 - REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1 - Banana.....	17
2.2 - Secagem de Frutas.....	19
2.3 - Desidratação Osmótica.....	20
2.4 - Influência do Pré-Tratamento Osmótico nas Características dos Produtos.....	22
2.5 - Sacarose ou Açúcar .....	25
2.6 - Atividade de Água ( $A_w$ ).....	25
2.7- Análise Sensorial .....	26
2.8 - Mapa de Preferência .....	28
2.9 - Estudo das Cores .....	29
2.10 -Vida de Prateleira .....	31
3 - MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1 - Planejamento Experimental.....	36
3.2 - Obtenção da Matéria-Prima.....	36
3.3 - Caracterização Físico-Química.....	37
3.3.1- Comprimento e Diâmetro .....	37
3.3.2 - Teor de Umidade .....	38
3.3.3 - pH.....	38
3.3.4 - Sólidos Solúveis .....	38
3.3.5 - Acidez Titulável .....	38
3.3.6 - Cor.....	39
3.3.7 - Atividade de Água ( $A_w$ ).....	39
3.3.8 - Peso.....	39
3.4 - Produção da Fruta Desidratada.....	40
3.4.1 - Seleção.....	40
3.4.2 - Lavagem .....	41
3.4.3 - Descascamento .....	41
3.4.4 - Lavagem Final.....	41
3.4.5 - Pesagem.....	41
3.4.6 - Pré-Tratamento Osmótico e Secagem por Convecção .....	42
3.5 - Obtenção das Curvas de Secagem .....	45
3.6 - Determinação da Composição Centesimal .....	45
3.6.1 - Açúcares Redutor e Açúcar Total.....	46
3.6.2 - Cinzas .....	46

3.6.3 - Umidade .....	46
3.6.4 - Fibra Bruta .....	46
3.6.5 - Proteínas .....	46
3.6.6 - Lipídios .....	47
3.7 - Análises Microbiológicas .....	47
3.8 - Avaliação Sensorial das Bananas Desidratadas .....	47
3.8.1 - Teste de Aceitação .....	47
3.9 - Acompanhamento da vida de prateleira dos produtos .....	50
3.9.1 - Análises Físico-químicas .....	50
3.9.2 - Análises Microbiológicas .....	50
3.9.3 - Avaliação Sensorial .....	50
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	51
4.1 - Caracterização Físico-Química dos Frutos de Banana da Terra <i>in natura</i> .....	51
4.2 - Variação da Atividade de Água ao Longo da Desidratação Osmótica .....	53
4.3 - Variação da Atividade de Água ao longo da Secagem Convectiva .....	53
4.4 - Caracterização Físico-Química da Banana da Terra Desidratada .....	53
4.5 - Determinações da Composição Centesimal dos Produtos Desidratados .....	57
4.6 - Avaliação Microbiológica .....	59
4.7 - Teste de Aceitação .....	59
4.7.1- Mapa de Preferência Interno para o Atributo Sabor .....	59
4.7.2 - Mapa de Preferência Interno para o Atributo Textura .....	61
4.7.3 - Mapa de Preferência Interno para o Atributo Aparência .....	62
4.7.4 - Intenção de Compra .....	64
4.8 - Vida de Prateleira .....	65
4.8.1 - Análises Físico-Químicas .....	65
4.8.2- Avaliação Microbiológica .....	73
4.8.3- Aceitação Sensorial .....	74
5 - CONCLUSÃO .....	76
6 - REFERÊNCIAS .....	77

## 1 – INTRODUÇÃO

As frutas são de grande importância em todo o mundo, no que se refere aos aspectos social, econômico e alimentar. A fruticultura possibilita a exploração intensiva de áreas produtivas, tornando-as lucrativas. Além disso, utiliza elevada quantidade de mão-de-obra, constituindo-se numa fonte geradora de empregos não somente na produção, como também no armazenamento, no processamento e na comercialização de frutas (FACHINELLO *et al.*, 1995).

De acordo com a FAO (2003), a comercialização mundial de produtos derivados de frutas cresceu mais de cinco vezes nos últimos quinze anos. O Brasil se destaca por ser um dos maiores produtores de frutas do mundo, as quais são cultivadas e comercializadas em grande escala (BRUNINI *et al.*, 2002).

A falta de técnicas adequadas de pós-colheita, transporte e armazenamento desses produtos, que são altamente perecíveis, ocasiona grandes perdas. Nos países emergentes, as perdas de alguns produtos são estimadas em 50% (CHITARRA e CHITARRA, 1990). A realidade brasileira não é diferente, pois, desde o produtor até o consumidor, a magnitude das perdas é considerável. Esse fato evidencia a urgente necessidade de processos simples e baratos que possam oferecer caminhos para conservar esses alimentos garantindo a sua estabilidade e durabilidade.

A grande disponibilidade de banana da terra no estado da Bahia e o seu potencial de aproveitamento como banana desidratada torna esse trabalho uma oportunidade de desenvolver um produto que agregue valor à banana da terra e conseqüentemente crie alternativas aos pequenos produtores da região de melhorar o aproveitamento do fruto. Quando se busca referências na literatura sobre essa fruta, pouco se encontra, e são raros os trabalhos sobre a avaliação da qualidade desse produto desidratado.

Os consumidores estão cada vez mais exigentes e produtos que preservam ao máximo suas características originais estão sendo preferidos. Vários estudos sobre secagem de frutas e qualidade dos produtos desidratados têm sido realizados com o objetivo de obter produtos diversificados e de boa qualidade.

A aplicação de pré-tratamento osmótico seguido da secagem convectiva nos frutos de banana da terra visa oferecer um produto diferenciado, com os atributos de sabor, aroma e textura característicos. Além disso, a desidratação dos frutos de banana da terra possibilita um aumento da oferta de produtos derivados de banana e seu melhor aproveitamento.

Como outras frutas tropicais, a banana da terra apresenta curto período de comercialização após a colheita, conseqüentemente, são necessários estudos sobre técnicas de conservação visando estender sua vida útil sem afetar a qualidade.

A avaliação da vida útil de um produto é uma ferramenta bastante usada para a obtenção de dados sobre o seu comportamento em nível de armazenamento, comercialização e consumo. Há diversas maneiras de se estimar a vida útil de um produto, dentre elas podemos citar, o crescimento de microorganismos, aumento da acidez e, o decréscimo da aceitação sensorial na escala hedônica. Acredita-se que quando os consumidores passam a rejeitar sensorialmente um produto que foi aceito em outro período de estudo, essa rejeição pode estar vinculada a diminuição dos atributos de qualidade, devido à perda total ou parcial da qualidade original. Dessa forma, os testes de aceitação apresentam-se viáveis para o estudo de qualidade de produtos ao longo da estocagem, a partir da qual, podem-se obter resultados satisfatórios com relação à vida útil dos produtos.

Este trabalho teve como objetivos:

- Estudar o processo de obtenção da banana da terra desidratada, combinando pré-tratamento osmótico e secagem convencional;
- Identificar as melhores combinações entre concentração da solução de sacarose (pré-tratamento osmótico) e temperatura de secagem convectiva, a fim de se obter um produto que apresente boa aceitação pelos consumidores;
- Avaliar a qualidade da banana desidratada, por meio de análises físico-química, microbiológicas, centesimal e sensorial (teste de aceitação) no produto recém-processado e, ao longo da estocagem (120 dias) de armazenamento.

## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - Banana

O Brasil é o terceiro produtor mundial de bananas, sendo superado apenas pela Índia e Equador. Em 2004, a produção brasileira foi de 6,6 milhões de toneladas, enquanto que a Índia e o Equador produziram 16 e 7,5 milhões de toneladas, respectivamente (FAO, 2006). A banana brasileira é cultivada em quase todos os estados, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior. O estado de São Paulo é o maior produtor, com 1,1 milhões de toneladas, seguido pelos estados da Bahia, Santa Catarina, Minas Gerais e Pará (BRASIL, 2006). De acordo com Silva (1999), somente os bananais do litoral sul do estado de São Paulo contribuem para a exportação. As plantações existentes no planalto paulista e nos estados do Ceará, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Pernambuco abastecem quase que somente o mercado interno.

Com relação às exportações, o maior concorrente do Brasil na América do Sul e o maior exportador mundial é o Equador. Este país consegue comercializar uma fruta de melhor qualidade e menor custo, com regularidade de oferta. Apesar disso, o clima quente e o alto índice de precipitação favorecem a incidência de doenças foliares, exigindo altos investimentos para o seu controle. Nesse aspecto, a produção brasileira é favorecida, principalmente na região Nordeste, que possui condição climática adequada e recursos hídricos para irrigação (ALMEIDA *et al.*, 2001).

A participação do Brasil no mercado externo é muito reduzida, sendo que 99,0% do total produzido de banana são destinados ao mercado interno. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o volume de banana exportado pelo Brasil, em 2004, foi de 188.087 toneladas, principalmente para países como a Argentina, Uruguai, Reino Unido e Itália (BRASIL, 2006).

Do ponto de vista biológico, a banana é um dos frutos que apresenta uma das maiores perdas por decomposição pós-colheita visto ser ela extremamente perecível, não permitindo o uso do frio para o armazenamento. Este fato nos leva a idéia básica de que a industrialização é uma das formas mais indicadas para um melhor aproveitamento da produção (SILVA, 1995). Diversos são os produtos que podem ser obtidos da banana: polpa ou purê, néctar, fruta em calda, produtos desidratados (banana liofilizada, flocos e fruta na forma de passa) e doces diversos, incluindo geléias e doce de massa (bananada).

A fruta é consumida em sua quase totalidade na forma *in natura*, por populações de alta e baixa renda, em virtude do alto valor nutritivo e baixo custo. Segundo Dantas e Soares Filho (1997), uma banana supre aproximadamente 25% da vitamina C, contem

vitaminas A e B, alto teor de potássio e açúcares e pouco sódio. Além disso, a ausência de suco na sua polpa, a ausência de sementes duras e a disponibilidade no mercado brasileiro e em diversos países do mundo, durante o ano todo, contribui fortemente para o seu alto consumo (LICHTENBERG, 2001).

De acordo com Falcone e Suazo (1988), países como o Brasil onde, além da grande variedade de frutas, existe ampla disponibilidade de açúcar de cana, o processo osmótico pode tornar-se uma alternativa promissora. Os mesmos autores citam que como a maioria dos trabalhos encontrados na literatura tem-se concentrado no estudo da pré-secagem por osmose de maçã, seria interessante obter informações do efeito desse processo sobre outras frutas, principalmente as tropicais, onde o Brasil se faz presente como um dos grandes produtores.

A banana seca ou banana passa apresenta elevado teor de açúcares. Pode ser classificada entre os produtos de alto valor alimentício, facilmente assimilável. Seu valor energético é da ordem de 318 kcal/100g, sendo que 125g por dia bastariam para cobrir um quarto das necessidades alimentícias de um menino de 10 anos, em valor energético, glicídeos, proteínas de origem vegetal, potássio, ferro e magnésio, e um oitavo das necessidades em fósforo, cloro, zinco e vitamina C (TRAVAGLINI, 1995).

Estudo de mercado realizado por Lira *et al.* (2004) indicou que a maior parte dos consumidores (53%) preferem a banana passa pura, 23% em bolos, 10% com cobertura de chocolate e 33% com outras preparações, sendo que muitos optaram por mais de uma forma de consumo. O produto apresenta grande aceitabilidade sendo o sabor, o atributo de qualidade mais apreciado.

Apesar de apresentar um elevado índice de aceitabilidade, o consumo da banana passa ainda é pequeno. Considerando-se as limitações tecnológicas dos processos tradicionais para produção de banana passa com uma boa qualidade, a desidratação osmótica surge como uma opção à padronização deste processo, para obtenção de um produto com textura, cor e sabor adequados, além de possibilitar uma redução de perdas pós-colheita junto aos pequenos e médios produtores.

A banana da terra, cujo nome científico é *Musa sapientum* é a maior espécie conhecida, chegando a pesar 500g cada fruta e a ter um comprimento de 30cm. Essa banana é achatada em um dos lados, tem casca amarela escura, sua polpa é bem consistente, de cor rosada e textura macia e compacta, sendo mais rica em amido do que em açúcar, o que torna essa fruta, ideal para cozinhar, assar ou fritar (TODA FRUTA, 2009). Além disso, a banana da terra é uma fruta vastamente encontrada na região norte e nordeste do Brasil, destacando-se a Bahia como principal produtora, onde o seu consumo se limita a basicamente a banana da terra frita e cozida.

## 2.2 - Secagem de Frutas

Secagem ou desidratação é uma técnica utilizada desde a antiguidade para a conservação de alimentos, uma vez que a água afeta de maneira decisiva o tempo de preservação dos produtos, influenciando diretamente sua qualidade e durabilidade (LENART, 1996; GRENSMITH, 1998). A remoção parcial ou total de água de um alimento implicará na inibição do crescimento microbiano, na prevenção de reações bioquímicas responsáveis pela deterioração e em menores custos de transporte, embalagem e estocagem, constituindo um método importante para prolongar a vida útil de diversos produtos (BOLIN *et al.*, 1983; PARK *et al.*, 2002). É um processo muito estudado para frutas, pois além do baixo custo de investimento, confere aos produtos uma maior estabilidade pela remoção de água, um sabor agradável e o aumento da oferta de produtos derivados de frutas.

A secagem é um complexo processo que envolve transferência de calor e massa, sendo que o transporte de umidade, do interior para a superfície do material, pode ocorrer na forma de líquido e/ou vapor, dependendo do tipo de produto e do percentual de umidade presente. O processo de secagem deve acontecer de forma controlada para que possa ocorrer de maneira uniforme, evitando elevados gradientes de umidade e temperatura no interior do material que podem provocar a perda da qualidade do produto. Sabendo-se que os efeitos da secagem alteram as propriedades físicas e químicas do produto e que estes, por sua vez, afetam o processo de transferência de calor e massa, é fundamental se conhecer os seus efeitos e o seu controle (FARIAS *et al.*, 2002).

A desidratação é uma alternativa bastante conhecida para conservação de frutos. É um processo de fácil aplicação que, além de prolongar a vida-de-prateleira, diminui o peso do produto para o transporte e o espaço necessário para o armazenamento (AGUIRRE, 2004).

A secagem de bananas é utilizada não só para fins de preservação, mas também devido ao valor agregado ao produto seco, como na produção de chips (DEMIREL e TURHAN, 2003) e banana-passa (NOGUEIRA e PARK, 1992).

Apesar das vantagens, técnicas de secagem têm sido usadas no Brasil em pequena escala, basicamente para resolver problemas de excesso de produção (CANO-CHAUCA *et al.*, 2002). No entanto, a demanda do mercado consumidor por produtos que preservem ao máximo possível suas características originais vem aumentando (EI-QUAR e MURR, 2003).

Em desidratação, a relação entre condições de processo e qualidade do produto é complexa por causa da grande variação entre temperatura e umidade do ar que

influenciam diretamente a taxa de degradação dos atributos de qualidade (COHEN e YANG, 1995).

Durante a secagem, é na superfície do material que ocorre a evaporação da água, a qual foi transportada do interior do sólido. Os mecanismos desse transporte mais importantes são: difusão líquida, difusão de vapor e fluxo de líquido e de vapor. O conhecimento do conteúdo inicial e final (equilíbrio) de umidade do material, da relação da água com a estrutura sólida e do transporte da água do interior do material até a sua superfície possibilitam fundamentar o fenômeno da secagem (BROD *et al.*, 1999).

Uma das formas mais eficientes de se analisar o processo de secagem de um determinado produto baseia-se no desenvolvimento de modelos matemáticos para descrição do fenômeno físico, ou seja, no emprego da simulação (SINÍCIO, 1983). Diversos modelos de simulação do processo de secagem têm sido empregados no projeto de novos sistemas de secagem, e na otimização dos já existentes, ou ainda no controle do processo (KARATHANOS e BELESSIOTIS, 1999).

O fenômeno de secagem de produtos biológicos é controlado pelo mecanismo de difusão de líquido e ou de vapor durante o período de queda na taxa de secagem (KHAISHEH *et al.*, 1997). A difusividade efetiva de umidade é uma importante propriedade de transporte, sendo útil na análise das operações de processamento de produtos alimentícios, como a secagem (ARÉVALO-PINEDO e MURR, 2005).

### **2.3 - Desidratação Osmótica**

Um método de conservação que está ganhando interesse é o de "desidratação osmótica de alimentos", que consiste na remoção parcial de água pela pressão osmótica, quando se coloca o alimento em contato com uma solução hipertônica de solutos, diminuindo, assim, a atividade de água e aumentando a sua estabilidade, em combinação com outros fatores como controle de pH, adição de antimicrobianos, etc. (POKHARKAR, 1997).

Ponting *et al.* (1966) estão entre os primeiros a sugerirem a desidratação baseada no processo de troca osmótica. A desidratação osmótica (DO), também denominada impregnação ou saturação, é uma técnica usada para a concentração por remoção da água, de frutas inteiras ou em pedaços imersas em solução aquosa. Esta técnica é um dos métodos mais antigos de conservação de alimentos. O princípio do método consiste no aumento da concentração de sólidos nos frutos, substituindo a água por açúcares, como

por exemplo, sacarose. Pelo processo de osmose diminui-se a atividade de água reduzindo a deterioração do fruto (BERBARI *et al.*, 1992).

De acordo com Grosso (1972), a origem de frutas cristalizadas ou saturadas com açúcares provavelmente encontra-se na China e Extremo Oriente, onde as frutas eram conservadas em açúcar, para serem consumidas nas épocas de entressafra. Os romanos conservavam figos em mel e pêssegos em mel e vinho doce. Este trabalho era realizado por artesãos que guardavam sigilosamente as fórmulas (GROSSO, 1972; BILHALVA, 1976).

De acordo com Lazarides *et al.* (1997) e Gianotti *et al.* (2001), este processo tem sido considerado um pré-tratamento, visto que a redução da disponibilidade de água no alimento não é, na maioria dos casos, suficiente para garantir a estabilidade do produto durante a estocagem, havendo necessidade de emprego de um processo subsequente de estabilização. A secagem por convecção, o uso de microondas, a liofilização ou o congelamento são alternativas de métodos complementares à desidratação osmótica.

A principal vantagem da desidratação osmótica como pré-tratamento antes da secagem convectiva de alimentos é que ela minimiza os impactos negativos desta última, como perda de aroma, escurecimento enzimático e perda da cor natural dos alimentos (PONTING *et al.*, 1966). Efeito protetor sobre a estrutura do alimento, gerando produtos mais flexíveis e macios, também tem sido observado (LENART, 1996).

Em geral, o objetivo da desidratação osmótica é maximizar a perda de água, e ao mesmo tempo, minimizar o ganho de soluto por parte do sólido (QI *et al.*, 1998). Contudo, a desidratação osmótica geralmente não é capaz de abaixar a atividade de água a níveis que dispensem técnicas adicionais para conservação de alimentos. A secagem convectiva, por sua vez, diminui consideravelmente o teor de água no produto, o que minimiza o crescimento de microrganismos e reações de deterioração química, preservando-o durante a estocagem (MAYOR e SERENO, 2003), além de contribuir para a redução de custos de embalagem, transporte e armazenamento.

O processo de saturação com açúcar, conhecido há muito tempo, é bastante utilizado como um método de conservação de tecidos vegetais, tais como: frutas, hortaliças, flores etc., para seu posterior aproveitamento em formulações de produtos industrializados, tais como: panetones, bolos, doces de confeitaria, bombons, sorvetes e pães especiais. Além disso, podem se destinar ao consumo imediato, como é o caso das frutas inteiras ou em pedaços grandes ou, ainda, fins medicinais, no caso das hortaliças, e ornamentação, no caso das flores (GROSSO, 1972; BILHALVA, 1976; ALMEIDA, 1980).

