UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ACONDICIONAMENTO DE GOIABAS MINIMAMENTE PROCESSADAS POR DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA EM EMBALAGENS SOB ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA

Autora: Leila Mendes Pereira

Orientadora: Profa. Dra. Miriam Dupas Hubinger

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Leila Mendes Pereira,** aprovada pela Comissão Julgadora em 21 de março de 2002.

Campinas, 21 de março de 2002

Profa. Dra. Míriam Dupas Hubinger
Presidente da Banca

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção de título de Mestre em Engenharia de Alimentos.

Campinas, março de 2002.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE BC
Nº CHAMADA T/UNICAMP
P414a
V ____ EX ____
TOMBO BC/ 49154
PROC 16-837/02
C ____ D X
PREÇO R$ 11,00
DATA ____
Nº CPD ____

CM00167665-0

BIB ID 241039

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

P414a

Pereira, Leila Mendes
Acondicionamento de goiabas minimamente processadas por desidratação osmótica em embalagens sob atmosfera modificada passiva / Leila Mendes Pereira. – Campinas, SP: [s.n.], 2002.

Orientador: Míriam Dupas Hubinger
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Goiaba. 2.Embalagem. 3.Desidratação. I.Hubinger, Míriam Dupas. II.Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Miriam Dupas Hubinger

(Orientadora)

Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes

(Membro)

Prof. Dr. Benedito Carlos Benedetti

(Membro)

Prof. Dr. José de Assis Fonseca Faria

(Membro)

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

"Se você abre uma porta, você pode ou não entrar em uma nova sala. Você pode não entrar e ficar observando a vida. Mas se você vence a dúvida, o temor, e entra, dá um grande passo: nesta sala vive-se! Mas, também, tem um preço... São inúmeras outras portas que você descobre. (...) O grande segredo é saber quando e qual porta deve ser aberta. A vida não é rigorosa, ela propicia erros e acertos. Os erros podem ser transformados em acertos quando com eles se aprende. (...) a vida enriquece quem se arrisca a abrir novas portas. Ela privilegia quem descobre seus segredos e generosamente oferece afortunadas portas. (...) Para a vida, as portas não são obstáculos, mas diferentes passagens!"

Içami Tiba

Aos meus pais Eurico e Lolita
Ao Ricardo
Meu amor e minha admiração.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre me mostrar o caminho certo e estar presente em todos os momentos da minha vida;

À minha família pelo amor incondicional, aos meus pais por me ensinarem os verdadeiros valores da vida;

Ao Ricardo por compartilhar todos os momentos da minha vida, tornando as horas tristes mais amenas e as alegres mais radiantes;

À Profa. Dra. Miriam Dupas Hubinger pela orientação, através do seu conhecimento e experiência, pelo seu carinho e respeito;

À Profa. Dra. Helena Maria A. B. Cardello pela colaboração na realização das análises sensoriais;

À Claire I. G. L. Sarantópoulos e os técnicos do Centro de Tecnologia de Embalagens do Instituto de Tecnologia de Alimetos, pela colaboração e ensinamentos para a realização do trabalho;

À banca, composta pelos professores Dra. Hilary Castle de Menezes, Dr. Benedito Carlos Benedetti, Dr. José de Assis Fonseca Faria, por enriquecer o trabalho através de preciosas sugestões;

Aos departamentos de Tecnologia de Alimentos e Planejamento Alimentar e Nutrição pela concessão da utilização dos laboratórios e equipamentos durante o desenvolvimento do trabalho;

À Joyce e à Ana, responsáveis pelo "bom" funcionamento do laboratório de engenharia de processos, por sempre contribuírem de forma carinhosa e com dedicação;

À Ana Luiza e à Deise pelas conversas, risadas, choros e desabafos, pela verdadeira amizade;

À Alline pela dedicada participação e colaboração no desenvolvimento do trabalho, pelas horas de trabalho desgastantes e cansativas. Meu respeito, carinho e amizade;

À Alessandra, Edméia, Eliana e Mari pelas dicas, conselhos e "empurrõezinhos" de alunas de doutorado e amigas;

À Profa. Dra. Rosiane Lopes da Cunha, não apenas por sua contribuição como professora, mas também pela sua amizade;

À Fapesp pelo apoio financeiro e concessão da bolsa de Mestrado;

À Companhia União dos Refinadores de Açúcar e Café pela doação de açúcar;

A todos que de alguma forma comtribuíram para que essa etapa fosse concluída, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS xv

LISTA DE FIGURAS xvii

RESUMO xxi

ABSTRACT xxiii

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3

2.1. GOIABA 3

2.2. PROCESSAMENTO MÍNIMO 4

2.3. DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA 7

2.4. EMBALAGEM SOB ATMOSFERA MODIFICADA 11

2.5. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE 17

3. MATERIAL E MÉTODOS 23

3.1. MATERIAL 25

3.2. ENSAIOS PRELIMINARES 29

3.3. MÉTODOS 30

3.3.1. Caracterização da Matéria-prima 30

3.3.2. Caracterização da Amostra Controle 30

3.3.3. Processamento Mínimo 30

3.3.4. Ensaios de Embalagem sob Atmosfera Modificada 32

3.3.5. Estudo da Vida de Prateleira 35

3.3.6. Métodos Analíticos 37

3.3.7. Análise Estatística 41

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 43

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA GOIABA VERMELHA "PALUMA" 43

4.2. EFEITO DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA 44

4.3. ESCOLHA DA EMBALAGEM DE ACONDICIONAMENTO 47

4.3.1. Taxa de Respiração 49
4.3.2. Permeabilidade do Filme 50
4.3.3. Escolha da Embalagem 53
4.4. ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA 62
4.4.1. Atributos de Qualidade 63
4.4.2. Características Físico-Químicas 79
4.4.3. Análise Sensorial 89

5. CONCLUSÕES 115

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 117

APÊNDICE I 127

APÊNDICE II 129

APÊNDICE III 157

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Taxa de respiração e produção de etileno de frutas e hortaliças **12**

Tabela 2.2 – Taxa de permeabilidade de filmes utilizados em embalagens sob atmosfera modificada. **15**

Tabela 4.1 – Composição química centesimal da goiaba *in natura* **44**

Tabela 4.2 – Caracterização física da goiaba *in natura* **44**

Tabela 4.3 – Caracterização das goiabas antes e após o processo osmótico **45**

Tabela 4.4 - Taxa de respiração (CO_2 produzido) das goiabas **49**

Tabela 4.5 - Taxa de permeabilidade estimada pelo modelo matemático **51**

Tabela 4.6 - Taxa de permeabilidade das embalagens utilizadas na estocagem das goiabas **51**

Tabela 4.7 – Valores de croma C* **69**

Tabela 4.8 – Valores de tom H* **69**

Tabela 4.9 – Contagem microbiológica das goiabas durante a vida de prateleira a 5°C **77**

Tabela 4.10 - Teores de açúcares das goiabas durante a vida de prateleira **81**

Tabela 4.11 - Umidade em base úmida das goiabas durante a vida de prateleira **83**

Tabela 4.12 - Atividade de água das goiabas durante a vida de prateleira **87**

Tabela 4.13 – pH das goiabas durante a vida de prateleira **89**

Tabela 4.14 – Análise sensorial das goiabas no início da vida de prateleira **89**

Tabela 4.15 – Análise sensorial das goiabas após 5 dias de estocagem **90**

Tabela 4.16 – Análise sensorial das goiabas após 10 dias de estocagem **90**

Tabela 4.17 – Análise sensorial das goiabas após 14 dias de estocagem **91**

Tabela 4.18 – Análise sensorial das goiabas após 18 dias de estocagem **91**

Tabela 4.19 – Análise sensorial das goiabas após 21 dias de estocagem **92**

Tabela 4.20 – Análise sensorial das goiabas após 24 dias de estocagem **92**

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Transferência de massa durante o processo de desidratação osmótica 9

Figura 3.1 – Goiaba Vermelha "Paluma" 25

Figura 3.2 – Filme PD 900 27

Figura 3.3 – Filme PE 50μm 27

Figura 3.4 – Filme PVC 20μm 27

Figura 3.5 – Pote PET 27

Figura 4.1 - Perda de peso das embalagens estocadas durante 13 dias a 5°C 53

Figura 4.2 – Teores de O_2 e CO_2 no interior das embalagens PVC estocadas durante 13 dias a 5°C 57

Figura 4.3 – Teores de O_2 e CO_2 no interior das embalagens PET estocadas durante 13 dias a 5°C 57

Figura 4.4 – Teores de O_2 e CO_2 no interior das embalagens PE estocadas durante 13 dias a 5°C 59

Figura 4.5 – Teores de O_2 e CO_2 no interior das embalagens PD estocadas durante 13 dias a 5°C 59

Figura 4.6 – Análise de cor através do parâmetro L*, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas 65

Figura 4.7 – Análise de cor através do parâmetro a*, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas 65

Figura 4.8 – Análise de cor através do parâmetro b*, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas 67

Figura 4.9 – Análise de textura através da tensão de ruptura, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas 71

Figura 4.10 – Análise de textura através do tempo de relaxação, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas 71

Figura 4.11 – Análise de textura através da tensão residual, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas **73**

Figura 4.12 – Perda de peso das goiabas durante o estudo da vida de prateleira **75**

Figura 4.13 – Teores de açúcares redutores e totais das goiabas durante o estudo da vida de prateleira **81**

Figura 4.14 – Umidade em base úmida das goiabas durante o estudo da vida de prateleira **83**

Figura 4.15 – Atividade de água das goiabas durante o estudo da vida de prateleira **85**

Figura 4.16 – pH das goiabas durante o estudo da vida de prateleira **87**

Figura 4.17 – Goiaba fresca no início da vida de prateleira **93**

Figura 4.18 – Goiaba osmoticamente desidratada no início da vida de prateleira **93**

Figura 4.19 – Goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) após 10 dias de estocagem **95**

Figura 4.20 – Goiaba fresca em PET após 10 dias de estocagem **95**

Figura 4.21 – Goiaba osmoticamente desidratada em PET após 10 dias de estocagem **97**

Figura 4.22 – Goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) após 21 dias de estocagem **97**

Figura 4.23 – Goiaba fresca em PET após 21 dias de estocagem **99**

Figura 4.24 – Goiaba osmoticamente desidratada em PET após 21 dias de estocagem **99**

Figura 4.25 – Goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) após 24 dias de estocagem **101**

Figura 4.26 – Goiaba fresca em PET após 24 dias de estocagem **101**

Figura 4.27 – Goiaba osmoticamente desidratada em PET após 24 dias de estocagem **103**

Figura 4.28 - Influência do tempo de estocagem no aroma da goiaba osmoticamente desidratada nos Potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) **105**

Figura 4.29 - Influência do tempo de estocagem no sabor da goiaba osmoticamente desidratada nos Potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) **107**

Figura 4.30 - Influência do tempo de estocagem na textura da goiaba osmoticamente desidratada nos Potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) **107**

Figura 4.31 - Influência do tempo de estocagem na impressão global da goiaba osmoticamente desidratada nos Potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) **109**

Figura 4.32 - Influência do tempo de estocagem na aparência da goiaba osmoticamente desidratada nos Potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) **109**

Figura 4.33 - Influência do tempo de estocagem na cor da goiaba osmoticamente desidratada nos Potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) **111**

Figura 4.34 – Intenção do consumidor em comprar as goiabas durante a vida de prateleira **113**

Figura 4.35 – Influência do tempo de estocagem na intenção de compra dos consumidores **113**

RESUMO

Neste trabalho se propôs estudar o acondicionamento de metades de goiaba minimamente processadas por desidratação osmótica sob condições de atmosfera modificada passiva, agregando valor aos produtos de fruta e estendendo a vida de prateleira das frutas prontas para o consumo. A partir da melhor condição de tratamento osmótico obtida para esse produto, 60°Brix de solução de sacarose e 40°C, as metades de goiaba pré-tratadas foram estocadas sob diferentes condições de atmosfera modificada passiva através de seu acondicionamento em embalagens com permeabilidade seletiva ao oxigênio e ao dióxido de carbono, escolhidas a partir de modelos matemáticos. Avaliou-se periodicamente a composição gasosa no interior das embalagens, a perda de peso das embalagens e as características sensoriais do produto. Realizou-se também a avaliação visual da deterioração microbiológica, com o intuito de se escolher a melhor condição de estocagem. Entre as embalagens utilizadas, filme de policloreto de vinila (PVC) de 20μm de espessura, filme de polietileno (PE) de 50μm de espessura, filme poliolefínico coextrusado PD 900 e pote hermético redondo de polietileno tereftalato (PET) com tampa acoplada, o filme PD 900 e o pote de PET se mostraram as mais adequadas para o acondicionamento do produto, porém devido à disponibilidade, praticidade e custo, optou-se por utilizar para o estudo da vida de prateleira a embalagem de PET. O estudo da vida de prateleira foi desenvolvido através da avaliação periódica dos atributos de qualidade como cor, textura, perda de peso e contaminação microbiana e das características físico-químicas do produto como pH, atividade de água, umidade e açúcares. O produto também foi submetido à análise sensorial, com o objetivo de se verificar sua aceitação pelo consumidor. As frutas *in natura*, descascadas e cortadas, acondicionadas nos potes de PET e sob as condições do ar atmosférico foram também avaliadas para efeito de comparação. Verificou-se que a combinação da temperatura de estocagem, da embalagem sob atmosfera modificada passiva e do processo de desidratação osmótica proporcionou às goiabas minimamente processadas uma vida de prateleira de 24 dias, resultando num produto mais estável à contaminação microbiológica e com características sensoriais superiores às amostras controle, apresentando também, melhor aceitação pelo consumidor.

ABSTRACT

The proposal in this work was to study the packaging under passive modified atmosphere of guavas, minimally processed by osmotic dehydration, adding value to the products and extending the shelf life of ready-to-eat fruits. The osmotically dehydrated guava halves, obtained using the best condition of osmotic treatment for this product, sucrose solution at 60°Brix and 40°C, were stored under different conditions of passive modified atmosphere by the use of packages with selective permeability to oxygen and carbon dioxide, chosen by way of mathematical models. The atmospheric composition within the packages, package weight loss and the sensory attributes of the product, were periodically evaluated. A visual evaluation of microbial spoilage was also carried out, with the objective of choosing the best conditions for storage. Of the packages used, polyvinyl chloride film (PVC) with 20μm of thickness, polyethylene film (PE) with 50μm of thickness and coextruded polyolefin film PD 900 and polyethylene terephthalate (PET) hermetic round pot with lid, the PD 900 film and the PET pot were considered the most suitable for the packaging of the product, and due to package availability, practicality and cost, the PET pot was chosen for the shelf life study. The shelf life study was effected by way of the periodic evaluation of the quality attributes such as color, texture, weight loss and microbial spoilage, and the physio-chemical characteristics of the product such as pH, water activity, moisture and sugars. The product was also submitted to a sensory analysis, with the objective of evaluating its acceptance by the consumer. Fresh fruits, peeled and cut, packed in PET pot and stored under atmospheric air, were also evaluated for comparison. The combination of storage temperature, passive modified atmosphere package and osmotic dehydration process provided a 24-day shelf life to the minimally processed guavas, resulting in a more stable product microbiologically with better sensory attributes than the control samples, also showing better acceptance by the consumer.

1. INTRODUÇÃO

A cada dia aumenta o interesse dos consumidores por alimentação saudável e prática devido aos seus novos estilos de vida. A procura de produtos prontos para o uso, com qualidade de frescos e contendo apenas ingredientes naturais tem crescido constantemente. Na Europa e nos Estados Unidos da América verifica-se um crescimento significativo da demanda desses produtos desde a década de 1990 (Ahvenainen, 1996). O Brasil apresenta um crescimento de 10 a 15% ao ano dos produtos prontos para o uso, porém seu custo ainda é limitante para o aumento efetivo do consumo (Saabor, 2000).

Devido a essa tendência, as frutas frescas têm aumentado sua popularidade em comparação às frutas processadas, porém a dificuldade de conservação e procura por praticidade desses alimentos provocaram o aparecimento dos alimentos minimamente processados, que tem como objetivo fornecer um produto com características semelhantes às do produto fresco, sem perder suas qualidades nutricionais e com vida de prateleira suficiente para sua distribuição, comercialização e consumo.

O processamento mínimo se baseia em tecnologias que utilizam processamentos brandos dentro do conceito da tecnologia de barreiras, que emprega uma combinação de fatores para assegurar a qualidade do produto e aumentar sua vida de prateleira, tendo como objetivo principal procurar manter as características do produto *in natura*.

As frutas minimamente processadas estão sujeitas a mudanças fisiológicas e bioquímicas e à deterioração microbiológica que podem resultar na degradação da cor, textura e sabor provocadas pelas operações de descascamento e corte (Ahvenainen, 1996; Park et al., 1998). Faz-se necessário então, a utilização de uma combinação de processamentos brandos para assegurar a qualidade e aumentar a vida de prateleira desses produtos.

A redução do conteúdo de umidade juntamente com o controle da atividade respiratória das frutas são fatores de extrema importância para garantir sua estabilidade e segurança, resultando no aumento da vida de prateleira e na maior preservação dos atributos de qualidade.

A desidratação osmótica proporciona a remoção parcial da água, sendo um processo de baixo custo energético, com a possibilidade de reaproveitamento das soluções desidratantes e resultando em um produto de alta qualidade, devido à possibilidade de impregnação de componentes de interesse sensorial e nutricional.

A atmosfera modificada tem como objetivo criar uma composição de gás ideal dentro da embalagem, onde a atividade respiratória do produto seja a menor possível, desde que os níveis de oxigênio e dióxido de carbono não sejam prejudiciais ao mesmo (Ahvenainen, 1996). O uso desse tipo de atmosfera, com o intuito de prolongar a vida de prateleira de produtos minimamente processados, sobretudo em frutas e hortaliças cortadas e lavadas, prontas para o consumo tem sido abordado por Kader et al. (1989), Gunes & Lee (1997), Howard & Hernandez-Brenes (1998).

Assim, o objetivo geral neste trabalho foi estudar o acondicionamento de metades de goiaba pré-tratadas osmoticamente, sob condições de atmosfera modificada passiva dentro do contexto de alimentos minimamente processados, visando melhorar a qualidade e prolongar a vida de prateleira das frutas prontas para o consumo. Apresentando como objetivos específicos:

- Escolher a embalagem sob atmosfera modificada passiva adequada para o acondicionamento de metades de goiabas osmoticamente desidratadas.

- Avaliar o efeito da desidratação osmótica e da atmosfera modificada passiva associada à refrigeração na vida de prateleira de goiabas minimamente processadas.

- Verificar a aceitação do produto pelo consumidor.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. GOIABA

A goiaba (*Psidium guajava* L.), originada nas regiões Tropicais Americanas, é a espécie de maior interesse comercial pertencente ao gênero *Psidium* da família *Myrtacea*, cujo cultivo se estende a todas as regiões tropicais e sub-tropicais do mundo (Pereira, 1995; Medina, 1978).

O Brasil situa-se entre os principais produtores de goiaba, juntamente com Índia, Paquistão, Egito, Venezuela, Estados Unidos, entre outros, com destaque para os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais na região Sudeste, Bahia, Pernambuco e Paraíba no Nordeste, Goiás no Centro-Oeste e Rio Grande do Sul e Paraná na região Sul (Pereira, 1995). Segundo a Secretaria Estadual de Agricultura, São Paulo produz cerca de 70% da safra nacional de goiabas, estimada em 100 mil toneladas por ano.

Apesar da grande disponibilidade do fruto no Brasil, ele é pouco explorado sendo sua produção direcionada principalmente para as indústrias de pastas, sucos e compotas. Atualmente, mediante investimentos em adubação, podas programadas e irrigação, a produção voltada para o consumo de mesa (*in natura*) tem crescido consideravelmente. Os avanços e investimentos na produção estão gerando frutos de melhor qualidade que podem ser aceitos tanto pela indústria quanto pelo mercado *in natura* (Carmo, 2000).

A variedade vermelha "Paluma" é considerada de excelente qualidade, podendo atender as exigências do mercado *in natura* e da indústria, apresentando um rendimento (g polpa / kg goiaba) superior às variedades tradicionais (Carmo, 2000). Pereira (1995) caracteriza a variedade através de frutos grandes piriformes com pescoço curto, casca lisa e amarela quando maduros, polpa firme e espessa de cor vermelha intensa e sabor agradável.

Existem grandes variações no peso, forma, sabor, valor nutritivo, espessura da polpa, coloração e rugosidade da casca das goiabas. O peso pode variar de 50 a 800g, a forma de redonda a piriforme com pescoço longo, sabor e valor nutritivo muito variáveis encontrando-se frutos muito doces e extremamente ácidos entre as variedades, espessura da polpa entre menos de 1cm e aproximadamente 2cm, coloração da casca em frutos maduros de verde a amarela e da polpa do branco ao vermelho intenso, passando pelo amarelo e rosa (Pereira, 1995).

Ainda de acordo com o mesmo autor, a goiaba é uma das mais completas e equilibradas frutas em relação ao valor nutritivo, destacando-se por seus teores de elementos minerais como cálcio, fósforo e potássio, e vitaminas A e C, além de teores consideráveis de proteínas e fibras. Carvalho (1999) considera também os teores de vitaminas do complexo B como tiamina e niacina e apresenta o teor de ácido ascórbico (vitamina C) da goiaba como sendo um dos mais altos entre as frutas tradicionais, estando, segundo o autor, inferior apenas ao da acerola. Porém os autores enfatizam que grandes variações nos teores dos componentes nutritivos podem ocorrer devido à variedade do fruto, estádio de maturação no momento da colheita, condições climáticas durante o desenvolvimento dos frutos e procedimentos durante o cultivo.

2.2. PROCESSAMENTO MÍNIMO

Uma combinação de técnicas usadas em pós-colheita, como pré-resfriamento, refrigeração, atmosfera controlada, preparo para o consumo e embalagem individual definem o conceito de processamento mínimo, porém a indústria alimentícia estendeu esse conceito empregando uma variedade de tecnologias e suas combinações para produzir frutas e hortaliças minimamente processadas, envolvendo apenas processamentos brandos para assegurar a qualidade do produto e aumentar a sua vida de prateleira.

Ohlsson (1994) apresenta, entre as novas tecnologias utilizadas, processos térmicos brandos, embalagem sob atmosfera modificada associada à refrigeração, irradiação na embalagem, tratamento à alta pressão, embalagem ativa, utilização de pulsos elétricos,

tratamento com aditivos e preservativos e a tecnologia de barreiras ou métodos combinados de preservação.

De acordo com Ahvenainen (1996) o processamento mínimo de frutas e hortaliças apresenta dois propósitos. Primeiro, manter o produto com características de fresco, além de fornecê-lo numa forma conveniente, sem perder sua qualidade nutricional. Segundo, o produto deve apresentar uma vida de prateleira suficiente para tornar sua distribuição possível aos potenciais consumidores.

Segundo o mesmo autor, hortaliças minimamente processadas podem ser produzidas com base em diversos princípios de trabalho. Se o produto será produzido hoje e consumido amanhã, então métodos de processamento simples podem ser utilizados. Se o produto requer uma vida de prateleira de vários dias, acima de uma semana, como no caso de produtos destinados à venda a varejo, então métodos de processamento mais avançados e tratamentos utilizando a tecnologia de barreiras são necessários.

De acordo com Alzamora et al. (1998) a tecnologia de barreiras pode ser aplicada na preservação dos alimentos minimamente processados em vários aspectos: nos produtos de curta vida de prateleira, com o objetivo de diminuir os riscos de deterioração e aumentar sua vida útil, nos produtos de longa vida de prateleira como uma importante ferramenta para melhorar a qualidade sem sacrificar sua estabilidade microbiológica ou como um novo processo de preservação para obtenção de novos alimentos minimamente processados.

O efeito das operações unitárias na qualidade de hortaliças minimamente processadas foi estudado por Park et al. (1998), que verificaram que a qualidade microbiológica das hortaliças preparadas é fortemente influenciada pela lavagem, descascamento e corte. Segundo Ahvenainen (1996) durante as operações de descascamento e corte, muitas células são rompidas e produtos intracelulares, como enzimas oxidativas, são liberados, a superfície do produto fica exposta ao ar e à possível contaminação por bactérias, fungos e leveduras. Howard & Hernandez-Brenes (1998) afirmam que as operações unitárias rompem os tecidos das frutas e hortaliças, permitindo

interações entre substrato e enzima e exposição dos nutrientes antioxidantes ao oxigênio, resultando na sua destruição.

Devido a essas características das frutas e hortaliças minimamente processadas, vários estudos têm sido realizados com o objetivo de alcançar melhor qualidade e extensão da vida de prateleira através da utilização de processamentos brandos dentro do conceito da tecnologia de barreiras. A aplicação dessa tecnologia nas frutas e hortaliças minimamente processadas tem sido direcionada principalmente na utilização de aditivos, como agentes protetores de textura e agentes antioxidantes, em combinação ou não a depressores de atividade de água, no emprego de embalagens sob atmosfera modificada e refrigeração e em tratamentos térmicos brandos associados à adição de aditivos.

Gamage et al. (1997) utilizaram o tratamento da polpa da fruta do conde com ácido ascórbico combinado à embalagem sob atmosfera modificada e refrigeração, com o objetivo de preservar a cor e o sabor da fruta fresca na polpa resfriada e garantir uma vida de prateleira razoável. Verificaram que essa combinação conferiu à polpa resfriada uma vida de prateleira de 4 semanas, suficiente para o uso e o transporte, além de oferecer vantagens em relação ao tratamento convencional da polpa congelada, devido ao escurecimento sofrido durante o descongelamento.

Luna-Guzmán et al. (1999) estudaram a influência da aplicação de cloreto de cálcio associada a um processo de branqueamento na textura e na atividade metabólica de pedaços de melão estocados sob ar atmosférico e à temperatura de 5°C. Verificaram que a combinação dos tratamentos resultou em melhor textura e no retardamento do metabolismo através da redução da taxa de respiração dos melões minimamente processados, fornecendo uma potencial vida de prateleira de 12 dias, porém sendo necessário avaliar as características sensoriais e a estabilidade microbiológica do produto.

O acondicionamento de pimentas jalapeño (*Capsicum annuum*) minimamente processadas em embalagens sob atmosfera modificada foi estudado por Howard & Hernandez-Brenes (1998). Os autores verificaram que o processamento mínimo (lavagem,

descascamento e corte) prejudica os atributos de qualidade (cor, textura e umidade) e as substâncias antioxidantes, devido ao rompimento dos tecidos e à maior exposição ao oxigênio. No entanto, a utilização de embalagem sob atmosfera modificada combinada à refrigeração resultou na maior preservação desses atributos quando comparada à estocagem em ar atmosférico.

Os trabalhos mostram que a utilização de barreiras proporciona grandes benefícios à qualidade de frutas e hortaliças minimamente processadas durante a vida de prateleira, através da preservação das características, de cor, textura e umidade e da redução da atividade metabólica dos produtos, porém esses benefícios devem estar associados à estabilidade microbiológica e à aceitação do produto em relação aos atributos sensoriais para a determinação da vida útil desses produtos.

2.3. DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

Desde a antiguidade é conhecido que os alimentos com maior conteúdo de umidade são os mais perecíveis, de tal maneira que o controle do conteúdo de umidade de um produto tem sido uma importante ferramenta para a sua conservação (Welti & Vergara, 1997). Segundo Labuza (1980) o controle do conteúdo de umidade de um alimento é feito através da remoção da água ou da combinação da mesma, de forma que o alimento se torne estável à deterioração química e microbiana.