No processo de desidratação osmótica, a complexa estrutura da parede celular dos tecidos dos vegetais age como uma membrana semipermeável, não completamente

seletiva aos íons e compostos presentes tanto na solução osmótica quanto no interior do alimento (LENART e PIOTROWSKI, 2001). Estabelece-se, desta forma, um fenômeno caracterizado por três tipos de fluxo durante o período em que o alimento está imerso na solução osmótica: fluxo de água do produto para a solução, fluxo de soluto da solução para o produto, e fluxo de solutos naturais do produto (ácidos orgânicos, minerais, vitaminas etc) para a solução (RAOULT-WACK, 1994). Este terceiro tipo de transferência de massa, embora quantitativamente negligenciável quando comparado aos outros dois, desperta interesse pela possibilidade de, eventualmente, afetar as características sensoriais e nutricionais do produto final (RAOULT-WACK, 1994; TORREGGIANI, 1993; LAZARIDES *et al.*, 1995).

Na literatura encontram-se diversos autores que desidrataram osmoticamente bananas, dentre os quais estão: SANKAT *et al.*, 1996; RASTOGI *et al.*, 1997; ADAMBONOU e CASTAIGNE, 1983; MOWLAH *et al.*, 1983; SANKAT *et al.*, 1992; PANAGIOTOU *et al.*, 1998; GARCIA *et al.*, 1974.

#### **2.4 - Influência do Pré-Tratamento Osmótico nas Características dos Produtos**

A desidratação osmótica permite tanto a remoção de água do produto quanto a modificação de suas propriedades pela impregnação de solutos desejados (MIZRAHI *et al.*, 2001). Essa técnica emprega soluções de alta pressão osmótica, em que dois fluxos são estabelecidos: a saída de água do alimento para a solução e a incorporação do soluto pelo alimento, devido aos gradientes de concentração. Nesse sentido, o pré-tratamento osmótico pode melhorar aspectos nutricionais, sensoriais e funcionais dos alimentos, sem comprometer sua integridade, sendo efetivo mesmo à temperatura ambiente, de maneira que o dano térmico à textura, cor e aroma do alimento é minimizado (TORREGGIANI, 1993).

Tratamentos osmóticos estão sendo usados principalmente como um pré-tratamento introduzido em alguns processos convencionais, tais como secagem a ar convectivo, microondas e liofilização, a fim de melhorar a qualidade do produto final, reduzir custos de energia ou mesmo formular novos produtos (SERENO *et al.*, 2001). Segundo Maestrelli *et al.* (2001), o uso da desidratação osmótica, combinada ou não a outros processos, tem sido efetivo na redução do colapso estrutural de frutos delicados, mesmo quando posteriormente se aplicam processos agressivos, como tratamento térmico. Além disso, o tratamento osmótico, em certas condições, pode favorecer a retenção dos

pigmentos da fruta, evitar o escurecimento enzimático e fornecer produtos mais atraentes em termos de aparência para o consumo (KROKIDA *et al.*, 2000).

Torregiani e Bertolo (2001) apresentam como o grande apelo da impregnação osmótica a intensificação da qualidade nutricional e sensorial dos produtos de fruta, podendo ser uma importante ferramenta para desenvolver novos produtos, agregar valor aos produtos existentes no mercado e preparar frutas com propriedades funcionais.

Segundo Ponting *et al.* (1966) e Fumagalli e Silveira (2004), podem se ressaltar como vantagens do pré-tratamento osmótico o tempo reduzido a altas temperaturas, baixas alterações em relação a cor e ao sabor, e a remoção de alguns ácidos que foram substituídos pelos açúcares conferindo assim um sabor mais agradável às frutas.

Atualmente, o uso da desidratação osmótica como tratamento preliminar visa melhorar a qualidade do alimento desidratado, e não apenas remover água do produto (LENART, 1996).

A textura é um dos mais importantes atributos que afetam a aceitabilidade de frutas e verduras processadas. Dependendo dos tratamentos aplicados, os alimentos processados podem tornar-se excessivamente moles. Apesar de a textura estar relacionada diretamente com as propriedades mecânicas, esta relação pode modificar-se pelo efeito de sua interação com outros atributos sensoriais como o sabor e a cor (SANJINÉZ-ARGANDOÑA, 1999).

El-buluk *et.al.* (1995), constataram que a firmeza da fruta está relacionada à presença de substâncias pécticas, o amaciamento resulta de mudanças degradativas e da solubilização da pectina, devido à ação de enzimas pécticas. Dependendo do índice de maturação da fruta, procede-se à inativação enzimática ou não para a posterior desidratação. Entretanto, Torregiani (1993) disse que a textura do alimento desidratado está associada com a plasticidade e o efeito de inchaço produzido pela água sobre a matriz celulósica e péctica do tecido da fruta, dependendo principalmente dos sólidos insolúveis, da quantidade de água presente nos sólidos solúveis e da atividade de água. Segundo Sanjinéz-Argandoña (1999) o favorecimento da entrada de sólidos solúveis pode levar a atividades de água menores, mantendo-se uma consistência aceitável.

A cor é outro atributo que influencia a aceitação dos produtos, tornando-os atrativos ou não, de acordo a coloração apresentada. Um alimento que apresente coloração forte e brilhante torna-se mais desejável sensorialmente que os alimentos de cor fraca e opaca, nesse caso, os consumidores tendem a associar à coloração forte a boa qualidade do produto, enquanto que, produtos de coloração fraca tendem a serem associados a produtos de má qualidade.

De grande importância tecnológica é a relação que existe entre a cor e outros fatores de qualidade, como a composição química e o grau de desenvolvimento e

alteração. Isto porque se utiliza a cor como índice de transformações naturais dos alimentos frescos ou de mudanças ocorridas no processo industrial (SANJINÉZ-ARGANDOÑA, 1999).

Segundo Lozano e Ibarz (1997), a deterioração da cor em frutas pode ser causada por vários mecanismos como reações de escurecimento enzimático e não-enzimático do tipo Maillard; entretanto, as frutas são menos sensíveis que as verduras à deterioração de cor, quando submetida a temperaturas de cozimento, permitindo assim aperfeiçoar o tempo e a temperatura do processo para obter um produto naturalmente colorido. Constataram ainda, que em condições ácidas alguns pigmentos como as antocianinas são rápida e completamente descoloradas à temperatura ambiente, mas por outro lado, os taninos e antocianinas quando sofrem reações de condensação produzem pigmentos amarelos que melhorariam a aparência de alguns produtos.

Heng *et al.* (1990) estudando a influência das variáveis do processo da desidratação osmótica em mamão sobre a qualidade do produto final, verificaram que tanto o aumento da temperatura como do tempo de processo são fatores críticos que afetam os pigmentos da fruta.

Photon *et al.* (2001) desidratando osmoticamente maçãs e secando-as em microondas verificaram altos valores de L\* quando utilizavam temperaturas acima de 50°C. E as amostras que eram pré-tratadas osmoticamente antes da secagem em microondas apresentavam um menor escurecimento que aquelas sem esse processamento.

## **2.5 - Sacarose ou Açúcar**

A escolha do soluto é uma questão fundamental por estar relacionada com as alterações nas propriedades organolépticas e no valor nutritivo do produto final, além do custo de processo (LENART, 1996; QI *et al.*, 1998). Características do agente osmótico usado, como peso molecular e comportamento iônico, afetam significativamente a desidratação, tanto na quantidade de água removida quanto no ganho de sólidos (ERTEKIN e CAKALOZ, 1996). A sacarose é tida como um ótimo agente osmótico, especialmente quando a desidratação osmótica é empregada como etapa preliminar à secagem convectiva, pois previne o escurecimento enzimático e a perda de aromas (LENART, 1996; QI *et al.*, 1998).

A sacarose é um dissacarídeo utilizado desde 200 aC, mais conhecido como açúcar de mesa é constituído de 98,5% de sacarose e é produzido a partir da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (20% de sacarose) ou beterraba (*Beta alba* L.)

(17% sacarose). A sua importância deve-se a fatores como: aceitabilidade universal, palatabilidade, alta disponibilidade, baixo custo de produção, alta solubilidade em água (2g/gH<sub>2</sub>O a 20°C) e alta pressão osmótica em solução aquosa. Possui alta qualidade adoçante e por isso é adotada como padrão de doçura relativa (poder edulcorante igual a 1) e de perfil de sabor (BRASIL, 1978; ROBINSON, 1991; NICOL, 1991; CÂNDIDO e CAMPOS, 1996; FERREIRA *et al.*, 2001; BRASIL, 2005).

Segundo Goularte *et al.* (2000), a sacarose como agente osmótico pode reduzir a acidez natural das frutas, aumentando o sabor doce no produto final

## 2.6 - Atividade de Água ( $A_w$ )

A atividade de água é uma das propriedades mais importantes para processamento, conservação e armazenamento de alimentos. Ela quantifica o grau de ligação da água contida no produto e, conseqüentemente, a sua disponibilidade para agir como solvente e participar das transformações químicas, bioquímicas e microbiológicas (LABUZA, 1977).

A escala de atividade de água de qualquer produto é de 0 a 1, e no estado de equilíbrio existe igualdade entre a pressão parcial de vapor de água no ar e da água do produto. Dessa forma, podem-se utilizar as isotermas de adsorção e dessorção de umidade de cada produto para conduzir a secagem até estabelecer a umidade final ou a atividade de água do produto, tal que garanta nas condições de estocagem (temperatura e umidade relativa do ar) a integridade biológica do produto.

Uma das principais causas da deterioração de alimentos frescos e de conservados é a quantidade de água livre neles presente, fato que, para diversos pesquisadores (EL-AOUAR, 2001; AZOUBEL, 2002) deve ser resolvido mediante técnicas de desidratação, para cujo emprego Borges e Menegalli (1994) informam que a utilização da desidratação osmótica seguida da secagem convectiva, geralmente fornece um produto atrativo ao consumo minimizando, desta forma, os danos causados pelo calor à cor, à textura e ao sabor do alimento. Um grande avanço na conservação de alimentos é a combinação desses métodos, baseada em tecnologias simples em que se utilizam dois ou mais fatores de conservação, promovendo a estabilidade do alimento.

Para Aguirre e Gasparino Filho (2001) durante o processo de secagem osmótica os gradientes de atividade de água e de solutos resultam em um fluxo de água através da membrana semipermeável que permite as trocas com o interior, a qual consiste, basicamente, na remoção da água diluída contida dentro da membrana por efeito de uma

solução mais concentrada. Ademais, pela natureza da membrana, pode resultar no transporte de solutos, particularmente da solução osmótica para a fruta, de modo que a concentração osmótica resulte numa difusão simultânea da água e do soluto.

Sabe-se que os microorganismos não podem crescer em sistemas de alimentos desidratados quando a atividade de água está abaixo de 0,6-0,7; mas outras reações químicas, enzimáticas ou não, continuam atuando no processo de armazenagem. A atividade de água tem sido um parâmetro usual para determinar o ponto final da secagem visando reduzir a possibilidade de crescimento microbiológico (ANTONIO, 2002). Assim, o conhecimento do conteúdo de umidade exato e o procedimento apropriado para sua determinação são de suma importância quando se trata de alimentos desidratados.

Todos os microorganismos têm uma atividade de água mínima ( $A_w$ ) de desenvolvimento, conforme indicado na Tabela 1. Em geral as bactérias são mais exigentes do que os bolores e leveduras, desenvolvendo-se apenas em meios com elevada  $A_w$ .

**Tabela 1** – Atividade de água mínima para o desenvolvimento de alguns microorganismos.

<b>MICROORGANISMO</b>	<b><math>A_w</math> MÍNIMA</b>
<b>Bactérias</b>	<b>0,91</b>
<b>Staphylococcus áureos</b>	<b>0,85</b>
<b>Leveduras</b>	<b>0,88</b>
<b>Bolores</b>	<b>0,80</b>
<b>Bactérias Halófilas</b>	<b>0,75</b>
<b>Bolores Xerófilos</b>	<b>0,61</b>
<b>Leveduras osmotolerantes</b>	<b>0,60</b>

Fonte: ICMSF (1980).

## 2.7- Análise Sensorial

A análise sensorial é utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e outros materiais da forma como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (IFT, 1981).

A percepção das características sensoriais de um alimento se dá por meio de sinais elétricos que são enviados ao cérebro pelo sistema nervoso, por meio de uma

corrente de neurônios. Primeiramente, certa quantidade de informações sobre estímulo é registrada pelos receptores sensoriais. Os receptores visuais em resposta à luz geram energia elétrica, o tato e a audição respondem à energia mecânica (pressão e vibração) e o gosto e o odor recebem a energia química (ABNT, 1993).

Com a expansão das indústrias de alimentos e bebidas, após a segunda guerra mundial, métodos sistemáticos para acessar as reações sensoriais aos alimentos foram muito difundidos. As indústrias buscavam manter a qualidade sensorial dos produtos e reduzir riscos na aceitação de novos produtos por parte do consumidor. Hoje a análise sensorial tem várias aplicações como em controle de qualidade, desenvolvimento de novos produtos, testes de consumidores, estudos de percepção humana, correlação em medidas físicas, químicas e instrumentais etc (AMERINE *et al.* 1965; PANGBORN, 1980; COSTELL e DURAN, 1981).

Os testes sensoriais que utilizam os órgãos dos sentidos humanos como “instrumentos” devem ser incluídos como garantia de qualidade, por ser uma medida multidimensional integrada, que possui vantagens como, por exemplo, determinar a aceitação de um produto por parte dos consumidores. O uso dos testes sensoriais é rotineiro para produtos alimentícios processados ou industrializados antes de serem lançados no mercado (CARDELLO *et.al.*, 1997).

De acordo com Campos (1989), a aceitação de um produto alimentício pelos consumidores está relacionada a várias características deste, sobretudo aquelas que podem ser avaliadas pelos próprios sentidos. Os testes de aceitação foram definidos por STONE e SIDEL (1993) como aqueles que medem a aceitação ou preferência dos consumidores por um produto.

Meilgaard *et al.* (1999) citaram que o objetivo principal da aplicação destes foi conhecer a resposta do consumidor em termos de aceitação ou preferência frente a um produto, idéia ou características específicas do referido produto, mostrando-se muito eficientes como a principal ferramenta no desenho de novos produtos nas empresas.

Os resultados dos testes afetivos na etapa de desenvolvimento revelavam o potencial que o protótipo teria no mercado, em termos sensoriais. Escolher uma direção entre várias alternativas de produtos em desenvolvimento foi uma das aplicações claras dos testes afetivos (STONE e SIDEL, 1993).

O sabor dos alimentos tem sido definido como a impressão percebida por meio de sensações químicas de um produto na boca. Sabor inclui aroma, gosto e sensação química. A sensibilidade ao gosto não se limita apenas à língua. Existem outras regiões que respondem também aos estímulos: palato duro, amídalas, epiglote e ainda em certas pessoas a mucosa dos lábios, das bochechas e a superfície inferior da boca (MEILGAARD *et.al.*, 1991; FERREIRA *et al.*, 2000).

A textura pode ser definida como a manifestação sensorial da estrutura de um alimento, sendo percebida simultaneamente pelos sentidos do tato e audição. Segundo a ABNT (1993), textura é definida como todas as propriedades reológicas e estruturas (geométricas e de superfície) de um alimento perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos.

A seleção e o consumo de alimentos são fenômenos complexos influenciados por vários fatores. Geralmente, as propriedades sensoriais têm sido consideradas como determinantes na seleção de um produto pelo consumidor. Entretanto, é evidente que outros aspectos também desempenham importante função neste processo (GUERRERO *et al.*, 2000).

## **2.8 - Mapa de Preferência**

Segundo HELGESEN *et al.* (1997), a técnica Mapa de Preferência busca relacionar a preferência do consumidor com a avaliação do produto em termos de característica de qualidade. Assim é possível avaliar o quanto um produto é aceito (ou mais preferido) no mercado em função de suas características de qualidade intrínsecas. Este estudo de aceitação de um produto em função de suas características de qualidade é fundamental, uma vez que a sobrevivência de um produto no mercado está muito relacionada com o grau de sua aceitação pelos consumidores.

A metodologia tradicionalmente utilizada em pesquisa sobre a preferência dos consumidores envolve a avaliação de produtos através de testes de comparação pareada, ordenação ou escala hedônica. Esses testes são relativamente fáceis de serem conduzidos e a análise de seus resultados é considerada como uma boa estimativa da preferência ou aceitação dos produtos testados. Entretanto, esses métodos não fornecem descrições das percepções individuais dos consumidores acerca dos produtos avaliados e, desta forma, são limitados em esclarecer o real desempenho do produto junto ao mercado consumidor (GREENHOFF e MACFIE, 1994).

Ao serem consultados sobre as razões de suas preferências, os consumidores normalmente revelam um vocabulário muito limitado para descrever suas percepções e conceitos de qualidade (GREENHOFF e MACFIE, 1994).

Outra problemática com relação a testes com consumidores consiste no fato que, a maioria das metodologias utilizadas, avaliam e interpretam os resultados através dos valores médios, obtidos junto ao grupo de consumidores que participa do teste. Ao se trabalhar com médias, assume-se que todos os indivíduos do grupo se comportam de uma

mesma forma e que um valor único, a média, é representativa de todos os entrevistados, perdendo-se assim a informação relativa a cada indivíduo (GREENHOFF e MACFIE, 1994).

O Mapa de Preferência Interno identifica as principais fontes de variação entre os dados de aceitação, extraindo, inicialmente, a 1ª dimensão de preferência. A seguir, identifica a 2ª dimensão de preferência, ortogonal à primeira e assim por diante até que toda variância existente nos dados de aceitação seja “explicada” (GREENHOFF e MACFIE, 1994).

Desta forma, através do Mapa de Preferência Interno, obtém-se: i) um conjunto de dimensões de preferência representando as diferenças entre as amostras em termos de aceitação entre os consumidores e ii) um conjunto de vetores, um para cada provador, que mostram a direção individual de preferência (MACFIE e THOMSON, 1984). Os produtos avaliados podem ser representados no espaço sensorial por elipses que constituem intervalos de confiança a um nível de significância previamente estabelecido (DAILLANT-SPINLER *et al.*, 1996; HUSSON *et al.*, 2005).

## **2.9 - Estudo das Cores**

A cor é uma ferramenta muito utilizada para a análise de coloração de produtos desidratados. A cor, no âmbito da física ótica, é um feixe de radiações luminosas com uma determinada distribuição espectral (cor-radiação). Os materiais transferem a luz que chega a eles de forma que a luz transmitida tem diferente distribuição espectral (cor-material). A capacidade de um material de alterar a distribuição espectral da luz depende da sua composição química e da sua estrutura (CALVO e DURAN, 1997).

As mudanças de cor são produtos de várias reações, incluindo-se a de Maillard, como condensação de hexoses e componentes aminos, polimerização de fenol e destruição de pigmentos (KROKIDA *et al.*, 1998). A deterioração da cor é também dependente de fatores como a variedade da fruta, o conteúdo de umidade, estágio de maturação e condições operacionais do processo de conservação (KIM *et al.*, 2004). Para uma padronização mais efetiva deste atributo, as alterações de cor nos produtos desidratados vêm sendo avaliadas através de sistemas instrumentais, visto que a visão humana se limita a enxergar somente uma pequena região do espectro e os instrumentos medem a luz no espaço de cor relacionado ao da visão humana; restringindo-se à região de luz visível (CALVO e DURAN, 1997).

Segundo Meilgaard *et.al.* (1991), o homem apresenta a tendência de apreciar os atributos de um alimento na seguinte ordem: aparência, odor/aroma, consistência, textura e sabor. A decisão de aceitar ou rejeitar um produto é influenciada basicamente pela sua aparência. A cor de um produto envolve componentes físicos e fisiológicos em relação à percepção do olho com o comprimento de onda da luz, que varia de 400 a 500nm correspondendo ao azul, 500 a 600nm correspondendo ao verde e amarelo e de 600 a 800nm ao vermelho. Assim por meio da visão têm-se as primeiras impressões do produto quanto à sua aparência global, envolvendo características de cor, tamanho, formato, brilho, impurezas, granulometria, e outros atributos de textura (FERREIRA *et al.*, 2000).

Técnicas instrumentais utilizando espectrofotômetros tem sido aplicadas para obter uma avaliação objetiva da cor através dos Sistemas de cores (Munsell, Hunter, CIE, CIELAB). Os sistemas se baseiam numa mistura de cores a partir de três estímulos fundamentais (vermelho, verde e azul), com relação à percepção humana dos atributos sensoriais de tonalidade, luminosidade e saturação analisados sob o espaço cromático em coordenadas retangulares (CALVO e DURAN, 1997). Entre estes sistemas, o sistema CIELAB, é atualmente o mais aplicado porque além de definir o espaço cromático em coordenadas retangulares ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), o define também em coordenadas cilíndricas ( $L^*$ ,  $h^*$ ,  $C^*$ ).

As coordenadas de cor  $a^*$  e  $b^*$  podem gerar parâmetros relacionados à tonalidade e saturação (croma), onde  $c^*$  define a cromaticidade (intensidade da cor, sendo valores de croma próximos de zero: cores neutras e quanto próximos de 60: cores vívidas) e  $h^*$  o tom (sendo zero = vermelho, 90= amarelo, 180= verde e 270= azul), a partir das equações 1 e 2.

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{Equação 1}$$

$$h = \arctan(b/a) \quad \text{Equação 2}$$

A Figura 1 mostra um sólido de Hunter. A coordenada “a” é função de X e Y, e a coordenada “b”, de Z e Y.

**Figura 1:** Sólido de Hunter



Vários pesquisadores vêm avaliando as alterações de cor através de sistemas de cor por determinação instrumental para uma padronização mais efetiva deste atributo, visto que a importância tecnológica da cor reside na possibilidade de utilizá-la como índice de transformações naturais de alimentos frescos ou de mudanças ocorridas durante o processamento industrial (CALVO e DURAN, 1997). TORREGGIANI *et al.* (2001), observaram maior retenção de pigmentos em fatias de morangos osmodesidratadas em diferentes soluções desidratantes (sacarose, maltose, sorbitol) conservadas a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 6 meses que em frutas congeladas sem o pré-tratamento, atribuindo este efeito à impregnação de solutos do meio desidratante. Porém não foram observadas diferenças de cor entre os produtos tratados com os diferentes açúcares utilizados.

### **2.10 -Vida de Prateleira**

A vida-de-prateleira de produtos pode ser definida como um período de armazenamento em que produtos com alta qualidade inicial permanecem adequados para consumo (WRIGHT e TAUB, 1997). A conservação de alimentos por longo período de estocagem se efetua basicamente, ao manter os alimentos longe dos agentes deterioradores, o que geralmente implica em aplicar um método de conservação, ou métodos de conservação combinados.

Na natureza, os alimentos são dotados de uma proteção contra a contaminação microbiana, como também contra outros tipos de ataques. Tecidos saudáveis são geralmente livres de microrganismos. Com essa camada protetora que isola o meio externo, o alimento encontra-se protegido contra o ataque dos agentes de deterioração. Como exemplo de proteção natural, podemos citar as cascas, as películas, a palha, a pele e a gordura. Quando estas camadas são danificadas, inevitavelmente os microrganismos existentes no ambiente irão contaminar a superfície do alimento e, posteriormente, o seu interior, quando se iniciara a decomposição de seus constituintes químicos (SILVA, 2000).

Em alimentos ácidos e de baixa atividade de água, o crescimento de fungos e leveduras é mais evidente que o de bactérias, podendo ser os responsáveis pela deterioração dos mesmos (BRACKETT, 1997). A presença de fungos e leveduras pode se tornar um perigo à saúde pública, uma vez que muitos bolores são produtores de micotoxinas em alimentos, embora a deterioração por leveduras não seja prejudicial à saúde (FRANCO e LANDGRAF, 1999).

A qualidade de produtos alimentícios se altera com o tempo de estocagem pela ocorrência de uma série de transformações bioquímicas e microbiológicas. No caso de alimentos de atividade de água baixa, conhecidos como alimentos sensíveis à umidade, essa perda de qualidade e a conseqüente limitação da sua vida-de-prateleira estão geralmente associadas ao fenômeno de ganho de umidade (ALVES *et al.*, 1996).

Todas as reações químicas que levam à diminuição da qualidade de alimentos, como o escurecimento, a perda de compostos voláteis ou o colapso das células, são extremamente dependentes da temperatura e do teor de água inicial do produto. Os solutos difundidos para a amostra retêm os componentes voláteis em microrregiões, tornando mais rápida a formação da camada seca e menor difusão dos componentes de “flavor” na superfície de evaporação (SILVEIRA e RAHMAN, 1996)

Reações de escurecimento enzimático e não enzimático em frutas, vegetais e bebidas representam um dos principais problemas da indústria de alimentos, uma vez que a cor é considerada o atributo sensorial ou de aceitabilidade mais importante dos produtos alimentícios. O escurecimento de frutas é iniciado pela oxidação enzimática de compostos fenólicos, mediada por um grupo de enzimas chamado polifenol oxidases, que inclui tironase, polifenolase, fenolase, catecoloxidase, catecolase e creolase. A quinona é o primeiro produto da reação, mas esta é rapidamente transformada em melanina, pigmento escuro e insolúvel (ARAÚJO, 1999). O escurecimento não enzimático, tanto aquele resultante da condensação de açúcares redutores com aminoácidos ou aquele decorrente da conversão da clorofila em feofitina, é responsável pela maior parte dos

problemas de escurecimento de frutas durante os processos de secagem convencional (FORNI *et al.*, 1999).

Devido à natureza dos alimentos como sistemas ativos, sob os aspectos químicos e biológicos, sua qualidade é um estado dinâmico cujos níveis estão continuamente se reduzindo, com exceção de alguns casos em que a maturação e o envelhecimento fazem parte do processo de melhoria da qualidade do produto (TAOUKIS *et al.*, 1997).

Entre os fatores ambientais que afetam a estabilidade de alimentos, o mais estudado é a temperatura, o que se justifica não apenas por seu grande efeito sobre as taxas de reação, mas também, pelo fato de ser um fator totalmente imposto pelo ambiente ao alimento (TAOUKIS *et al.*, 1997).

O entendimento do mecanismo das alterações que ocorrem em alimentos é essencial para se escolher e otimizar os métodos de conservação a serem utilizados em um determinado produto, a fim de limitar efetivamente as alterações responsáveis por sua perda de qualidade (AZEREDO e FARIA, 2004).

Do ponto de vista de vida-de-prateleira, a qualidade dos alimentos é definida por parâmetros fisiológicos, valores nutricionais e atributos sensoriais como cor, sabor e textura ou consistência. A diminuição da qualidade e a redução de vida-de-prateleira podem ser consequência do efeito de uma ou mais destas propriedades (PFEIFFER *et al.*, 1999). Juntamente, com a diminuição da qualidade das características microbiológicas e físico-químicas.

O teste de aceitabilidade é utilizado principalmente para testar novos produtos, bem como para controlar a qualidade e testar o tempo de armazenamento adequado para cada tipo de produto (CHAVES e SPROESSER, 1993).

A necessidade de armazenamento dos alimentos produzidos em períodos de grande abundância, o seu transporte para as regiões onde a colheita foi escassa, e a conservação dos que se deterioravam com maior facilidade, despertou em nossos antepassados a preocupação com essas adversidades, ajudando na procura do desenvolvimento das técnicas de conservação (SILVA, 2000). Como regra absoluta, é preciso ser lembrado que os alimentos e produtos alimentícios, para serem submetidos aos processos de conservação, devem ter integras condições sanitárias e de sanidade; uma vez que o processo de conservação não reverte o quadro de deterioração já iniciado, podendo apenas retardá-lo (CAMARGO, 2006; EVANGELISTA, 2003). O ponto de partida, então, para um processo de conservação ideal, é o recebimento de matérias-primas de boa qualidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005; PINA *et al.*, 2003).

Hoje em dia, existem vários métodos para conservar os alimentos. A indicação do processo de conservação esta condicionada à natureza do alimento e as diversas peculiaridades que apresentam, como, por exemplo: a sua origem (animal ou vegetal), seu

estado físico (sólido, líquido, emulsionado, subdividido, etc.), o tempo de conservação necessário e o destino que irá ter o produto (CAMARGO, 2006; EVANGELISTA, 2003). O fator econômico também é muito importante quando se escolhe o método a ser empregado, pois existem processos que são muito caros para determinados tipos de alimentos (SILVA JR., 2002). Segundo o seu modo de agir, os processos de conservação assim se caracterizam: por calor, por radiação, por frio, por secagem, por adição de elementos, por fermentação, por osmose e por ação de embalagens. Todos eles se baseiam em um ou mais dos seguintes princípios: prevenção ou remoção da contaminação, inibição do crescimento e do metabolismo microbianos (ação microbiostática), e morte dos microrganismos (ação microbocida) (EVANGELISTA, 2003).

A preservação e conservação dos alimentos se impõem em todas as fases que precedem o seu consumo, o que se consegue através de vários processos, baseados no extermínio parcial ou total dos microrganismos e enzimas deteriorantes e da anulação dos fatores predisponentes da alteração. São processos independentes, que geralmente se complementam, estabelecendo a continuidade necessária para que os alimentos e os produtos alimentícios permaneçam inalterados e apresentem condições higiênicas capazes de assegurar o seu consumo (EVANGELISTA, 2003; PINA *et al.*, 2003; SILVA, 2000; ANDRADE e PINTO, 1999).6+8/

Para produtos de origem vegetal, a qualidade física depende principalmente dos estágios finais do processo produtivo (a colheita e o transporte), pois desde que os vegetais são colhidos se iniciam processos físicos, químicos e biológicos, que alteram suas qualidades sensoriais e de sanidade, além de suas condições de armazenamento antes e depois da ação das etapas conservativas (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Há tempos as indústrias de alimentos utilizam métodos de conservação que alteram quimicamente e fisicamente os alimentos, porém há uma crescente demanda por alimentos frescos e de boa qualidade, com maior vida útil e sem conservantes e aditivos. A resposta das indústrias de alimentos tem sido investir em novas tecnologias que satisfaçam esta demanda (CHITARRA e CHITARRA, 2005; AZEREDO *et al.*, 2000). Assim, a secagem convectiva com aplicação de um pré-tratamento osmótico, têm se mostrado um eficiente e muito utilizado método de conservação, pois, além de aumentar a vida útil do alimento, lhe confere melhores características sensoriais.

De acordo com Mori (2004), o estudo de vida-de-prateleira de produtos alimentícios consiste em submeter várias amostras a uma série de testes e examiná-las durante um período de tempo até o limite de aceitação. São observadas as alterações na qualidade do produto e o tempo que ele leva para se deteriorar até o limite que o torna impróprio para o consumo. Segundo Netto (2004), a identificação dos atributos que se

alteram e a definição quantitativa desse atributo são maneiras de monitorar a perda de qualidade durante o armazenamento.

Não existe um modelo matemático universal que se aplique a todas as alterações de qualidade em alimentos, já que a variedade de fenômenos e mecanismos de alteração é muito grande. Assim, para que um determinado modelo seja aplicado, é desejável que se utilizem condições tão similares quanto possíveis as utilizadas na construção daquele modelo (AZEREDO e FARIA, 2004).

No desenvolvimento de novos produtos um ponto chave é a determinação da vida-de-prateleira, sendo que esta pode ser definida como o tempo decorrido entre a produção e a embalagem do produto até o ponto que este se torna inaceitável ao consumo (ELLIS, 1996). Inicialmente identificam-se quais são as características dos ingredientes, as condições de processos e de estocagem que poderão influenciar na vida-de-prateleira do produto estudado. A seguir, monitorando-se e controlando-se os parâmetros de processo, pode-se determinar exatamente o final do tempo de vida-de-prateleira, ou seja, o momento em que o produto não é mais seguro para o consumo (LEWIS e DALE, 1996).

Para um dado alimento, estocado sob condições definidas, cada alteração requer um tempo determinado para torná-lo inaceitável. É importante que se defina qual será a alteração que, provavelmente, determinará a estabilidade daquele produto sob aquelas condições de estocagem. A estimativa da vida de prateleira será feita, primariamente, com base nessa alteração (AZEREDO e FARIA 2004; GABAS *et al.*, 2003).

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Planejamento Experimental

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3x2, sendo, três formas de tratamento osmótico (sem pré-tratamento, solução de sacarose a 40 °Brix e a 60 °Brix) e duas temperaturas para desidratação convectiva (60°C e 70°C). Os frutos foram desidratados em duas fases, a primeira com desidratação osmótica e a segunda com a desidratação convectiva.

O processo de desidratação das bananas foi repetido três vezes. Sendo cada processo considerado como um bloco. Portanto, o experimento foi montado no delineamento em blocos casualizados. Os seis tratamentos constituídos estão ilustrados na Figura 2.

**Figura 2** - Tratamentos constituídos pela combinação dos níveis do fator pré-tratamento osmótico com os níveis do fator temperatura da desidratação convectiva.

° BRIX DA SOLUÇÃO	TEMPERATURA (°C) NA ETAPA CONVECTIVA	
	60	70
40	T1	T4
60	T2	T5
Sem pré - tratamento	T3	T6

#### 3.2 - Obtenção da Matéria-Prima

Foram utilizados frutos de banana da variedade terra (*Musa sapientum*) adquiridas no mercado local em Itapetinga-Ba. Os mesmos foram pré-selecionados com estágio de maturação maduras, apresentando-se amarelas com pintas pretas, aproximadamente 20 °Brix, com tamanhos uniformes, sendo o ponto ideal, o mesmo para consumo in natura e umidade inicial aproximadamente de 65 -70% bu. (Figura 3).

**Figura 3** - Ilustração típica da banana da terra madura.



### **3.3 - Caracterização Físico-Química**

Para a caracterização físico-química foram feitas as seguintes avaliações: comprimento e diâmetro, teor de umidade, pH, sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix), acidez titulável, cor, atividade de água ( $A_w$ ) e peso dos frutos de banana (*in natura*) da variedade terra, antes de submetê-la ao processo de secagem e logo após o processamento foram realizadas as mesmas análises, com exceção das análises de peso, comprimento e diâmetro com a finalidade de caracterizar os produtos desidratados. As análises foram realizadas em triplicata. Os dados obtidos da caracterização *in natura* das três repetições foram submetidos à análise de média e, os dados obtidos para a caracterização dos produtos desidratados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação entre médias. Utilizou-se o pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc. North Carolina. USA. 1995) versão 8.0 licenciado para a Universidade Federal de Viçosa.

#### **3.3.1- Comprimento e Diâmetro**

Para determinação do comprimento e diâmetro, dez frutos foram escolhidos ao acaso e então realizados medições diretas com o auxílio de uma régua e um cordão devido ao formato côncavo das frutas.

### ***3.3.2 - Teor de Umidade***

Para a determinação da umidade, uma amostra dos frutos de cerca de 5 gramas foi aquecida em estufa (marca FANEM) a 105 °C até peso constante, sendo o teor de umidade determinado em base úmida por diferença de massa conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

### ***3.3.3 - pH***

Para a determinação do pH, foi utilizado uma amostra de 10 g triturada em 100 mL de água destilada, até obtenção de uma mistura homogênea, realizando em seguida, a leitura direta do pH por potenciometria, utilizando-se um pHmetro digital marca Digimed modelo DM-20, devidamente calibrado com soluções de pH 4,0 e 7,0, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

### ***3.3.4 - Sólidos Solúveis***

Para a realização das medidas de sólidos solúveis (°Brix), utilizou-se o extrato aquoso obtido da desintegração e homogeneização dos frutos. Sendo transferida uma fração do extrato para o prisma do refratômetro de campo da marca (ATAGO), removendo-se as partículas grandes antes da leitura, segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

### ***3.3.5 - Acidez Titulável***

Para as determinações de acidez titulável foi utilizado a técnica de titulometria, utilizando-se 5 g de amostra triturada em 100 mL de água destilada e submetida à titulação com uma solução de NaOH 0,1N padronizado, utilizando fenolftaleína como indicador. O resultado foi expresso em % de ácido málico segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

### **3.3.6 - Cor**

A avaliação da cor foi feita eletronicamente, utilizando-se um colorímetro modelo color Quest II Spera (“Hunter Lab Reston”, VA), conectado a um computador, provido do sistema “software” universal. Antes de realizar as medidas de cor, o instrumento foi ligado por 30 minutos e padronizado para o modo de refletância especular incluída (RSIN). Para cálculo dos parâmetros de cor, foram estabelecidos o iluminante D65 (luz do dia 6.500K) e o ângulo de 10°; para o observador e a escala do sistema de cor “Hunter Lab”. sendo a coordenada \*L a luminosidade (\*L = 0 - preto e \*L = 100 - branco) e \*a e \*b são responsáveis pela cromaticidade (+ \*a vermelho e – \*a verde; + \*b amarelo e – \*b azul). Dessa forma, foram avaliadas as coordenadas cilíndricas \*c e \*h, onde \*c define a cromaticidade (intensidade da cor, sendo valores de croma próximos de zero: cores neutras e quanto próximos de 60: cores vívidas) e \*h o tom (sendo zero = vermelho, 90= amarelo, 180= verde e 270= azul).

### **3.3.7 - Atividade de Água ( $A_w$ )**

Para a determinação da atividade de água dos frutos, utilizou-se o aparelho AQUALAB TE 3V, que faz a leitura de forma direta, à temperatura de 25°C. As amostras coletadas durante o processamento das frutas foram resfriadas antes de serem utilizadas para essa determinação, enquanto que, para as amostras *in natura*, não houve a necessidade do resfriamento.

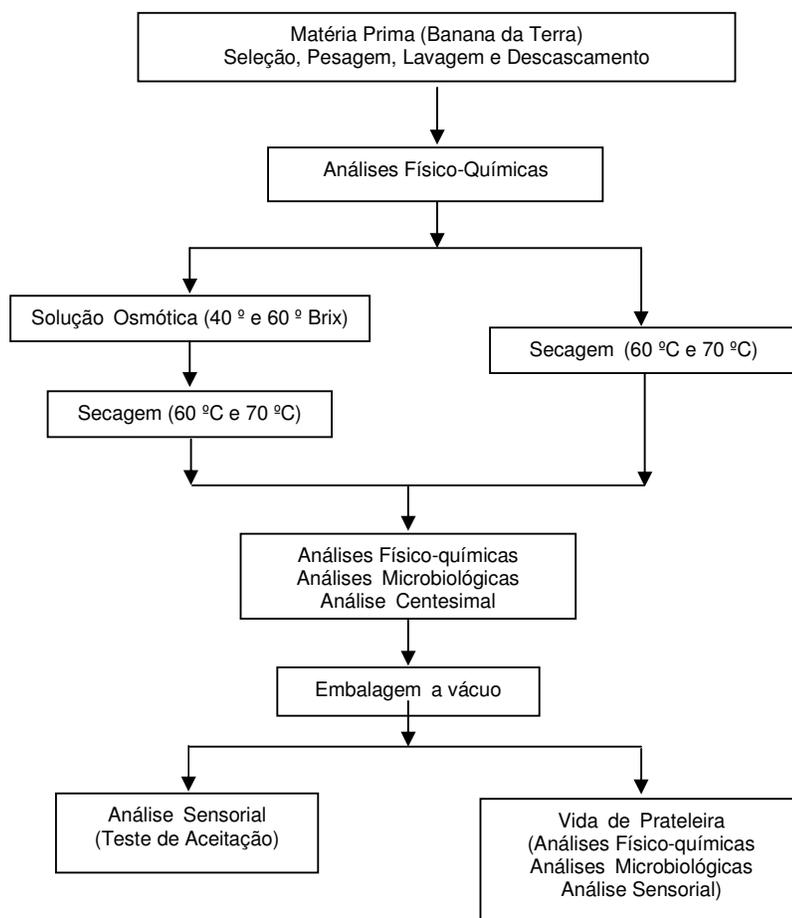
### **3.3.8 - Peso**

Para a determinação do peso das frutas *in natura*, pegou-se ao acaso dez frutas inteiras e com a utilização de uma balança semi-analítica realizou-se as pesagens.

### 3.4 - Produção da Fruta Desidratada

O processamento utilizado nesse estudo está descrito no fluxograma representado na Figura 4.

**Figura 4** – Fluxograma do processamento das bananas da terra.



#### 3.4.1 - Seleção

Foram selecionadas, para o processo de desidratação, bananas da variedade terra, com as características especificadas no item 3.2.