Um processo que permite uma parcial redução do conteúdo de umidade do alimento é a desidratação osmótica, possibilitando também a sua formulação de maneira simultânea.

De acordo com Torreggiani & Bertolo (2001) a característica diferencial da desidratação osmótica, comparada a outros processos de desidratação, é que ela permite a penetração de solutos no alimento, sendo possível modificar, de certa forma, a sua formulação. Esse processo permite ajustar a composição físico-química do alimento adicionando agentes redutores de atividade de água, incorporar ingredientes ou aditivos

como antioxidantes e outros preservativos ao alimento, adicionar solutos de interesse nutricional ou sensorial e fornecer alimentos com diferentes características de consistência.

O processo de desidratação osmótica é uma técnica de concentração de alimentos sólidos, que consiste em colocar pedaços de frutas ou hortaliças numa solução hipertônica de desidratação. Soluções de açúcares são usualmente empregadas, causando ao menos dois principais fluxos simultâneos em contra corrente: uma saída de água do produto para a solução e uma transferência do soluto da solução desidratante para o produto. Porém a difusividade dos açúcares é muito menor que a da água, tornando possível processos que resultam numa remoção substancial de água com apenas uma pequena absorção de açúcares (Karel, 1975).

Outro fluxo verificado durante a desidratação osmótica é a difusão de solutos naturais (açúcares, ácidos orgânicos, sais minerais, etc.) da fruta para a solução desidratante. Porém, segundo Heng et al. (1990), quantitativamente esse fluxo é desprezível, mas pode ser importante para a qualidade do produto. A figura 2.1 mostra a transferência de massa verificada durante o processo osmótico.

A desidratação osmótica é um processo simultâneo de difusão de água e soluto. Desde que a solução desidratante tem uma maior pressão osmótica e, portanto, uma menor atividade de água, surge uma força motriz para a remoção de água do alimento. Porém como a parede celular do alimento age como uma membrana semipermeável e, portanto é apenas parcialmente seletiva, ocorre sempre alguma transferência de soluto da solução para o alimento e do alimento para a solução (Lerici et al., 1985).

Segundo Ponting et al. (1966) a utilização de solução concentrada de açúcar para a desidratação osmótica de pedaços de frutas, além de reduzir o teor de água do produto, protege a sua qualidade, pois a alta concentração de açúcar ao redor dos pedaços de fruta previne a descoloração causada por enzimas oxidativas, conferindo-lhes uma cor atrativa, além de produzir um produto com doçura agradável devido à pequena quantidade de açúcar que é absorvida pela fruta.

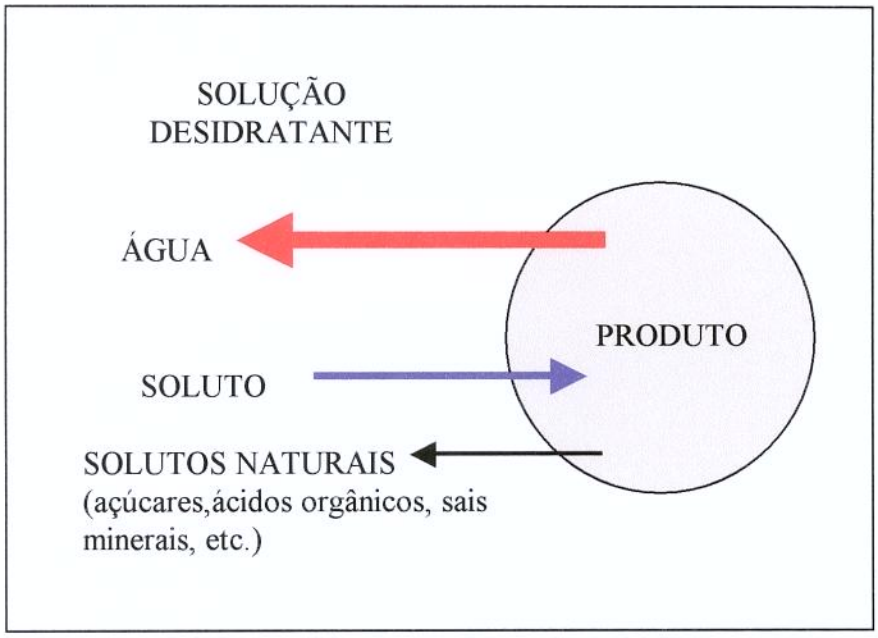


Figura 2.1 - Transferência de massa durante o processo de desidratação osmótica

Krokida et al. (2000) afirmam que o processo de imersão de frutas em soluções de açúcares pode ser utilizado como um método de preservação de cor. Ao estudarem o efeito do pré-tratamento osmótico na cor de maçãs e bananas, cortadas em cilindros, submetidas à secagem verificaram que as reações de escurecimento das frutas ocorridas durante a secagem são inibidas pela desidratação osmótica através da impregnação dos açúcares.

Torreggiani & Bertolo (2001) apresentam como o grande apelo da desidratação 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 de frutas existentes no mercado e preparar frutas com propriedades funcionais.

De acordo com Heng et al. (1990) a desidratação osmótica como pré-tratamento aos processos de secagem, pasteurização ou congelamento é um interessante caminho para a valorização de frutas tropicais. Em seu estudo com cubos de mamão a desidratação osmótica se mostrou interessante comparada ao processo de secagem tradicional, devido à preservação da qualidade sensorial e à economia de energia.

As variáveis de processo envolvidas na desidratação osmótica são: tipo de agente desidratante, temperatura, tempo de processo, concentração da solução desidratante, proporção de massas produto:solução e agitação. Em função dessas variáveis a desidratação osmótica pode promover diferentes efeitos numa mesma matéria-prima, entre eles, a proporção entre a perda de água, que afeta principalmente a consistência, e o ganho de soluto proveniente da solução desidratante, que afeta o aroma e o sabor (Torreggiani & Bertolo, 2001).

Argandoña (1999), no estudo de desidratação osmótica de goiaba como pré-tratamento à secagem utilizando sacarose como agente desidratante, verificou que a concentração da solução desidratante foi a variável que mais influenciou as taxas de remoção de água e ingresso de soluto, enquanto que a temperatura teve um efeito moderado, além de concluir que o pré-tratamento osmótico mostrou-se eficiente, obtendo-se um produto de umidade intermediária com qualidades sensoriais superiores ao produto sem pré-tratamento osmótico submetido à secagem.

2.4. EMBALAGEM SOB ATMOSFERA MODIFICADA

O conceito básico da conservação em atmosferas modificadas surgiu da constatação de que os alimentos se deterioram, ao menos em parte, pela ocorrência de reações oxidativas. Essas reações podem ser resultado do próprio metabolismo celular do produto (como é o caso de frutas e hortaliças frescas); do desenvolvimento de microrganismos patógenos ou deterioradores; ou como resultado da atividade de enzimas que usam o oxigênio gasoso como substrato. Alterar a composição da atmosfera ao redor do alimento inibe ou retarda estas reações, aumentando a sua vida útil (Valle & Palma, 1997).

As frutas e hortaliças continuam seus processos vitais mesmo após a colheita. Conseqüentemente, a respiração e outros processos metabólicos associados ao amadurecimento e senescência continuam ativos. Em especial, as frutas climatéricas como goiaba, banana e mamão apresentam seus picos respiratórios após a colheita, ou seja, os

maiores consumos de oxigênio e produções de dióxido de carbono são verificados após a fruta ser colhida.

A respiração é um processo metabólico responsável pelo suprimento de energia para a ocorrência dos processos bioquímicos das plantas, que consiste na quebra oxidativa das reservas orgânicas produzindo dióxido de carbono e água com liberação de energia (Oliveira et al., 1998). Crisosto et al. (2000), Kader (2000), Suslow & Cantwell (2000) apresentam a taxa de respiração e a produção de etileno de algumas frutas e hortaliças a 20°C (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Taxa de respiração e produção de etileno de frutas e hortaliças.

Tipo de fruta ou hortaliça	Taxa de respiração (ml CO_2 $kg^{-1}h^{-1}$)	Produção de etileno (µl C_2H_4 $kg^{-1}h^{-1}$)
Figo	20 – 30	4 – 6
Goiaba	10 – 70	1 – 20
Mamão	15 – 35	1 – 15
Kiwi	15 – 20	50 – 100
Manga	35 – 80	0,5 – 8,0
Uva	12 – 15	< 0,1
Abacaxi	8 – 10	< 0,2
Tomate	12 – 22	4,3 – 4,9
Brócolis	140 – 160	< 0,1
Pepino	7 – 24	0,1 – 1,0
Espinafre	86 – 143	< 0,1

Fonte: Crisosto et al., 2000; Kader, 2000; Suslow & Cantwell, 2000.

Sabe-se que as altas taxas de respiração estão diretamente relacionadas aos processos de amadurecimento e conseqüente deterioração ocorridos após a colheita das frutas e hortaliças. Segundo Kader (1986) a deterioração pós-colheita de produtos frescos

pode ser causada por vários fatores em adição à alta taxa de respiração, incluindo mudanças bioquímicas associadas ao metabolismo respiratório, biossíntese e ação do etileno, mudanças de composição do produto, mudanças anatômicas associadas ao crescimento e desenvolvimento, injúrias físicas, perda de água, desordens fisiológicas e desenvolvimento microbiano. Portanto baixos níveis de oxigênio e/ou elevados níveis de dióxido de carbono na atmosfera de armazenagem desses produtos podem diminuir a taxa respiratória, retardando o amadurecimento e as mudanças associadas a ele.

De acordo com Ahvenainen (1996) o princípio básico da embalagem sob atmosfera modificada é que esta pode ser alcançada de forma passiva usando materiais de embalagem permeáveis, ou de forma ativa usando uma mistura específica de gás, juntamente ao material de embalagem permeável. O objetivo dos dois princípios é criar uma composição de gás ideal dentro da embalagem, onde a atividade respiratória do produto seja a menor possível, mas os níveis de oxigênio e dióxido de carbono não sejam prejudiciais ao mesmo.

Aplicações das tecnologias de atmosfera controlada e atmosfera modificada incluem armazenagem por longos períodos de maçãs, pêras, kiwis, repolho e repolho chinês; armazenagem temporária e/ou transporte de morangos, cerejas, bananas e outros produtos; e embalagens sob atmosfera modificada de hortaliças minimamente processadas como alface, aipo, repolho e brócolis. A ampla variedade de filmes poliméricos com características de difusão de gás diversas é um estímulo para o uso de embalagens sob atmosfera modificada de produtos frescos (Kader et al., 1989).

A atmosfera modificada através da utilização de filmes poliméricos com permeabilidades seletivas ao oxigênio e ao dióxido de carbono pode atingir níveis baixos de O_2 e/ou elevados de CO_2, porém esses níveis devem estar de acordo com os limites tolerados pelo tipo de produto. A exposição de frutas e hortaliças frescas a teores de O_2 menores e de CO_2 maiores que os adequados pode provocar o aumento da respiração anaeróbica e conseqüente acúmulo de etanol e acetaldeído causando odores indesejáveis. Teores de O_2 e CO_2 acima dos limites tolerados pelo produto podem também induzir desordens fisiológicas como desenvolvimento de manchas marrons em alfaces,

escurecimento da superfície em aspargos, escurecimento interno em repolhos, *brownheart* ou coração marrom em maçãs e *blackheart* ou coração negro em batatas (Kader et al., 1989 e Chitarra & Chitarra, 1990).

Crisosto et al. (2000), Kader (2000), Suslow & Cantwell (2000) apresentam as condições de atmosfera de armazenagem recomendadas para algumas frutas e hortaliças frescas, entre elas, 5-10%O_2+15-20%CO_2 para figos, 2-5%O_2+1-3%CO_2 para uvas, 7-10%O_2+5-10%CO_2 para espinafres, 1-2%O_2+5-10%CO_2 para brócolis, 3-5%O_2+10%CO_2 para pepinos, 2-5%O_2 para goiabas e 3-5%O_2+5-8%CO_2 para mamões.

Nas embalagens sob atmosfera modificada, após o estabelecimento do equilíbrio gasoso, o dióxido de carbono produzido pelo produto na respiração é transferido para a atmosfera externa e o oxigênio consumido pelo produto é suprido pela mesma. Inicialmente a taxa de respiração do produto é muito maior que a permeabilidade da embalagem aos gases O_2 e CO_2. Os gradientes de concentração dos gases através da embalagem também são pequenos. Conseqüentemente, nesse estágio inicial, os fluxos gasosos através da embalagem não são suficientes para compensar os fluxos gasosos promovidos pela respiração, resultando no acúmulo de CO_2 e redução de O_2 dentro da embalagem e no aumento dos gradientes de concentração dos gases através da mesma, provocando um aumento nas taxas de troca gasosa. Eventualmente, as diferenças entre os fluxos da respiração e os fluxos gasosos através da embalagem desaparecem e concentrações constantes de oxigênio e dióxido de carbono são estabelecidas dentro da embalagem (Lee et al., 1996).

A escolha da embalagem utilizada para o acondicionamento do produto visando o estabelecimento de uma atmosfera modificada eficiente, ou seja, com concentrações adequadas de oxigênio e dióxido de carbono para o produto, deve ser feita considerando suas permeabilidades aos gases e a taxa de respiração do produto.

Vários estudos têm se concentrado na seleção de filmes através da utilização de modelos que se baseiam no balanço de massa dos gases na embalagem no estado

estacionário (respiração/permeação). Esse método utiliza a taxa de respiração do produto na temperatura de estocagem e as concentrações de O_2 e/ou CO_2 ótimas para o produto, considerando constantes a taxa de respiração e a temperatura de armazenagem e a concentração dos gases uniforme dentro da embalagem. Apesar disso, o método pode ser empregado para estimar a permeabilidade requerida para um produto específico na atmosfera de estocagem desejada. Entre as limitações apresentadas pelo método, tem-se a consideração de que a taxa respiratória não é afetada pelos teores de O_2 e CO_2 no interior da embalagem e o quociente respiratório (razão entre o CO_2 produzido e o O_2 consumido) ser normalmente assumido igual a um (Lee et al., 1996, Oliveira et al., 1998). Alguns pesquisadores como Cameron et al. (1989) e Lee et al. (1991) propuseram modelos para avaliar o efeito das concentrações gasosas na taxa de respiração, porém são modelos empíricos ou baseados na equação de Michaelis-Menten que requerem dados não freqüentemente encontrados na literatura e de difícil obtenção experimental.

Garcia et al. (1989) apresentam as taxas de permeabilidade de alguns filmes plásticos utilizados em embalagens sob atmosfera modificada (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Taxa de permeabilidade de filmes utilizados em embalagens sob atmosfera modificada.

Tipo de filme com 25μm de espessura	Taxa de permeabilidade a 25°C e 1atm ($cm^3\ m^{-2}\ dia^{-1}$)	
	O_2	CO_2
Polietileno baixa densidade	5800 – 9650	25000 –41000
Polipropileno	2325 – 3720	7750 – 12400
Policloreto de vinila	4650 – 9300	46500 – 93000
Polipropileno biorientado	1800 – 3120	8370
Polietileno tereftalato	47 – 93	233 – 388

Fonte: Garcia et al., 1989.

Segundo Howard & Hernandez-Brenes (1998) filmes poliméricos com permeabilidade variada ao oxigênio, dióxido de carbono e vapor de água, resultam numa atmosfera modificada que pode prolongar a vida de prateleira de frutas e hortaliças minimamente processadas. Em seu estudo com pimentas jalapeño (*Capsicum annuum*) minimamente processadas, concluíram que o acondicionamento em embalagens sob atmosfera modificada resultou em maior preservação dos atributos de qualidade, como textura, cor e umidade, em comparação às pimentas estocadas sob as condições do ar atmosférico.

De acordo com Varoquaux et al. (1996), embalagens sob atmosfera modificada combinadas à armazenagem refrigerada oferecem potenciais benefícios para prolongar a vida de prateleira de frutas e hortaliças, pela redução da deterioração microbiológica e de algumas atividades enzimáticas indesejáveis, por exemplo as responsáveis pelo escurecimento enzimático. Concluíram que o crescimento microbiológico é a principal causa da deterioração de brotos de feijão e que a utilização de embalagem sob atmosfera modificada com baixa permeabilidade ao oxigênio, associada à armazenagem refrigerada, reduziu o crescimento dos microrganismos aeróbios mesófilos e retardou o desenvolvimento do escurecimento enzimático, permitindo o aumento da vida de prateleira.

Howard & Hernandez-Brenes (1998) atribuíram à atmosfera modificada a preservação dos nutrientes antioxidantes das frutas e hortaliças minimamente processadas, através da redução do teor de oxigênio ao redor do produto, pois a ruptura dos tecidos causada pelas operações unitárias (lavagem, descascamento e corte) aumenta a exposição desses nutrientes ao oxigênio, resultando na sua destruição.

Ao estudar a influência de diferentes embalagens sob atmosfera modificada em goiabas brancas de mesa, Yamashita & Benassi (1998) verificaram que uma das principais funções da embalagem sob atmosfera modificada é reduzir a perda de peso do produto, impedindo que o fruto desenvolva uma aparência enrugada, mantendo o sabor próximo do produto não embalado e prolongando a vida de prateleira por mais de 24 dias.

Vários benefícios à conservação de frutas e hortaliças promovidos pela atmosfera modificada, com baixos níveis de oxigênio e altos níveis de dióxido de carbono, são relatados por Kader et al. (1989) e Valle & Palma (1997), como diminuição da taxa de respiração, inibição da produção e ação do etileno, redução do crescimento microbiano e da atividade enzimática, desde que as concentrações de oxigênio e dióxido de carbono estejam dentro dos limites tolerados pelo produto. Quando armazenadas em condições recomendadas de atmosfera modificada, as taxas de respiração e de produção de etileno das plantas são inibidas, resultando numa grande retenção dos atributos sensoriais (Kader et al., 1989).

A taxa respiratória está diretamente relacionada com o amadurecimento onde ocorre a decomposição do amido em açúcares solúveis, o amolecimento da polpa, a perda da cor verde e o aparecimento de aromas e sabores característicos da fruta madura. Níveis baixos de oxigênio e altos de dióxido de carbono diminuem a taxa respiratória e retardam as mudanças associadas a ela (Valle & Palma, 1997).

Pode-se concluir que a atmosfera modificada permite uma maior conservação às frutas minimamente processadas através da menor exposição ao oxigênio, provocando a diminuição da taxa respiratória, maior retenção dos nutrientes antioxidantes, redução da deterioração microbiológica e da atividade enzimática e menor desidratação e perda de umidade, resultando na maior preservação dos atributos de qualidade e no aumento da vida de prateleira.

2.5. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

Kramer & Twigg (1970) definem a qualidade como uma combinação de características que diferenciam unidades individuais do produto e são importantes na determinação do grau de aceitabilidade dessas unidades pelo consumidor.

Embora os atributos de qualidade dos produtos minimamente processados sejam similares aos dos produtos tradicionalmente processados, há uma maior ênfase nas suas características visuais. Um produto minimamente processado precisa ter aparência consistente e fresca, ser de cor aceitável e ser razoavelmente livre de defeitos (Shewfelt, 1987).

Segundo Watada & Qi (1999) os consumidores esperam que um produto minimamente processado seja sem defeitos, de ótimo grau de maturação e com características de fresco, nas quais estão envolvidas aparência geral, qualidade sensorial e nutricional.

De acordo com Ahvenainen (1996) a maioria dos estudos de frutas e hortaliças frescas ou minimamente processadas tem se interessado pela qualidade de mercado, determinada através de medidas de cor, sabor e textura, como também pela avaliação microbiológica. Lin & Schyvens (1995) afirmam que a textura é um dos mais importantes atributos de qualidade que afetam a aceitabilidade das hortaliças e frutas processadas. Kajuna et al. (1998) alegam que a cor tem sido sempre o principal critério dos consumidores para avaliação da qualidade, com isso o controle da cor tem se tornando um componente da estratégia de *marketing* das indústrias.

Durante o descascamento e corte, a superfície do produto é exposta ao ar e a possível contaminação por bactérias, fungos e leveduras. Por não serem submetidas a tratamentos térmicos, as frutas e hortaliças minimamente processadas, sem considerar o uso de aditivos ou embalagens, devem ser manuseadas e estocadas a temperaturas de refrigeração, para alcançar uma vida de prateleira suficiente e garantir a segurança microbiológica (Ahvenainen, 1996). Por outro lado, Brackett (1994) considera frutas e hortaliças minimamente processadas relativamente seguras quando comparadas a outros alimentos, especialmente as frutas, pois são geralmente ácidas o suficiente para prevenir o crescimento de patógenos.

Segundo Park et al. (1998) apesar das vantagens, como conveniência e frescor, os alimentos minimamente processados têm a limitação da rápida deterioração da qualidade e curta vida de prateleira devido aos danos do tecido causados pelo processo. A lavagem a baixas temperaturas (5°C) reduziu a contagem microbiana de alhos e cebolas minimamente processados, o descascamento e corte por outro lado provocaram um aumento da carga microbiológica, sendo este intensificado pela severidade do corte das cebolas e tipo de descascamento dos alhos (seco ou úmido). As etapas de descascamento e corte permitem maior contato entre as partes das plantas contaminadas e outros tecidos, fazendo com que as hortaliças sejam suscetíveis à proliferação microbiana.

De acordo com Agar et al. (1999) o aumento na ocorrência das reações bioquímicas, como aumento da taxa de respiração e produção de etileno, causadas pelo descascamento, corte e outras injúrias mecânicas nas frutas minimamente processadas, está relacionado com as mudanças de cor, sabor, textura, qualidade nutricional e suscetibilidade à desidratação. Em um estudo com fatias de kiwis verificou que a temperatura de estocagem, o grau de dano do tecido e a composição de gás da atmosfera são fatores primordiais para a retenção da qualidade.

Avaliando a vida de prateleira de laranjas minimamente processadas (descascadas e cortadas), refrigeradas e estocadas em ar atmosférico, Rocha et al. (1995) verificaram que a qualidade sensorial foi o fator limitante da vida útil das laranjas, determinada em 5 dias devido a mudanças de aroma e sabor, sendo que as principais características físico-químicas permaneceram praticamente inalteradas durante 8 dias de estocagem e o produto mostrou-se microbiologicamente seguro durante 15 dias. Concluíram então, que a dificuldade em prolongar a vida de prateleira de laranjas minimamente processadas está na preservação do aroma e sabor das frutas.

Ao estudar pimentas jalapeño (*Capsicum annuum*), Howard & Hernandez-Brenes (1998) verificaram que a cor e perda de umidade das pimentas foram influenciadas pela embalagem sob atmosfera modificada. As pimentas embaladas em filmes de polietileno apresentaram maior preservação da cor em relação às pimentas embaladas sob as condições

do ar atmosférico, indicada pela maior intensidade da cor verde. A maior retenção da cor verde pode ser relacionada com a menor desidratação e/ou prevenção da degradação da clorofila, promovidas pelos elevados teores de dióxido de carbono e baixos teores de oxigênio no interior das embalagens. Em relação à textura verificaram que as pimentas embaladas sob ar atmosférico apresentaram maior firmeza, avaliada pela força máxima de cisalhamento, que as pimentas embaladas sob atmosfera modificada, provavelmente devido à perda de umidade e desidratação.

A vida de prateleira de fatias de tomate, armazenadas sob diferentes temperaturas (2 e 10°C) foi avaliada por Artés et al. (1999), com o objetivo de verificar os efeitos da utilização do cloreto de cálcio e da atmosfera modificada na manutenção da qualidade. Verificaram que a firmeza das fatias de tomate, baseada na resistência da fruta à deformação, é influenciada pela temperatura e tempo de estocagem, apresentando um decréscimo tanto em relação ao aumento de temperatura como em relação ao aumento do tempo de estocagem e que as utilizações do cloreto de cálcio e da atmosfera modificada não apresentam efeito na retenção da firmeza. Em relação à cor, verificaram que o fator mais importante foi a temperatura sendo que a temperatura de 2°C foi capaz de manter a cor praticamente constante independente do tratamento utilizado. Porém, a utilização da atmosfera modificada foi efetiva na manutenção das características sensoriais das fatias de tomate, apresentando-se como o melhor tratamento para a armazenagem de tomates minimamente processados durante 10 dias à temperatura de 2°C.

Segundo Mohamed et al. (1996) a textura, a cor e a deterioração microbiana das frutas estão negativamente relacionadas com a temperatura e o tempo de estocagem. Ao estudar algumas embalagens e temperaturas na estocagem de "Ciku" (*Achras sapota L)*, utilizando frutas armazenadas em ar atmosférico como controle, verificaram que as frutas embaladas em filmes de polietileno de baixa densidade e estocadas à temperatura de 10°C apresentaram maior aceitação em relação à textura e cor e menor deterioração por fungos que as outras embalagens testadas, mostrando que esse tipo de embalagem e a temperatura utilizada permitiram uma modificação adequada da atmosfera ao redor do produto durante a

estocagem, proporcionando uma vida de prateleira de 4 semanas, sendo que as amostras acondicionadas sob as condições do ar atmosférico apresentaram os piores resultados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho consistiu em estudar o acondicionamento de goiabas minimamente processadas por desidratação osmótica em embalagens sob atmosfera modificada passiva, escolhendo a melhor condição de estocagem do produto e avaliando sua vida de prateleira e sua aceitação pelo consumidor.

As goiabas em metades foram osmoticamente desidratadas com a utilização de solução de sacarose, caracterizadas e avaliadas quanto à taxa de respiração para a seleção das embalagens de acondicionamento, feita através de modelos matemáticos.

As goiabas osmoticamente desidratadas foram acondicionadas nas embalagens selecionadas e estocadas à temperatura de 5°C, definida no primeiro teste de escolha de embalagem (p.47). Avaliou-se a composição gasosa no interior das embalagens, a perda de peso, as características sensoriais e a deterioração microbiológica visual do produto.

A partir dessas avaliações, escolheu-se a melhor condição de estocagem para o estudo da vida de prateleira do produto, onde foram analisados seus atributos de qualidade e suas características físico-químicas. Durante a vida de prateleira o produto foi submetido também a análise sensorial, com o objetivo de verificar sua aceitação pelo consumidor.

Goiabas sem o tratamento osmótico, *in natura*, acondicionadas sob atmosfera modificada passiva e sob as condições do ar atmosférico foram utilizadas como controle.

Realizou-se alguns ensaios preliminares nas etapas de desidratação osmótica, lavagem e sanitização e drenagem do produto para definir algumas etapas do trabalho.

3.1. MATERIAL

Matéria-prima

Utilizou-se goiaba (*Psidium guajava L.)* da variedade vermelha "Paluma", fornecida pela Indústria Val Frutas, localizada na cidade de Vista Alegre do Alto, SP. As frutas foram selecionadas fornecendo amostras padronizadas de acordo com tamanho, formato e grau de maturação, sendo este maduro. A Figura 3.1 mostra a matéria-prima utilizada.

Figura 3.1 – Goiaba Vermelha "Paluma".

Agente Desidratante

A solução desidratante utilizada na desidratação osmótica foi preparada com água destilada e sacarose comercial (marca União), na concentração de 60°Brix (Argandoña, 1999).

Agente Sanitizante

A sanitização da matéria-prima foi feita com a utilização do Desinfetante Clorado para Verduras e Frutas – Sumaveg, da Diversey Lever, nas concentrações de 0,55 e 0,20% (p/v). Componente químico: Dicloro S. Triazinatriona Sódica Dihidratada.