### ***3.4.2 - Lavagem***

Os frutos foram lavados por imersão em três etapas:

- Primeira lavagem - feita com água corrente para eliminar partículas mais grosseiras, como terra e outros detritos aderidos no pericarpo;
- Segunda lavagem - os frutos foram imersos em uma solução contendo 50 mg/l de cloro residual total (CRT), expresso em Cl<sub>2</sub>, à temperatura ambiente, preparado a partir de uma solução de hipoclorito de sódio com 10-12% de CRT, por um período de 15 minutos;
- Terceira lavagem – Imersão dos frutos em água para retirar o excesso de cloro.

### ***3.4.3 - Descascamento***

As frutas foram descascadas manualmente, com o auxílio de uma faca de aço inoxidável.

### ***3.4.4 - Lavagem Final***

A lavagem final foi realizada após o descascamento para a retirada de possíveis fragmentos provenientes da etapa anterior. Nessa etapa retirou-se também, películas de fibras, com o auxílio de uma escova de cerdas finas.

### ***3.4.5 - Pesagem***

Os frutos de banana da terra foram pesados em balança semi-analítica para a obtenção da proporção de 1:5 fruta/solução. A proporção fruta: solução representa também uma importante variável do processo de desidratação osmótica. A maior relação fruta: xarope permite manutenção da concentração das soluções osmóticas do início ao final do processo (Lazarides, 1994).

De modo geral, a fim de assegurar uma taxa constante de troca de água/soluto é preferível trabalhar com baixa relação alimento: solução, por exemplo 1:5, conforme Dalla Rosa e Giroux (2001).

### ***3.4.6 - Pré-Tratamento Osmótico e Secagem por Convecção***

Para a desidratação osmótica (pré-tratamento) foi utilizado um banho termostático de fabricação artesanal, (Figura 5), constituído de um tanque de zinco com volume de 100 litros de água, provido de uma resistência elétrica blindada, de 3500 w no fundo do tanque e, suportes metálicos, onde foram colocados dois caldeirões com capacidade de 50 litros cada, contendo 30 litros de calda (solução aquosa de sacarose comercial) pasteurizada a 60°C por 15 minutos e feita a correção do pH com ácido cítrico para 3.

**Figura 5** - Banho termostático de fabricação artesanal.



Para a imersão dos frutos no pré-tratamento osmótico utilizou-se dois caldeirões, sendo um caldeirão com solução a 40 °Brix e o outro a 60 °Brix, onde foram imersas, respectivamente, as bananas dos tratamentos T1 e T2 (Figura 6). A proporção entre banana e solução foi de 1:5.

**Figura 6** - Bananas da terra imersas em solução osmótica.



O sistema (banho e solução) foi mantido a temperatura constante de 60°C, por meio de um controlador digital (TIC 107-marca FULLGAUGE) acoplado a uma chave contactora de 18 Amperes (marca SIEMENS). A temperatura de desidratação osmótica é outro fator que também influencia o processo e as características finais do produto. Segundo Torreggiani (1993) a velocidade de transferência de massa aumenta com o aumento da temperatura, porém, acima de 60 °C ocorrem modificações nas características dos tecidos, favorecendo o fenômeno de impregnação e, conseqüentemente, o ganho de sólidos. Com base nessa informação, foi escolhida a temperatura de 60 °C para o processo de desidratação osmótica para as bananas da terra nas soluções de 40 e 60 °Brix, na proporção fruta/solução de 1:5. O processo teve duração de quatro horas, sendo que a cada 30 minutos a solução foi agitada manualmente, sendo que a cada intervalo de uma hora foram retiradas amostras das bananas para quantificação da atividade de água e do teor de sólidos solúveis (°Brix). Quanto maior o tempo de osmose, maior a perda de água. Entretanto, existe um limite para o conteúdo final de água no alimento, que é seu valor de equilíbrio com a solução osmótica (MAEDA e LORETO, 1998). O tempo de osmose foi escolhido com base nessa informação, sendo quatro horas o tempo que se iniciou o equilíbrio de perda de água na etapa osmótica, não ocorrendo perda de água significativa nas bananas da terra após esse período de desidratação osmótica.

Terminada esta etapa, as bananas foram retiradas da solução, promovendo o escoamento do excesso de solução e em seguida levadas ao secador, onde já se encontrava o tratamento 3 (banana sem pré-tratamento osmótico), para secagem por convecção à temperatura de 60°C.

Terminado o processo, foi dado um intervalo de um a dois dias e todo o procedimento foi realizado novamente da mesma forma, variando-se apenas a temperatura da secagem por convecção para 70°C. Assim, foram obtidas as bananas

desidratadas referentes aos tratamentos T4, T5 e T6, sendo os dois primeiros submetidos à desidratação osmótica a 40 e 60°Brix respectivamente, seguido de secagem por convecção e o T6 apenas à secagem por convecção.

Para a secagem, foi usado um secador de bandejas de fabricação industrial (marca polidryer), modelo PD -150, movido a gás, o qual possui a capacidade de 120 Kg de bananas *in natura* (Figura 7). Foi utilizado fluxo de ar com velocidade de 1,6 m/s sobre as bananas, sendo a velocidade do ar determinada utilizando-se um anemômetro de fio quente, com o sistema de aquecimento de ar desligado.

**Figura 7** - Secador industrial.



Para todos os tratamentos, a secagem foi interrompida quando as bananas atingiram atividade de água inferior a 0,70.

Após a obtenção dos produtos desidratados, esses foram embalados numa seladora manual de bancada a vácuo (marca MACSUL) e armazenados para a realização das análises (Figura 8). Sendo que os tratamentos submetidos ao pré-tratamento osmótico antes da secagem convectiva (T1, T2, T4 e T5) foram armazenados sob refrigeração, e os tratamentos que não tiveram pré-tratamento osmótico (T3 e T6) antes da secagem convectiva foram armazenados em temperatura ambiente ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ).

**Figura 8** - Produtos obtidos após o processamento.



### **3.5 - Obtenção das Curvas de Secagem**

A atividade de água foi determinada para a banana *in natura* e ao longo de todo o processamento. Durante o pré-tratamento osmótico as determinações foram realizadas a cada hora. Na secagem por convecção, tal determinação foi feita ao iniciar a secagem, com duas horas e em seguida em intervalos de três horas, até atingir atividade de água inferior 0,70.

Estas informações foram usadas na obtenção das curvas de secagem para cada tratamento e, os dados obtidos foram submetidos à ANOVA (análise de variância) e análise de regressão. Utilizou-se o pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc. North Carolina. USA. 1995) versão 8.0 licenciado no ano de 2009 para a Universidade Federal de Viçosa.

### **3.6 - Determinação da Composição Centesimal**

Após o processamento, retirou-se uma amostragem dos seis tratamentos e realizaram-se as análises de açúcares, cinzas, umidade, proteínas, lipídios e fibra bruta para determinar a composição centesimal dos produtos. As análises foram realizadas em triplicatas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando o esquema fatorial 3x2 e teste de comparação entre médias. Utilizou-se o pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc. North Carolina. USA. 1995) versão 8.0 licenciado no ano de 2009 para a Universidade Federal de Viçosa.

### ***3.6.1 - Açúcares Redutor e Açúcar Total***

A determinação de açúcares redutores e totais foi feita por método titulométrico, segundo a metodologia de Lane e Eynon conforme as normas analíticas do instituto Adolfo Lutz, que consiste na redução do cobre presente na solução de Fehling.

### ***3.6.2 - Cinzas***

A determinação de cinzas foi realizada pela técnica de incineração em forno tipo mufla a 550°C até a obtenção de cinzas claras, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

### ***3.6.3 - Umidade***

A determinação de umidade foi realizada por método gravimétrico em estufa regulada a 105°C, até peso constante, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

### ***3.6.4 - Fibra Bruta***

A determinação de fibras foi realizada pelo método de fibra detergente ácido, conforme com o método descrito por Silva (2002).

### ***3.6.5 - Proteínas***

O teor de proteína total foi determinado pelo método de Kjeldahl, utilizando-se do fator de conversão de 6,25, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

### **3.6.6 - Lipídios**

O teor de lipídios totais foi determinado pela extração em aparelho Soxhlet, utilizando-se éter de petróleo como solvente conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

### **3.7 - Análises Microbiológicas**

Para a avaliação microbiológica, foram efetuadas análises de coliformes totais (Caldo Verde Bile Brilhante) e fecais (Caldo Escherichia Coli) pelo método de número mais provável (NMP), e análise para fungos e leveduras pelo método de plaqueamento em profundidade, segundo as técnicas de Silva Junqueira e Silveira (1997). Para todas as amostras foram realizadas diluições em água peptonada de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  e realizaram-se as análises em triplicata. Os dados obtidos foram comparados com a Resolução RDC n° 12 de janeiro de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária, em Frutas, Produtos de Frutas e similares.

### **3.8 - Avaliação Sensorial das Bananas Desidratadas**

#### **3.8.1 - Teste de Aceitação**

As bananas desidratadas, provenientes dos 6 tratamentos, foram submetidas ao teste de aceitação no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (LABAS-UESB).

As seis amostras de banana, em embalagens individuais de polietileno seladas a vácuo (Figura 9), foram avaliadas, em relação a aparência e intenção de compra, por 80 consumidores, utilizando a ficha de avaliação apresentada na Figura 10. As bananas foram avaliadas dispostas em uma mesa e sob iluminação artificial.

**Figura 9** - Amostras apresentadas aos provadores para avaliação da aparência e intenção de compra.



**Figura 10** - Ficha da avaliação usada para análise da aparência e intenção de compra das bananas desidratadas.

Avaliação Sensorial	DATA: ____/____/____
Nome: _____	
Sexo: M( ) F( ) Idade: _____	
<b>CODIGO</b>	
Por favor, avalie a amostra de banana desidratada e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou da <b>APARENCIA</b> do produto.	
<input type="checkbox"/> Gostei muitíssimo	
<input type="checkbox"/> Gostei muito	
<input type="checkbox"/> Gostei	
<input type="checkbox"/> Não gostei / nem desgostei	
<input type="checkbox"/> Desgostei	
<input type="checkbox"/> Desgostei muito	
<input type="checkbox"/> Desgostei muitíssimo	
Por favor, indique na escala abaixo se você compraria ou não compraria este produto.	
<input type="checkbox"/> Certamente eu compraria	
<input type="checkbox"/> Provavelmente eu compraria	
<input type="checkbox"/> Talvez eu compraria / Talvez eu não compraria	
<input type="checkbox"/> Provavelmente eu não compraria	
<input type="checkbox"/> Certamente eu não compraria	

Em seguida, procedeu-se à avaliação das bananas em relação aos atributos sensoriais textura, aroma e sabor, utilizando-se a escala Hedônica de 7 pontos (STONE e SIDEL, 1993), apresentada na Figura 11. Nesse caso, os 80 consumidores, entre professores, alunos e servidores da referida instituição dirigiram-se às cabines individuais, onde as amostras foram servidas à temperatura ambiente, em copos de 50 ml contendo

uma fatia de cerca de 10 gramas de banana desidratada, sob luz vermelha. A apresentação das amostras foi realizada de forma aleatória e monádica. As bananas foram avaliadas, também, quanto a intenção de compra, em relação a aroma, sabor e textura.

Para obtenção do Mapa de Preferência Interno, os dados de aceitação foram organizados numa matriz de amostras (em linhas) e consumidores (em colunas). Os dados foram submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP) a partir da matriz de covariâncias. Os resultados foram expressos como uma dispersão gráfica das amostras (tratamentos) em relação aos primeiros componentes principais e outra representando os “loadings” (cargas) da ACP (correlações de cada consumidor com os dois primeiros componentes principais). Utilizou-se o pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc. North Carolina, USA, 1995) versão 8.0 licenciado no ano de 2009 para a Universidade Federal de Viçosa.

Os dados de aceitação foram usados, também, na análise de agrupamento pelo método de Tocher, citado por RAO (1952). Utilizou-se o Aplicativo Computacional em Genética e Estatística - PROGRAMA GENES (CRUZ, 2001)

**Figura 11** - Ficha de avaliação usada para análise da aceitabilidade e intenção de compra das bananas desidratadas.

Sexo: M( ) F( ) Idade: _____
<b>CODIGO</b>
Por favor, prove a amostra de banana desidratada e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou do produto.
7 Gostei muitíssimo
6 Gostei muito
5 Gostei
4 Não gostei / nem desgostei
3 Desgostei
2 Desgostei muito
1 Desgostei muitíssimo
( ) Aroma
( ) Sabor
( ) Textura
Por favor, indique na escala abaixo se você compraria ou não compraria este produto.
( ) Certamente eu compraria
( ) Provavelmente eu compraria
( ) Talvez eu compraria / Talvez eu não compraria
( ) Provavelmente eu não compraria
( ) Certamente eu não compraria

### **3.9 - Acompanhamento da vida de prateleira dos produtos**

Avaliou-se a qualidade da banana da terra (*Musa sapientum*, Linneo) desidratada, provenientes de seis tratamentos durante o período de cento e vinte dias de estocagem. Para a determinação da vida útil dos produtos foram realizadas análises físico-químicas em intervalos de trinta dias de armazenamento, já as análises microbiológicas foram realizadas a cada sessenta dias de armazenamento até o período de cento e vinte dias e, as sensoriais após 120 dias de armazenamento.

#### ***3.9.1 - Análises Físico-químicas***

Para o acompanhamento de vida de prateleira, as análises físico-químicas (teor de umidade, pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável, cor, e atividade de água ( $A_w$ ), foram realizadas conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), seguindo as metodologias citadas no item 3.3.

#### ***3.9.2 - Análises Microbiológicas***

Para o acompanhamento da vida de prateleira, as análises microbiológicas de coliformes totais (Caldo Verde Bile Brilhante) e fecais (Caldo Escherichia Coli) foram realizadas nos tempos zero, 60 e 120 dias de armazenamento, segundo as técnicas de Silva Junqueira e Silveira (1997) citadas no item 3.7.

#### ***3.9.3 - Avaliação Sensorial***

As avaliações sensoriais foram realizadas após 120 dias de armazenamento conforme metodologia citada no item 3.8.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Caracterização Físico-Química dos Frutos de Banana da Terra *in natura*

Na Tabela 2, estão apresentados os valores médios das características físico-químicas dos frutos de banana da terra *in natura*. Estas são informações úteis ao processamento deste tipo de produto.

Alguns autores encontraram valores similares, ao trabalhar com bananas de outras variedades. Em pesquisa com bananas da variedade nanica, Cano-Chauca (2000), relata o valor de 23,50 para o Brix da matéria-prima utilizada para a desidratação. Já Sousa *et al.*, (2003) relata o valor de atividade de água igual a 0,953 e de umidade de 67,60 para a banana prata *in natura*.

Valores similares de pH foram encontrados por Mota (2005), onde estão relatados os valores de 4,77 e 4,52 para os frutos de banana do cultivar prata *in natura* submetidas aos tratamentos controle e com solução antioxidante respectivamente.

Observam-se valores das coordenada de cor L, \*a e \*b de 77,38, 7,82 e 34,98 respectivamente. Esses valores referem-se á intensidade da luminosidade, intensidade verde/vermelho e intensidade azul/amarelo. A cor está dentre os fatores que influenciam na aceitação de um produto.

Para estudo da qualidade dos frutos, podem ser adotados vários parâmetros, sejam eles físicos como peso, comprimento, diâmetro, forma e firmeza, ou químicos referentes a Sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez titulável (AT), relação SST/AT e vitaminas. Essas características são influenciadas por fatores como condições climáticas, variedade, época e local de colheita, tratos culturais, e manuseio pós-colheita (FAGUNDES e YAMANISHI, 2001).

**Tabela 2** - Resultados da caracterização físico-químicas dos frutos de banana da terra *in natura*.

Análises Físico-Químicas	Resultados
Acidez Titulável (% ácido málico)	0,636
PH	4,47
Atividade de Água ( $A_w$ )	0,972
Sólidos Solúveis (°Brix)	23,6
Umidade (% bu)	68,42
Comprimento (cm)	18,5
Diâmetro (cm)	5,12
Peso (g)	238,63
Cor (L, a e b)	L = 77,38 a = 7,82 b = 34,98

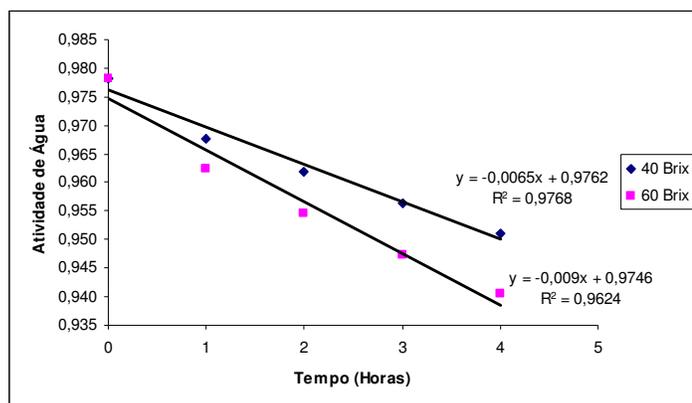
#### 4.2 - Variação da Atividade de Água ao Longo da Desidratação Osmótica

Pelos resultados da análise de variância (ANOVA) para a avaliação da atividade de água ao longo do tempo de desidratação osmótica, verificou-se que não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre os fatores pré-tratamento osmótico e tempo de imersão na solução. Para o pré-tratamento onde foi utilizada a solução osmótica a 60 °Brix, a redução da atividade de água foi maior quando comparada ao pré-tratamento em que foi utilizada a solução osmótica a 40 °Brix, para o mesmo tempo de imersão dos frutos (Figura 12). Observou-se, pela análise de regressão, que a atividade de água diminuiu ao longo do tempo de desidratação osmótica em ambos os pré-tratamentos utilizados. Com relação à concentração da solução, a transferência de massa é favorecida pelo uso de xaropes altamente concentrados, uma vez que o aumento da concentração da solução favorece mais a perda de água que o ganho de sólidos (Ponting *et al.*, 1966). Dessa forma, ao aumentar a concentração da solução, podemos reduzir o tempo de desidratação osmótica para obter a mesma atividade de água.

Resultados semelhantes foram mostrados por Viberg *et al.* (1998) que, ao estudarem duas variedades de morango (Honeoye e Dania) pré-tratados osmoticamente, observaram que a perda de água aumentou com a elevação da concentração de açúcar de 20 até 85% de sacarose. Park *et al.* (2002) também relataram, em cubos de pêra D'anju

desidratados com solução de sacarose entre 40 e 70 °Brix, que a perda de água aumentou com o aumento da concentração do xarope.

**Figura 12** - Variação da atividade de água ao longo da desidratação osmótica nas soluções de 40 e 60 °Brix.



#### 4.3 - Variação da Atividade de Água ao longo da Secagem Convectiva

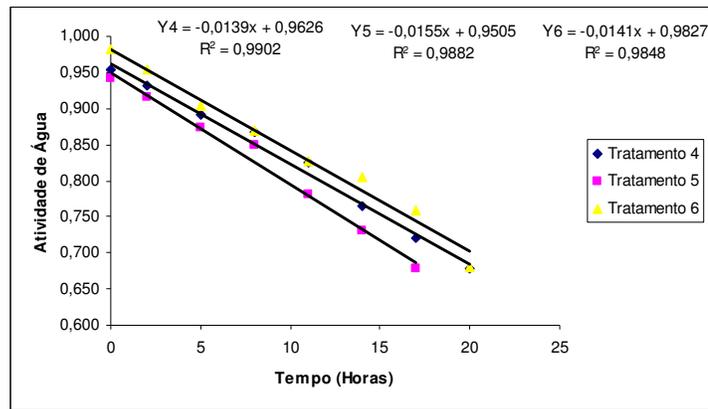
Pelos resultados da análise de variância (ANOVA) para a avaliação da atividade de água ao longo da secagem convectiva, foi detectada interação significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre os fatores tempo e temperatura de secagem. Assim, ajustou-se regressão linear aos dados experimentais, estudando o efeito do tempo, levando em consideração a temperatura utilizada.