Embalagem

Foram utilizados 3 tipos de filmes plásticos, sendo o produto acondicionado em bandejas de poliestireno expandido, marca Meiva, modelo M-52, da Jim Embalagens (Campinas, SP) e um tipo de embalagem rígida de polietileno tereftalato, com permeabilidades seletivas ao oxigênio, dióxido de carbono e vapor de água.

- Filme poliolefínico coextrusado PD 900 da Cryovac (São Paulo, SP).
- Filme de polietileno (PE) de 50μm da Gil Plásticos (Campinas, SP).
- Filme de policloreto de vinila esticável (PVC) de 20μm da Goodyear (Americana, SP).
- Pote hermético redondo de polietileno tereftalato (PET) com tampa acoplada de 350ml, marca Rotlen, da Treviplast (Avellaneda, Buenos Aires).

As Figuras 3.2 a 3.5 apresentam as embalagens utilizadas.

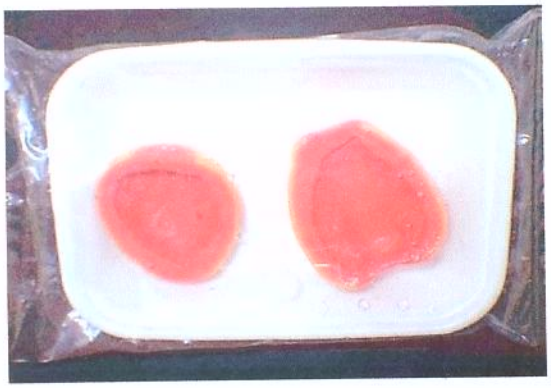


Figura 3.2 – Filme PD 900.

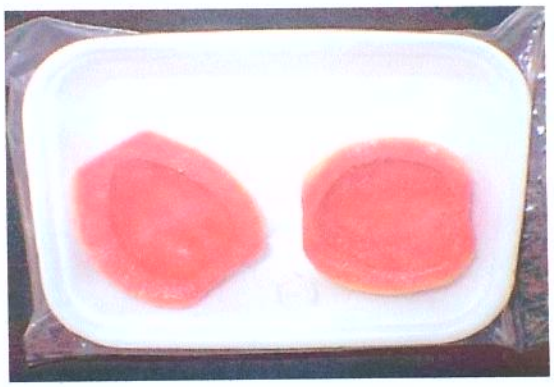


Figura 3.3 – Filme PE 50μm.

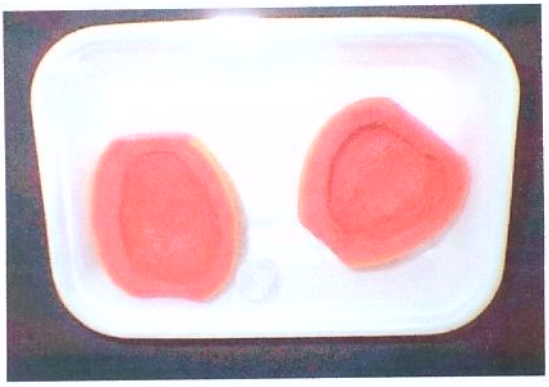


Figura 3.4 – Filme PVC 20μm.

Figura 3.5 – Pote PET.

3.2. ENSAIOS PRELIMINARES

O desenvolvimento experimental do trabalho foi iniciado com a realização de alguns ensaios preliminares nas etapas de desidratação osmótica, lavagem e sanitização e drenagem do produto. O ensaio de desidratação osmótica foi realizado com o objetivo de definir o melhor tempo de processo, comparando-se 2 e 3 horas de desidratação e tendo como padrão a amostra *in natura*. Verificou-se que o tempo de 3 horas de desidratação apresentou alguns benefícios, como redução de atividade de água e de teor de umidade um pouco maiores em relação a 2 horas, sendo porém, prejudicial a outras características como textura e ganho de sólidos. A textura foi o atributo mais afetado pelo tempo de processo, sendo as outras características muito similares nos dois tempos. Isso indicou que a condição de 2 horas de processo é mais apropriada, fornecendo um produto de textura mais próxima da fruta fresca, que é um dos parâmetros de qualidade mais importante das frutas minimamente processadas. Além disso, revela-se mais econômico devido ao menor tempo de processo.

Devido às várias etapas de manipulação e a conseqüente possibilidade de contaminação do produto durante o processo mínimo de frutas, tem-se a necessidade da utilização das Boas Práticas de Fabricação, como o uso de luvas e máscaras descartáveis, toucas e aventais, e a utilização de equipamentos e produtos sanitizados. A sanitização da matéria-prima foi realizada com a solução Desinfetante Clorado para Verduras e Frutas – Sumaveg, da Diversey Lever, porém como essa solução é recomendada pelo fabricante na concentração de 0,55% (p/v) para frutas inteiras e com casca e durante o processo tem-se a necessidade de lavar e enxaguar as frutas descascadas, cortadas e osmoticamente desidratadas, onde a utilização do sanitizante é necessária, realizou-se um teste prévio com o objetivo de verificar sensorialmente a presença de resíduo após sua aplicação no produto osmoticamente desidratado. Verificou-se que a solução não alterou as características de sabor do produto e definiu-se a concentração de 0,55% (p/v) para a goiaba inteira, com e sem casca e de 0,20% (p/v) para a goiaba osmoticamente desidratada.

A etapa de drenagem após a desidratação osmótica foi testada com o intuito de verificar a possibilidade da utilização de uma centrífuga manual para hortaliças, Lavasciuga 1000, marca Supernova, Itália, substituindo a utilização de papel absorvente, visando menor contaminação do produto, porém verificou-se que a drenagem não foi suficiente deixando o produto com excesso de solução desidratante.

3.3. MÉTODOS

3.3.1. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

A matéria-prima foi caracterizada quanto à composição química centesimal, sendo determinados os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, açúcares e acidez e calculado o teor de fibras por diferença. As características físicas foram avaliadas pelas medidas de peso, diâmetro, comprimento, espessura, sólidos solúveis, pH e atividade de água. As análises foram realizadas segundo A.O.A.C. (1992) e Ranganna (1977).

3.3.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA CONTROLE

A goiaba *in natura*, usada como controle, foi caracterizada com o objetivo de se obter padrões para a comparação com o produto após o tratamento, sendo submetida às seguintes determinações: atividade de água, peso da amostra, pH, sólidos solúveis, açúcares, contagem microbiana, cor, textura e umidade.

3.3.3. PROCESSAMENTO MÍNIMO

PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA

As goiabas selecionadas por tamanho, formato e grau de maturação foram lavadas em água corrente e imersas em solução sanitizante a 0,55% (p/v) do Desinfetante Clorado durante 10 minutos, descascadas por tratamento químico, segundo Argandoña (1999),

através da imersão por 45 a 50s em solução de hidróxido de sódio a 2% pré-aquecida a 65°C, lavadas em água corrente e imersas novamente em solução sanitizante Sumaveg a 0,55% (p/v) por 10 minutos. Em seguida, foram cortadas em metades e as partes internas foram removidas, utilizando-se facas e colheres de aço inoxidável.

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

As metades de goiaba foram pesadas e colocadas em frascos, contendo a solução desidratante de sacarose a 60°Brix previamente aquecida a 40°C, na proporção fruta:solução de 1:10. Os frascos foram colocados em banho termostático, marca Tecnal, modelo TE-420, agitado a 120rpm, durante 2 horas (Argandoña, 1999). Após o processo, as metades de goiaba foram enxaguadas com a solução sanitizante Sumaveg a 0,20% (p/v) e colocadas sobre papel absorvente para a remoção da solução em excesso.

A perda de peso, perda de água e ganho de sólidos do produto osmoticamente desidratado foram determinados segundo Argandoña (1999) e a avaliação do produto feita através das mesmas determinações realizadas para a amostra controle, que serão detalhadas no item 3.3.6.

A perda de peso em relação à massa inicial do produto foi avaliada através da equação 3.1.

$$PP(\%) = 100\left(1 - \frac{m_f}{m_i}\right) \qquad \text{(eq. 3.1)}$$

sendo

PP (%) = perda de peso percentual do produto desidratado;

m_i = massa do produto no tempo inicial (g);

m_f = massa do produto no tempo final (g).

A perda de água em termos percentuais foi calculada pela equação 3.2.

$$PA(\%) = 100\left(\frac{X_{bui} \cdot m_i - X_{buf} \cdot m_f}{m_i}\right) \qquad \text{(eq. 3.2)}$$

sendo

PA (%) = perda de água percentual do produto desidratado;

X_{bui} = teor de umidade em base úmida inicial do produto (%);

X_{buf} = teor de umidade em base úmida final do produto (%).

O ganho de sólidos foi calculado através da equação 3.3.

$$GS(\%) = 100\left(\frac{AT_f \cdot m_f - AT_i \cdot m_i}{m_i}\right) \qquad \text{(eq. 3.3)}$$

sendo

GS (%) = incorporação de sólidos do produto desidratado;

AT_i = teor de açúcares totais inicial do produto (%);

AT_f = teor de açúcares totais final do produto (%).

3.3.4. ENSAIOS DE EMBALAGEM SOB ATMOSFERA MODIFICADA

TAXA DE RESPIRAÇÃO

A taxa de respiração do produto foi determinada através da coleta de alíquotas de 0,3ml de gás do espaço livre de frascos herméticos, onde foi acondicionado o produto, com a utilização de seringa hermética, através de septos de silicone colocados nos frascos. A identificação e a quantificação do gás CO_2 foi realizada em cromatógrafo a gás Shimadzu, modelo CGS 14A, operando com detector de condutividade térmica a 150°C, coluna

Porapak N a 50°C e injetor a 70°C. Os resultados de cromatografia foram analisados por um integrador Shimadzu, modelo C-R4A, com base em curvas padrões feitas com gases de calibração (Manolopoulou & Papadopoulou, 1998). Essas análises foram realizadas no Centro de Tecnologia de Embalagens do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas - SP.

PERMEABILIDADE DOS FILMES

A estimativa da taxa de permeabilidade do filme necessária para o acondicionamento do produto foi feita através das equações (3.4 e 3.5) apresentadas por Cameron et al. (1995) e Oliveira et al. (1996). Utilizou-se para essa estimativa a taxa de respiração determinada como descrito acima e o teor de 3% de oxigênio apresentado pela literatura (Kader, 2000) como composição ideal para o acondicionamento do produto.

$$\frac{P_{O_2} \cdot A}{\Delta x} = \frac{RR_{O_2} \cdot W}{[O_2]_{atm} - [O_2]_{pkg}} \qquad \text{(eq. 3.4)}$$

$$P = \frac{TP}{\Delta p} \cdot espessura \qquad \text{(eq. 3.5)}$$

onde

P_{O2}= coeficiente de permeabilidade do filme ao oxigênio($cm^3 mm\ m^{-2} dia^{-1} atm^{-1}$);

A= área de superfície do filme (m^2);

Δx= espessura do filme (mm);

RR_{O2}= taxa de respiração do produto (O_2 consumido) ($cm^3\ kg^{-1}\ h^{-1}$);

$[O_2]atm$ = pressão parcial de O_2 fora da embalagem (atm);

$[O_2]pkg$ = pressão parcial de O_2 dentro da embalagem (atm);

W= peso do produto (kg);

P= coeficiente de permeabilidade ($cm^3 mm\ m^{-2} dia^{-1} atm^{-1}$);

TP= taxa de permeabilidade ($cm^3\ m^{-2}\ dia^{-1}$);

Δp= gradiente de pressão parcial de gás permeante (atm).

A partir desse cálculo, foi feita uma seleção de embalagens utilizando para isso os dados de permeabilidade fornecidos pelos fornecedores de filmes, de maneira tal que fossem os mais indicados para atender a taxa respiratória apresentada pela goiaba osmoticamente desidratada à temperatura de 5°C.

As embalagens selecionadas foram caracterizadas quanto às taxas de permeabilidade ao oxigênio através de medidas experimentais. A permeabilidade dos filmes e da embalagem rígida ao oxigênio foi determinada com a utilização do equipamento Oxygen Permeability, modelo OX-TRAN 2/20, marca Mocon (Oliveira et al., 1996).

ESCOLHA DA EMBALAGEM

As metades de goiaba osmoticamente desidratadas foram dispostas em bandejas de poliestireno expandido e envoltas pelos filmes selecionados. A termossoldagem do filme de PVC sob a bandeja foi feita em seladora Ipcal, dotada de chapa aquecida e dos filmes PD 900 e polietileno em seladora Haramura. As metades de goiaba também foram acondicionadas nos potes de PET.

A seguir, todas as embalagens foram estocadas à temperatura de 5°C em estufas BOD (Biologic Oxigen Demand) de temperatura controlada, marca Tecnal, modelo TE-391. Avaliou-se periodicamente, durante 13 dias, a composição gasosa no interior das embalagens, a perda de peso da embalagem e as características sensoriais do produto, com o objetivo de estabelecer as melhores condições de estocagem.

A determinação da composição gasosa no interior das embalagens foi realizada diretamente com a utilização do analisador de gases Dual Head Space Analyser, marca Mocon, modelo 650.

O produto foi avaliado sensorialmente por um grupo de pessoas do próprio ambiente de trabalho, sendo analisado em relação ao aroma, sabor e aparência. Realizou-se também a avaliação visual da deterioração microbiológica, para a verificação da presença de bolores.

A perda de peso em relação à massa inicial da embalagem foi avaliada através da equação 3.6.

$$PP\ (\%) = 100\left(1 - \frac{m_f}{m_i}\right) \qquad \text{(eq 3.6)}$$

sendo

$PP(\%)$ = perda de peso percentual da embalagem;

m_i = massa da embalagem no tempo inicial (g);

m_f = massa da embalagem no tempo final (g).

3.3.5. ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA

Determinadas as melhores condições de estocagem do produto osmoticamente desidratado, potes de PET e filme poliolefínico coextrusado PD 900 acondicionados a 5°C, escolheu-se então, a embalagem de PET para a realização do estudo da vida de prateleira do produto devido à sua maior disponibilidade no mercado, praticidade e menor custo. As metades de goiaba osmoticamente desidratadas foram acondicionadas nos potes de PET e estocadas à temperatura de 5°C durante 24 dias. As goiabas *in natura*, descascadas e cortadas acondicionadas nas embalagens de PET e sob as condições do ar atmosférico foram também avaliadas para efeito de comparação.

Para o acondicionamento das frutas sob ar atmosférico foi utilizado o filme de PVC de 20μm perfurado com 7 furos de 0,7mm de diâmetro, com o objetivo de manter as concentrações gasosas do ar atmosférico no interior das embalagens.

Durante a estocagem foram avaliados periodicamente atributos de qualidade como cor, textura, perda de peso e contaminação microbiológica e características físico-químicas do produto como pH, atividade de água, umidade e açúcares, cujas análises serão descritas no item 3.3.6.

O produto foi submetido a uma análise sensorial de aceitação, utilizando-se escala hedônica não estruturada de 9cm tendo como limites desgostei muitíssimo e gostei muitíssimo, sendo avaliado em relação à aparência, cor, aroma, sabor, textura e impressão global por 30 provadores não treinados e consumidores de goiaba. A intenção de compra do produto pelo consumidor também foi verificada. A análise sensorial foi realizada em duas etapas, sendo na primeira avaliados os atributos de aroma, sabor, textura, impressão global e intenção de compra e na segunda a aparência e a cor.

A primeira etapa foi realizada em cabines individuais, sendo fornecido um quarto de meia goiaba de cada amostra aos provadores de forma monádica. As amostras foram dispostas em pires brancos, codificados com números de 3 dígitos aleatórios, que foram mudados a cada análise realizada durante a vida de prateleira. Na segunda etapa as amostras foram apresentadas aos provadores em blocos completos casualisados nas embalagens de acondicionamento, também codificadas com números de 3 dígitos aleatórios, com o objetivo de mostrar a forma de apresentação do produto, porém sem que fosse avaliado o tipo de embalagem.

Os resultados da análise sensorial foram avaliados estatisticamente através da Análise de Variância e Teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o objetivo de verificar possíveis diferenças entre as amostras submetidas aos diferentes tratamentos durante a vida de prateleira, utilizando o programa SAS. Foram submetidos também a uma

análise de correlação, onde se analisou o comportamento de cada atributo de uma mesma amostra em função do tempo de estocagem (Meilgaard et al., 1988; Stone & Sidel, 1993).

3.3.6. MÉTODOS ANALÍTICOS

As análises foram realizadas em triplicata e o resultado final dado pela sua média e o desvio padrão.

- Determinação da atividade de água

A determinação da atividade de água foi realizada diretamente, com a utilização do equipamento Aqualab, modelo CX-2 (Decagon Devices Inc., Pullman,WA) à temperatura de 25°C.

- Determinação do peso da amostra

O peso foi medido em balança semi-analítica marca Marte, modelo AM5500, para a verificação da perda de peso decorrente do processo.

- Determinação de pH

Realizada por medida direta em pHmetro Sentron, modelo 2001.

- Determinação da umidade

A determinação da umidade das amostras foi feita utilizando estufa de convecção forçada a 60°C, por 48 horas (Ranganna, 1977).

- Determinação de sólidos solúveis

Realizada por leitura direta em refratômetro de bancada marca Zeiss West Germany.

- Determinação de açúcares redutores e totais

A determinação de açúcares redutores e totais foi feita por método titulométrico, segundo a metodologia de Lane & Eynon (Ranganna, 1977).

- Determinação da microbiota

As amostras foram examinadas quanto ao desenvolvimento de Bolores e Leveduras, Coliformes, *Salmonella* e Bactérias Láticas, segundo a metodologia proposta por Vanderzant & Splittstoesser (1992). A determinação da microbiota foi realizada no Núcleo de Microbiologia do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas - SP.

Segundo a Resolução RCD nº 12, de 2 janeiro de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária, em Frutas, Produtos de Frutas e similares, para frutas desidratadas com ou sem adição de açúcar é necessário que haja ausência de *Salmonella* em 25g e no máximo 10NMP/g de Coliformes.

- Determinação da cor

A cor foi avaliada através do sistema de leitura de três parâmetros, o CIELAB, proposto pela Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) em 1971. Neste sistema se define um espaço cromático em coordenadas retangulares (L*, a*, b*), associado a outro em coordenadas cilíndricas (L*, H*, C*). Os parâmetros L*, a* e b* foram fornecidos pelo espectrofotômetro de bancada Color Quest II, marca Hunter Lab, onde L* define a luminosidade (L*=0 preto e L*=1 branco) e a* e b* são responsáveis pela cromaticidade

(+a* vermelho e -a* verde), b* (+b* amarelo e -b* azul). Utilizou-se o módulo de calibração de Reflectância Especular Excluída (RSEX), com o iluminante D65 e um ângulo de observação de 10°.

Com os parâmetros L*, a* e b* foi calculada a diferença média de cor entre a fruta fresca e a processada através da equação 3.7 e foram avaliadas as coordenadas cilíndricas C* e H*, onde C* define o croma e H* o tom, a partir das equações 3.8 e 3.9.

$$\Delta E^* = \sqrt{\left(a^* - a_0^*\right)^2 + \left(b^* - b_0^*\right)^2 + \left(L^* - L_0^*\right)^2} \qquad \text{(eq. 3.7)}$$

$$C^* = \left(a^{*2} + b^{*2}\right)^{1/2} \qquad \text{(eq. 3.8)}$$

$$H^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \qquad \text{(eq. 3.9)}$$

O índice zero representa o valor do parâmetro para a fruta fresca (Calvo & Duran, 1997).

- Determinação da textura

As determinações de textura foram realizadas através da avaliação da tensão máxima de ruptura, do tempo de relaxação e da tensão residual da amostra, com o auxílio do texturômetro Universal Testing Machine, modelo TATX2, marca Stable Micro Systems.

A tensão máxima de ruptura foi determinada através de um ensaio de compressão uniaxial a altas deformações da amostra, utilizando uma placa cilíndrica de acrílico lubrificada de 40mm de diâmetro, a uma velocidade de compressão 1mm/s e 70% de deformação da amostra. Os dados de força e altura fornecidos pelo equipamento foram

convertidos à tensão de Hencky (σ_H) e deformação (ε_H), considerando o produto incompressível, de acordo com as equações 3.10 a 3.12.

$$\sigma_H = \frac{F(t)}{A(t)} \qquad \text{(eq. 3.10)}$$

$$\varepsilon_H = -ln\left(\frac{H(t)}{H_0}\right) \qquad \text{(eq. 3.11)}$$

onde

σ_H = tensão de Hencky (Pa);

ε_H = deformação (%);

$F(t)$ = força (N) em função do tempo t (s);

$A(t)$ = área (m^2) em função do tempo (s), segundo a equação 3.12.

$$A(t) = \frac{A_0 H_0}{H(t)} \qquad \text{(eq. 3.12)}$$

onde

A_0 = área inicial da amostra (m^2);

H_0 = altura inicial da amostra (m);

$H(t)$ = altura da amostra (m) em função do tempo (s).

A tensão de ruptura foi calculada pelo valor do pico da curva tensão-deformação para as amostras *in natura* e osmoticamente desidratadas (Costell et al., 1997).

O tempo de relaxação e a tensão residual foram determinados através de um ensaio de compressão uniaxial a baixas deformações da amostra, utilizando uma placa cilíndrica de acrílico lubrificada de 40mm de diâmetro, durante 600s, usando velocidade inicial de 4mm/s e deformação de 5% da amostra. Como as amostras apresentaram comportamento viscoelástico não linear nas condições de deformação estipuladas para o ensaio (Apêndice

I), o tempo de relaxação e a tensão residual foram calculados pela curva tensão-relaxação, linearizada através da equação de Peleg, 3.13 (Lewicki & Lukaszuk, 2000).

$$\frac{\sigma_0 \cdot t}{\sigma_0 - \sigma_t} = k_1 + k_2 \cdot t \qquad \text{(eq. 3.13)}$$

onde

σ_0 = tensão inicial (Pa);

σ_t = tensão (Pa) em função do tempo (s);

t = tempo (s);

k_1, k_2 = constantes.

A partir das constantes k_1 e k_2 pode-se calcular o tempo de relaxação (τ) e a tensão residual (S_r), através das equações 3.14 e 3.15.

$$\tau = \frac{k_1}{4 - k_2} \qquad \text{(eq. 3.14)} \qquad\qquad S_r = 1 - \frac{1}{k_2} \qquad \text{(eq. 3.15)}$$

3.3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram avaliados estatisticamente com o objetivo de verificar possíveis diferenças entre as amostras submetidas aos diferentes tratamentos e suas alterações durante a vida de prateleira. Essa avaliação estatística foi realizada através da Análise da Variância, aplicando o teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa STATISTICA 5.0 (Apêndice II).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse estudo foram utilizados o processo de desidratação osmótica e o acondicionamento de metades de goiaba sob atmosfera modificada passiva. Portanto, avaliou-se primeiramente a influência da desidratação osmótica no produto, para posterior análise da embalagem de acondicionamento e da vida de prateleira do mesmo.

Os resultados são apresentados de acordo com os itens:

1. Caracterização física e composição química da goiaba vermelha "Paluma".

2. Efeito da desidratação osmótica.

3. Escolha da embalagem de acondicionamento do produto.

4. Estudo da vida de prateleira.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA GOIABA VERMELHA "PALUMA"

As Tabelas 4.1 e 4.2 apresentam, respectivamente, os dados da composição química centesimal e da caracterização física da goiaba da variedade vermelha "Paluma", em seu estado fresco e grau de maturação maduro. Os dados apresentados são resultantes da média da triplicata das determinações com seu desvio padrão.

Tabela 4.1 – Composição química centesimal da goiaba *in natura*.

Análise	Valor Médio (%)
Umidade (base úmida)	87,26 ± 0,48
Cinzas	0,54 ± 0,03
Proteínas	1,42 ± 0,06
Lipídeos	0,31 ± 0,05
Açúcares Totais	2,80 ± 0,31
Fibras	6,91
Acidez	0,76 ± 0,01

Tabela 4.2 – Caracterização física da goiaba *in natura*.

Característica	Especificação
Variedade	Vermelha "Paluma"
Peso Médio (g)	152,0 ± 7,8
Diâmetro Médio (cm)	6,7 ± 0,2
Comprimento Médio (cm)	7,8 ± 0,4
Espessura Média (cm)	1,0 ± 0,1
Sólidos Solúveis (°Brix)	7,2 ± 0,3
pH	3,8 ± 0,0
Atividade de Água	0,991 ± 0,002

4.2. EFEITO DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

Na Tabela 4.3 encontram-se os resultados relativos à caracterização físico-química das goiabas *in natura* e da goiaba osmoticamente desidratada.

Tabela 4.3 – Caracterização das goiabas antes e após o processo osmótico.

ANÁLISE	AMOSTRA FRESCA	AMOSTRA OSMOTICAMENTE DESIDRATADA
Atividade de Água	0,991 ± 0,002	0,987 ± 0,001
pH	3,8 ± 0,0	3,9 ± 0,1
Sólidos Solúveis (°Brix)	7,2 ± 0,3	**
Peso da amostra (g)	41,08 ± 3,23	32,83 ± 3,15
Umidade base úmida (%)	87,26 ± 0,48	78,57 ± 0,57
Açúcares Redutores (%)	2,80 ± 0,31	4,38 ± 0,69
Açúcares Totais (%)	2,80 ± 0,31	12,00 ± 0,62
Contagem Microbiológica	Padrão	Padrão
Tensão Ruptura (Pa)	52.225,50 ± 20.757,05	107.474,01 ± 33.365,12
Tempo Relaxação (s)	19,73 ± 2,10	15,91 ± 3,53
Tensão Residual	0,31 ± 0,07	0,23 ± 0,04
Perda de Peso (%)	*	20,16 ± 1,39
Perda de Água (%)	*	24,53 ± 1,35
Ganho de Sólidos (%)	*	6,78 ± 0,42
ΔE*	*	2,33

(*) características relacionadas ao processo osmótico, sendo determinadas a partir da fruta fresca.
(**) não foi possível determinar o teor de sólidos solúveis da goiaba osmoticamente desidratada devido à redução do conteúdo de água causada pelo processo.

A desidratação osmótica proporcionou perda de água do produto, com pequena incorporação de sólidos, fornecendo um produto com menor atividade de água e teor de umidade. Essa incorporação de sólidos, mesmo que pequena, fez com que o teor de açúcares do produto aumentasse de 2,8% para 12,0%. Pode-se considerar esse fato desejável, já que a goiaba fresca utilizada apresenta baixo teor de açúcar, resultando em um produto final de características sensoriais agradáveis.

A diferença de cor entre a fruta fresca e a processada foi pequena, apresentando um valor pequeno de ΔE*, mostrando que o processo de desidratação osmótica não alterou as características de cor da fruta *in natura*. Argandoña (1999) na desidratação osmótica de

goiabas, utilizando o mesmo tratamento deste trabalho (solução de sacarose a 60°Brix e 40°C), porém para 3 horas de processo, obteve um produto com características de cor similares à fruta fresca, com valores também pequenos de ΔE^*.

Essa pequena alteração de cor das goiabas deve-se, provavelmente, às condições relativamente brandas do processo de desidratação osmótica utilizado. Alguns pesquisadores verificam maiores mudanças de cor em frutas osmoticamente desidratadas, porém freqüentemente sob condições mais severas de processo como elevadas temperaturas e tempos.

Maiores diferenças de cor em mamões osmoticamente desidratados foram verificadas por Rodrigues (1999) utilizando várias condições de processo, sendo que estas diferenças foram negativamente influenciadas pela utilização de temperaturas elevadas. O tratamento osmótico dos mamões com temperaturas amenas promoveu a intensificação da cor em relação à fruta fresca, sendo considerado pelo autor uma característica desejável para o produto.

A intensificação da cor causada pelo processo osmótico pode ser benéfica para alguns produtos e processos subsequentes, porém quando o objetivo é obter produtos similares ao fresco, as menores diferenças de cor em relação à fruta fresca são desejáveis.

Os resultados obtidos nas determinações de *Salmonella* e Coliformes na goiaba fresca e na goiaba osmoticamente desidratada encontraram-se de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação, apresentando ausência de *Salmonella* em 25g de amostra e menos que 10NMP/g de amostra de Coliformes, indicando que a utilização das Boas Práticas de Fabricação e o processo de sanitização, a que foram submetidas as amostras, foram eficientes. As determinações de Bolores e Leveduras e Bactérias Lácticas apresentaram valores baixos tanto para a amostra fresca quanto para a desidratada, mostrando que o produto é aceitável em relação à qualidade microbiológica (valores apresentados na Tabela 4.9, p.77).

As características de textura apresentaram algumas diferenças entre as amostras com e sem tratamento. A tensão de ruptura da amostra osmoticamente processada foi praticamente o dobro da amostra fresca, conferindo à amostra tratada uma característica mais acentuada de dureza, ou seja, maior resistência à deformação. Chiralt et al. (2001) apresentam um resultado contrário em relação à textura, mostrando que o processo de desidratação osmótica com solução de sacarose a 65°Brix e 30°C, até 30°Brix do produto final, provoca a redução da tensão de ruptura de kiwis, causada provavelmente pela perda de turgor das células das frutas que se separam e/ou rompem durante a compressão, depois de processadas.

As possíveis perdas estruturais relacionadas com a fragilidade dos tecidos, provocada pela desidratação osmótica, podem ter sido compensadas pela concentração dos sólidos no interior das células devido à redução do conteúdo de água e à incorporação de solutos das goiabas osmoticamente desidratadas, provocando o aumento da tensão de ruptura, porém não permitindo assegurar a total preservação de suas características estruturais, pois ensaios de microscopia não foram realizados. Outra consideração importante é o alto teor de fibras encontrado na composição de goiabas, que pode ter favorecido a manutenção da estrutura das células.

Os tempos de relaxação e as tensões residuais das amostras, no entanto, foram bem similares, mostrando que as características viscosas e elásticas da fruta fresca são mantidas após o processamento.

4.3. ESCOLHA DA EMBALAGEM DE ACONDICIONAMENTO DO PRODUTO

Para a escolha da embalagem de acondicionamento das goiabas minimamente processadas por desidratação osmótica, foram selecionadas algumas embalagens com permeabilidade ao oxigênio adequada para a estocagem do produto. Essa permeabilidade foi estimada a partir de modelos matemáticos, que utilizam a taxa de respiração do produto e a composição gasosa ideal para o seu acondicionamento. Utilizou-se o teor de 3% de

oxigênio como composição ideal apresentada pela literatura (Kader, 2000) e determinou-se experimentalmente a taxa respiratória do produto. Através da avaliação das embalagens selecionadas pode-se escolher a mais adequada.

Foram utilizados, num primeiro teste, o filme de policloreto de vinila (PVC) esticável de 20μm de espessura da Goodyear (Americana, SP), o filme de polietileno (PE) de 50μm de espessura da Gil Plásticos (Campinas, SP) e a bandeja de polietileno tereftalato (PET) com tampa de encaixe de 250ml modelo N-88 da Neoform (Cachoeirinha, RS), selecionados de acordo com a permeabilidade necessária para o acondicionamento do produto ou devido ao seu grau de uso e disponibilidade no mercado. Neste teste o produto foi acondicionado nas temperaturas de 5 e 12°C de acordo com indicações da literatura (Kader, 2000).

As goiabas estocadas à temperatura de 12°C apresentaram-se impróprias para o consumo após 6 dias de estocagem, com desenvolvimento de aroma desagradável e presença de contaminação microbiana. As goiabas estocadas a 5°C, no entanto, apresentaram perfeitas condições de consumo nesse período, revelando sinais de deterioração após 12 dias de estocagem.

As composições gasosas no interior das embalagens também não atingiram os teores de oxigênio e dióxido de carbono desejáveis. As embalagens estocadas a 5°C não proporcionaram uma modificação significativa da atmosfera, estabelecendo teores de 15 a 20% de O_2 e 0,5 a 2% de CO_2 ao redor do produto, podendo esse fato ser explicado pela alta permeabilidade dos filmes de PVC e de PE e devido ao fechamento não hermético das bandejas de PET utilizadas. No entanto, as embalagens com os filmes de PVC e de PE estocadas a 12°C mostraram uma constante redução no teor de O_2 apresentando uma tendência ao estabelecimento de condições de anaerobiose, podendo ser resultado do provável aumento da taxa de respiração devido à utilização de temperatura de estocagem elevada.

Assim concluiu-se que a temperatura de 12°C mostrou-se inadequada para a estocagem das goiabas osmoticamente desidratadas, porém a reduzida vida de prateleira verificada também pode ser atribuída à qualidade da matéria-prima, prejudicada pelos tipos de colheita e de transporte. Optou-se, então, por utilizar uma matéria-prima mais uniforme e de melhor qualidade, fornecida pela Indústria Val Frutas Ltda, para a realização de novo teste de escolha de embalagem, utilizando-se apenas a temperatura de 5°C.

O benefício da utilização de temperaturas mais baixas também foi verificado por Artés et al. (1999), em seu estudo com tomates minimamente processados estocados a 2 e 10°C, e por Wiley (1994), que apresenta como adequadas para estocagem de frutas minimamente processadas as temperaturas entre 4 e 8°C.

As etapas desse novo teste são descritas a seguir.

4.3.1 – Taxa de Respiração

A Tabela 4.4 apresenta a taxa de respiração das goiabas inteiras, das goiabas descascadas e cortadas e das goiabas osmoticamente desidratadas. Essas determinações foram realizadas conforme descrito no item 3.3.4 e são apresentadas pela média da triplicata com seu desvio padrão.

Tabela 4.4 - Taxa de respiração (CO_2 produzido) das goiabas.

	Taxa de respiração a 23°C e 711mmHg ($ml\ CO_2/kg/h$)
Goiaba Inteira	54 ± 3
Goiaba *in natura* [a]	53 ± 11
Goiaba Osmoticamente Desidratada[b]	79 ± 8
Goiaba Desidratada (5°C)[c]	32 ± 3

a: goiaba descascada e cortada.
b: goiaba osmoticamente desidratada por 2 horas.
c: goiaba osmoticamente desidratada por 2 horas, estocada a 5°C.

A determinação da taxa de respiração mostra que o processo de desidratação osmótica proporciona o aumento da produção de CO_2 em relação à fruta fresca, provavelmente devido à maior disponibilidade de substrato para o processo respiratório, através da impregnação de açúcar, e também como conseqüência dos danos mecânicos causados pelo processo. Porém quando a goiaba osmoticamente desidratada é conservada a 5°C, a respiração sofre considerável redução em relação à fruta osmoticamente desidratada conservada à temperatura ambiente, como também em relação à fruta fresca.

A taxa de respiração vai de encontro aos valores apresentados por Kader (2000), que mostra uma faixa de 10 a 70ml CO_2/kg/h a 20°C para a fruta fresca e inteira.

O aumento da respiração provocado pelo processo de desidratação osmótica foi verificado também por Lewicki et al. (2001) em seu estudo com maçãs desidratadas osmoticamente a 20°C, em solução de sacarose na concentração de 61,5 °Brix, durante uma e duas horas de processo, atribuindo a esse aumento a maior disponibilidade de substrato para a atividade respiratória das frutas, devido à incorporação de açúcar proporcionada pelo processo osmótico.

Tovar et al. (2001) além de verificarem o aumento da taxa de respiração provocado pelo processo de desidratação osmótica à vácuo de mangas, devido aos danos causados nos tecidos das frutas, utilizando solução de sacarose a 65°C e 30°C por 30 minutos, observaram o efeito benéfico da temperatura de refrigeração na taxa de respiração do produto, minimizando os efeitos do dano mecânico causado pelo processo de descascamento e corte e pela desidratação osmótica.

4.3.2 – Permeabilidade do Filme

As Tabelas 4.5 e 4.6 apresentam, respectivamente, as taxas de permeabilidade estimadas através dos modelos matemáticos, necessárias para o acondicionamento das goiabas inteiras, das goiabas descascadas e cortadas e das goiabas osmoticamente

desidratadas e as taxas de permeabilidade das embalagens utilizadas, medidas experimentalmente conforme o item 3.3.4.

Tabela 4.5 - Taxa de permeabilidade estimada pelo modelo matemático.

Taxa de permeabilidade ao O_2 ($cm^3/m^2/dia$)	
Goiaba Inteira	7.095
Goiaba *in natura* [a]	6.967
Goiaba Osmoticamente Desidratada[b]	10.401
Goiaba Desidratada (5°C)[c]	4.211

a: goiaba descascada e cortada.
b: goiaba osmoticamente desidratada por 2 horas.
c: goiaba osmoticamente desidratada por 2 horas, estocada a 5°C.

Tabela 4.6 - Taxa de permeabilidade das embalagens utilizadas na estocagem das goiabas.

Taxa de permeabilidade ao O_2 a 25°C e 760 mmHg ($cm^3/m^2/dia$)	
PVC 20μm	8.212
PD 900 (55μm)	3.937
PE 50μm	4.211
Pote PET (400μm)	433

A estimativa da permeabilidade do filme, necessária para o acondicionamento do produto, feita através dos modelos matemáticos, mostrou que filmes com permeabilidade ao oxigênio na faixa de 4000 $cm^3/m^2/dia$ são provavelmente adequados para as condições do processo, pois atendem aos requisitos de permeabilidade apresentados pela fruta osmoticamente desidratada acondicionada a 5°C (Tabela 4.5). Dentro dessa faixa foram utilizados os filmes PD 900 e PE 50μm, utilizou-se também, mesmo não se adequando às faixas apresentadas, o filme de PVC 20μm e o pote de PET com tampa acoplada por serem embalagens de referência, amplamente comercializadas.

4.3.3 – Escolha da Embalagem

Para a escolha da embalagem, foram avaliadas periodicamente a composição gasosa no interior das embalagens, a perda de peso da embalagem e as características sensoriais do produto, como apresentado no item 3.3.4. As Figuras 4.1 a 4.5 mostram os resultados obtidos nas avaliações.

1. Perda de Peso

A Figura 4.1 apresenta a perda de peso das diferentes embalagens acondicionadas a 5°C, e mostra que a única embalagem que apresentou uma perda de peso considerável foi o filme de PVC 20μm, atingindo cerca de 3,5% após os 13 dias de estocagem, mostrando-se como barreira moderada ao vapor d'água e estando de acordo com a literatura (Jenkins & Harrington, 1991). As outras embalagens registraram perdas semelhantes, sendo essas praticamente desprezíveis, abaixo de 0,5%, não sendo então parâmetro para a rejeição das embalagens.

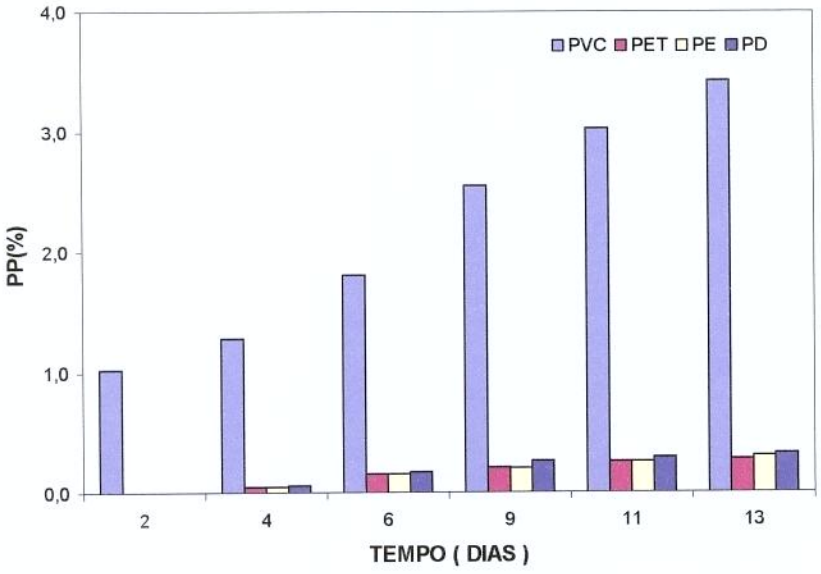


Figura 4.1 - Perda de peso das embalagens estocadas durante 13 dias a 5°C.

2. Composição Gasosa

As Figuras 4.2 a 4.5 apresentam a composição gasosa, teores de dióxido de carbono e oxigênio, no interior das diferentes embalagens. Os filmes de PVC 20μm e de PE 50μm apresentaram um comportamento praticamente constante no início da estocagem, mostrando que o equilíbrio entre a taxa de respiração do produto e a permeabilidade da embalagem foi atingido nos 2 primeiros dias de estocagem, com teores de CO_2 em torno de 2,0 e 3,5% respectivamente, e teores de O_2 em torno de 15,0%. O filme PD 900 teve o mesmo comportamento dos outros dois filmes, chegando também ao equilíbrio gasoso nos 2 primeiros dias, porém provocou maior modificação da atmosfera no interior da embalagem, proporcionando teores de CO_2 em torno de 6,0% e 15,0% de O_2. O pote de PET, no entanto, apresentou aumento no teor de CO_2 e diminuição no teor de O_2 ao longo do tempo de estocagem, atingindo 22,5% de CO_2 e 9,5% de O_2 e apresentando uma tendência ao equilíbrio gasoso apenas a partir do 11° dia.

Os teores de CO_2 e O_2 encontrados no interior das embalagens evidenciam que os filmes de PVC 20μm e de PE 50μm não proporcionaram uma modificação significativa da atmosfera, já o filme PD 900 apresentou uma modificação um pouco mais pronunciada. O pote de PET, por outro lado, alterou de forma marcante a composição da atmosfera no interior das embalagens, em comparação ao ar atmosférico, apresentando-se como uma boa barreira aos gases CO_2 e O_2.

Embalagem com filme de PVC de 20μm

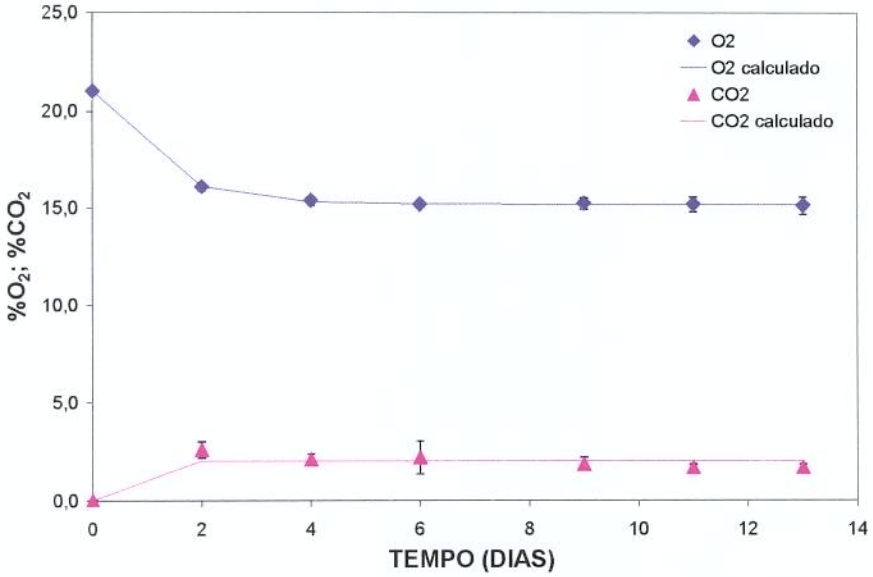


Figura 4.2 – Teores de O_2 e CO_2 no interior das embalagens PVC estocadas durante 13 dias a 5°C.

Pote de PET com tampa acoplada

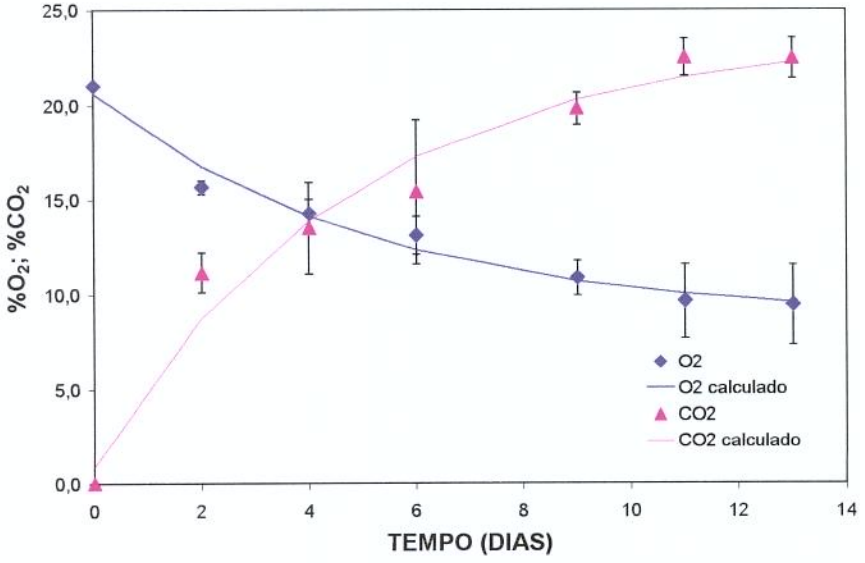


Figura 4.3 – Teores de O_2 e CO_2 no interior das embalagens PET estocadas durante 13 dias a 5°C.

Embalagem com filme de PE de 50μm

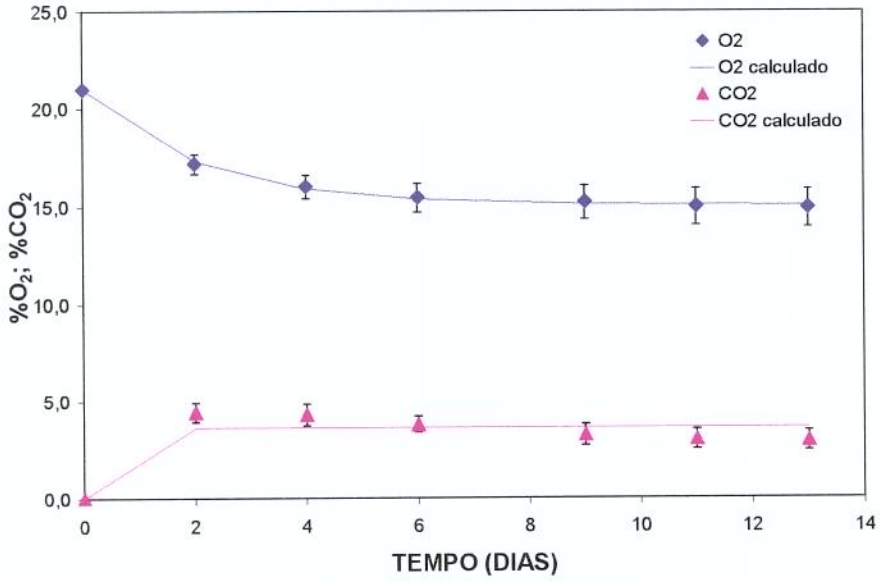


Figura 4.4 – Teores de O_2 e CO_2 no interior das embalagens PE estocadas durante 13 dias a 5°C.

Embalagem com filme PD 900

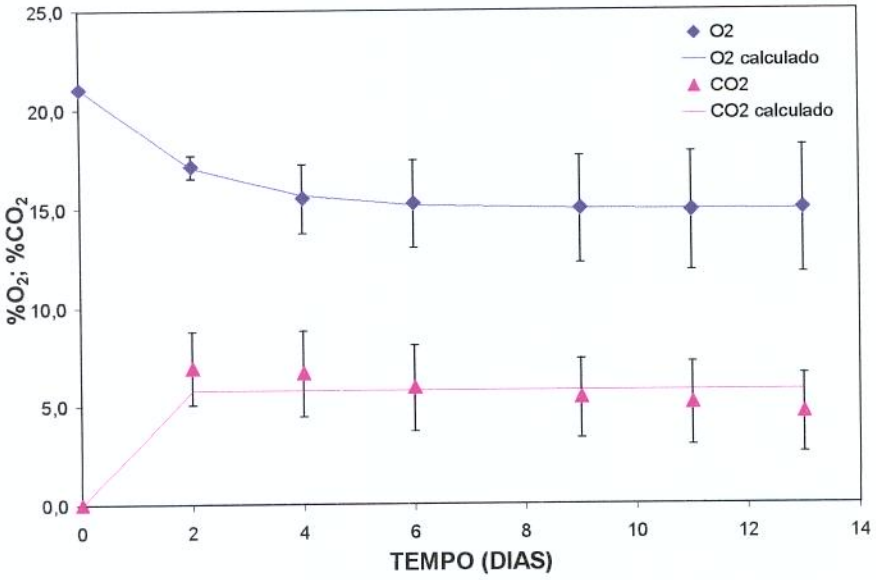


Figura 4.5 – Teores de O_2 e CO_2 no interior das embalagens PD estocadas durante 13 dias a 5°C.

3. Características Sensoriais

O produto acondicionado nas diferentes embalagens estocadas à temperatura de 5°C foi avaliado periodicamente em relação ao aroma, sabor, aparência e contaminação microbiana visual por um grupo de pessoas do próprio ambiente de trabalho.

As embalagens com filme de PVC 20μm não preservaram as características sensoriais do produto, apresentando aroma e sabor indesejáveis após 2 dias de estocagem, porém, aparentemente, sem a presença de contaminação microbiana. O filme de PE 50μm proporcionou alterações de aroma e sabor no produto apenas a partir do 9° dia de estocagem, não apresentando também contaminação microbiana durante todo o período.

O produto acondicionado nas embalagens com o filme PD 900 e nos potes de PET apresentou perfeitas condições de consumo durante os 13 dias de estocagem, mantendo suas características sensoriais inalteradas.

4. Escolha da Embalagem

Com a avaliação sensorial verificou-se que a deterioração dos atributos de qualidade acompanha os resultados apresentados pela perda de peso e composição gasosa no interior das embalagens estocadas à temperatura de 5°C.

O filme de PVC 20μm mostrou ser a embalagem mais inadequada para o acondicionamento do produto, causando a maior perda de peso, a menor modificação da atmosfera dentro da embalagem e a degradação imediata dos atributos de qualidade. O filme de PE 50μm também se mostrou inadequado apresentando características semelhantes às do filme de PVC 20μm, porém menos acentuadas.

O pote de PET e o filme PD 900 se mostraram como as melhores barreiras aos gases CO_2 e O_2 e proporcionaram ao produto uma perda de peso desprezível e a manutenção das suas características sensoriais durante o período de estocagem, sendo apropriados para o

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

acondicionamento do produto. Porém, devido à maior disponibilidade e praticidade e o menor custo, não necessitando de investimentos em equipamentos de fechamento, dos potes de PET, estas foram escolhidas para a realização do estudo da vida de prateleira.

Essas duas embalagens, mesmo apresentando taxas de permeabilidade ao gás oxigênio muito diferentes e, portanto, estabelecendo composições gasosas em seus interiores diversas, foram capazes de promover a manutenção da qualidade do produto, mostrando que este pode ser estocado sob diferentes condições de atmosfera modificada, porém sendo necessário considerar a relação entre os teores de oxigênio e dióxido de carbono.

Os teores de oxigênio atingidos no interior das embalagens utilizadas foram superiores ao estabelecido como ideal para a estimativa da permeabilidade necessária para o acondicionamento do produto, utilizado no modelo matemático. Como o modelo simplificado não prevê a variação da taxa de respiração com as alterações da atmosfera ao redor do produto, a redução da concentração de oxigênio e o acúmulo de dióxido de carbono podem ter minimizado a respiração do produto gerando concentrações de oxigênio no interior das embalagens superiores à proposta.

4.4. ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA

As metades de goiaba osmoticamente desidratadas foram acondicionadas nos potes de PET e estocadas à temperatura de 5°C durante 24 dias. As goiabas *in natura*, descascadas e cortadas acondicionadas nos potes de PET e sob as condições do ar atmosférico (PVC) foram também avaliadas para efeito de comparação.

Durante a estocagem foram analisados periodicamente os atributos de qualidade e as características físico-químicas do produto. Realizou-se também uma análise sensorial com o objetivo de verificar a aceitação do produto pelo consumidor, como descrito no item 3.3.5. Os resultados obtidos serão mostrados pelas figuras e tabelas a seguir.

A composição gasosa no interior das embalagens também foi avaliada, sendo observados teores em torno de 7,5% de O_2 e 18,5% de CO_2 para as amostras osmoticamente desidratadas e 7,5% de O_2 e 16,5% de CO_2 para as amostras frescas no final da estocagem nos potes de PET. O filme de PVC, utilizado na estocagem das amostras frescas, apresentou a composição gasosa do ar atmosférico como esperado (Apêndice III).

4.4.1 - Atributos de Qualidade

1. Cor

Para a avaliação da cor das amostras osmoticamente desidratadas (O.D.) e frescas foram utilizados os parâmetros L*, a* e b* e os valores de croma C* e tom H*.

A Figura 4.6 apresenta os valores do parâmetro L* das amostras osmoticamente desidratada e fresca acondicionadas nos potes de PET e da amostra fresca em ar atmosférico (PVC), mostrando que não existe diferença significativa de luminosidade entre as amostras nos definidos tempos de estocagem, a um intervalo de confiança de 95% ($p<0,05$). Verificou-se também que esse parâmetro de cor se manteve constante durante a vida de prateleira para todas as amostras. A partir disso, pode-se concluir que a característica de luminosidade do produto não foi afetada pelo processo de desidratação osmótica, não mostrando diferença significativa em relação à fruta *in natura*, como também por sua estocagem durante 24 dias.

O parâmetro a*, mostrado pela Figura 4.7, representante da cor vermelha da goiaba, também não apresentou diferença significativa entre as amostras nos definidos tempos de estocagem, a um intervalo de confiança de 95%. A cor vermelha da amostra osmoticamente desidratada permaneceu inalterada ao longo da vida de prateleira a partir do quinto dia, porém sofreu uma diminuição em relação ao início com a conseqüente variação, mesmo que pequena, em relação à fruta *in natura*. A amostra fresca em PET só apresentou uma queda significativa no parâmetro a* aos 24 dias de estocagem, sendo constante durante 21 dias. A amostra fresca em ar atmosférico, no entanto, apresentou variações durante todo o período, não sendo capaz de manter a cor vermelha da amostra. Com isso, verificou-se que

a embalagem PET foi determinante na conservação da cor vermelha das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas, mesmo as últimas sofrendo variação no início da vida de prateleira.

A cor amarela identificada pelo parâmetro b* , Figura 4.8, teve o mesmo comportamento do parâmetro L*, não apresentando diferença significativa entre as amostras nos definidos tempos de estocagem, a um intervalo de confiança de 95%, e sendo constante durante a vida de prateleira para todas as amostras. Portanto, pode-se concluir que a cor amarela do produto também não foi afetada pelo processo de desidratação osmótica, como também por sua estocagem durante 24 dias.