Houve diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre as temperaturas utilizadas, sendo que ao utilizar a temperatura de 70 °C o tempo de secagem foi menor (para atingir atividade de água inferior a 0,70) do que ao utilizar a temperatura de 60 °C (Figura 13A e 13B). Para a obtenção dos tratamentos 1 e 2 foram necessárias 26 horas de secagem convectiva a 60 °C, para a obtenção da atividade de água final de 0,666, 0,658 respectivamente, enquanto que para a obtenção do tratamento 3, este sem a aplicação de pré-tratamento osmótico e, na mesma temperatura de secagem foi necessário o tempo de 29 horas para a obtenção da atividade de água final de 0,648. Para a obtenção dos tratamentos 4, 5 e 6 foram necessárias 20, 18,5 e 21,5 horas respectivamente de secagem convectiva a temperatura de 70 °C para atingir as atividades de água finais de 0,678, 0,650, 0,642 respectivamente. Dessa forma, quanto maior a temperatura menor é o tempo de secagem, já que maior será a taxa de evaporação da água, mas esse parâmetro deve ser

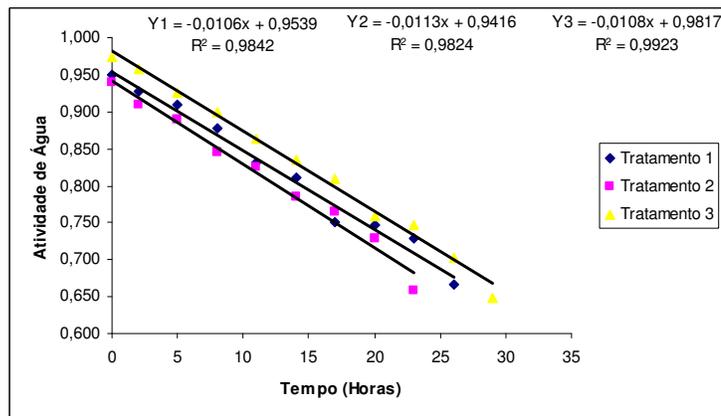
determinando com cautela, pois, maiores modificações de textura e perdas de nutrientes podem também ocorrerem no produto com o aumento da temperatura de desidratação.

Ao analisarmos as Figuras 13A e 13B, podemos observar que os tratamentos que tiveram um pré-tratamento osmótico (T1, T2, T4 e T5) antes da secagem convectiva, levaram um menor tempo de secagem para atingir a atividade de água pré-estabelecida do que aqueles em que não foram pré-tratados osmoticamente (T3 e T6). Esse fato pode ser devido à atividade de água inicial para os tratamentos que tiveram um pré-tratamento serem menor, do que daqueles em que não foram submetidos a esse pré-tratamento. Ao observarmos os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) que variaram de 0,9824 a 0,9923, verifica-se que o modelo apresentou bom ajuste aos dados experimentais.

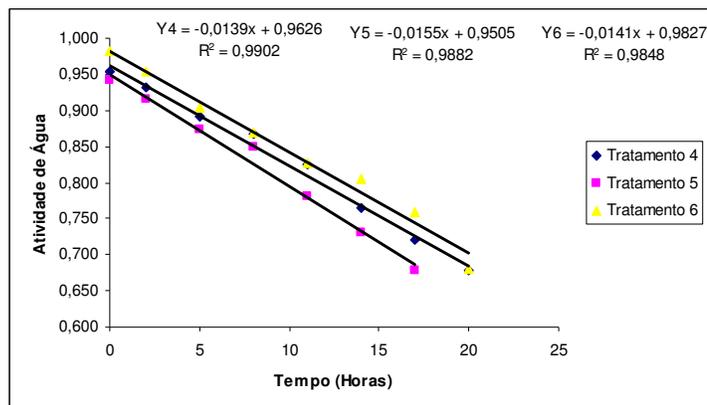
**Figura 13** - Variação da atividade de água ao longo da secagem convectiva.



**Figura 13A** - Variação da atividade de água ao longo da secagem convectiva na temperatura de 60 °C.



**Figura 13B** - Variação da atividade de água ao longo da secagem convectiva na temperatura de 70 °C.



#### 4.4 - Caracterização Físico-Química da Banana da Terra Desidratada

Encontram-se na Tabela 3 os valores obtidos para a caracterização físico-química da banana da terra desidratada.

De acordo com os resultados obtidos pela análise de variância (ANOVA), não houve interação ( $p > 0,05$ ) entre os fatores pré-tratamento osmótico (40 °Brix, 60 °Brix e sem a aplicação de pré-tratamento) e temperatura na etapa convectiva (60 e 70°C) para todas as variáveis ( $A_w$ , pH, acidez, sólidos solúveis (°Brix), umidade, coordenadas de cor), dessa forma, estudou-se os fatores pré-tratamento osmótico e temperatura na etapa convectiva separadamente.

Não foram detectadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para as análises de  $A_w$ , pH, umidade, sólidos solúveis (°Brix) e cor nas coordenadas (L e \*b), em relação ao pré-tratamento quanto à etapa convectiva.

Foi detectada diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) para a análise de acidez quanto ao fator pré-tratamento. A acidez da banana proveniente do pré-tratamento em que foi utilizada a solução osmótica de 40 °Brix foi inferior à das bananas provenientes dos pré-tratamentos de solução osmótica a 60 °Brix e sem pré-tratamento. A banana proveniente destes dois últimos não diferiu quanto a acidez.

**Tabela 3** - Resultados da caracterização físico-químicas dos produtos de banana da terra desidratados.

Etapa Convectiva (Temperatura °C)	pH	Acidez (% ácido málico)	Úmidade (% bu)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Aw	L	*a	*b
60	4,41 <sup>a</sup>	1,00 <sup>a</sup>	31,25 <sup>a</sup>	50,65 <sup>a</sup>	0,659 <sup>a</sup>	56,29 <sup>a</sup>	16,43 <sup>a</sup>	40,46 <sup>a</sup>
70	4,32 <sup>a</sup>	1,13 <sup>a</sup>	30,53 <sup>a</sup>	48,96 <sup>a</sup>	0,675 <sup>a</sup>	53,14 <sup>a</sup>	16,14 <sup>a</sup>	36,74 <sup>a</sup>
Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.								
Pré-tratamento (° Brix da Calda)	pH	Acidez (% ácido málico)	Úmidade (-% bu)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Aw	L	*a	*b
40	4,34 <sup>a</sup>	0,97 <sup>b</sup>	31,36 <sup>a</sup>	49,55 <sup>a</sup>	0,684 <sup>a</sup>	55,87 <sup>a</sup>	17,69 <sup>a</sup>	40,79 <sup>a</sup>
60	4,36 <sup>a</sup>	1,05 <sup>a</sup>	32,74 <sup>a</sup>	52,59 <sup>a</sup>	0,675 <sup>a</sup>	52,75 <sup>a</sup>	17,26 <sup>a</sup>	36,31 <sup>a</sup>
Sem pré-tratamento	4,39 <sup>a</sup>	1,19 <sup>a</sup>	28,57 <sup>a</sup>	47,27 <sup>a</sup>	0,644 <sup>a</sup>	55,53 <sup>a</sup>	14,20 <sup>b</sup>	38,69 <sup>a</sup>
Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.								

Foi detectada diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) para a análise de cor, na coordenada \*a quanto ao fator pré-tratamento (Tabela 3). Há de considerar que tal variação pode ter sido causada, também, pelo ácido cítrico usado no ajuste do pH da solução de sacarose utilizada no pré-tratamento.

Ao comparar os valores da caracterização físico-química da banana da terra *in natura* com a banana da terra desidratada, é possível observar algumas tendências: os valores de pH para os produtos recém processados tiveram uma pequena redução para a maioria dos tratamentos. Os valores de pH encontrados para todos os tratamentos são inferiores a 4,5, caracterizando os produtos como alimentos ácidos, o que contribuiu para sua conservação. Houve aumento da acidez com o processamento das bananas. Pode ser devido à concentração dos ácidos com o processo de remoção de água. Os valores de sólidos solúveis na banana desidratada apresentaram-se maiores do que a *in natura*, o que pode ser explicado, devido ao ganho de sólidos no pré-tratamentos osmótico. Houve alteração da cor com o processamento das frutas (escurecimento), sendo a luminosidade a que mais influenciou a alteração de cor. Esse fato pode ser devido ao mecanismo de reações de escurecimento enzimático e/ou não- enzimático. Percebe-se ainda, o aumento das tonalidades de vermelho e amarelo, representados pelas coordenadas \*a e \*b respectivamente. Todos os tratamentos apresentaram atividade de água inferior a 0,7,

conforme foi propósito durante o processamento, pois os microorganismos têm desenvolvimento restrito quando esta se encontra abaixo deste valor.

As diferenças encontradas nas características físico-químicas das bananas desidratadas podem vir a conferir às mesmas, aroma, sabor e textura próprios.

Alguns pesquisadores relataram em seus trabalhos, valores similares aos encontrados neste estudo. Como por exemplo, Sousa *et al.*, (2003), em pesquisa realizada com banana da variedade prata desidratadas osmoticamente seguida de secagem convectiva, relata valores aproximados para pH, acidez,  $A_w$  e cor (L), onde se encontram os valores de 4,05, 0,81, 0,721 e 52,80 respectivamente.

Mota (2005) relata os valores de 26,90, 4,35 e 1,97 para as análises de umidade, pH e acidez em banana da variedade maçã desidratada.

#### **4.5 - Determinações da Composição Centesimal dos Produtos Desidratados**

De acordo com os resultados obtidos pela análise de variância (ANOVA), não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre os fatores pré-tratamento osmótico (40, 60 °Brix e sem a aplicação de pré-tratamento) e temperatura na etapa convectiva (60 e 70°C) para todas as variáveis (proteínas, lipídios, fibra bruta, cinzas, umidade, açúcar redutor e açúcar total). Não foram detectadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para as análises de açúcar redutor, lipídios, proteína, fibra bruta e umidade em nenhum dos fatores em estudo. Para as análises de açúcar total e cinzas, foram detectadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para o fator pré-tratamento.

Para a análise de açúcar total houve diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre o pré-tratamento em que houve a aplicação de solução osmótica a 60 °Brix quando comparada ao pré-tratamento em que não se utilizou as soluções osmóticas e aquele em que foi aplicada a solução osmótica a 40 °Brix. Como esperado, o valor de açúcar total foi maior para o pré-tratamento em que as bananas foram imersas em solução osmótica a 60 °Brix, onde foi encontrado o valor de 50,66, enquanto que os tratamentos em que foram submetidos ao pré-tratamento de 40 °Brix e sem a aplicação de solução osmótica, apresentaram valores de 45,79 e 45,03 respectivamente e ambos não diferiram entre si.

As bananas que não foram submetidas ao pré-tratamento osmótico, apresentaram maior teor de cinza que as provenientes dos pré-tratamentos com soluções de 40 e 60 °Brix. Este fato pode ter ocorrido devido à possível lixiviação de minerais para a solução osmótica, uma vez que as bananas provenientes destes dois pré-tratamentos apresentaram um menor teor de cinzas e não diferiram entre si.

Os valores obtidos não foram comparados com valores da literatura, pois em se tratando de banana da variedade terra poucas informações são encontradas a respeito desta fruta e, não foram encontrados dados sobre a determinação da composição centesimal da mesma. Ao compararmos os valores obtidos com trabalhos realizados com bananas de outras variedades, foi observado que os valores não estavam próximos, fato já esperado por se tratar de frutos de bananas de variedades diferentes.

De acordo com Silva (1997), a importância da ciência e da tecnologia de alimentos na melhoria da qualidade de vida do ser humano, é ressaltada pela vital necessidade de se ter alimentos saudáveis, com alto valor nutricional, disponíveis e acessíveis à população. De acordo a Tabela 4, podemos observar que a banana da terra desidratada apresenta um bom valor nutricional, podendo ser consumida por pessoas de diferentes grupos de faixa etária, bem como por aquelas que se preocupam em se alimentar de maneira prática e saudável.

**Tabela 4 -** Composição centesimal da banana da terra desidratada.

<b>Etapa</b>	<b>Açúcar Redutor %</b>	<b>Açúcar Total %</b>	<b>Cinzas %</b>	<b>Lipídios %</b>	<b>Proteínas %</b>	<b>Fibra Bruta</b>	<b>Umidade (% bu)</b>
<b>Convectiva (Temperatura °C)</b>							
60	38,64 <sup>a</sup>	46,83 <sup>a</sup>	1,41 <sup>a</sup>	2,63 <sup>a</sup>	0,21 <sup>a</sup>	20,57 <sup>a</sup>	31,25 <sup>a</sup>
70	40,87 <sup>a</sup>	47,48 <sup>a</sup>	1,34 <sup>a</sup>	2,48 <sup>a</sup>	0,29 <sup>a</sup>	18,25 <sup>a</sup>	30,53 <sup>a</sup>
Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.							
<b>Pré-tratamento (° Brix da Calda)</b>	<b>Açúcar Redutor %</b>	<b>Açúcar Total %</b>	<b>Cinzas %</b>	<b>Lipídios %</b>	<b>Proteínas %</b>	<b>Fibra Bruta</b>	<b>Umidade (% bu)</b>
40	39,18 <sup>a</sup>	45,79 <sup>b</sup>	1,23 <sup>b</sup>	2,61 <sup>a</sup>	0,50 <sup>a</sup>	16,58 <sup>a</sup>	31,36 <sup>a</sup>
60	41,63 <sup>a</sup>	50,66 <sup>a</sup>	1,24 <sup>b</sup>	2,72 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>	20,67 <sup>a</sup>	32,74 <sup>a</sup>
<b>Sem pré-tratamento</b>	38,48 <sup>a</sup>	45,03 <sup>b</sup>	1,66 <sup>a</sup>	2,33 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>	21,22 <sup>a</sup>	28,57 <sup>a</sup>
Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.							

#### 4.6 - Avaliação Microbiológica

Os resultados obtidos nas determinações de Coliformes totais e fecais para a banana desidratada, em todos os tratamentos, encontram-se de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001). Segundo a Resolução, para Frutas, Produtos de Frutas e Similares desidratadas, com ou sem adição de açúcar é tolerável no máximo 10 NMP/g de coliformes fecais. E todos os tratamentos apresentaram valores menores que três NMP/g (Tabela 5).

Para bolores e leveduras a ANVISA não determina padrões para frutas desidratadas. Em relação a contagem destes microrganismos em outros alimentos, por exemplo, para purês e doces de frutas em pasta ou massa e similares, incluindo geléias, não comercialmente estéreis, a tolerância para bolores e leveduras é de  $10^4$  UFC/mL. Comparado a estes produtos, observa-se que os seis tratamentos apresentaram uma contagem baixa, estando desta forma aptos para o consumo.

Pelos resultados apresentados na Tabela 5, pode-se concluir que a banana desidratada foi obtida em boas condições higiênico-sanitárias durante o processamento.

**Tabela 5** - Resultados das análises de bolores e leveduras, coliformes totais e fecais em banana da terra desidratada logo após o processamento.

Tratamentos	Bolores e Leveduras (UFC/ml)	Coliformes Totais e Fecais (NMP/g)
1	< 10	< 3
2	< 10	< 3
3	< 10	< 3
4	$7,7 \times 10^2$	< 3
5	$1,9 \times 10^2$	< 3
6	$3,0 \times 10^1$	< 3

#### 4.7 – Teste de Aceitação

##### 4.7.1 - Mapa de Preferência Interno para o Atributo Sabor

A Figura 14 ilustra o mapa de preferência interno para o atributo sabor, obtido logo após o processamento das bananas (tempo zero). O primeiro componente principal explica 34,29% e o segundo e terceiro explicam 22,86% e 18,04 % respectivamente da

variância da aceitação das amostras de banana da terra desidratada. Os três primeiros componentes principais explicam 75,19% da variância total entre os tratamentos quanto a sua aceitação em relação ao atributo sabor. A partir das figuras 14A e 14 C, é possível comparar as amostras em relação à aceitação pelos consumidores. De acordo com os resultados obtidos pelo agrupamento, os tratamentos T1, T2 e T4 não diferem entre si em relação à aceitação pelos consumidores, fazendo parte de um mesmo grupo. Os tratamentos T3, T5 e T6 encontram-se isolados dos demais tratamentos formando grupos individuais, havendo portanto, a formação de quatro grupos distintos.

**Figura 14** - Mapa de preferência interno de banana desidratada, para o atributo sabor.

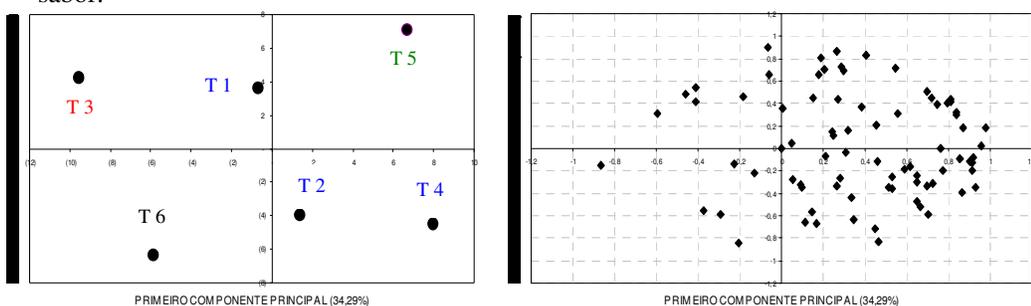


Figura 14A: Dispersão dos tratamentos em relação à aceitação pelos dois primeiros componentes principais

Figura 14B: Correlações de cada consumidor com os dois primeiros componentes principais

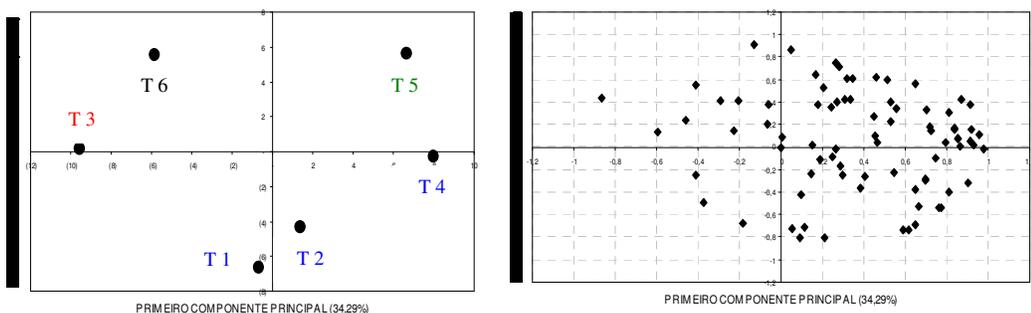


Figura 14C: Dispersão dos tratamentos em relação à aceitação pelo primeiro e terceiro componentes principais

Figura 14D: Correlações de cada consumidor com o primeiro e terceiro componentes principais

T1 - 40 °Brix – 60 °C	T4 - 40 °Brix – 70 °C
T2 - 60 °Brix – 60 °C	T5 - 60 °Brix – 70 °C
T3 - 60 °C	T6 - 70 °C

A partir das Figuras 14B e 14 D, nota-se que houve concentração dos consumidores no primeiro e quarto quadrante, indicando maior aceitação das bananas desidratadas dos tratamentos T1,T2, T4 e T5, em relação aos tratamentos T3 e T6 (sem

pré-tratamento osmótico). Assim, o pré-tratamento osmótico contribuiu de forma positiva para a aceitação das bananas em relação ao atributo sabor.

#### 4.7.2 - Mapa de Preferência Interno para o Atributo Textura

A Figura 15 ilustra o mapa de preferência interno para o atributo textura, obtido logo após o processamento das bananas (tempo zero). O primeiro componente principal explica 39,18% e o segundo e terceiro explicam 23,58% e 18,95% respectivamente, da variância da aceitação das amostras de banana da terra desidratada. Os três primeiros componentes principais explicam 81,71% da variância total entre os tratamentos quanto a sua aceitação.