Através da análise realizada verificou-se que as características de cor da fruta *in natura* não são alteradas durante a desidratação osmótica, pois os parâmetros L*, a* e b* permaneceram inalterados após o processamento, como avaliado anteriormente pelo pequeno valor de ΔE^* encontrado. Observou-se também que o pote de PET teve grande influência na conservação da cor, em especial na sua característica vermelha, não permitindo a sua degradação durante a vida de prateleira das amostras osmoticamente desidratada e fresca, mesmo com as pequenas alterações verificadas no parâmetro a*.

A preservação da cor vermelha verificada nas goiabas estocadas sob atmosfera modificada passiva, em concentrações de 7,5% de O_2 e 18,5% de CO_2 para as amostras osmoticamente desidratadas e 7,5% de O_2 e 16,5% de CO_2 para as amostras frescas, nas embalagens de PET e a degradação da mesma nas goiabas em ar atmosférico podem ser atribuídas à menor exposição das frutas ao oxigênio nas embalagens de PET, evitando a degradação dos carotenóides responsáveis por essa característica de cor das goiabas.

Pretel (1998) utilizando filmes plásticos de diferentes permeabilidades no acondicionamento de laranjas minimamente processadas também verificou a influência da atmosfera modificada na preservação dos carotenóides das frutas, mostrando que a alteração da atmosfera através da redução de oxigênio e do aumento de dióxido de carbono foi capaz de prevenir as perdas dos carotenóides durante a vida de prateleira de 11 dias.

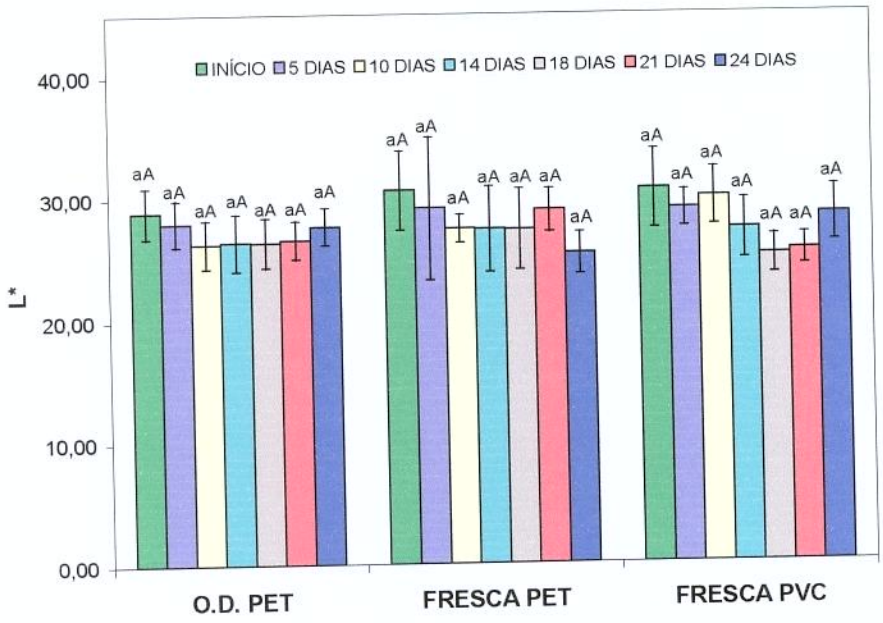


Figura 4.6 – Análise de cor através do parâmetro L*, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas.

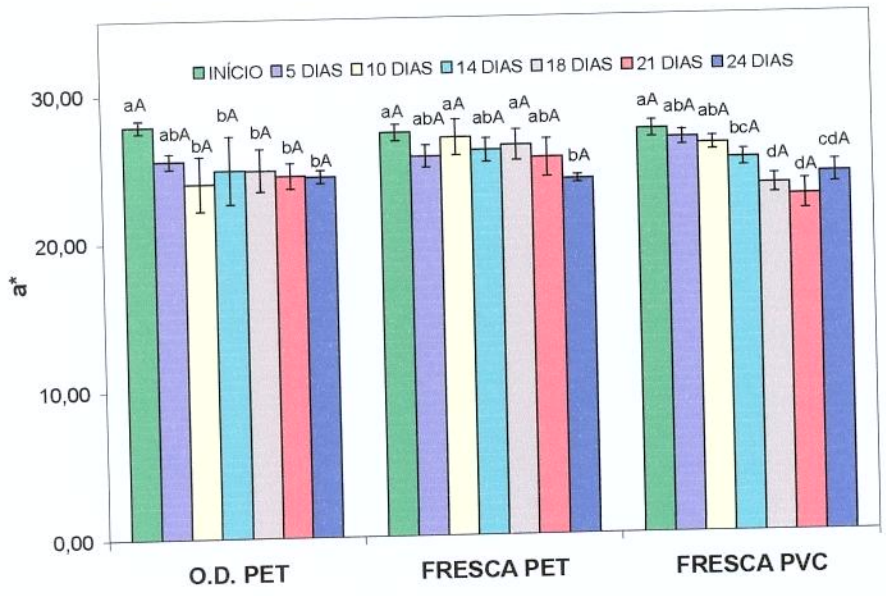


Figura 4.7 – Análise de cor através do parâmetro a*, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas.

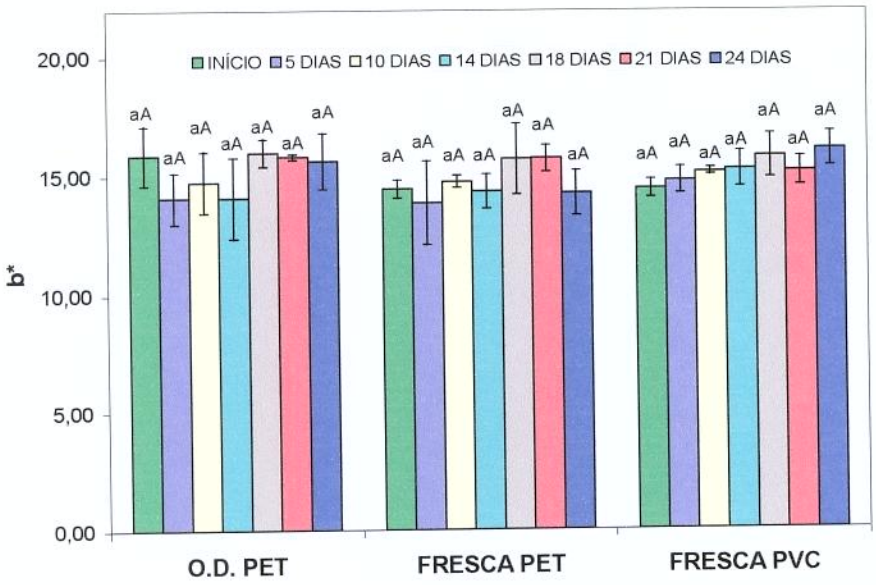


Figura 4.8 – Análise de cor através do parâmetro b*, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas.

As letras minúsculas representam a variação de cada amostra com o tempo de estocagem e as letras maiúsculas representam a variação entre as amostras nos definidos tempos de estocagem. Colunas com a mesma letra minúscula ou maiúscula não diferem entre si para $p<0,05$.

As medidas de croma C* e tom H* também utilizadas para a avaliação da cor, apresentam valores obtidos através dos parâmetros a* e b* e, portanto são influenciadas por eles. Para os valores de croma C* as amostras apresentaram um comportamento muito semelhante ao parâmetro a*, permitindo concluir que esse parâmetro foi mais significativo na determinação do croma para esse tipo de produto. Esse fato pode ser explicado pelos valores quantitativamente maiores de a* em relação à b* ao se analisar a definição de croma, devido à cor vermelha ser predominante nas goiabas. Os valores de tom H* para as amostras acondicionadas nos potes de PET, no entanto, seguiram o comportamento do parâmetro b*, mostrando que as pequenas alterações verificadas no parâmetro a* não influenciaram na sua determinação. Porém para a amostra fresca estocada em ar atmosférico as alterações ocorridas em a* foram determinantes nos valores de tom H*, que conseqüentemente mostraram o mesmo comportamento do parâmetro. Esses valores são apresentados nas Tabelas 4.7 e 4.8.

Tabela 4.7 – Valores de croma C*.

	TEMPO (DIAS)						
	0	5	10	14	18	21	24
O.D. PET	$32,10^{aA}$	$29,16^{bA}$	$28,18^{bA}$	$28,62^{bA}$	$29,58^{abA}$	$29,11^{bAB}$	$28,97^{bAB}$
FRESCA PET	$30,87^{aA}$	$29,20^{abA}$	$30,67^{aA}$	$29,70^{abA}$	$30,66^{aA}$	$29,92^{abA}$	$27,91^{bA}$
FRESCA PVC	$30,87^{aA}$	$30,49^{abA}$	$30,31^{abA}$	$29,49^{abcA}$	$28,29^{cdeA}$	$27,28^{dB}$	$29,09^{beB}$

Tabela 4.8 – Valores de tom H*.

	TEMPO (DIAS)						
	0	5	10	14	18	21	24
O.D. PET	$0,52^{aA}$	$0,50^{aA}$	$0,55^{aA}$	$0,51^{aA}$	$0,57^{aA}$	$0,57^{aA}$	$0,57^{aA}$
FRESCA PET	$0,49^{aA}$	$0,49^{aA}$	$0,50^{aA}$	$0,50^{aA}$	$0,54^{aA}$	$0,55^{aA}$	$0,54^{aA}$
FRESCA PVC	$0,49^{aA}$	$0,51^{abA}$	$0,52^{abA}$	$0,54^{bcA}$	$0,59^{dA}$	$0,59^{cdA}$	$0,59^{cdA}$

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si para $p<0.05$.

De acordo com Pomeranz & Meloan (1987), o croma C* indica a saturação ou a intensidade da cor, descrevendo, por exemplo, como o vermelho tijolo difere do vermelho tomate, e o tom H* é a característica de cor definida pelas palavras verde, azul, amarelo ou vermelho. Portanto, os valores de C* e H* obtidos mostram que as embalagens de PET promoveram maior manutenção da intensidade e da tonalidade da cor vermelha das goiabas, quando comparadas à estocagem sob as condições do ar atmosférico.

2. Textura

A textura foi avaliada pela tensão de ruptura, tempo de relaxação e tensão residual das amostras osmoticamente desidratadas (O.D.) e frescas.

A análise estatística da tensão de ruptura das amostras foi realizada não apenas ao nível de 5% de significância, mas também ao nível de 10%, devido às amostras apresentarem valores muito diferentes em vários tempos de estocagem, mas apenas significativos ao intervalo de confiança de 90%. Esse fato pode ser explicado pelos grandes desvios padrões entre as triplicatas das análises realizadas, mostrando ser mais apropriado a realização de um número maior de repetições para esse tipo de análise, devido à grande variabilidade apresentada pela matéria-prima.

A tensão de ruptura (Figura 4.9) da amostra osmoticamente desidratada acondicionada nos potes de PET apresentou diferença significativa a um intervalo de confiança de 90% ($p<0,10$) em relação às das amostras frescas nos potes de PET e em ar atmosférico (PVC) praticamente durante todos os períodos da vida de prateleira. A amostra processada teve valores até 3 vezes maiores aos das amostras frescas, apresentando uma característica mais acentuada de dureza, ou seja, maior resistência à deformação. As amostras frescas, no entanto, não apresentaram diferença significativa em nenhum tempo de estocagem quando acondicionadas nos potes de PET ou em ar atmosférico. As amostras acondicionadas nos potes de PET, osmoticamente desidratada e fresca, tiveram suas tensões de ruptura constantes durante os 24 dias aos intervalos de confiança de 95% e 90%, já as amostras frescas estocadas em ar atmosférico apresentaram variações durante esse período. A amostra fresca em ar atmosférico apresentou tendência ao aumento na tensão de ruptura atingindo o dobro do valor no final da estocagem, aproximando-se da amostra osmoticamente desidratada, podendo ser conseqüência da grande perda de peso da amostra verificada ao longo da vida de prateleira (Figura 4.12). Pode-se concluir que o processo de desidratação osmótica aumentou consideravelmente a resistência da fruta *in natura* à deformação, porém essa característica permaneceu constante durante a vida de prateleira, devido à estocagem do produto nos potes de PET.

A manutenção da característica de textura devido ao acondicionamento do produto sob condições de atmosfera modificada e o aumento da firmeza, medida pela força máxima de cisalhamento, devido à perda de umidade do produto estocado sob ar atmosférico também foram verificados por Howard & Hernandez-Brenes (1998) em pimentas jalapeño (*Capsicum annuum*) minimamente processadas.

Em relação ao tempo de relaxação e à tensão residual as amostras não apresentaram diferença significativa nos definidos tempos de estocagem, a um intervalo de confiança de 95% ($p<0,05$), como mostrado nas Figuras 4.10 e 4.11. Durante a vida de prateleira de todas as amostras, osmoticamente desidratadas e frescas acondicionadas nos potes de PET e em ar atmosférico, não ocorreram alterações no tempo de relaxação e na tensão residual para $p<0,05$. Portanto, as características de elasticidade e viscosidade da fruta *in natura*

permaneceram inalteradas após o processo de desidratação osmótica e durante sua estocagem por 24 dias.

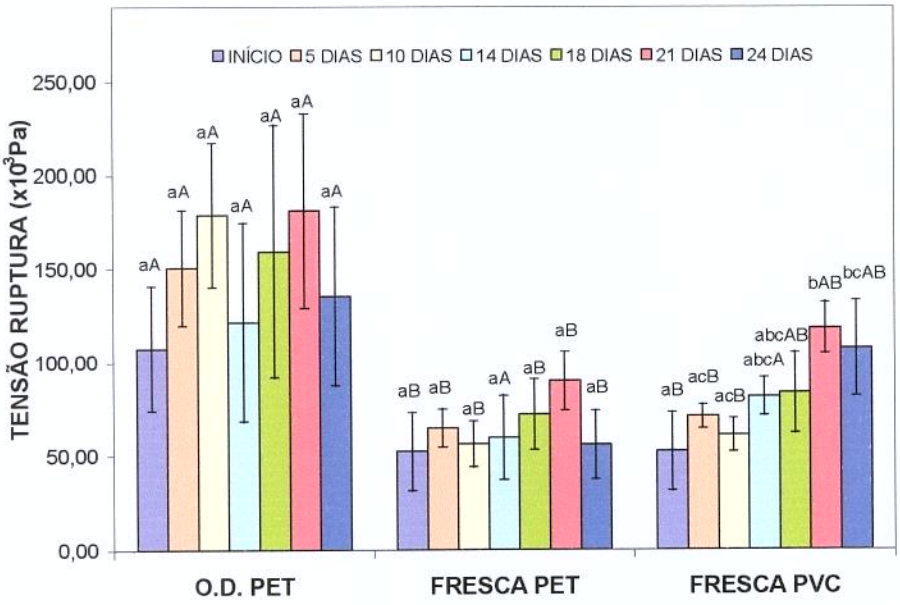


Figura 4.9 – Análise de textura através da tensão de ruptura, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas.

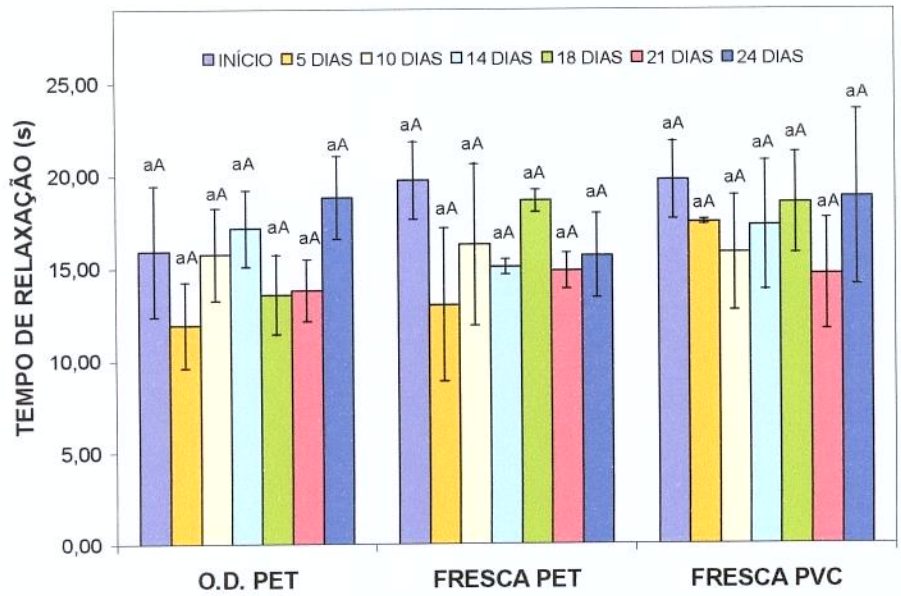


Figura 4.10 – Análise de textura através do tempo de relaxação, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas.

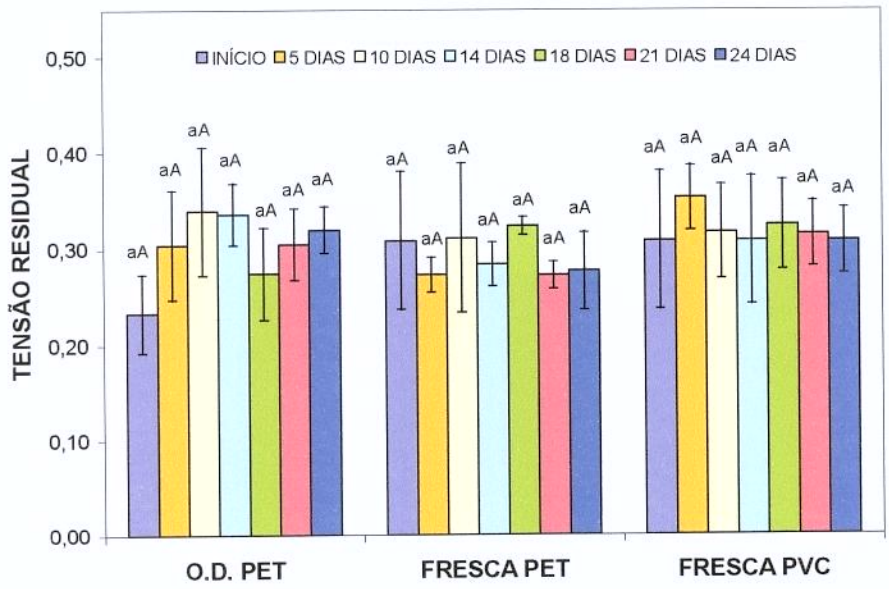


Figura 4.11 – Análise de textura através da tensão residual, durante o estudo da vida de prateleira das goiabas.

As letras minúsculas representam a variação de cada amostra com o tempo de estocagem e as letras maiúsculas representam a variação entre as amostras nos definidos tempos de estocagem. Colunas com a mesma letra minúscula ou maiúscula não diferem entre si para $p<0,05$ ou $p<0,10$.

3. Perda de Peso

A perda de peso das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas (O.D.) foi avaliada através da diferença de peso apresentada pelas amostras devido ao tempo de estocagem.

As perdas de peso das amostras osmoticamente desidratada e fresca acondicionadas nos potes de PET não apresentaram diferença significativa nos definidos tempos de estocagem, a um intervalo de confiança de 95% (Figura 4.12). A perda de peso da amostra fresca em ar atmosférico (PVC), no entanto, só se apresentou igual às demais amostras nos dois primeiros períodos da estocagem (5 e 10 dias), mostrando uma diferença significativa em relação às outras amostras para $p<0,05$, cada vez mais pronunciada, durante o resto da vida de prateleira. As amostras acondicionadas nos potes de PET, osmoticamente desidratada e fresca, mostraram perda de peso relativamente pequena e constante durante os

24 dias ($p<0,05$), porém a amostra fresca em ar atmosférico apresentou aumento contínuo de perda de peso com o tempo de estocagem, atingindo valores em torno de 11% no final da vida de prateleira. Verificou-se então que as embalagens de PET foram fundamentais para prevenir a perda de peso do produto, afirmando sua característica de barreira ao vapor d'água (Jenkins & Harrington, 1991).

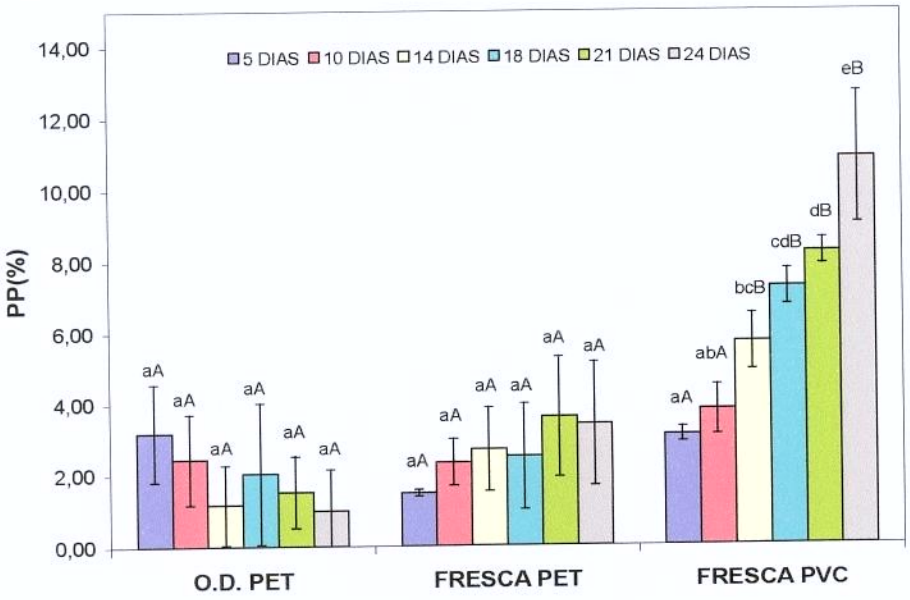


Figura 4.12 – Perda de peso das goiabas durante o estudo da vida de prateleira.

As letras minúsculas representam a variação de cada amostra com o tempo de estocagem e as letras maiúsculas representam a variação entre as amostras nos definidos tempos de estocagem. Colunas com a mesma letra minúscula ou maiúscula não diferem entre si para $p<0,05$.

4. Contaminação Microbiológica

Para a verificação de contaminação microbiana, as amostras foram avaliadas quanto à presença de *Salmonella*, Coliformes, Bolores e Leveduras e Bactérias Lácticas.

Os resultados obtidos nas determinações de *Salmonella* e Coliformes encontraram-se de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução RCD nº 12, de 2 janeiro de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Para Bolores e Leveduras e Bactérias Lácticas a ANVISA não determina padrões para esse tipo de produto, portanto os

valores obtidos não podem ser considerados como limitantes da sua vida de prateleira, podendo ser apenas relacionados com suas características sensoriais. Esses resultados são apresentados na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Contagem microbiológica das goiabas durante a vida de prateleira a 5°C.

AMOSTRAS	TEMPO (DIAS)						
	0	5	10	14	18	21	24
TODAS							
Salmonella (em 25g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes (NMP/g)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
O.D. PET							
Bolores e Leveduras (UFC/g)	$<1,0x10^2$	$\leq 1,0x10^2$	$<1,0x10^2$	$\leq 1,0x10^2$	$\leq 1,0x10^2$	$<1,0x10^2$	$<1,0x10^2$
Bactérias Lácticas (UFC/g)	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10 a 3,0x10
FRESCA PET							
Bolores e Leveduras (UFC/g)	$<1,0x10^2$ a $2,6x10^3$	$\leq 1,0x10^2$	$<1,0x10^2$	$<1,0x10^2$ a $3,0x10^2$	$<1,0x10^2$ a $3,0x10^2$	$<1,0x10^2$	$\leq 1,0x10^2$
Bactérias Lácticas (UFC/g)	<1,0x10	≤1,0x10	<1,0x10 a $2,0x10^2$	<1,0x10	≤1,0x10	≤1,0x10	<1,0x10 a 6,0x10
FRESCA PVC							
Bolores e Leveduras (UFC/g)	$<1,0x10^2$ a $2,6x10^3$	$\leq 1,0x10^2$	$<1,0x10^2$	$2,0x10^2$	$<1,0x10^2$ a $2,0x10^2$	$1,0x10^2$ a $1,0x10^3$	$<1,0x10^2$ a $4,4x10^4$
Bactérias Lácticas (UFC/g)	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10	<1,0x10 a $3,0x10^2$	1,0x10 a $1,0x10^2$

Verificou-se que a amostra osmoticamente desidratada (O.D.) acondicionada nos potes de PET apresentou maior estabilidade microbiológica que as amostras frescas nas embalagens de PET e em ar atmosférico, mostrando valores praticamente constantes de Bolores e Leveduras durante os 24 dias de estocagem e apenas um pequeno aumento de Bactérias Láticas no final da vida de prateleira.

A contagem de Bolores e Leveduras da amostra fresca apresentou valores relativamente altos (em torno de 10^3) no início do estudo, porém sofreu uma inibição verificada com 5 dias de estocagem a 5°C. A amostra osmoticamente desidratada, no entanto, não apresentou esse comportamento, mostrando valores baixos desde o início do estudo. Com isso, pode-se concluir que tanto a temperatura de estocagem como o processo de desidratação osmótica foram capazes de reduzir a carga microbiana de Bolores e Leveduras da amostra *in natura*.

A amostra fresca acondicionada nos potes de PET, após a redução provocada pela temperatura de estocagem, manteve sua contagem de Bolores e Leveduras relativamente baixa e constante durante a vida de prateleira. A amostra fresca em ar atmosférico, por outro lado, apresentou esse comportamento apenas até 18 dias de estocagem, atingindo valores em torno de 10^4 no final da vida de prateleira, indicando a presença de várias colônias, como mostrado nas Figuras 4.22 (p.97) e 4.25 (p.101). Porém, a contagem de Bactérias Lácticas da amostra fresca nas embalagens de PET apresentou um valor consideravelmente alto com apenas 10 dias e a amostra fresca em ar atmosférico só apresentou alterações a partir do 21° dia de estocagem. Isso mostra que o pote de PET promoveu uma conservação mais prolongada do produto *in natura*, em relação à contaminação de Bolores e Leveduras, porém permitiu um aumento da carga microbiana de Bactérias Láticas mais rápido que o ar atmosférico.

A inibição do crescimento de Bolores e Leveduras promovida pela atmosfera modificada também foi verificada por Mohd-Som et al. (1994) em brócolis minimamente processados, mostrando que altos níveis de dióxido de carbono e baixos níveis de oxigênio apresentam efeitos benéficos na inibição desses microrganismos.

Pode-se concluir que o processo de desidratação osmótica juntamente com a embalagem de PET utilizada e a temperatura de estocagem foram responsáveis por promover maior estabilidade microbiológica ao produto, quando comparado aos outros tipos aqui avaliados.

4.4.2 - Características Físico-Químicas

1. Açúcares Redutores e Totais

Os teores de açúcares redutores das amostras frescas acondicionadas nos potes de PET e em ar atmosférico (PVC), que neste caso são iguais aos teores de açúcares totais, pois a fruta fresca não apresentou açúcares não redutores em sua composição, permaneceram praticamente constantes ao longo da vida de prateleira, a um intervalo de confiança de 95% ($p<0,05$). Apenas as amostras nos potes de PET mostraram pequenas alterações. Entre as duas amostras, no entanto, não se verificou diferença significativa nos definidos tempos de estocagem para $p<0,05$ (Figura 4.13 e Tabela 4.10).

A amostra osmoticamente desidratada (O.D.) acondicionada nos potes de PET também apresentou teores de açúcares totais constantes durante os 24 dias de estocagem, mostrando apenas uma diferença significativa ($p<0,05$) entre seus valores no 10° dia, podendo ser resultado de amostra diferente do padrão ou erro de análise. Observou-se também uma tendência ao aumento dos teores de açúcares redutores, podendo ser resultado da hidrólise da sacarose beneficiada pela acidez da fruta.

Pode-se concluir que as pequenas alterações ocorridas nos teores de açúcares totais das amostras durante a vida de prateleira devem-se provavelmente à variabilidade da matéria-prima e não estão relacionadas com o tipo de embalagem e com o tempo de estocagem.

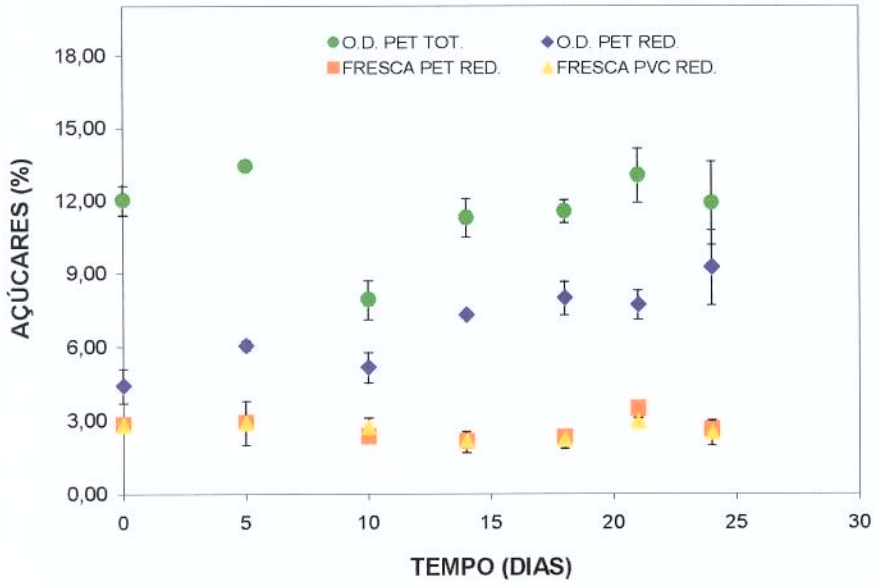


Figura 4.13 – Teores de açúcares redutores e totais das goiabas durante o estudo da vida de prateleira.

Tabela 4.10 - Teores de açúcares das goiabas durante a vida de prateleira.

	TEMPO (DIAS)						
	0	5	10	14	18	21	24
O.D. PET TOT.	$12,00^{aA}$	$13,40^{aA}$	$7,89^{bA}$	$11,27^{aA}$	$11,53^{aA}$	$13,02^{Aa}$	$11,88^{aA}$
O.D. PET RED.	$4,38^{aB}$	$6,02^{abB}$	$5,12^{aB}$	$7,26^{bcB}$	$7,96^{bcB}$	$7,68^{bcB}$	$9,22^{cB}$
FRESCA PET RED.	$2,80^{abC}$	$2,87^{abC}$	$2,31^{abC}$	$2,10^{aC}$	$2,25^{aC}$	$3,43^{bC}$	$2,58^{abC}$
FRESCA PVC RED.	$2,80^{aC}$	$2,89^{aC}$	$2,68^{aC}$	$2,15^{aC}$	$2,20^{aC}$	$2,92^{aC}$	$2,47^{aC}$

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si para $p<0,05$.

2. Umidade

As amostras frescas acondicionadas nos potes de PET e em ar atmosférico (PVC) não apresentaram diferença significativa em seus teores de umidade nos definidos tempos de estocagem, a um intervalo de confiança de 95% ($p<0,05$), sendo estatisticamente diferentes em relação à amostra osmoticamente desidratada (O.D.), como mostrado na Figura 4.14 e na Tabela 4.11. A umidade da amostra fresca nas embalagens de PET permaneceu constante durante os 24 dias de estocagem para $p<0,05$, porém a amostra

fresca em ar atmosférico só apresentou esse comportamento após o 5° dia, mostrando uma redução em seu teor de umidade em relação ao início. Esse procedimento também foi verificado para a amostra osmoticamente desidratada, que apresentou um decréscimo no teor de umidade no início e permaneceu constante no resto da vida de prateleira.

As embalagens de PET preveniram a perda de umidade da amostra fresca no início da vida de prateleira, porém não conseguiram manter o teor de umidade da amostra osmoticamente desidratada nesse mesmo período, provavelmente devido à continuidade da perda de água do produto osmoticamente desidratado, mesmo após a retirada da amostra da solução desidratante.

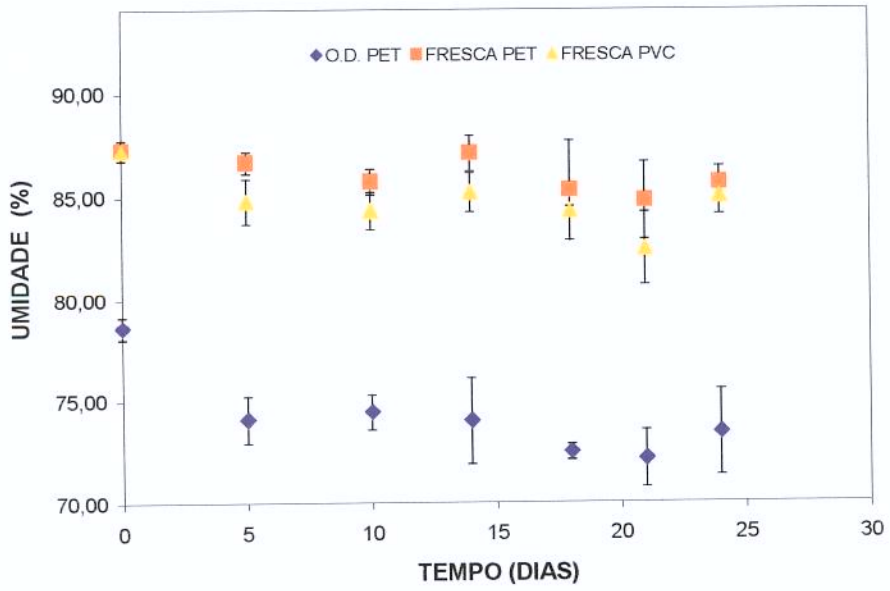


Figura 4.14 – Umidade em base úmida das goiabas durante o estudo da vida de prateleira.

Tabela 4.11 - Umidade em base úmida das goiabas durante a vida de prateleira.

	TEMPO (DIAS)						
	0	5	10	14	18	21	24
O.D. PET	$78,57^{aA}$	$74,08^{bA}$	$74,44^{bA}$	$74,01^{bA}$	$72,49^{bA}$	$72,15^{bA}$	$73,45^{bA}$
FRESCA PET	$87,26^{aB}$	$86,66^{aB}$	$85,72^{aB}$	$87,10^{aB}$	$85,30^{aB}$	$84,79^{aB}$	$85,64^{aB}$
FRESCA PVC	$87,26^{aB}$	$84,79^{bB}$	$84,34^{bB}$	$85,21^{abB}$	$84,31^{bB}$	$82,49^{bB}$	$85,03^{abB}$

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si para $p<0,05$.

3. Atividade de Água

Todas as amostras apresentaram o mesmo comportamento durante a vida de prateleira (Figura 4.15 e Tabela 4.12), qual seja, uma pequena redução na atividade de água após 5 dias e uma tendência constante a partir do 10º dia de estocagem, a um intervalo de confiança de 95% ($p<0,05$). Esse comportamento mostra que só a partir de 10 dias as amostras entraram em equilíbrio com o sistema de estocagem, ou seja, embalagem e temperatura.

As amostras frescas não apresentaram diferença significativa nos definidos tempos de estocagem, a um intervalo de confiança de 95%, apenas mostrando uma diferença no 5º dia, podendo ser resultado da variabilidade das mesmas. Em relação à amostra osmoticamente desidratada (O.D.), essa diferença significativa permaneceu em todos os períodos da vida de prateleira.

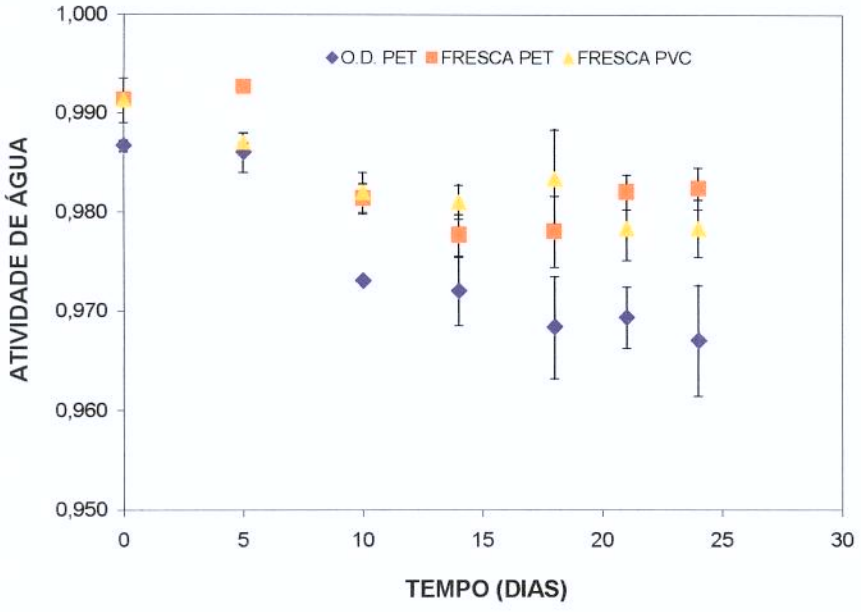


Figura 4.15 – Atividade de água das goiabas durante o estudo da vida de prateleira.

Tabela 4.12 - Atividade de água das goiabas durante a vida de prateleira.

	TEMPO (DIAS)						
	0	5	10	14	18	21	24
O.D. PET	$0,987^{aA}$	$0,986^{aA}$	$0,973^{bA}$	$0,972^{bA}$	$0,968^{bA}$	$0,969^{bA}$	$0,967^{bA}$
FRESCA PET	$0,991^{aB}$	$0,993^{aB}$	$0,981^{bB}$	$0,978^{bB}$	$0,978^{bB}$	$0,982^{bB}$	$0,982^{bB}$
FRESCA PVC	$0,991^{aB}$	$0,987^{abA}$	$0,982^{bcB}$	$0,981^{bcB}$	$0,983^{bcB}$	$0,978^{cB}$	$0,978^{cB}$

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si para $p<0,05$.

4. pH

A amostra osmoticamente desidratada (O.D.) e as amostras frescas tiveram seu pH praticamente constante durante todo o período da vida de prateleira e não apresentaram diferença significativa entre seus valores nos definidos tempos de estocagem, a um intervalo de confiança de 95% ($p<0,05$), como mostrado na Figura 4.16 e na Tabela 4.13. As pequenas variações apresentadas são provavelmente decorrentes da variabilidade da matéria-prima.

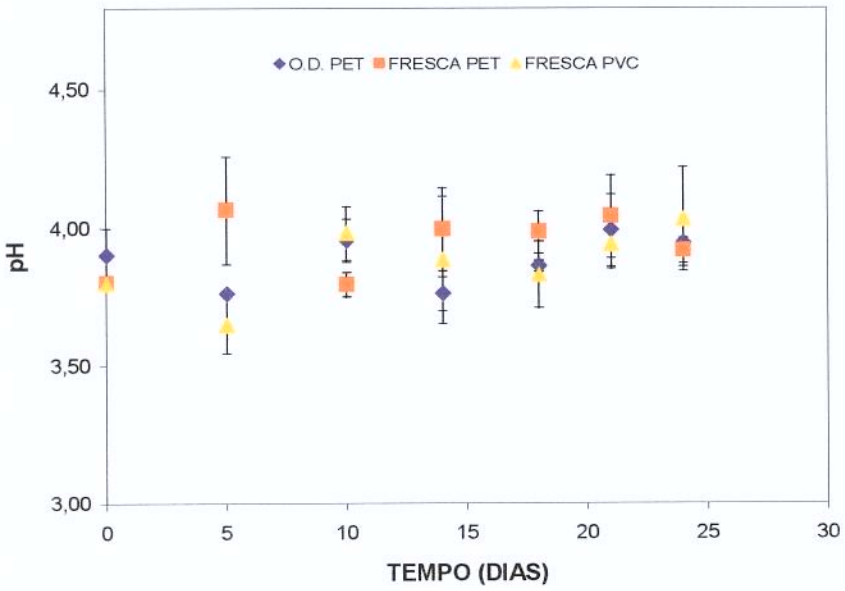


Figura 4.16 – pH das goiabas durante o estudo da vida de prateleira.

Tabela 4.13 – pH das goiabas durante a vida de prateleira.

	TEMPO (DIAS)						
	0	5	10	14	18	21	24
O.D. PET	$3,90^{abA}$	$3,76^{AaB}$	$3,95^{abA}$	$3,76^{aA}$	$3,86^{abA}$	$3,99^{bA}$	$3,94^{abA}$
FRESCA PET	$3,80^{aA}$	$4,06^{aA}$	$3,79^{aA}$	$3,99^{aA}$	$3,98^{aA}$	$4,04^{aA}$	$3,92^{aA}$
FRESCA PVC	$3,80^{aA}$	$3,65^{aB}$	$3,98^{aA}$	$3,88^{aA}$	$3,83^{aA}$	$3,94^{aA}$	$4,03^{aA}$

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si para $p<0,05$.

4.4.3 - Análise Sensorial

Para a verificação da aceitação do produto pelo consumidor as amostras foram submetidas a uma análise sensorial como descrito no item 3.3.5. Assim as possíveis diferenças entre as amostras durante a vida de prateleira foram avaliadas, bem como a correlação de cada atributo com o tempo de estocagem e a intenção de compra do produto pelo consumidor.

1. Análise da Variância

A amostra osmoticamente desidratada (O.D.) apresentou diferença significativa em relação à amostra *in natura*, a um intervalo de confiança de 95%, nos atributos de aroma, sabor, textura e aparência, como mostrado na Tabela 4.14 que apresenta as médias das notas dadas pelos provadores para as amostras no início da vida de prateleira, antes da estocagem. As características de aroma, textura e aparência da amostra osmoticamente desidratada se mostraram um pouco inferiores em relação à amostra *in natura*, porém ainda foram aceitáveis para o consumidor. O seu sabor, no entanto, se mostrou superior ao da amostra *in natura*. Os outros atributos (impressão global e cor) permaneceram inalterados após o tratamento osmótico.

Tabela 4.14 – Análise sensorial das goiabas no início da vida de prateleira.

AMOSTRA	ATRIBUTOS SENSORIAIS					
	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMP.GLOBAL	APARÊNCIA	COR
O.D.	$5,6^{b}$	$6,6^{a}$	$6,0^{b}$	$6,0^{a}$	$5,5^{b}$	$6,5^{a}$
FRESCA	$6,7^{a}$	$5,0^{b}$	$6,9^{a}$	$6,3^{a}$	$7,1^{a}$	$7,0^{a}$

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Com o acondicionamento das amostras osmoticamente desidratada e fresca nos potes de PET e da amostra fresca em ar atmosférico (PVC) e com a estocagem à temperatura de 5°C, as características sensoriais da amostra osmoticamente desidratada foram se tornando superiores em relação às das amostras frescas. Após 5 dias de estocagem (Tabela 4.15) os atributos de aroma, textura, impressão global e cor não apresentaram diferença significativa entre as amostras para $p<0,05$, o sabor da amostra osmoticamente desidratada continuou sendo significativamente superior em relação às outras amostras e a aparência se mostrou significativamente inferior à da amostra fresca em ar atmosférico, porém igual à amostra fresca nos potes de PET.

Tabela 4.15 – Análise sensorial das goiabas após 5 dias de estocagem.

AMOSTRA	ATRIBUTOS SENSORIAIS					
	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMP.GLOBAL	APARÊNCIA	COR
O.D. PET	$5,2^{a}$	$6,4^{a}$	$5,8^{a}$	$6,0^{a}$	$4,7^{b}$	$5,7^{a,b}$
FRESCA PET	$5,4^{a}$	$5,0^{b}$	$5,8^{a}$	$5,5^{a}$	$4,2^{b}$	$4,6^{b}$
FRESCA PVC	$5,8^{a}$	$5,2^{b}$	$5,9^{a}$	$6,0^{a}$	$6,6^{a}$	$6,0^{a}$

O desenvolvimento de aroma indesejável observado na amostra fresca acondicionada nos potes de PET impediu sua avaliação sensorial após 10 dias de estocagem. As outras amostras, por outro lado, apresentaram perfeitas condições de consumo. Apenas o aroma, o sabor e a cor apresentaram diferenças significativas, a um intervalo de confiança de 95%, entre a amostra osmoticamente desidratada nos potes de PET e a amostra fresca em ar atmosférico (PVC), porém desses atributos o aroma da amostra osmoticamente desidratada foi o único que se mostrou inferior em relação à amostra fresca, os outros (sabor e cor) mostraram maior aceitação pelo consumidor (Tabela 4.16).

Tabela 4.16 – Análise sensorial das goiabas após 10 dias de estocagem.

AMOSTRA	ATRIBUTOS SENSORIAIS					
	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMP.GLOBAL	APARÊNCIA	COR
O.D. PET	$5,0^{b}$	$5,9^{a}$	$5,8^{a}$	$5,8^{a}$	$5,7^{a}$	$6,5^{a}$
FRESCA PVC	$6,9^{a}$	$4,4^{b}$	$5,8^{a}$	$5,2^{a}$	$5,3^{a}$	$5,8^{b}$

Após 14 dias de estocagem (Tabela 4.17) as características da amostra osmoticamente desidratada nas embalagens de PET, em geral, se mostraram significativamente superiores às da amostra fresca em ar atmosférico, sendo esta prejudicada principalmente nos atributos de sabor, aparência e cor. Aos 18 dias esse procedimento foi intensificado, sendo a amostra fresca em ar atmosférico também prejudicada na sua impressão global (Tabela 4.18).

Tabela 4.17 – Análise sensorial das goiabas após 14 dias de estocagem.

AMOSTRA	ATRIBUTOS SENSORIAIS					
	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMP.GLOBAL	APARÊNCIA	COR
O.D. PET	$5,9^a$	$5,8^a$	$5,3^a$	$5,6^a$	$6,1^a$	$6,5^a$
FRESCA PVC	$5,5^a$	$4,6^b$	$5,1^a$	$5,1^a$	$5,1^b$	$4,8^b$

Tabela 4.18 – Análise sensorial das goiabas após 18 dias de estocagem.

AMOSTRA	ATRIBUTOS SENSORIAIS					
	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMP.GLOBAL	APARÊNCIA	COR
O.D. PET	$5,9^a$	$6,3^a$	$5,6^a$	$6,2^a$	$6,1^a$	$6,8^a$
FRESCA PVC	$6,1^a$	$4,5^b$	$5,1^a$	$4,8^b$	$5,0^b$	$4,5^b$

Com 21 dias de vida de prateleira verificou-se a presença de contaminação microbiana na amostra fresca acondicionada em ar atmosférico (Figura 4.22), tornando-a imprópria para o consumo. A amostra osmoticamente desidratada acondicionada nos potes de PET, no entanto, continuou apresentando boas condições de consumo e grande aceitação pelo consumidor até o último dia de estocagem (Tabelas 4.19 e 4.20).

Com isso, pode-se concluir que a desidratação osmótica, mesmo alterando algumas características sensoriais da fruta *in natura*, é capaz de manter seus atributos praticamente inalterados e aceitos pelo consumidor durante a vida de prateleira de 24 dias, quando associada à embalagem sob atmosfera modificada e temperatura de refrigeração.

Tabela 4.19 – Análise sensorial das goiabas após 21 dias de estocagem.

AMOSTRA	ATRIBUTOS SENSORIAIS					
	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMP.GLOBAL	APARÊNCIA	COR
O.D. PET	7,1	6,8	5,9	6,5	5,9	6,8

Tabela 4.20 – Análise sensorial das goiabas após 24 dias de estocagem.

AMOSTRA	ATRIBUTOS SENSORIAIS					
	AROMA	SABOR	TEXTURA	IMP.GLOBAL	APARÊNCIA	COR
O.D. PET	7,1	6,4	6,1	6,5	7,1	7,2

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si para $p<0,05$.

As figuras a seguir (4.17 a 4.27) apresentam as goiabas frescas e osmoticamente desidratadas acondicionadas nas embalagens de PET e as goiabas frescas em ar atmosférico em alguns períodos da vida de prateleira.

Figura 4.17 – Goiaba fresca no início da vida de prateleira.

Figura 4.18 – Goiaba osmoticamente desidratada no início da vida de prateleira.

Figura 4.19 – Goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) após 10 dias de estocagem.

Figura 4.20 – Goiaba fresca em PET após 10 dias de estocagem.

Figura 4.21 – Goiaba osmoticamente desidratada em PET após 10 dias de estocagem.

Figura 4.22 – Goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) após 21 dias de estocagem.

Figura 4.23 – Goiaba fresca em PET após 21 dias de estocagem.

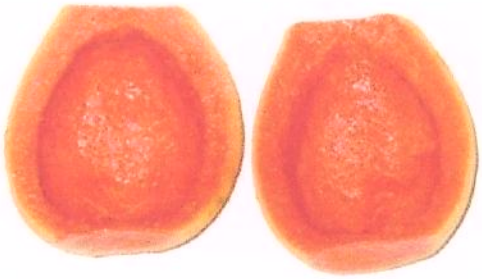


Figura 4.24 – Goiaba osmoticamente desidratada em PET após 21 dias de estocagem.

Figura 4.25 – Goiaba fresca em ar atmosférico (PVC) após 24 dias de estocagem.

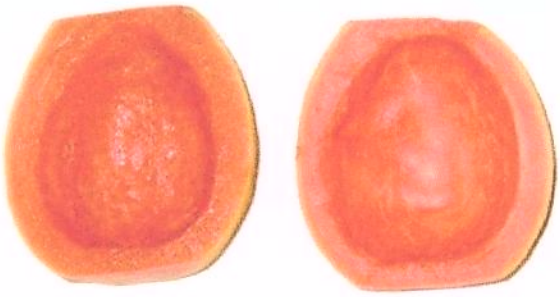


Figura 4.26 – Goiaba fresca em PET após 24 dias de estocagem.

Figura 4.27 – Goiaba osmoticamente desidratada em PET após 24 dias de estocagem.

2. Análise da Correlação

Verificou-se uma correlação linear negativa significativa ($p<0,05$) da textura, da impressão global, da aparência e da cor com o tempo de estocagem da amostra fresca acondicionada em ar atmosférico (Figuras 4.30 a 4.33). Os percentuais de 90,41%, 96,44%, 90,78% e 96,21% da redução da aceitação em relação à textura, à impressão global, à aparência e à cor, respectivamente, podem ser explicados pelo aumento do tempo de vida de prateleira do produto. Os outros atributos, aroma e sabor, não apresentaram correlação com o tempo de estocagem para essa amostra (Figuras 4.28 e 4.29).

Para a amostra osmoticamente desidratada (O.D.) acondicionada nos potes de PET não houve correlação linear significativa entre nenhum dos atributos sensoriais e o tempo de vida de prateleira, mostrando que o tempo de estocagem não afetou as características de aroma, sabor, textura, impressão global, aparência e cor da amostra.

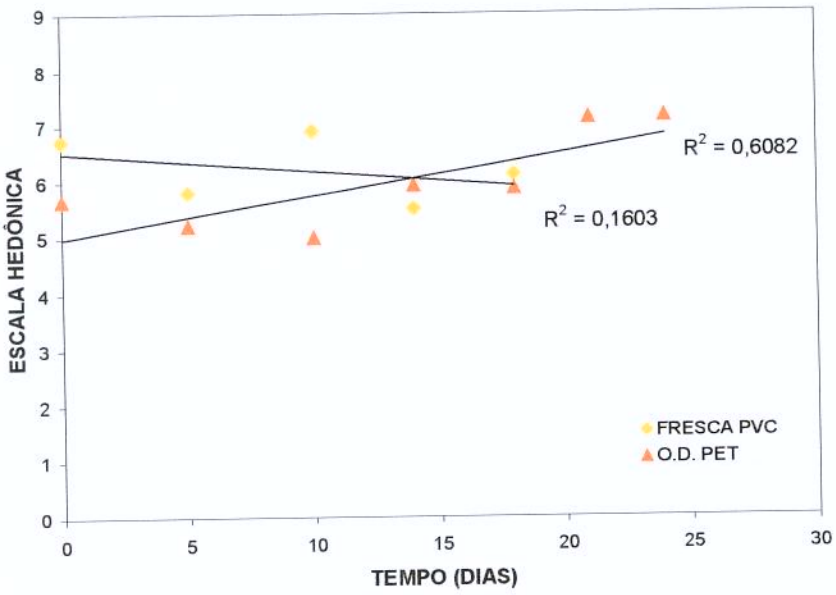


Figura 4.28 - Influência do tempo de estocagem no aroma da goiaba osmoticamente desidratada nos potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC).

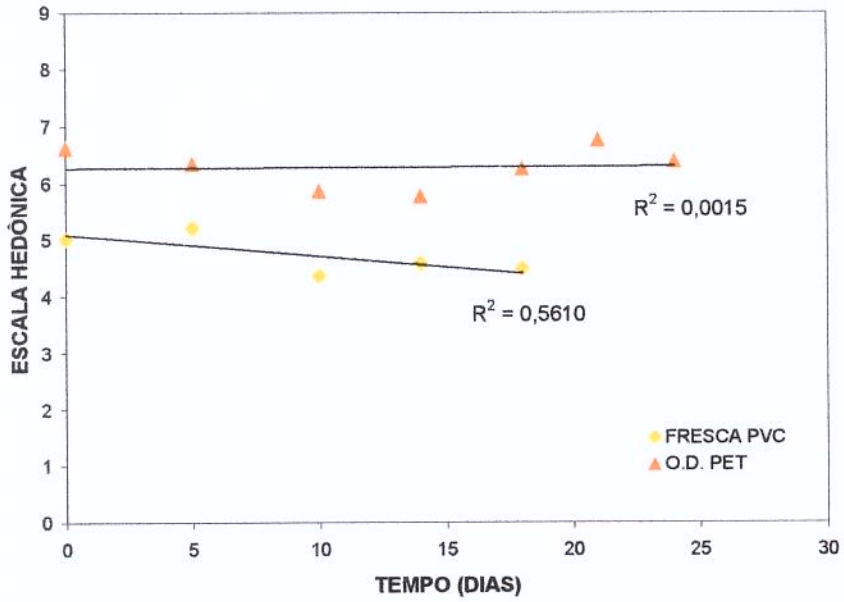


Figura 4.29 - Influência do tempo de estocagem no sabor da goiaba osmoticamente desidratada nos potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC).