**Figura 15** - Mapa de preferência interno para o atributo textura.

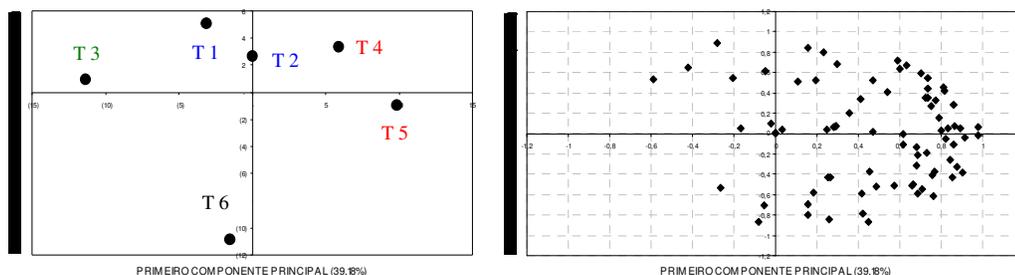


Figura 15A: Dispersão dos tratamentos em relação à aceitação pelos dois primeiros componentes principais

Figura 15B: Correlações de cada consumidor com os dois primeiros componentes principais

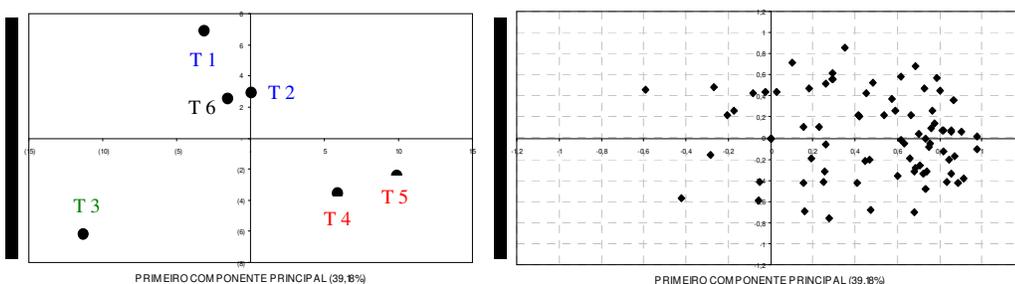


Figura 15C: Dispersão dos tratamentos em relação à aceitação pelo primeiro e terceiro componentes principais

Figura 15D: Correlações de cada consumidor com o primeiro e terceiro componentes principais

T1 - 40 °Brix – 60 °C	T4 - 40 °Brix – 70 °C
T2 - 60 °Brix – 60 °C	T5 - 60 °Brix – 70 °C
T3 - 60 °C	T6 - 70 °C

É possível comparar as amostras em relação à aceitação pelos consumidores. De acordo com os resultados obtidos pelo agrupamento, os tratamentos T1 e T2 não diferem em relação à aceitação pelos consumidores. Os tratamentos T4 e T5 também não diferiram entre si, já os tratamentos T3 e T6 encontram-se isolados dos demais tratamentos formando grupos individuais, havendo, portanto, a formação de quatro grupos distintos.

A partir das figuras 15B e 15D, nota-se que houve concentração dos consumidores no primeiro e quarto quadrante, indicando maior aceitação das bananas desidratadas dos tratamentos T4 e T5, em relação aos demais tratamentos. O T3 foi o de menor aceitação, enquanto os tratamentos T1, T2 e T6, apresentaram aceitação intermediária, em relação aos demais.

#### ***4.7.3 - Mapa de Preferência Interno para o Atributo Aparência***

A Figura 16 ilustra o mapa de preferência interno para o atributo aparência obtido logo após o processamento das bananas (tempo zero). O primeiro componente principal explica 65,86% e o segundo explica 17,84% da variância da aceitação das amostras de banana da terra desidratada. Os dois primeiros componentes principais explicam 83,37% da variância total entre os tratamentos quanto a sua aceitação. Para esse atributo, apenas os dois primeiros componentes principais são suficientes para explicar a variância da aceitação entre as amostras, em relação à aparência.

A partir da figura 16A, é possível comparar as amostras em relação à aceitação pelos consumidores. De acordo com os resultados obtidos pelo agrupamento, os tratamentos T1 e T2 e T5 não diferem em relação à aceitação pelos consumidores. Os tratamentos T3 e T6 também não diferiram entre si, já o tratamento T4, encontra-se isolado dos demais tratamentos, formando um grupo. Havendo portanto, a formação de três grupos distintos.

Nota-se que houve concentração dos consumidores no primeiro e quarto quadrante, indicando maior aceitação pelas bananas desidratadas dos tratamentos T1, T2 e T5 em relação aos demais. O tratamento T4 apresentou aceitação intermediária. Já o T3 e T6 foram os de menor aceitação.

Figura 16 - Mapa de preferência interno para o atributo aparência.

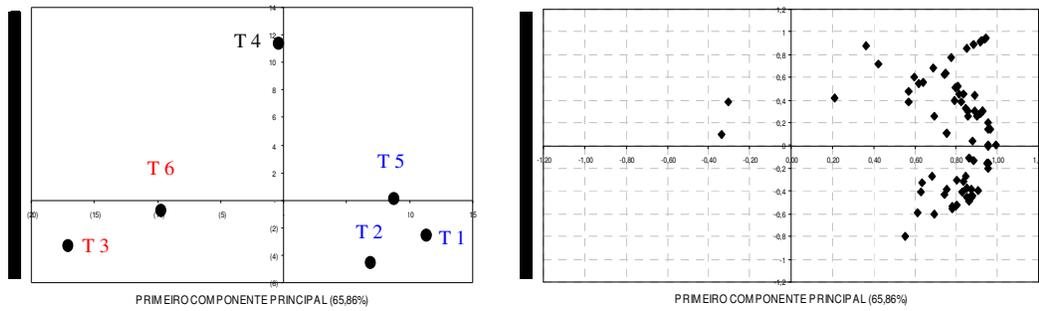


Figura 16A: Dispersão dos tratamentos em relação à aceitação pelos dois primeiros componentes principais

Figura 16B: Correlações de cada consumidor com os dois primeiros componentes principais

T1 - 40 °Brix – 60 °C	T4 - 40 °Brix – 70 °C
T2 - 60 °Brix – 60 °C	T5 - 60 °Brix – 70 °C
T3 - 60 °C	T6 - 70 °C

Ao observar a aparência das bananas desidratadas, Figura 16A, verifica-se que os resultados encontrados no mapa de preferência estão coerentes. Fica evidente que os tratamentos T3 e T6 são os de pior aparência e conseqüentemente os menos aceitos pelos consumidores em relação a esta característica.

Figura 16A - Ilustração das bananas desidratadas.

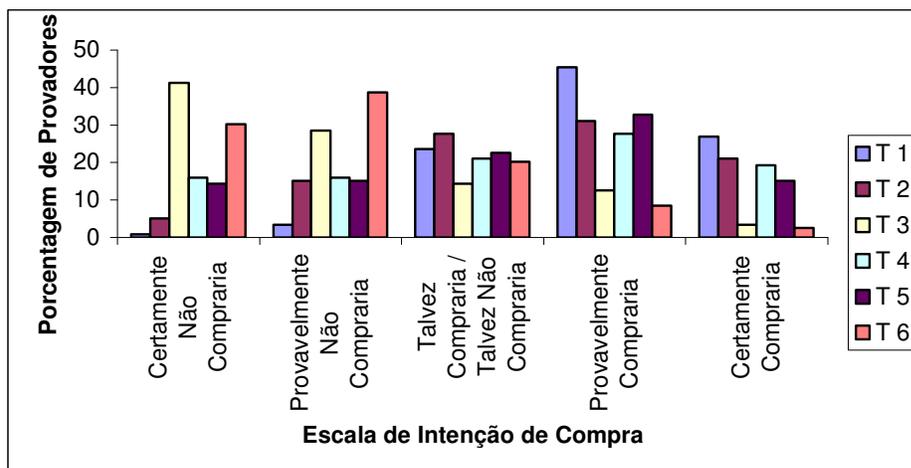


A partir dos resultados supracitados, percebe-se que os tratamentos que foram submetidos ao pré-tratamento osmótico antes da secagem convectiva (T1, T2, T4 e T5) tiveram uma melhor aceitação sensorial em relação aos atributos de sabor e aparência quando comparados com aqueles que não tiveram esse pré-tratamento (T3 e T6). Assim, recomenda-se a utilização do pré-tratamento osmótico no processo de desidratação de banana da terra.

#### 4.7.4 – Intenção de Compra

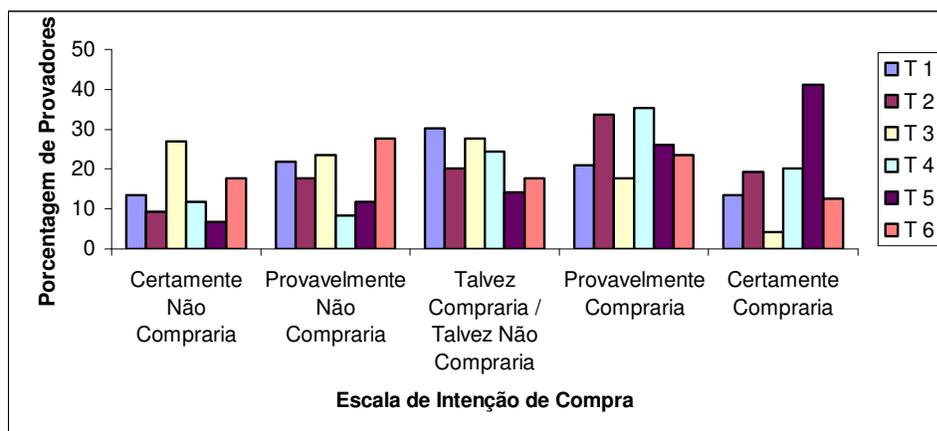
Quanto à intenção de compra (Figura 17), em relação à aparência das bananas desidratadas, ou seja, por meio da análise visual das mesmas, pode-se observar que os tratamentos T1, T2, T4 e T5 foram os que tiveram a maior porcentagem de consumidores (45,34 %; 31,09 %; 27,73 % e 32,77 % respectivamente) acumulados na categoria “provavelmente eu compraria”, destacando assim, maior intenção de compra destes tratamentos. Constatando dessa forma que a utilização do pré-tratamento osmótico melhorou a aparência dos produtos em relação aos que não foram submetidos ao pré-tratamento, como foi verificado pelos mapas.

**Figura 17** - Intenção de compra dos provadores em cada tratamento em relação à aparência.



Com relação à intenção de compra dos produtos quando os mesmos eram degustados (Figura 18), pode-se observar que houve uma maior dispersão dos consumidores na escala utilizada ao compararmos com a avaliação da intenção de compra através da análise visual dos produtos. O tratamento 5 foi o que teve a maior porcentagem de intenção de compra dos consumidores (41,18 %) na melhor categoria da escala “certamente eu compraria”, já os tratamentos 2 e 4 tiveram uma concentração de 33,61% e 38,29% de consumidores alocados na categoria “provavelmente eu compraria” e, o tratamento 1 obteve 30,25 % de intenção de compra na categoria “talvez eu compraria/talvez eu não compraria”. Dessa forma, os tratamentos que foram submetidos ao pré-tratamento osmóticos tiveram uma melhor intenção de compra do que os produtos que não foram submetidos ao pré-tratamento osmótico.

**Figura 18** - Intenção de compra dos provadores, por tratamento, ao degustar os produtos.



#### 4.8 - Vida de Prateleira

##### 4.8.1 - Análises Físico-Químicas

A Tabela 6 apresenta os valores médios obtidos das análises físico-químicas realizadas a cada 30 dias, pelo período de 120 dias de armazenamento. Pode-se observar que houve pequenas variações dessas propriedades ao longo do armazenamento. Logo após o processamento, os valores de pH variaram de 4,31 a 4,48, sendo valores considerados adequados para a conservação dos produtos pois estão fora da faixa de pH ótimo para crescimento microbiano.

**Tabela 6 - Valores Médios das Propriedades físico-químicas da Banana da Terra Desidratada.**

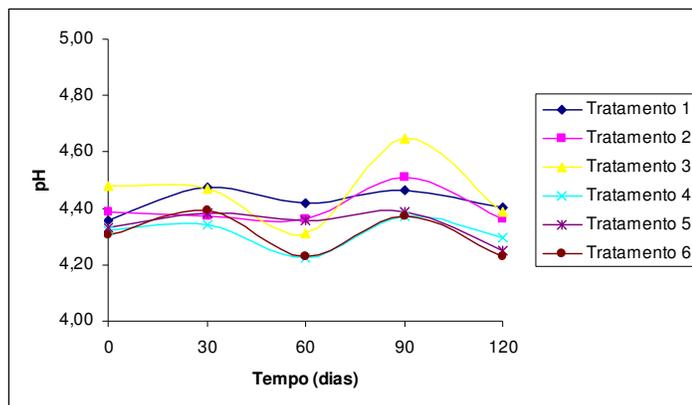
<b>PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS</b>								
<b>Trata- mento</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez (% ácido málico)</b>	<b>Umidade (% BU)</b>	<b>Brix</b>	<b>Aw</b>	<b>L</b>	<b>Satura- ção</b>	<b>Tonali- dade</b>
<b>Tempo zero de armazenamento</b>								
Trata- mento 1	4,36	0,85	32,55	52,44	0,67	58,75	46,70	68,00
Trata- mento 2	4,39	0,96	33,26	51,64	0,68	56,19	43,38	66,09
Trata- mento 3	4,48	1,21	27,95	47,89	0,64	53,93	41,20	68,88
Trata- mento 4	4,32	1,08	30,17	46,67	0,70	53,00	42,26	64,95
Trata- mento 5	4,33	1,14	32,23	53,55	0,68	49,31	37,09	62,79
Trata- mento 6	4,31	1,17	29,20	46,66	0,65	57,13	41,25	70,81
<b>Tempo 30 dias de armazenamento</b>								
Trata- mento 1	4,47	0,97	29,67	50,56	0,74	57,63	41,25	68,99
Trata- mento 2	4,37	0,93	29,74	52,22	0,73	53,98	40,84	65,35
Trata- mento 3	4,47	1,24	26,68	50,89	0,69	49,49	34,34	67,38

Tratamento 4	4,34	1,11	31,27	49,00	0,748	52,15	37,14	61,06
Tratamento 5	4,38	1,11	27,07	56,00	0,78	49,14	36,27	64,73
Tratamento 6	4,39	1,20	27,36	49,33	0,75	50,73	33,00	67,59
<b>Tempo 60 dias de armazenamento</b>								
Tratamento 1	4,42	0,90	27,96	44,99	0,73	57,96	39,78	71,98
Tratamento 2	4,36	0,86	27,00	45,69	0,71	54,62	37,91	68,42
Tratamento 3	4,30	1,12	33,37	41,78	0,70	53,57	38,80	69,12
Tratamento 4	4,22	0,98	31,85	44,22	0,78	46,93	34,45	62,25
Tratamento 5	4,36	0,93	31,62	52,33	0,75	48,90	40,30	59,17
Tratamento 6	4,23	1,13	26,78	46,78	0,73	50,80	37,76	66,41
<b>Propriedades físicas e químicas</b>								
Tratamento	pH	Acidez (% ácido málico)	Umidade (% BU)	Brix	Aw	L	Saturação	Tonalidade
<b>Tempo 90 de armazenamento</b>								
Tratamento 1	4,46	0,82	29,49	47,33	0,73	57,52	41,67	71,44

Tratamento 2	4,51	0,95	28,52	44,89	0,73	60,22	38,60	68,95
Tratamento 3	4,65	0,94	26,07	41,56	0,66	57,51	33,26	67,17
Tratamento 4	4,37	0,84	30,92	44,21	0,75	49,00	34,56	64,40
Tratamento 5	4,39	0,89	34,04	48,22	0,74	49,69	36,75	61,95
Tratamento 6	4,37	1,13	29,49	50,22	0,76	50,79	33,57	68,96
<b>Tempo 120 dias de armazenamento</b>								
Tratamento 1	4,40	1,02	33,34	45,33	0,76	54,87	42,71	63,69
Tratamento 2	4,36	0,97	33,27	44,89	0,74	56,76	38,96	64,19
Tratamento 3	4,39	1,22	29,20	42,89	0,69	47,32	35,77	72,33
Tratamento 4	4,29	1,15	32,54	44,00	0,74	52,34	38,85	63,18
Tratamento 5	4,25	1,06	33,02	47,78	0,76	49,02	36,22	61,53
Tratamento 6	4,23	1,24	32,32	47,33	0,75	49,44	31,69	68,35

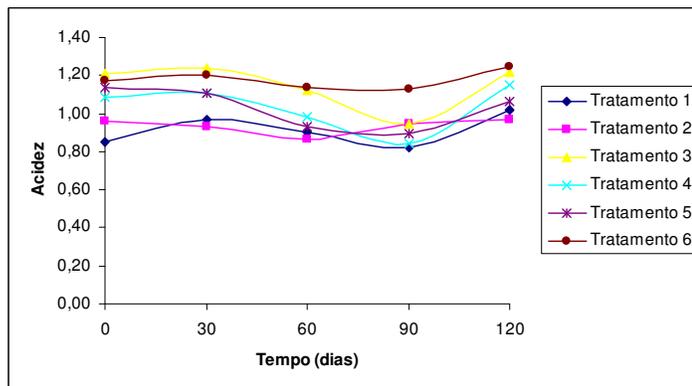
A partir da Figura 19 observa-se que o pH manteve-se praticamente constante ao longo do armazenamento, apresentando um acréscimo aos 90 dias e diminuindo aos 120 dias.

**Figura 19** - Variação do pH da banana da terra desidratada durante o armazenamento.



Já a acidez, apresentou valores variando de 0,85 a 1,21 no tempo zero, e ao longo do período sofreu pequenas oscilações que podem ser visualizadas na Figura 20, onde os maiores valores foram relatados nas análises 120 dias de armazenamento.

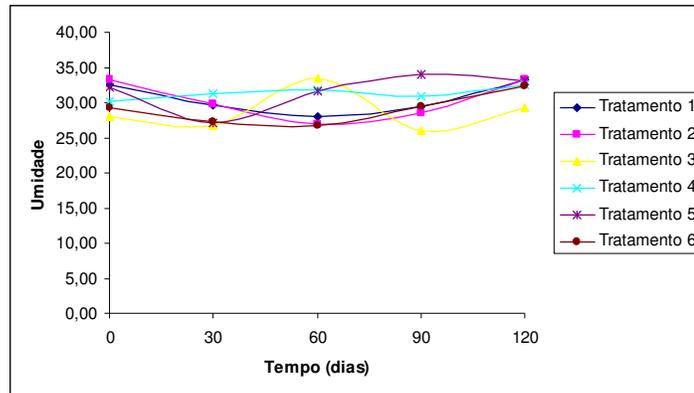
**Figura 20** - Variação da acidez da banana da terra desidratada durante o armazenamento.



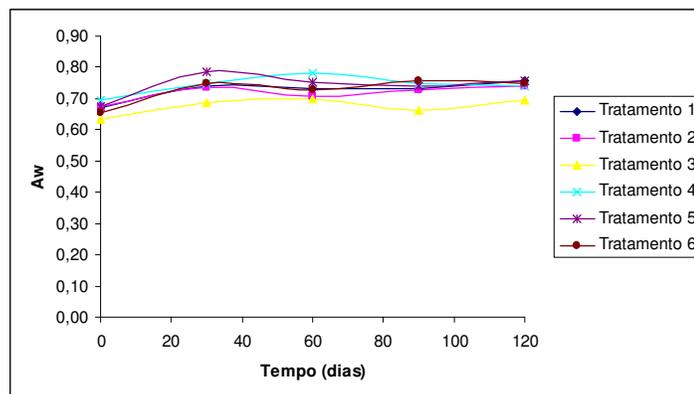
Para a umidade e atividade de água, no tempo zero, foram obtidos valores variando de 27,95 a 33,26 e 0,64 a 0,70 respectivamente. Esses valores caracterizam um produto de umidade intermediária, possuindo pouca susceptibilidade a deteriorações físico-químicas e microbiológicas. O aumento da umidade foi perceptível aos 120 dias de armazenamento

(Figura 21), enquanto que a atividade de água apresentou um pequeno aumento após 30 dias de armazenamento (Figura 22) e continuou aumentando ao longo do tempo, onde podemos encontrar valores até 0,780. Segundo Erickson (1982) esses valores estão na faixa de umidade intermediária que variam entre 0,60 - 0,84 a 25 °C. Este fato pode ter sido devido à embalagem utilizada (sacos de polipropileno), que não é uma boa barreira a vapor de água.