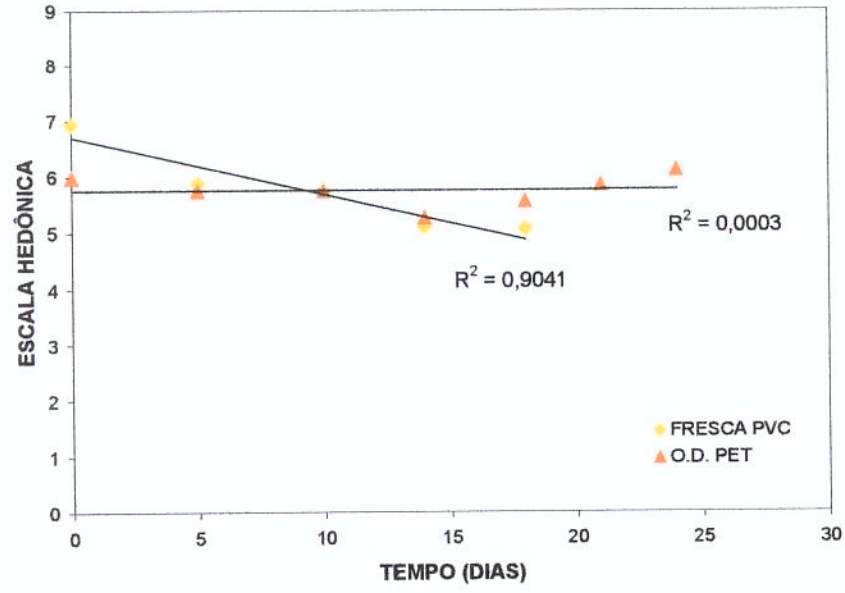


Figura 4.30 - Influência do tempo de estocagem na textura da goiaba osmoticamente desidratada nos potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC).

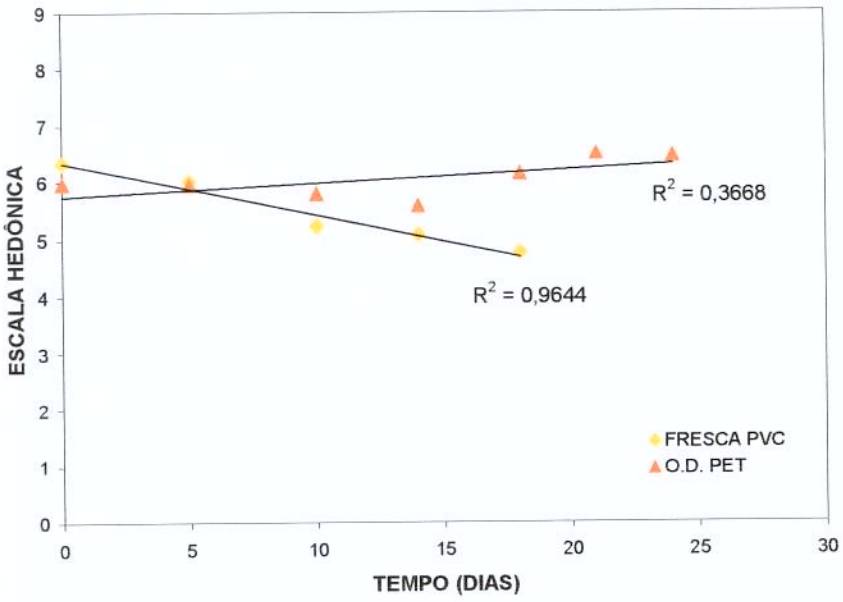


Figura 4.31 - Influência do tempo de estocagem na impressão global da goiaba osmoticamente desidratada nos potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC).

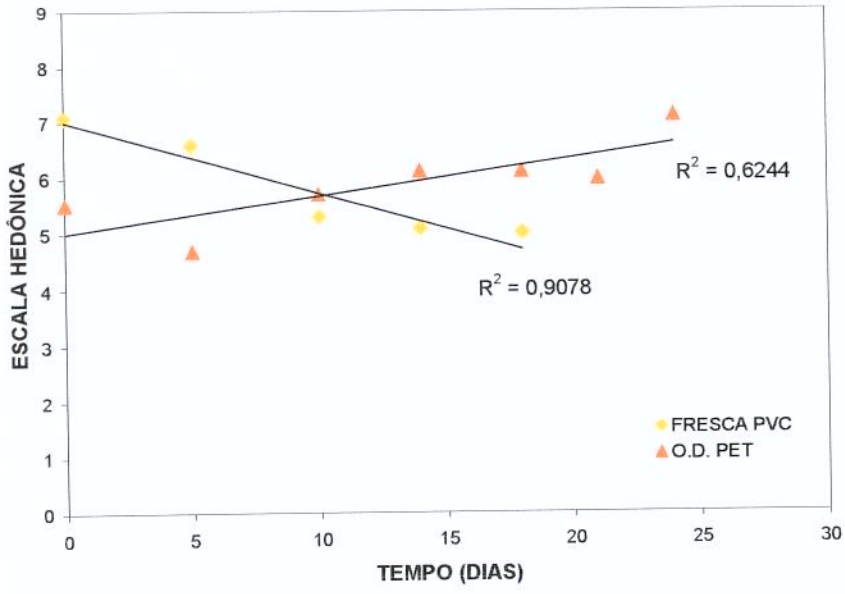


Figura 4.32 - Influência do tempo de estocagem na aparência da goiaba osmoticamente desidratada nos potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC).

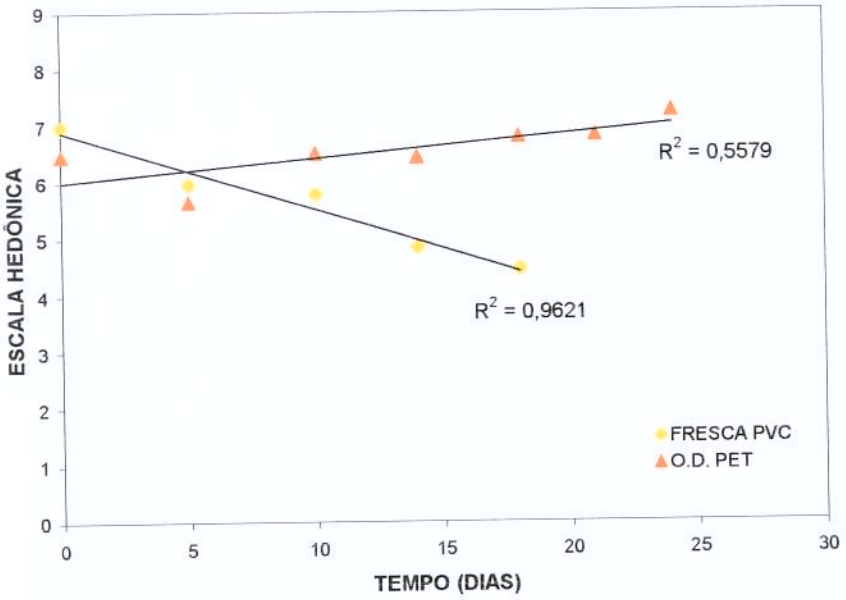


Figura 4.33 - Influência do tempo de estocagem na cor da goiaba osmoticamente desidratada nos potes de PET e da goiaba fresca em ar atmosférico (PVC).

3. Intenção de Compra

A Figura 4.34 apresenta a intenção do consumidor em comprar as goiabas durante a vida de prateleira e mostra um comportamento praticamente constante e satisfatório (em torno de 60%) em relação à compra do produto osmoticamente desidratado (O.D.) acondicionado nos potes de PET, durante todo o período de estocagem. A intenção de compra do consumidor em relação ao produto fresco nos potes de PET e em ar atmosférico, no entanto, mostra uma redução ao longo da vida de prateleira, chegando à cerca de 30% no final da estocagem. Esses resultados são conseqüência das alterações dos atributos de aroma, sabor, textura, impressão global, aparência e cor verificadas durante a vida de prateleira.

O percentual de 98,79% da redução da intenção dos consumidores em comprar a goiaba fresca estocada em ar atmosférico, pode ser explicado pelo aumento do tempo de vida de prateleira como apresentado na Figura 4.35, mostrando uma correlação linear negativa significativa ($p<0,05$) entre a compra do produto e o período de estocagem.

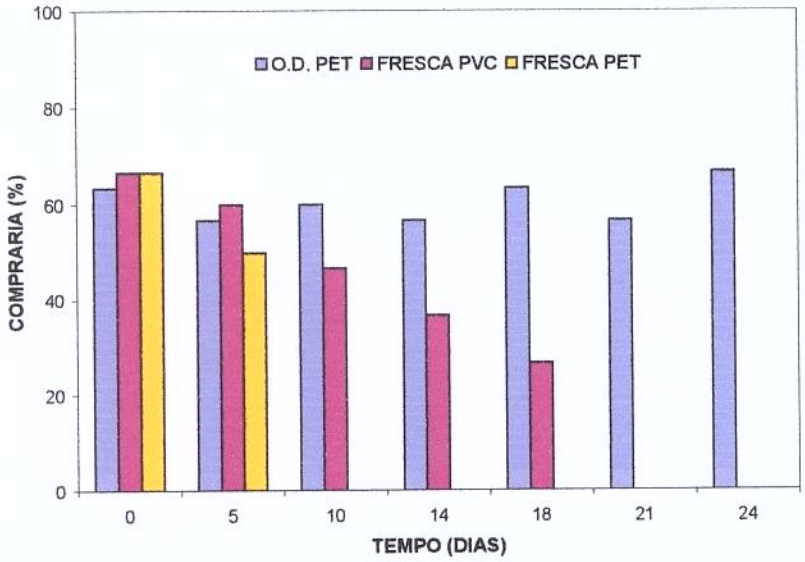


Figura 4.34 – Intenção do consumidor em comprar as goiabas durante a vida de prateleira.

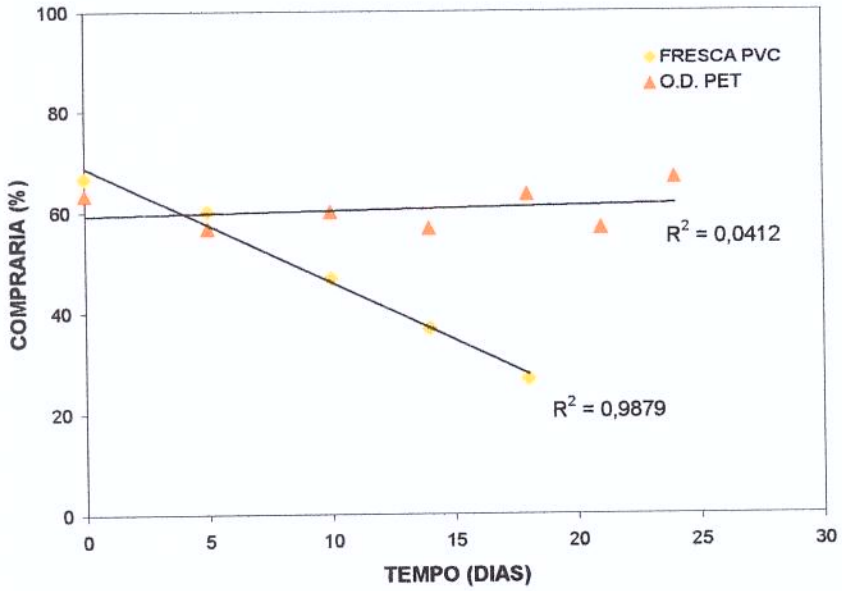


Figura 4.35 – Influência do tempo de estocagem na intenção de compra dos consumidores.

5. CONCLUSÕES

O trabalho realizado permite as seguintes conclusões:

1. Entre as embalagens selecionadas o filme PD 900 e a embalagem de PET foram as mais adequadas para o acondicionamento das goiabas minimamente processadas por desidratação osmótica, proporcionando as maiores modificações da atmosfera ao redor do produto, com elevados teores de dióxido de carbono e baixos teores de oxigênio, permitindo a manutenção das características sensoriais do produto durante a estocagem.

2. As goiabas osmoticamente desidratadas acondicionadas nos potes de PET e estocadas à temperatura de 5°C apresentaram uma vida de prateleira de 24 dias, mantendo seus atributos de qualidade e características físico-químicas praticamente constantes.

3. As características de cor da fruta fresca não foram alteradas pelo processo de desidratação osmótica e a embalagem sob atmosfera modificada passiva em potes de PET teve grande influência na manutenção dessas características durante a estocagem, o que não foi verificado nas frutas frescas sob ar atmosférico.

4. A textura da fruta mostrou-se um pouco alterada pela desidratação osmótica, conferindo à fruta tratada uma característica mais acentuada de dureza. Esse atributo permaneceu constante durante a vida de prateleira avaliada para as goiabas com e sem tratamento osmótico, devido à sua estocagem sob atmosfera modificada em potes de PET.

5. A embalagem sob atmosfera modificada em potes de PET preveniu a perda de peso das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas durante o período analisado.

6. O processo de desidratação osmótica associado à embalagem sob atmosfera modificada em potes de PET estocadas sob refrigeração promoveu uma boa estabilidade microbiológica ao produto, sendo esta maior em relação às frutas não processadas acondicionadas nas embalagens de PET ou sob as condições do ar atmosférico.

7. O processo de desidratação osmótica, mesmo alterando algumas características sensoriais da fruta fresca, forneceu um produto com boa aceitação pelo consumidor. Durante a vida de prateleira o produto acondicionado nos potes de PET e estocado a 5°C manteve seus atributos sensoriais praticamente inalterados, apresentando sempre uma satisfatória intenção do consumidor em comprar o produto.

Em geral, pode-se concluir que a embalagem sob atmosfera modificada passiva em potes de PET associada à refrigeração promoveu uma vida de prateleira de 24 dias às goiabas minimamente processadas por desidratação osmótica, sendo essas de características similares à fruta fresca.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAR, I. T.; MASSANTINI, R.; HESS-PIERCE, B.; KADER, A. A. Postharvest CO_2 and Ethylene Production and Quality Maintenance of Fresh-Cut Kiwifruit Slices. **Journal of Food Science,** v. 64, p. 433-440, 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RCD nº 12, de 2 janeiro de 2001.** http://www.anvisa.gov.br. 2001.

AHVENAINEN, R. New Approaches in Improving the Shelf Life of Minimally Processed Fruit and Vegetable. **Trends in Food Science & Technology,** v. 7, p. 179-187, 1996.

ALZAMORA, S. M.; TAPIA, M. S.; WELTI CHANES, J. New Strategies for Minimally Processed Foods. The Role of Multitarget Preservation. **Food Science and Technology International,** v. 4, p. 353-361, 1998.

A.O.A.C. **Official Methods of Analysis**, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, 1992.

ARGANDOÑA, E. J. S. **Desidratação de Goiaba por Imersão e Secagem**. Universidade Estadual de Campinas, Dissertação (Mestrado). 1999. 102p.

ARTÉS, F.; CONESA, M. A.; HERNÁNDEZ, S.; GIL, M. I. Keeping Quality of Fresh Cut Tomato. **Postharvest Biology and Technology,** v. 17, p. 153-162, 1999.

BRACKETT, R. E. Microbiological Spoilage and Pathogens in Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. In: WILEY, R.C. **Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables,** New York: Ed. Chapman and Hall, 1994. p. 269-312.

CALVO, C.; DURÁN, L. Propriedades Físicas II – Ópticas y Color. In: AGUILERA, J. M. **Temas en Tecnología de Alimentos,** México: Ed. Instituto Politécnico Nacional, 1997. v. I, cap. 7, p. 261-288.

CAMERON, A. C.; TALASILA, P. C.; JOLES, D. W. Predicting Film Permeability Needs for Modified – Atmosphere Packaging of Lightly Processed Fruits and Vegetables. **HortScience,** v. 30, p. 25-34, 1995.

CAMERON, A. C.; BOYLAN-PETT, W.; LEE, J. Design of Modified Atmosphere Packaging Systems: Modeling Oxygen Concentrations Within Sealed Packages of Tomato Fruits. **Journal of Food Science,** v. 54, p. 1413-1416, 1989.

CARMO, A. J. Produtores de Goiaba Buscam Mercado "In Natura". **O Estado de São Paulo,** suplemento agrícola, p. 10, quarta-feira, 19 de abril de 2000.

CARVALHO, H. A. **Utilização de Atmosfera Modificada na Conservação Pós-Colheita da Goiaba "Kumagai".** Universidade Federal de Lavras, Dissertação (Doutorado). 1999. 115p.

CHIRALT, A.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J.; TALENS, P.; MORAGA, G.; AYALA, A.; FITO, P. Changes in Mechanical Properties throughout Osmotic Processes – Cryoprotectant Effect. **Journal of Food Engineering,** v. 49, p. 129-135, 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio,** Lavras: ESAL – FAEPE, 1990. 293p.

COSTELL, E.; FISZMAN, S. M.; DURÁN, L. Propriedades Físicas I – Reología de Sólidos y Textura. In: AGUILERA, J. M. **Temas en Tecnología de Alimentos,** México: Ed. Instituto Politécnico Nacional, 1997. v. I, cap. 6, p. 215-260.

CRISOSTO, C. H.; MITCHAM, E. J.; KADER, A. A. **Recommendations for Maintaining Postharvest Quality.** http://postharvest.ucdavis.edu. 2000.

GAMAGE, T. V.; YUEN, C. M. C.; WILLS, R. B. H. Minimal Processing of Custard apple (*Annona Atemoya)* Pulp. **Journal of Food Processing and Preservation,** v. 21, p. 289-301, 1997.

GARCIA, E. E. C.; PADULA, M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. **Embalagens Plásticas: Propriedades de Barreira.** Campinas: Ed. Centro de Tecnologia de Embalagem – ITAL, 1989. 44p.

GUNES, G.; LEE, C. Y. Color of Minimally Processed Potatoes as Affected by Modified Atmosphere Packaging and Antibrowning Agents. **Journal of Food Science,** v. 62, p. 572-575, 582, 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, n. 4, p. 831-848, 1990.

HOWARD, L. R.; HERNANDEZ-BRENES, C. Antioxidant Content and Market Quality of Jalapeno Pepper Rings as Affected by Minimal Processing and Modified Atmosphere Packaging. **Journal of Food Quality,** v. 21, p. 317-327, 1998.

JENKINS, W. A.; HARRINGTON, J. P. **Packaging Foods with Plastics,** Lancaster: Ed. Technomic Publishing Company, 1991. 326p.

KADER, A. A. **Recommendations for Maintaining Postharvest Quality.** http://postharvest.ucdavis.edu. 2000.

KADER, A. A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E. L. Modified Atmosphere Packaging of Fruit and Vegetable. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** v. 28, n. 1, p. 1-30, 1989.

KADER, A. A. Biochemical and Physiological Basis for Effects of Controlled and Modified Atmospheres on Fruits and Vegetables. **Food Technology,** v. 40, p. 99- 104, 1986.

KAJUNA, S. T. A. R.; BILANSKI, W. K.; MITTAL, G. S. Color Changes in Bananas and Plantains During Storage. **Journal of Food Processing and Preservation,** v. 22, p. 27-40, 1998.

KAREL, M. Osmotic Drying. In: **Principles of Food Science,** New York: Ed. Fennema, 1975. part II, p. 348-350.

KRAMER, A.; TWIGG, B. A. **Quality Control for the Food Industry**. Westport: Ed. Avi Pub. Co, 1970. 3rd ed.

KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T.; MAROULIS, Z. B. Effect of Osmotic Dehydration on Color and Sorption Characteristics of Apple and Banana. **Drying Technology,** v. 18, p. 937-950, 2000.

LABUZA, T. P. The Effect of Water Activity on Reaction Kinetics of Food Deterioration. **Food Technology**, p. 36-41, 1980.

LEE, L.; ARUL, J.; LENCKI, R.; CASTAIGNE, F. A Review on Modified Atmosphere Packaging and Preservation of Fruits and Vegetables: Physiological Basis and Practical Aspects – Part II. **Packaging Technology and Science,** v. 9, p. 1-17, 1996.

LEE, D. S.; HAGGAR, P. E.; LEE, J.; YAM, K. L. Model for Fresh Produce Respiration in Modified Atmospheres Based on the Principles of Enzyme Kinetics. **Journal of Food Science.** v. 56, p. 1580-1585, 1991.

LERICI, C.R.; PINNAVAIA, G.; DALLA ROSA, M.; BARTOLUCCI, L. Osmotic Dehydration of Fruit: Influence of Osmotic Agents on Drying Behavior and Product Quality. **Journal of Food Science**, v. 50, p. 1217-1219, 1985.

LEWICKI, P.P.; GONDEK, E.; WITROWA-RAJCHERT, D.; NOWAK, D. Effect of Drying on Respiration of Apple Slices. **Journal of Food Engineering,** v. 49, p. 333-337, 2001.

LEWICKI, P. P.; LUKASZUK, A. Effect of Osmotic Dewatering on Rheological Properties of Apple Subjected to Convective drying. **Journal of Food Engineering,** v. 45, p. 119-126, 2000.

LIN, Z.; SCHYVENS, E. Influence of Blanching Treatments on the Texture and Color of Some Processed Vegetables and Fruits. **Journal of Food Processing and Preservation,** v. 19, p. 451-465, 1995.

LUNA-GUZMÁN, I.; CANTWELL, M.; BARRETT, D. M. Fresh-Cut Cantaloupe: Effects of $CaCl_2$ Dips and Heat Treatments on Firmness and Metabolic Activity. **Postharvest Biology and Technology,** v. 17, p. 201-213, 1999.

MANOLOPOULOU, H.; PAPADOPOULOU, P. A Study of Respiratory and Physico-Chemical Changes of Four Kiwi Fruit Cultivars During Cool Storage. **Food Chemistry,** v. 63, p. 529-534, 1998.

MEDINA, J. C. Cultura. In: **Série Frutas Tropicais. Goiaba da Cultura ao Processamento e Comercialização,** Campinas: Ed. Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 1978. v. 6, cap. I, p. 5-45.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques,** 2ª ed., Florida: Ed. CRC Press, Inc., 1988.

MOHAMED, S.; TAUFIK, B.; KARIM, M. N. A. Effects of Modified Atmosphere Packaging on the Physicochemical Characteristics of Ciku (*Achras sapota* L) at Various Storage Temperatures. **Journal of Science of Food and Agriculture,** v. 70, p. 231-240, 1996.

MOHD-SOM, F.; KERBEL, E.; MARTIN, S. E.; SCHMIDT, S.J. Microflora Changes in Modified- Atmosphere- Packaged Broccoli Florets Stores at Refrigerated Temperature. **Journal of Food Quality,** v. 17, p. 347-360, 1994.

OHLSSON, T.; Minimal Processing – Preservation Methods of the Future - an Overview. **Trends in Food Science & Technology,** v. 5, p. 341-344, 1994.

OLIVEIRA, F. A. R.; FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, J. C.; BRECHT, J. K.; CHAU, K. V. Development of Perforation-Mediated Modified Atmosphere Packaging to Preserve Fresh Fruit and Vegetable Quality after Harvest. **Food Science and Technology International,** v. 4, p. 339-352, 1998.

OLIVEIRA, L. M.; ALVES, R. M. V.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; PADULA, M.; GARCIA, E. E. C.; COLTRO, L. **Ensaios para Avaliação de Embalagens Plásticas Flexíveis.** Campinas: Ed. Centro de Tecnologia de Embalagem – ITAL, 1996. 219p.

PARK, W. P.; CHO, S. H.; LEE, D. S. Effect of Minimal Processing Operations on the Quality of Garlic, Green Onion, Soybean Sprouts and Watercress. **Journal of Science of Food and Agriculture,** v. 77, p. 282-286, 1998.

PEREIRA, F. M. **Cultura da Goiabeira.** Jaboticabal: Ed. FUNEP, 1995. 47p.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C. E. **Food Analysis – Theory and Practice,** New York, 1987. 797p.

PONTING, J. D.; WATTERS, G.; FORREY, R. R.; JACKSON, R.; STANLEY, W. L. Osmotic Dehydration of Fruits. **Journal of Food Technology**, v. 20, p. 125- 128, 1966.

PRETEL, M. T.; FERNÁNDEZ, P. S.; ROMOJARO, F.; MARTÍNEZ, A. The Effect of Modified Atmosphere Packaging on Ready-to-Eat Oranges. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie,** v. 31, p. 322-328, 1998.

RANGANNA, S. **Manual of Analysis of Fruit and Vegetables Products**, Mysore: Ed.Central Food Technological Research Institute, 1977.

ROCHA, A. M. C. N.; BROCHADO, C. M.; KIRBY, R.; MORAIS, A. M. M. B. Shelf-Life of Chilled Cut Orange Determined by Sensory Quality. **Food Control,** v. 6, p. 317-322, 1995.

RODRIGUES, A. C. C. **Influência dos Aditivos na Obtenção de Mamão Desidratado Osmoticamente.** Universidade Estadual de Campinas, Dissertação (Mestrado). 1999. 98p.

SAABOR, A. Informação pessoal - Frutas e Hortaliças: O Mercado Atual e o Fator Qualidade. **Seminário Alimentos Minimamente Processados**. Universidade Estadual de Campinas, 2000.

SHEWFELT, R. L. Quality of Minimally Processed Fruits and Vegetables. **Journal of Food Quality,** v. 10, p. 143-156, 1987.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation on Practices,** 2ª ed., California: Ed. Academic Press, Inc., 1993.

SUSLOW, T. V.; CANTWELL, M. **Recommendations for Maintaining Postharvest Quality.** http://postharvest.ucdavis.edu. 2000.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic Pré-Treatments in Fruit Processing: Chemical, Physical and Structural Effects. **Journal of Food Engineering,** v. 49, p. 247-253, 2001.

TOVAR, B.; GARCÍA, H. S.; MATA, M. Physiology of Pre-Cut Mango. I. ACC and ACC Oxidase Activity of Slices Subjected to Osmotic Dehydration. **Food Research International,** v. 34, p. 207-215, 2001.

VALLE, J. M.; PALMA, M. T. Preservación II - Atmóferas Controladas y Modificadas. In: AGUILERA, J. M. **Temas en Tecnología de Alimentos,** México: Ed. Instituto Politécnico Nacional, 1997. v. I, cap. 3, p. 89-130.

VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods,** 3ª ed.,Washington: Ed. Americam Public Health Association, 1992.

VAROQUAUX, P.; ALBAGNAC, G.; NGUYEN, C.; VAROQUAUX, F. Modified Atmosphere packaging of Fresh Beansprouts. **Journal of Science of Food and Agriculture,** v. 70, p. 224-230, 1996.

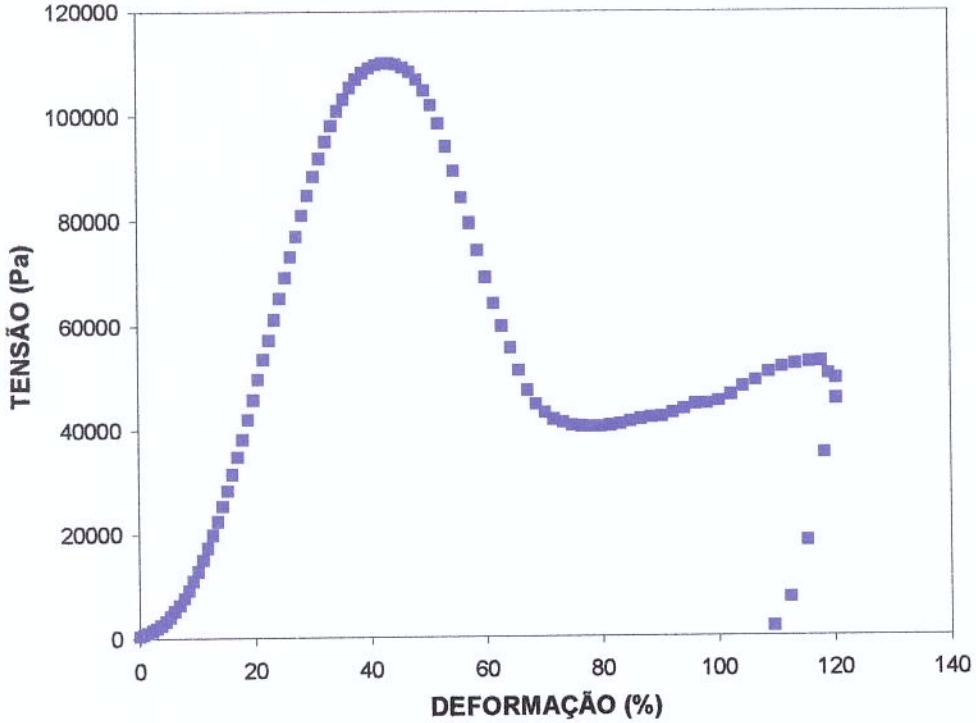
WATADA, A. E.; QI, L. Quality of Fresh-Cut Produce. **Postharvest Biology and Technology,** v. 15, p. 201-205, 1999.