**Figura 21** - Variação da umidade da banana da terra desidratada durante o armazenamento.



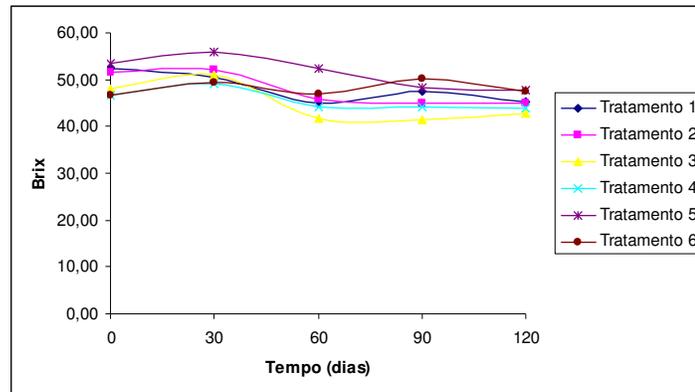
**Figura 22** - Variação da Atividade de água ( $A_w$ ) da banana da terra desidratada durante o armazenamento.



Os valores de sólidos solúveis (°Brix) no tempo zero variaram de 46,66 a 53,55 demonstrando ser um produto com elevado teor de açúcares, conferindo-lhe o sabor doce peculiar, mas no decorrer do armazenamento foi diminuindo. A Figura 23 retrata valores variando de 32,32 a 33,34 °Brix aos 120 dias de armazenamento.

Resultados semelhantes foram encontrados por Cano-Chauca (2000), onde o autor considerou que essa diminuição dos sólidos solúveis estava relacionada com o ganho de umidade. Segundo o autor, com o ganho de umidade houve diminuição de sólidos solúveis do produto.

**Figura 23** - Variação do Brix da banana da terra desidratada durante o armazenamento.



As Figuras 24, 25 e 26 apresentam o comportamento das coordenadas de cor ao longo do armazenamento, sendo representadas por \*L a luminosidade, saturação e tonalidade obtidas pelas coordenadas \*a e \*b. Houve pequenas variações dessas coordenadas ao longo do armazenamento.

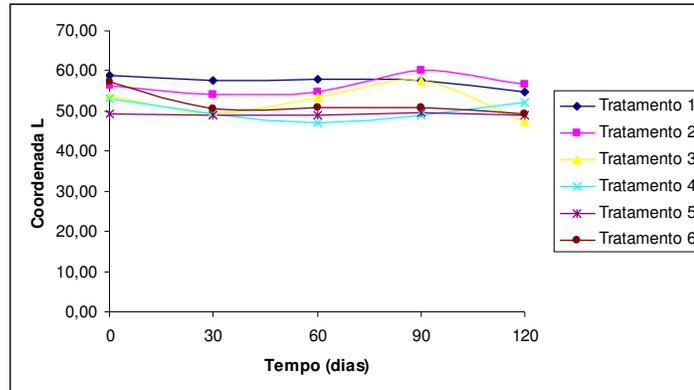
Analisando o parâmetro \*L, que caracteriza a luminosidade na escala de 0 (branco) a 100 (preto), ou seja, o quanto determinado produto é claro ou escuro, pode-se concluir que para todos os tratamentos não houve modificação na luminosidade dos mesmos. Logo, as bananas desidratadas não apresentaram alteração no tocante a luminosidade.

Para os tratamentos 1, 2 e 3, observa-se pequenas variações que podem ser devido à falta de uniformidade da cor característica da amostra utilizada na análise ter sido captada pela sensibilidade do colorímetro. Além disso, a temperatura de secagem utilizada para a obtenção desses tratamentos de 60 °C ser menor que a temperatura de 70 °C que foi utilizada na etapa convectiva para a obtenção dos demais tratamentos pode ter influenciado nessas variações.

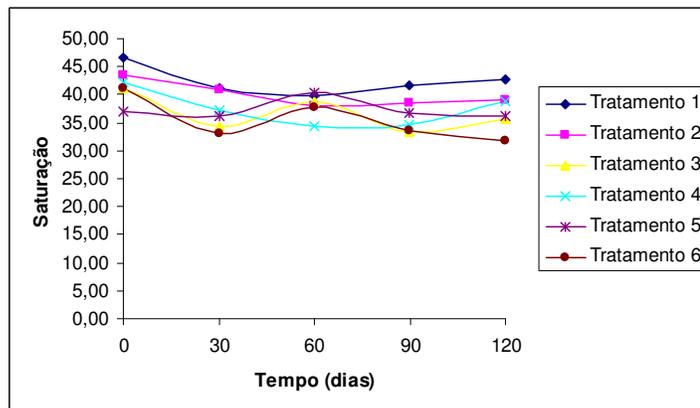
Analisando os comportamentos de tonalidade e saturação, observa-se uma relativa estabilidade em todos os Tratamentos. Sendo que a saturação diminuiu aos 30 dias de armazenamento, indicando que a intensidade da cor amarelo escuro característica do produto diminuiu, porém sem alterar significativamente a tonalidade amarelo escuro. Já aos 60 dias

de armazenamento, houve um acréscimo da tonalidade, e a partir daí uma estabilização dos parâmetros colorimétricos. Tal oscilação pode ser devido à desuniformidade da cor da porção utilizada na análise, uma vez que a superfície da banana apresenta irregularidades, principalmente das extremidades em relação ao meio do fruto.

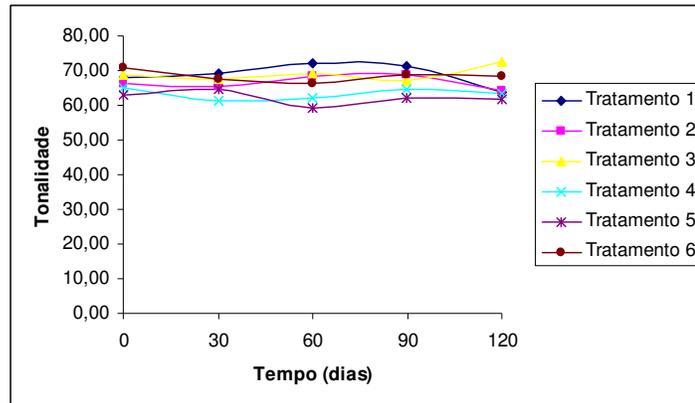
**Figura 24** - Variação da coordenada \*L da banana da terra desidratada durante o armazenamento.



**Figura 25** - Variação da saturação da banana da terra desidratada durante o armazenamento.



**Figura 26** - Variação da tonalidade da banana da terra desidratada durante o armazenamento.



#### **4.8.2 - Avaliação Microbiológica**

Os produtos de banana da terra desidratados com e sem pré-tratamento osmótico, foram avaliados em relação a bolores, leveduras e coliformes.

Os resultados obtidos nas determinações de Coliformes totais e fecais encontram-se de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001).

Para bolores e leveduras, considerando que a tolerância é de  $10^4$  UFC/mL em alimentos como purês e doces de frutas em pasta ou massa e similares, pode-se concluir que a banana desidratada, dos diferentes tratamentos mantiveram-se estáveis durante os 120 dias de armazenamento.

A baixa atividade de água do produto ( $< 0,7$ ) é um dos fatores que contribuiu para a estabilidade da banana desidratada.

Os resultados apresentados (Tabela 7) evidenciam que os produtos obtidos são de boa qualidade e que foram processados em condições higiênico-sanitárias satisfatórias.

**Tabela 7** - Resultados das Análises de Bolores e Leveduras e Coliformes Totais e Fecais Durante o Armazenamento das Bananas da Terra Desidratada.

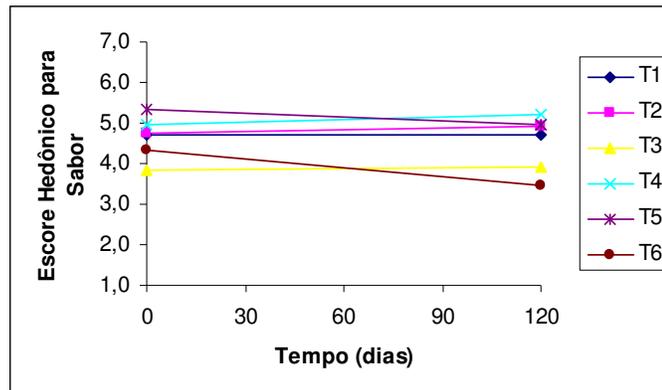
Tratamentos	Tempo (dias de armazenamento)	Bolores e Leveduras (UFC/ml)	Coliformes Totais e Fecais (NMP/g)
1	0	< 10	< 3
2	0	< 10	< 3
3	0	< 10	< 3
4	0	$7,7 \times 10^2$	< 3
5	0	$1,9 \times 10^2$	< 3
6	0	$3,0 \times 10^1$	< 3
1	60	< 10	< 3
2	60	$7,7 \times 10^2$	< 3
3	60	$1,0 \times 10^1$	< 3
4	60	$0,4 \times 10^1$	< 3
5	60	< 10	< 3
6	60	$1,0 \times 10^1$	< 3
1	120	$0,6 \times 10^1$	< 3
2	120	$3,0 \times 10^1$	< 3
3	120	$5,4 \times 10^2$	< 3
4	120	$4,1 \times 10^2$	< 3
5	120	$1,0 \times 10^1$	< 3
<b>6</b>	<b>120</b>	<b><math>6,6 \times 10^2</math></b>	<b>&lt; 3</b>

#### 4.8.3 – Aceitação Sensorial

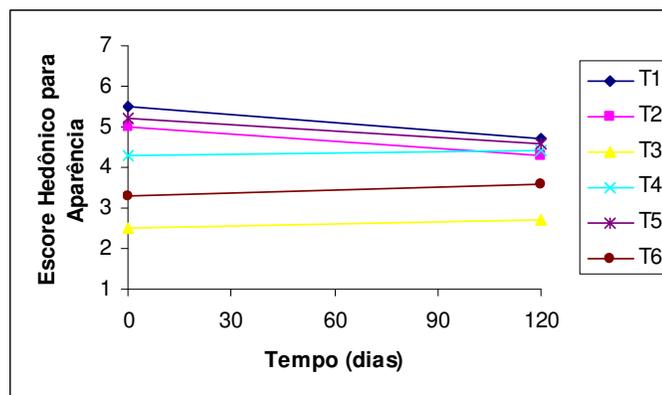
As figuras 27, 28 e 29 retratam a comparação da aceitação sensorial logo após o processamento (tempo zero) e após 120 dias de armazenamento. Quanto aos atributos sabor, textura e aparência, percebe-se que os tratamentos menos aceitos sensorialmente (T3 e T6), continuaram ao longo do armazenamento tendo menor aceitação.

A aceitação dos tratamentos T1, T2, T4 e T5 mantiveram-se estável ao longo do armazenamento.

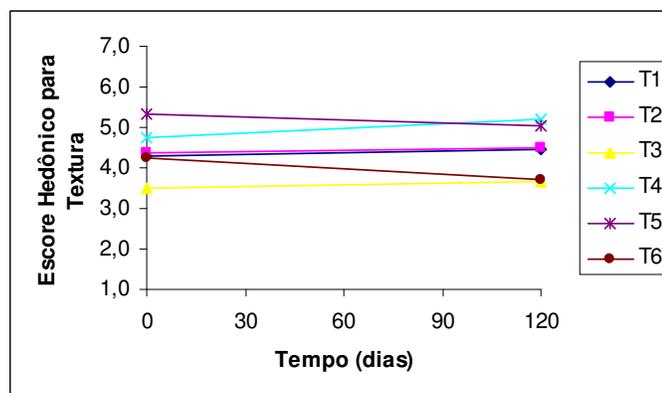
**Figura 27** - Dados de Sabor de Banana da Terra, Coletados Com Escala Hedônica, no Tempo Zero e Após 120 Dias.



**Figura 28** - Dados de Aparência de Banana da Terra, Coletados com Escala Hedônica, no Tempo Zero e Após 120 dias.



**Figura 29** - Dados de Aparência de Banana da Terra, Coletados com Escala Hedônica, no Tempo Zero e Após 120 dias.



## 5 - CONCLUSÃO

Verificou-se que para o pré-tratamento em que foi utilizada a solução osmótica a 60 °Brix, a redução da atividade de água foi maior quando comparada ao pré-tratamento em que foi utilizada a solução osmótica a 40 °Brix, para o mesmo tempo e temperatura de imersão dos frutos, indicando que o aumento da concentração da solução osmótica auxiliou na redução da atividade de água dos frutos.

Ao utilizar a temperatura de 70°C na etapa convectiva, o tempo de secagem foi menor em relação à temperatura de 60°C, para atingir atividade de água inferior a 0,70. Ou seja, o aumento da temperatura diminuiu o tempo de secagem convectiva.

Os tratamentos que tiveram um pré-tratamento osmótico (T1, T2, T4 e T5) antes da secagem convectiva, levaram um menor tempo de secagem para atingir a atividade de água pré-estabelecida do que aqueles em que não foram pré-tratados osmoticamente (T3 e T6). Conclui-se que a utilização do pré-tratamento osmótico reduziu a atividade de água do produto, conseqüentemente também diminuiu o tempo de secagem.

Os produtos obtidos através da utilização do pré-tratamento osmótico obtiveram uma melhor aceitação em relação à aparência e sabor quando comparados com aqueles que não foram submetidos ao pré-tratamento osmótico. Esse fato mostra que a utilização do pré-tratamento osmótico promoveu melhorias perceptíveis nas características sensoriais dos produtos.

Os produtos armazenados e analisados pelo período de cento e vinte dias mantiveram estáveis e aptos para consumo em relação aos aspectos físico-químicos e microbiológicos. E, praticamente não houve variação na aceitação ao longo do tempo de armazenamento.

## 6 - REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas**. NBR 12806: Terminologia. Rio de Janeiro, 8p., 1993.
- ADAMBOUNOU, T. L., Castaigne, F. **Déshydratation partielle par osmose des bananes et détermination de courbes de sorption isotherme**. Lebensmittel - Wissenschaft + Technologie, v.16, p.230-234, 1983.
- AGUIRRE, J.M. de; Gasparino Filho, J. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL. 2001. 8p. (Manual Técnico).
- AGUIRRE, J.M. **Produção de tomate parcialmente desidratado e marinado**. Campinas: ITAL, 2004. 24p. (Material Técnico Curso de Desidratação de Frutas e Hortaliças ITAL/FRUTHOTEC, Campinas de 26 a 28 de maio de 2004).
- ALMEIDA, C. O; SOUZA, J. S; CORDEIRO, Z. J. M; INÁCIO, E. S. B. **Mercado mundial**. *In*: Banana pós-colheita. Brasília: Embrapa/SPI, 2001.
- ALMEIDA, T.D. **Estudo sobre a saturação de frutas tropicais com açúcares**. Campinas: UNICAMP, 1980. 69p. (Dissertação de mestrado em tecnologia de alimentos).
- ALVES, R. M. V.; BORDIN, M. R.; GARCIA, E. E. C. Aplicação de um modelo matemático na estimativa da vida-de-prateleira de biscoitos “cream cracker”. **Colet. ITAL**, Campinas, v.26, n.1, p.89-101, jan.-jun./1996.
- AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. **Principles of sensory evaluation of food**. Academic Press, 1965, 602p.
- ANDRADE, N. J.; PINTO, C. L. O. **Higienização na indústria de alimentos**. *In*: Centro de produções técnicas, 176, 1999, Viçosa, Vídeo curso, 1999. p.8-61.
- ANTONIO, G. C. **Influência da estrutura celular e da geometria da amostra na taxa de transferência de massa do processo de desidratação osmótica de banana nanica (Musa Cavendishi) e de mamão formosa (Carica papaya L.)**. Campinas: UNICAMP, 2002. 104p. (Dissertação de mestrado em Engenharia de Alimentos).
- ANVISA - Resolução – n. 12 de 2 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, Brasília: MS, 2001.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY). **Official Methods of Analysis**, 16 ed., Washington, D. C., 1997.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1999, 416p.
- ARÉVALO-PINEDO, A., MURR, F. E. X. Influência da pressão, temperatura e pré-tratamentos na secagem a vácuo de cenoura e abóbora. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.636-643, 2005.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F. **Fundamentos de cinética de degradação e estimativa de vida de prateleira.** In: EMBRAPA. Fundamentos de estabilidade de alimentos. Fortaleza: Editora Técnica Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo, 2004, p.77-95.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; AZEREDO, A. M. C. Embalagens ativas para alimentos. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, v.20, n.3, p.337-341, 2000.

AZOUBEI, P.M. **Influência de pré-tratamento na obtenção de produtos secos de caju (anacardium occidentale L.).** Campinas: UNICAMP. 2002. 154 p. (Tese de Doutorado).

BERBARI, S. A. G.; MENEGALE, L. L. C.; ALMEIDA, M. E. Processamento e controle de qualidade de frutas cristalizadas. **Revista de Higiene Alimentar,** v.6, n.24, p.28-30, 1992.

BILHALVA, A B. **Contribuição ao estudo da saturação de frutas com açúcares.** Campinas: UNICAMP. 1976. 69p. (Dissertação de Mestrado em Ciências em Tecnologia de Alimentos).

BOLIN, H.R., HUKSOLL, C.C., JACKSON, R., NG, K.C Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality. **Journal of Food Science,** 48: 202-205, 1983.

BORGES, S.V.; MENEGALLI, F.C. Influência da desidratação osmótica sobre a cinética de secagem de manga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.29, n.4, p.637-642, 1994.

BRACKETT, R. E. **Fruits, vegetables, and grains.** In: DOYLE, M. P.; BEUCHANT, L. R.; MONTVILLE, T. J. Food Microbiology Fundamentals and Frontiers. Washington, DC: ASM Press, Cap.7, 1997, 768p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Brasil: Banana – produção, área colhida e rendimento médio – 1990 a 2004.** Disponível em <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em 25 de julho de 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. **Resolução nº 12 de 1978. Fixa os padrões de identidade e qualidade para os alimentos (e bebidas) constantes desta Resolução.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 24 de julho de 1978. Disponível na World Wide Web: <http://www.anvisa.gov.br>. Consultado em 10/09/2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. **Resolução nº 271 de 2005. Fixa a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer os açúcares e produtos para adoçar.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 22 de setembro de 2005. Disponível na World Wide Web: <http://www.anvisa.gov.br>. Consultado em 18/01/2006.

BROD, F.P.R., ALONSO, L.F.T., PARK, K.J. **Secagem de produtos agrícolas.** XI SEMEAGRI ¾ Semana de Engenharia Agrícola da Unicamp. Campinas: Agrológica ¾ Empresa Júnior de Engenharia Agrícola. 1999, 122p.

BRUNINI, M.A.; DURIGAN, J.F.; OLIVEIRA, A.L. Avaliação das alterações em polpa de manga “Tommy Atkins” congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal-SP, v.24, n.3, p.651-653, 2002.

CALVO, C. e DURÁN, L. **Propiedades Físicas II – Ópticas y Color**. In:122 CITED - Instituto Politécnico Nacional. Temas en Tecnología de Alimentos. México: Ed. José Miguel Aguilera, v.1, 1997, p261-288.

CAMARGO, A. C. **Conservação de alimentos**. USP – CENA/PCLQ. São Paulo, setembro de 2006. Disponível em: [http://www.cena.usp.br/irradiacao/cons\\_alim.html](http://www.cena.usp.br/irradiacao/cons_alim.html) 2006>. Acesso em: 01 mai. 2007.

CAMPOS, S.D.S. **Reologia e textura em alimentos**. Campinas: ITAL, 1989, 84p.

CANO-CHAUCA, N. M. **Avaliação dos Parâmetros de Qualidade Envolvidos na Desidratação da Banana (Musa Spp. Nanica (AAA))**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 76f. (Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos).

CANO-CHAUCA, N. M.; STRINGHETA, C. P. Color and evaluation during banana drying (Musa spp nanica (AAA)). **Rev. Alimentaria**, 329: 153-158, 2002.

CARDELLO, H. M. A. B.; MORAES, M. A. C.; CARDELLO, L. Ácido ascórbico e ascorbato oxidase em manga (Mangifera indica L.) var. Haden processada e congelada. **Revista Alimentos & Nutrição**. São Paulo, v.5, p.65-75, 1993/94

CASTRO, L. R.; CORTEZ, L. A. B.; JORGE, J. T. Influência da embalagem no desenvolvimento de injúrias mecânicas em tomates. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.21, n.1, p.26–33, 2001.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa-MG: Imprensa Universitária, 1993, 81p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças – Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. Lavras-MG: Editora UFLA, 2005. 783p.

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

COCOZZA, F. **Maturação e conservação de manga Tommy Atkins submetida à aplicação pós-colheita de metilciclopropeno.**, Campinas-SP: UNICAMP, 2003. 198p. (Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola da Faculdade de Engenharia Agrícola).

COHEN, J. S.: YANG, C.S. Progress in food dehydration. Trends. **In Food Science and Technology**, 6: 20-24, 1995.

COSTELL, E.; DURAN, L. **El Análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. III. Planificación, selección de jueces y diseño estadístico**. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Valencia, v. 21, n. 4, p. 454-470, 1981.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2001, 648p

DAILLANT-SPINNLER, B.; MACFIE, H. J. H.; BEYTS, P. K. e HEDDERLEY, D. Relationships between perceived sensory properties and major preference directions of 12 varieties of apples from the southern hemisphere. **Food Quality and Preference** 7(2) 113-126, 1996.

- DALLA ROSA, M., GIROUX, F. Osmotic treatments (OT) and problems related to the solution management. **Journal of Food Engineering**, 49: 223-236, 2001.
- DANTAS, Jorge Luiz Loyola; SOARES FILHO, Walter dos Santos. **Classificação botânica, Origem e Evolução**. In: Banana para exportação: Aspectos técnicos da produção. Brasília: Embrapa/SPI, 1997.
- DEMIREL, D.; TURHAN, M. Air-drying behavior of Dwarf Cavendish and Gros Michel banana slices. **Journal of Food Engineering**, 59: 1-11, 2003.
- DOYMAZ. Drying behavior of green beans. **Journal of Food Engineering**, 69(2): 161-165, 2005.
- EL-AQUAR, A.A. **Avaliação do processo combinado de desidratação osmótica e secagem na qualidade de cubos de mamão formosa (*Carica papaya L.*)** Campinas-SP: UNICAMP. 2001, 113p. (Dissertação de Mestrado).
- EL-BULUK, R. E.; BABIKER, E. E.; EL TINAY, A. H. Biochemical and physical changes. In fruits of four guava cultivars during growth and development. **Food Chemistry**, v.54, p.279-282, 1995.
- ELLIS, M.J. **Shelf life evaluation of foods**. London: Black Academic & Professional, 1996. 321p.
- EL-QUAR, A.A.; MURR F.E.X.. Estudo e modelagem da cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (carica papaya L). **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.69-75, 2003.
- ERICKSON. L.E. Recent development in interdiatate moisture foods. **Journal of Food Protection**, v.45, n.5, p.484-491, 1982
- ERTEKIN, F. K.; CAKALOZ, T. Osmotic dehydration of peas: influence of process variables on mass transfer. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, Conn., USA, v.20, n.2, p.87-104, 1996.
- ESCRICHE, I., Garcia-Pinchi, R., Carot, J.M., Serra, J.A. Comparison of must sucrose as osmotic solutions to obtain high quality minimally 108 processed kiwi fruit (*Actinidia chinensis P.*) slices. **International Journal of Food Science and Technology**, 37: 87-95, 2002.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2003. 652 p.
- FACHINELLO, J.C., HOFFMANN, A., NACHTIGAL, J., KERSTEN, F. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas-RS: Editora Gráfica Universitária, UFPEL, 179p, 1995.
- FAGUNDES, G. R.; Yamanishi, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista brasileira de fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.23, n.3, 2001.
- FALCONE, M.A.; SUAZO, V.A.T. Desidratação osmótica do abacaxi (*Ananas comosus L.*). Parte I. **Boletim da SBCTA**. Campinas-SP, v.22, n.1/2, p.17-35, 1988.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em <<http://www.fao.org>>. Acesso em 02 de maio de 2006.

FAO. **Food and nutrition division**. <<http://www.fao.org/es/dept/es960003.htm>> .Acesso em 30 de julho de 2003.

FARIAS, E.S.; Gouveia, J.P.G.; Almeida, F.A.C.; Bruno, L.A.; Nascimento, J. **Secagem de cajá em um secador de leito fixo**. *In*: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 18, 2002, Belém. Anais... SBF: Belém, 2002. (Em CD).

FERREIRA, V. F., SILVA, F. C. e PERRONE, C. C. Sacarose no laboratório de química orgânica de graduação. **Química Nova**, v.24, n.6, p.905-907, nov.-dez./2001.

FERREIRA, V. L. P. **Princípio e aplicações da colorimetria em alimentos**. Campinas-SP: ITAL, 1981, 85 p. (Instruções técnicas, 19).

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C.; SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas-SP: SBCTA, 2000, 127p. (Manual: Série Qualidade).

FORNI, E., Sormani, A., Scalise, S., Torregiani, D. The influence of sugar composition on the colour stability of osmodehidrofrozen intermediate moisture apricots. **Food Research International**, 30(2): 87-94, 1997.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Ed. Atheneu, 1996, 182p.

FUMAGALLI, F.; SILVEIRA, A. M. **Avaliação do processo de desidratação osmótica na qualidade da pêra**. *In*: XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2004, Curitiba. Anais XV Congresso Brasileiro de Engenharia Química, p.243- 250, 2004.

GABAS, A. L; TELIS-ROMERO, J; MENEGALLI, F. C. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Revista de Ciência e Tecnologia de alimentos**. Campinas-SP, v.23, p.66-70, 2003.

GARCÍA, R., Menchú, J. F., Rolz, C. Tropical fruit drying, a comparative study. *In*: International Congress Food Science and Technology. Madrid. **Proceedings...** v.4, p.32-40, 1974.

GOULARTE, V.D.S.; Antunes, E.C.; Antunes, P.L. Qualidade de maçã fuji osmoticamente concentrada e desidratada. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas-SP, v.20, n.2, p.160-163, 2000.

GREENHOFF, K. e MACFIE, H. J. H.. Preference mapping in practice. *In*: MACFIE, H. J. H. e THOMSON, D. M. H. (Eds.). **Measurement of Food Preferences**. London: Blackie Academic & Professional, cap.6, p.137-166, 1994.

GREENSMITH, M. **Practical dehydration**. 2ed. Florida-USA: CRC Press, 274p, 1998 .

GROSSO, A. L. **Candies and glaces fruit**. Refineas de Maiz S.A.I.C., Argentina, 1972, 169p.

- HELGESEN, H.; SOLHEIM, R.; NAES, T. Consumer preference mapping of dry fermented lamb sausages. **Food Quality and Preference**, v.8, n.2, p.97-109, 1997.
- HENG, K.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Osmotic dehydration of papaya: influence of process variables on the product quality. **Sciences des aliments**, v.10, p.831-848, 1990.
- HUSSON, F.; LÊ, S.; PAGÈS, J. Confidence ellipse for the sensory profiles obtained by principal component analysis, **Food Quality and Preference**, v.16, p.245-250, 2005.
- ICMSF. **Microbial Ecology of Foods**. Factors affecting life and death of microorganisms. New York, Academic Press, v.1, 1980. 332p.
- IFT. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. Sensory evaluation Division-Institute of Food Technologists. **Food Technology**, v.35, n.11, p.50-59, 1981.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3.ed. São Paulo: Inst. Adolfo Lutz, v.1, 1985. 533p.
- JAYARAMAN, K.S.; DAS GUPTA, D.K. **Dehydration of Fruits and Vegetables: Recent Developments**. In Principales and Techniques. **Drying Technology**, v.10, n.1, p.1-50, 1992.
- KARAISSHEH, M. A., COOPER, T. J. R., & MAGEE, T. j. R. The transport mechanism of moisture during air drying processes. **Transactions of the International Chemical Engineering Society**, v.75C, p.34-39, 1997.
- KARATHANOS, V.T.; BELESSIOTIS, V.G. Application of a thin-layer equation to data of fresh and semi-dried fruits. **Journal of Agricultural Engineering Research**, 74: 355-361, 1999.
- KIM, S.; PARK, J.; HWANG, I.K. Composition of main carotenoids in Korean red pepper (*Capsicum annuum*, L.) and changes of pigment stability during the drying and storage process. **Journal of Food Science**, v.69, n.1, p.C39-C44, 2004.
- KROKIDA, M.K., TSAMI, MAROULIS, Z.B. Kinetics on color changes during drying some fruits vegetables. **Drying Technology**, v.16, n.3-5, p.667-685, 1998.
- LABUZA, T.P. The properties of water in relationship to water binding. In food: a review. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.1, n.2, p.167-190, 1977.
- LAZARIDES, H.N. **Osmotic Preconcentration: Developments and Prospects**. In: Singh, R.P. e Oliveira, F.A.R. (Eds.) Minimal processing of foods and process optimisation. An Interface. Boca Raton: CRC Press, p.73-85, 1994.
- LAZARIDES, H.N., Nickolaidis, A., Katsanidis, E. Sorption changes induced by osmotic preconcentration of apple slices. In different osmotic media. **Journal of Food Science**, 60(2): 348-359, 1995.
- LENART, A. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: technology and application. **Drying Technology**. New York-US, v.14, n.2, p.391-413, 1996.

LENART, A., Piotrowski, D. Drying characteristics of osmotically dehydrated fruits coated with semi permeable edible films. *In: KUDRA, T.; MUJUMDAR, A.S. **Drying Technology***. New York: MARCEL DEKKER, vol.19, n.5, p. 849-877, 2001.

LENZ, M. K.; LUND, D. B. Experimental procedures for determining destruction kinetics of food components. ***Food Technology***, v.34, n.2, p.51-54, 1980.

LEWIS, M., DALE, R.H. **Chilled yogurt and other dairy desserts**. In: MAN, C.M.D., JONES, A.A. Shelf life evaluation of foods. New York: Blackie Academic & Professional, 1996. 321p.

LICHTEMBERG, Luiz Alberto. **Pós-colheita de banana**. *In: Simpósio Norte Mineiro sobre a Cultura da Banana*, 1, 2001, Nova Porteirinha. Anais.... Nova Porteirinha: EPAMIG, p.105-130, 2001.

LIRA, R.A., FERNANDES, N.S., RABELLO, A., ZUNIGA,A.D.G. **Estudo da aceitabilidade e frequência de consumo de banana passa**. (resumo). Disponível em <http://www.uft.edu.br/jornada>. Acesso em: 30 nov.2004.

LOZANO, J. E.; IBARZ, A. Colour changes in Concentrated Fruit Pulp during Heating at High Temperatures. ***Journal of Food Engineering***, v.31, p.365-373, 1997.

MAEDA, M.; LOTERO, R. L. Desidratação osmótica de bananas. ***Semina: Ci. Agr.***, Londrina, v.19, n.1, p. 60-67, março/1998.

MAESTRELLI, A.; SCALZO, R.; LUPI, D.; BERTOLO, G.; TORREGGIANI, D. Partial removal of water before freezing: cultivar and pre-treatments as quality factors of frozen muskmelon (*Cucumis melo*, cv. *Reticulates Naud*). ***Journal of Food Engineering***, v.49, n.2, p.255-260, 2001.

MACFIE, H. J. H. e THOMSON, D. M. H. Multidimensional scaling methods. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.). ***Sensory Analysis of Foods***. London: Elsevier Applied Science Publishers, cap. 10, p.351-375, 1984.

MAURO, M. A., Menegalli, F. C. Evaluation of diffusion coefficients in osmotic concentration of bananas (*Musa Cavendish Lambert*). ***International Journal of Food Science and technology***, v.30, p.199-213, 1995.

MAYOR, L.; SERENO, A. M. Modelling shrinkage during convective drying of food materials: a review. ***Journal of Food Engineering***, v.61, n.3, p.373-386, 2003.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1991, 394p.

MIZRAHI, S.; EICHLER, S.; RAMON, O. Osmotic dehydration phenomena in gel systems. ***Journal of Food Engineering***, v.49, n.1, p.87-96, 2001.

MORI, E. E. M. **Determinação da vida-de-prateleira através da análise sensorial e correlações**. *In: Reações de Transformação e Vida-de-prateleira de Alimentos Processados*. 3 ed. Moura, S.C.S.R.; Germer, S.P.M. (editores) Campinas: ITAL, p.63-83, 2004. (Manual Técnico nº 6).

- MOTA, R.V. Avaliação da qualidade de banana passa elaborada a partir de seis cultivares. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas-SP, v.25, n.3, p.560-563, jul.-set./2005.
- MOWLAH, G., Takano, K., Kamoi, I., Obara, T. Water transport mechanism and some aspects of quality changes during air dehydration of bananas. **Lebensmittel - Wissenschaft + Technologie**, 16: 103-107, 1983.
- NETTO, F. M. **Determinação da vida-de-prateleira – Erros e limitações**. In: Reações de Transformação e Vida-de-prateleira de Alimentos Processados. 3 ed. Moura, S. C. S. R.; Germer, S. P. M. Campinas-SP: ITAL, p.83-92, 2004. (Manual Técnico nº 6).
- NICOL, W.M. **The carbohydrate – sucrose**. In: MARIE, S. PIGGOTT, J.R. Handbook of Sweeteners. London: Blackie and Son Ltd.,1991, 243p.
- NOGUEIRA, R. I., PARK, K. J. **Drying parameters to obtain “banana-passa”**, Drying '92, Part A, p. 874-883, 1992.
- PANAGIOTOU, N. M., Karathanos, V. T., Maroulis, Z. B., **Modelling of osmotic dehydration of fruits**. In: International drying Symposium (IDS'98). Halkidiki. Proceedings..., v.A, p.954-961, 1998.
- PANGBORN, R.M. Sensory Science Today. **Cereal Foods World**, v.25, n.10, p.637-640. 1980.
- PARK, K. J., Bin, A., Brod, F.P.R. Drying of pear d'Anjou with and without osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**, 56: 97-103, 2002.
- PFEIFFER, C., D'AUJOURD'HUI, J.W., NUSSLI, J., ESCHER, F. Optimizing food packaging and shelf life. **Food Technol.**, Chicago, v.53, n.6, p.52-59, 1999.
- PHOTON, F.; AHRNÉ, L. M.; FUNEBO, T.; KIDMAN, S.; LANGTON, M. SJÖHOLM, I. Effects of combined osmotic and microwave dehydration of apple on texture, microstructure and rehydration characteristics. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.34, p.95-101, 2001.
- PINA, M. G. M.; MAIA, G. A.; FILHO, M. S. M. S.; FIGUEIREDO, R. W.; MONTEIRO, J. C. S. Processamento e conservação de manga por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.25, n.1, p.63-66, 2003.
- POKHARKAR, S.M.; PRASAD, S.; DAS, H. A Model for osmotic concentration of bananas slices. **Journal Food Science and Technology**, v.34, n.3, p.230-232, 1997.
- PONTING, J. D.WALTERS, G. G.; FORREY, R. R.; JACKSON, R.; STANLEY, W. L. Osmotic Dehydration of Fruits. **Food Technology**. v.20, n 10, p.125-130, out./1966.
- QI, H.; LE MAGUER, M.; SHARMA, S. K. Design and selection of processing conditions of a pilot scale contactor for continuous osmotic dehydration of carrots. **Journal of Food Process Engineering**, Westport, Connecticut-US, v.21, n.1, p.75-88, 1998.
- RAO. R.C. Advanced statistical methods in biometric research. New York: John Wiley and Sons, 1952. 309p.

- RAOULT-WACK, A.L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. *Trends in Food Science & Technology*, v.5, p.255-260, 1994.
- RASTOGI, N. K., Raghavarao, K. S. M. S., Niranjana, K. Mass transfer during osmotic dehydration of banana: Fickian diffusion in cylindrical configuration. *Journal of Food Engineering*, v.31, p.423-432, 1997.
- ROBINSON, D. **Bioquímica y Valor Nutritivo de los Alimentos**. Zaragoza: Acribia, p.3-15, 1991.
- RODRIGES, M.G.V. (2004) **Produção e Mercado de Frutas Desidratadas**. Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=66\\_87](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=66_87)> Acesso em: 11 de Janeiro de 2006.
- SANJINÉZ-ARGANDOÑA, E. J. **Desidratação de Goiaba (Psidium guajava L.) por imersão e secagem**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP. 102p, 1999.
- SANKAT, C. K., Castaigne, F. **Banana dehydration: osmotic, air and solar effect**. In: International Drying Symposium (IDS'92), 1992, Montreal: Proceedings... Part B, p. 1679-1688.
- SANKAT, C. K., Castaigne, F., Maharaj, R. The air drying behavior of fresh and osmotically dehydrated banana slices. *International Journal of Food Science and Technology*, v.31, p.123-135, 1996.
- SAS. USER'S GUIDE: basic and statistic. Cary: 1995, 1686p.
- SERENO, A. M.; HUBINGER, M. D.; COMESAÑA, J. F.; CORREA, A. Prediction of water activity of osmotic solutions. *Journal of Food Engineering*, Oxford, v.49, n.1, p.103-114, 2001.
- SILVA JR., E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2002, 479p.
- SILVA, C.A.B. [Coord.]. **Produção de banana passa**. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria do Desenvolvimento Rural, 1995, 32p. (Série Perfis Agroindustriais, v. 5).
- SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2000, 227p.
- SILVA, N. da JUNQUEIRA, V. C. A., SILVEIRA, N. F. A., **Manual de Métodos de análises Microbiológicas de Alimentos**, 2 ed., São Paulo, Livraria Varela, p.31-37, 1997.
- SILVA, P.H.F. Leite: aspectos de composição e propriedades. *Química Nova na Escola*, n.6, Nov./1997.
- SILVEIRA, E.T.F., Rahman, M.S., Buckle, K.A. Osmotic dehydration of pineapple: kinetics and product quality. *Food Research International*, 29(3- 4): 227-233, 1996.
- SINÍCIO, R. **Simulação de secagem de milho em camadas espessas a baixas temperaturas**. Viçosa-MG: UFV, 64f, 1983. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola).

SOUSA, P., H., M., Avaliação de Produtos Obtidos pela Desidratação Osmótica de Banana Seguida de Secagem. **B.CEPPA**, Curitiba, v.21, n.1, p109-120, jan./jun.2003.

STONE, H.; SIDEL, J.L.. **Sensory evaluation: practices**. 2 ed. London: Academic Press, 1993, 337p

TAOUKIS, P. S.; LABUZA, T. P.; SAGUY, I. S. **Kinetics of food deterioration and shelf-life prediction**. In: VALENTAS, K. J.; ROTSTEIN, E.; SINGH, R. P. (Ed.) *Hanbook of food engineering practice*, Boca Raton: CRC Press, 1997, p.361-403.

TODA FRUTA. **Informações econômicas sobre a banana**. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 23 março. 2009.

TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, Monticello, v.26, n.1, p.59-68, 1993.

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

TRAVAGLINI, D.A., NETO, M.P. BLEINROTH, E.W., LEITÃO, M.F. **Banana-Passa: Princípios de secagem, conservação e produção** industrial. Campinas: ITAL/ Rede de Núcleos de Informação Tecnológica, 1995, 73p (Manual Técnico 12).

VIBERG, U., FREULER, S., VASSILIS, G., SJÖHOLM. Osmotic Pretreatment of Strawberries and Shrinkage Effects. **Journal of Food Engineering**, 35: 135-145, 1998.

WALISZEWSKI, K. N., Salgado, M. A., Garcia, M. A. Mass transfer in banana chips during osmotic dehydration. **Drying Technology**, v.15, n.10, p.2597-2607, 1997.

WRIGHT, B.B.; TAUB, I.A. **Stored product quality: Open dating and temperature monitoring**. In: *FOOD STORAGE STABILITY*. Taub, I. A.; Singh, R. P. (eds.). Boca Raton: CRC Press, p.353-368, 1997.