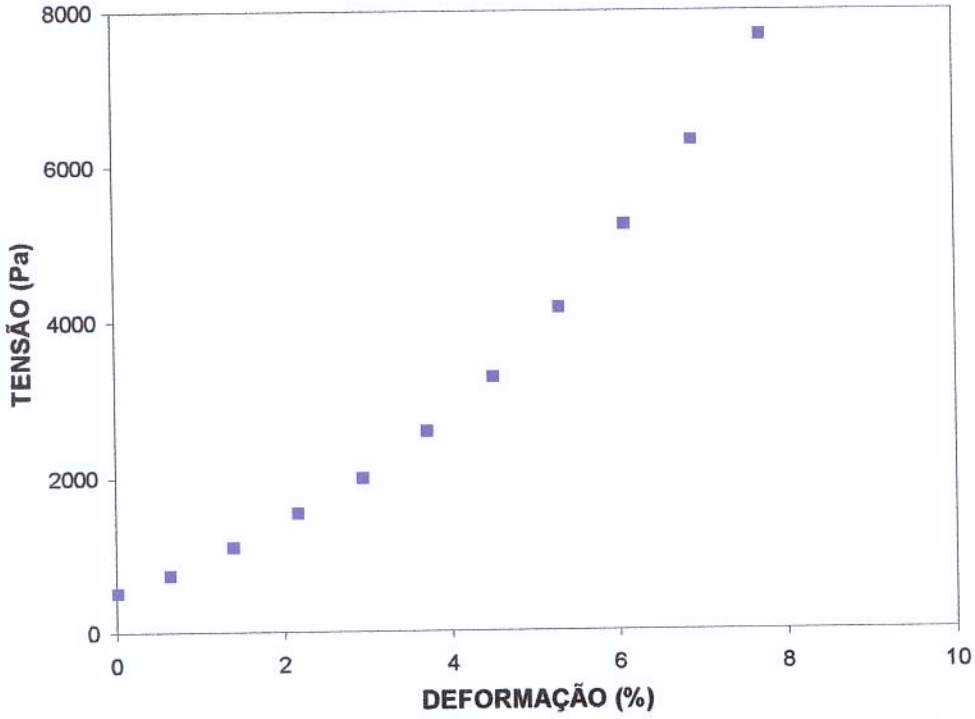
WELTI, J.; VERGARA, F. Actividad de Agua - Concepto y Aplicación en Alimentos con Alto Contenido de Humedad. In: AGUILERA, J. M. **Temas en Tecnología de Alimentos,** México: Ed. Instituto Politécnico Nacional, 1997. v. I, cap. 1, p. 11-43.

WILEY, R.C. **Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables,** New York: Ed.Chapman and Hall, 1994. 362p.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T. Influência de Diferentes Embalagens de Atmosfera Modificada sobre a Aceitação de Goiabas Brancas de Mesa (*Psidium Guajava L., Var. Kumagai)* Mantidas sob Refrigeração. **Alim. Nutr.,** São Paulo, v. 9, p. 9-16, 1998.

APÊNDICE I





Comportamento viscoelástico não linear apresentado pelas goiabas, na deformação de 5% utilizada para o ensaio de relaxação.

APÊNDICE II

A - AÇÚCARES

Tabela A1 - Análise da Variância do teor de açúcares redutores da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	52,41	6	8,73	14,88*	2,85*
RESÍDUO	8,22	14	0,59		

Tabela A2 - Análise da Variância do teor de açúcares totais da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	58,05	6	9,67	11,12*	2,85*
RESÍDUO	12,18	14	0,87		

Tabela A3 - Análise da Variância do teor de açúcares redutores/totais da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	3,76	6	0,63	3,54*	2,85*
RESÍDUO	2,48	14	0,18		

Tabela A4 - Análise da Variância do teor de açúcares redutores/totais da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	1,62	6	0,27	2,97	3,00
RESÍDUO	1,10	12	0,09		

Tabela A5 - Análise da Variância do teor de açúcares redutores das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	3,75	1	3,75	13,17*	7,71*
RESÍDUO	1,14	4	0,28		

Tabela A6 - Análise da Variância do teor de açúcares redutores das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	19,77	2	9,88	35,51*	5,14*
RESÍDUO	1,67	6	0,28		

Tabela A7 - Análise da Variância do teor de açúcares redutores das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	14,01	2	7,01	36,63*	5,14*
RESÍDUO	1,15	6	0,19		

Tabela A8 - Análise da Variância do teor de açúcares redutores das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	49,64	2	24,82	320,96*	5,79*
RESÍDUO	0,39	5	0,08		

Tabela A9 - Análise da Variância do teor de açúcares redutores das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	65,81	2	32,90	151,46*	5,14*
RESÍDUO	1,30	6	0,22		

Tabela A10 - Análise da Variância do teor de açúcares redutores das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	40,92	2	20,46	133,30*	5,14*
RESÍDUO	0,92	6	0,15		

Tabela A11 - Análise da Variância do teor de açúcares redutores das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	83,84	2	41,92	41,68*	5,79*
RESÍDUO	5,03	5	1,01		

* Diferença significativa entre as amostras a um intervalo de confiança de 95% (Fcalculado > F tabelado).

B - UMIDADE

Tabela B1 - Análise da Variância do teor de umidade da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	80,78	6	13,46	7,11*	2,85*
RESÍDUO	26,52	14	1,89		

Tabela B2 - Análise da Variância do teor de umidade da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	16,07	6	2,68	1,60	2,85
RESÍDUO	23,42	14	1,67		

Tabela B3 - Análise da Variância do teor de umidade da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	30,68	6	5,11	6,09*	2,92*
RESÍDUO	10,91	13	0,84		

Tabela B4 - Análise da Variância do teor de umidade das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	113,11	1	113,11	410,08*	7,71*
RESÍDUO	1,10	4	0,28		

Tabela B5 - Análise da Variância do teor de umidade das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	276,33	2	138,17	150,57*	5,14*
RESÍDUO	5,51	6	0,92		

Tabela B6 - Análise da Variância do teor de umidade das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	227,00	2	113,50	180,50*	5,14*
RESÍDUO	3,77	6	0,63		

Tabela B7 - Análise da Variância do teor de umidade das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	300,64	2	150,32	75,01*	5,14*
RESÍDUO	12,02	6	2,00		

Tabela B8 - Análise da Variância do teor de umidade das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	304,77	2	152,39	75,53*	5,14*
RESÍDUO	12,11	6	2,02		

Tabela B9 - Análise da Variância do teor de umidade das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	264,07	2	132,03	46,71*	5,79*
RESÍDUO	14,13	5	2,83		

Tabela B10 - Análise da Variância do teor de umidade das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	283,03	2	141,52	72,29*	5,14*
RESÍDUO	11,75	6	1,96		

*Diferença significativa entre as amostras a um intervalo de confiança de 95% (F calculado > F tabelado).

C – pH

Tabela C1 - Análise da Variância do pH da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$1,53x10^{-1}$	6	$2,55x10^{-2}$	4,02*	2,85*
RESÍDUO	$8,89x10^{-2}$	14	$6,35x10^{-3}$		

Tabela C2 - Análise da Variância do pH da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$2,15x10^{-1}$	6	$3,58x10^{-2}$	2,69	2,85
RESÍDUO	$1,86x10^{-1}$	14	$1,33x10^{-2}$		

Tabela C3 - Análise da Variância do pH da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$2,97x10^{-1}$	6	$4,95x10^{-2}$	2,65	2,85
RESÍDUO	$2,62x10^{-1}$	14	$1,87x10^{-2}$		

Tabela C4 - Análise da Variância do pH das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$1,50x10^{-2}$	1	$1,50x10^{-2}$	3,00	7,71
RESÍDUO	$2,00x10^{-2}$	4	$5,00x10^{-2}$		

Tabela C5 - Análise da Variância do pH das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$2,78x10^{-1}$	2	$1,39x10^{-1}$	8,65*	5,14*
RESÍDUO	$9,65x10^{-2}$	6	$1,61x10^{-2}$		

Tabela C6 - Análise da Variância do pH das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$6,12x10^{-2}$	2	$3,06x10^{-2}$	5,28	5,14
RESÍDUO	$3,47x10^{-2}$	6	$5,79x10^{-3}$		

Não apresentou diferença significativa pelo teste de Tukey.

Tabela C7 - Análise da Variância do pH das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$8,18x10^{-2}$	2	$4,09x10^{-2}$	1,54	5,14
RESÍDUO	$1,60x10^{-1}$	6	$2,66x10^{-2}$		

Tabela C8 - Análise da Variância do pH das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$3,96x10^{-2}$	2	$1,98x10^{-2}$	2,84	5,14
RESÍDUO	$4,19x10^{-2}$	6	$6,98x10^{-3}$		

Tabela C9 - Análise da Variância do pH das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$1,50x10^{-2}$	2	$7,50x10^{-3}$	$4,70x10^{-1}$	5,14
RESÍDUO	$9,58x10^{-2}$	6	$1,60x10^{-2}$		

Tabela C10 - Análise da Variância do pH das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$2,11x10^{-2}$	2	$1,05x10^{-2}$	$7,17x10^{-1}$	5,14
RESÍDUO	$8,81x10^{-2}$	6	$1,47x10^{-2}$		

*Diferença significativa entre as amostras a um intervalo de confiança de 95% (F calculado > F tabelado).

D – ATIVIDADE DE ÁGUA

Tabela D1 - Análise da Variância da atividade de água da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$1,23x10^{-3}$	6	$2,04x10^{-4}$	16,00*	2,92*
RESÍDUO	$1,66x10^{-4}$	13	$1,30x10^{-5}$		

Tabela D2 - Análise da Variância da atividade de água da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$6,54x10^{-4}$	6	$1,09x10^{-4}$	23,34*	2,85*
RESÍDUO	$6,53x10^{-5}$	14	$4,67\ x10^{-6}$		

Tabela D3 - Análise da Variância da atividade de água da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$4,02x10^{-4}$	6	$6,70x10^{-5}$	8,33*	2,85*
RESÍDUO	$1,13x10^{-4}$	14	$8,05x10^{-6}$		

Tabela D4 - Análise da Variância da atividade de água das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$3,27x10^{-5}$	1	$3,27x10^{-5}$	11,53*	7,71*
RESÍDUO	$1,13x10^{-5}$	4	$2,83x10^{-6}$		

Tabela D5 - Análise da Variância da atividade de água das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$7,76x10^{-5}$	2	$3,88x10^{-5}$	26,85*	5,14*
RESÍDUO	$8,67x10^{-6}$	6	$1,44x10^{-6}$		

Tabela D6 - Análise da Variância da atividade de água das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$1,13x10^{-4}$	2	$5,67x10^{-5}$	22,37*	5,79*
RESÍDUO	$1,27x10^{-5}$	5	$2,53x10^{-6}$		

Tabela D7 - Análise da Variância da atividade de água das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$1,24x10^{-4}$	2	$6,21x10^{-5}$	9,64*	5,14*
RESÍDUO	$3,87x10^{-5}$	6	$6,44x10^{-6}$		

Tabela D8 - Análise da Variância da atividade de água das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$3,47x10^{-4}$	2	$1,73x10^{-4}$	8,05*	5,14*
RESÍDUO	$1,29x10^{-4}$	6	$2,16x10^{-5}$		

Tabela D9 - Análise da Variância da atividade de água das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$2,55x10^{-4}$	2	$1,27x10^{-4}$	16,87*	5,14*
RESÍDUO	$4,53x10^{-5}$	6	$7,56x10^{-6}$		

Tabela D10 - Análise da Variância da atividade de água das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$3,80x10^{-4}$	2	$1,90x10^{-4}$	13,04*	5,14*
RESÍDUO	$8,73x10^{-5}$	6	$1,46x10^{-5}$		

*Diferença significativa entre as amostras a um intervalo de confiança de 95% (F calculado > F tabelado).

E – COR L*

Tabela E1 - Análise da Variância do parâmetro de cor L* da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	18,46	6	3,08	0,83	2,85
RESÍDUO	52,06	14	3,72		

Tabela E2 - Análise da Variância do parâmetro de cor L* da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	50,59	6	8,43	0,78	2,85
RESÍDUO	150,99	14	10,78		

Tabela E3 - Análise da Variância do parâmetro de cor L* da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	79,33	6	13,22	2,74	2,85
RESÍDUO	67,67	14	4,83		

Tabela E4 - Análise da Variância do parâmetro de cor L* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	4,56	1	4,56	0,61	7,71
RESÍDUO	29,86	4	7,47		

Tabela E5 - Análise da Variância do parâmetro de cor L* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	2,26	2	1,13	0,08	5,14
RESÍDUO	80,18	6	13,36		

Tabela E6 - Análise da Variância do parâmetro de cor L* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	21,09	2	10,55	2,91	5,14
RESÍDUO	21,71	6	3,62		

Tabela E7 - Análise da Variância do parâmetro de cor L* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	1,64	2	0,82	0,10	5,14
RESÍDUO	47,33	6	7,89		

Tabela E8 - Análise da Variância do parâmetro de cor L* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	7,31	2	3,65	0,62	5,14
RESÍDUO	35,26	6	5,88		

Tabela E9 - Análise da Variância do parâmetro de cor L* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	17,72	2	8,86	3,64	5,14
RESÍDUO	14,60	6	2,43		

Tabela E10 - Análise da Variância do parâmetro de cor L* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	15,20	2	7,60	2,21	5,14
RESÍDUO	20,65	6	3,44		

F – COR a*

Tabela F1 - Análise da Variância do parâmetro de cor a* da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	30,72	6	5,12	4,63*	2,85*
RESÍDUO	15,49	14	1,11		

Tabela F2 - Análise da Variância do parâmetro de cor a* da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	21,01	6	3,50	4,30*	2,85*
RESÍDUO	11,40	14	0,81		

Tabela F3 - Análise da Variância do parâmetro de cor a* da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	53,28	6	8,88	19,90*	2,85*
RESÍDUO	6,25	14	0,45		

Tabela F4 - Análise da Variância do parâmetro de cor a* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	0,58	1	0,58	2,27	7,71
RESÍDUO	1,02	4	0,25		

Tabela F5 - Análise da Variância do parâmetro de cor a* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	2,29	2	1,15	3,12	5,14
RESÍDUO	2,21	6	0,37		

Tabela F6 - Análise da Variância do parâmetro de cor a* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	13,83	2	6,92	4,07	5,14
RESÍDUO	10,21	6	1,70		

Tabela F7 - Análise da Variância do parâmetro de cor a* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	1,93	2	0,97	1,62	5,14
RESÍDUO	3,57	6	0,60		

Tabela F8 - Análise da Variância do parâmetro de cor a* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	12,24	2	6,12	5,19	5,14
RESÍDUO	7,08	6	1,18		

Não apresentou diferença significativa pelo teste de Tukey.

Tabela F9 - Análise da Variância do parâmetro de cor a* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	11,66	2	5,83	5,17	5,14
RESÍDUO	6,77	6	1,13		

Não apresentou diferença significativa pelo teste de Tukey.

Tabela F10 - Análise da Variância do parâmetro de cor a* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	0,25	2	0,12	0,45	5,14
RESÍDUO	1,62	6	0,27		

*Diferença significativa entre as amostras a um intervalo de confiança de 95% (F calculado > F tabelado).

G – COR b*

Tabela G1 - Análise da Variância do parâmetro de cor b* da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	13,06	6	2,18	1,68	2,85
RESÍDUO	18,15	14	1,30		

Tabela G2 - Análise da Variância do parâmetro de cor b* da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	9,32	6	1,55	1,50	2,85
RESÍDUO	14,54	14	1,04		

Tabela G3 - Análise da Variância do parâmetro de cor b* da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	5,65	6	0,94	2,35	2,85
RESÍDUO	5,61	14	0,40		

Tabela G4 - Análise da Variância do parâmetro de cor b* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	3,02	1	3,02	3,52	7,71
RESÍDUO	3,44	4	0,86		

Tabela G5 - Análise da Variância do parâmetro de cor b* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	1,36	2	0,68	0,45	5,14
RESÍDUO	9,16	6	1,53		

Tabela G6 - Análise da Variância do parâmetro de cor b* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	0,32	2	0,16	0,27	5,14
RESÍDUO	3,55	6	0,59		

Tabela G7 - Análise da Variância do parâmetro de cor b* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	2,27	2	1,14	0,85	5,14
RESÍDUO	8,03	6	1,34		

Tabela G8 - Análise da Variância do parâmetro de cor b* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	0,13	2	0,07	0,06	5,14
RESÍDUO	6,82	6	1,14		

Tabela G9 - Análise da Variância do parâmetro de cor b* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	0,77	2	0,39	1,63	5,14
RESÍDUO	1,42	6	0,24		

Tabela G10 - Análise da Variância do parâmetro de cor b* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	5,36	2	2,68	2,88	5,14
RESÍDUO	5,59	6	0,93		

H – COR C*

Tabela H1 - Análise da Variância do croma C* da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	29,21	6	4,87	3,47*	2,85*
RESÍDUO	19,63	14	1,40		

Tabela H2 - Análise da Variância do croma C* da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	19,68	6	3,28	3,60*	2,85*
RESÍDUO	12,74	14	0,91		

Tabela H3 - Análise da Variância do croma C* da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	29,91	6	4,99	9,75*	2,85*
RESÍDUO	7,16	14	0,51		

Tabela H4 - Análise da Variância do croma C* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	2,29	1	2,29	3,63	7,71
RESÍDUO	2,52	4	0,63		

Tabela H5 - Análise da Variância do croma C* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	3,41	2	1,70	3,36	5,14
RESÍDUO	3,04	6	0,51		

Tabela H6 - Análise da Variância do croma C* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	10,84	2	5,42	3,33	5,14
RESÍDUO	9,78	6	1,63		

Tabela H7 - Análise da Variância do croma C* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	1,98	2	0,99	0,68	5,14
RESÍDUO	8,79	6	1,47		

Tabela H8 - Análise da Variância do croma C* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	8,39	2	4,19	3,26	5,14
RESÍDUO	7,71	6	1,28		

Tabela H9 - Análise da Variância do croma C* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	10,96	2	5,48	5,71*	5,14*
RESÍDUO	5,76	6	0,96		

Tabela H10 - Análise da Variância do croma C* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	2,53	2	1,26	6,45*	5,14*
RESÍDUO	1,18	6	0,20		

*Diferença significativa entre as amostras a um intervalo de confiança de 95% (F calculado > F tabelado).

I – COR H*

Tabela I1 - Análise da Variância do tom H* da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$1,74x10^{-2}$	6	$2,90x10^{-3}$	2,44	2,85
RESÍDUO	$1,66x10^{-2}$	14	$1,18x10^{-3}$		

Tabela I2 - Análise da Variância do tom H* da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$1,17x10^{-2}$	6	$1,95x10^{-3}$	1,79	2,85
RESÍDUO	$1,53x10^{-2}$	14	$1,09x10^{-3}$		

Tabela I3 - Análise da Variância do tom H* da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$3,35x10^{-2}$	6	$5,58x10^{-3}$	14,10*	2,85*
RESÍDUO	$5,54x10^{-3}$	14	$3,96x10^{-4}$		

Tabela I4 - Análise da Variância do tom H* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$1,31x10^{-3}$	1	$1,31x10^{-3}$	2,76	7,71
RESÍDUO	$1,90x10^{-3}$	4	$4,74x10^{-4}$		

Tabela I5 - Análise da Variância do tom H* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$1,85x10^{-4}$	2	$9,24x10^{-5}$	$5,69x10^{-2}$	5,14
RESÍDUO	$9,74x10^{-3}$	6	$1,62x10^{-3}$		

Tabela I6 - Análise da Variância do tom H* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$3,64 x10^{-3}$	2	$1,82x10^{-3}$	2,20	5,14
RESÍDUO	$4,95x10^{-3}$	6	$8,25x10^{-4}$		

Tabela I7 - Análise da Variância do tom H* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$2,57x10^{-3}$	2	$1,28x10^{-3}$	2,24	5,14
RESÍDUO	$3,44x10^{-3}$	6	$5,73x10^{-4}$		

Tabela I8 - Análise da Variância do tom H* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$4,72x10^{-3}$	2	$2,36x10^{-3}$	1,98	5,14
RESÍDUO	$7,13x10^{-3}$	6	$1,19x10^{-3}$		

Tabela I9 - Análise da Variância do tom H* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$1,82x10^{-3}$	2	$9,10x10^{-4}$	1,99	5,14
RESÍDUO	$2,74x10^{-3}$	6	$4,56x10^{-4}$		

Tabela I10 - Análise da Variância do tom H* das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$3,85x10^{-3}$	2	$1,92x10^{-3}$	1,58	5,14
RESÍDUO	$7,31x10^{-3}$	6	$1,22x10^{-3}$		

*Diferença significativa entre as amostras a um intervalo de confiança de 95% (F calculado > F tabelado).

J – TEXTURA - TENSÃO DE RUPTURA

Tabela J1 - Análise da Variância da tensão de ruptura da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$1,29x10^{10}$	6	$2,15x10^{9}$	0,96	$2,92^{1}$
RESÍDUO	$2,91x10^{10}$	13	$2,24x10^{9}$		$2,28^{2}$

Tabela J2 - Análise da Variância da tensão de ruptura da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$3,05x10^{9}$	6	$5,09x10^{8}$	1,67	$2,85^{1}$
RESÍDUO	$4,27x10^{9}$	14	$3,05x10^{8}$		$2,24^{2}$

Tabela J3 - Análise da Variância da tensão de ruptura da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$9,77x10^{9}$	6	$1,63x10^{9}$	5,47*	$2,92^{*1}$
RESÍDUO	$3,87x10^{9}$	13	$2,98x10^{8}$		$2,28^{*2}$

Tabela J4 - Análise da Variância da tensão de ruptura das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$4,58x10^{9}$	1	$4,58x10^{9}$	5,93*	$7,71^{1}$
RESÍDUO	$3,09x10^{9}$	4	$7,72x10^{8}$		$4,54^{*2}$

Tabela J5 - Análise da Variância da tensão de ruptura das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$1{,}38x10^{10}$	2	$6{,}88x10^{9}$	18.85*	5.14^{*1}
RESÍDUO	$2{,}19x10^{9}$	6	$3{,}65x10^{8}$		$3{,}46^{*2}$

Tabela J6 - Análise da Variância da tensão de ruptura das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$2{,}73x10^{10}$	2	$1{,}37x10^{10}$	20,33*	$5{,}79^{*1}$
RESÍDUO	$3{,}36x10^{9}$	5	$6{,}72x10^{8}$		$3{,}78^{*2}$

Tabela J7 - Análise da Variância da tensão de ruptura das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$5{,}88x10^{9}$	2	$2{,}94x10^{9}$	2,58	$5{,}14^{1}$
RESÍDUO	$6{,}84x10^{9}$	6	$1{,}14x10^{9}$		$3{,}46^{2}$

Tabela J8 - Análise da Variância da tensão de ruptura das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$1{,}35x10^{10}$	2	$6{,}77x10^{9}$	3,78*	$5{,}14^{1}$
RESÍDUO	$1{,}08x10^{10}$	6	$1{,}79x10^{9}$		$3{,}46^{*2}$

Tabela J9 - Análise da Variância da tensão de ruptura das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$1{,}01x10^{10}$	2	$5{,}06x10^{9}$	7,11*	$5{,}79^{*1}$
RESÍDUO	$3{,}56x10^{9}$	5	$7{,}12x10^{8}$		$3{,}78^{*2}$

Tabela J10 - Análise da Variância da tensão de ruptura das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$9,79x10^9$	2	$4,90x10^9$	4,47*	5,14[1]
RESÍDUO	$6,57x10^9$	6	$1,10x10^9$		3,46*[2]

[1] F tabelado para 5% de significância; [2] F tabelado para 10% de significância.
*Diferença significativa entre as amostras aos intervalos de confiança de 95% e/ou de 90% (F calculado > F tabelado).

K – TEXTURA – TEMPO DE RELAXAÇÃO

Tabela K1 - Análise da Variância do tempo de relaxação da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	99,50	6	16,58	2,84	2,85
RESÍDUO	81,89	14	5,85		

Tabela K2 - Análise da Variância do tempo de relaxação da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	95,89	6	15,98	2,36	2,85
RESÍDUO	94,82	14	6,77		

Tabela K3 - Análise da Variância do tempo de relaxação da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	56,62	6	9,44	1,01	2,85
RESÍDUO	130,45	14	9,32		

Tabela K4 - Análise da Variância do tempo de relaxação das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	21,87	1	21,87	2,59	7,71
RESÍDUO	33,80	4	8,45		

Tabela K5 - Análise da Variância do tempo de relaxação das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	51,61	2	25,81	3,42	5,14
RESÍDUO	45,31	6	7,55		

Tabela K6 - Análise da Variância do tempo de relaxação das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	0,47	2	0,23	0,02	5,14
RESÍDUO	70,18	6	11,70		

Tabela K7 - Análise da Variância do tempo de relaxação das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	9,48	2	4,74	0,85	5,14
RESÍDUO	33,37	6	5,56		

Tabela K8 - Análise da Variância do tempo de relaxação das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	49,86	2	24,93	6,00	5,14
RESÍDUO	24,95	6	4,16		

Não apresentou diferença significativa pelo teste de Tukey.

Tabela K9 - Análise da Variância do tempo de relaxação das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	1,86	2	0,93	0,22	5,14
RESÍDUO	25,58	6	4,26		

Tabela K10 - Análise da Variância do tempo de relaxação das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	20,14	2	10,07	0,93	5,14
RESÍDUO	65,13	6	10,85		

L – TEXTURA – TENSÃO RESIDUAL

Tabela L1 - Análise da Variância da tensão residual da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$2,54x10^{-2}$	6	$4,23x10^{-3}$	2,02	2,85
RESÍDUO	$2,94x10^{-2}$	14	$2,10x10^{-3}$		

Tabela L2 - Análise da Variância da tensão residual da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$8,06x10^{-3}$	6	$1,34x10^{-3}$	0,67	2,85
RESÍDUO	$2,80x10^{-2}$	14	$2,00x10^{-3}$		

Tabela L3 - Análise da Variância da tensão residual da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	$4,59x10^{-3}$	6	$7,66x10^{-4}$	0,30	2,85
RESÍDUO	$3,55x10^{-2}$	14	$2,53x10^{-3}$		

Tabela L4 - Análise da Variância da tensão residual das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento antes da estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$8,66x10^{-3}$	1	$8,66x10^{-3}$	2,54	7,71
RESÍDUO	$1,37x10^{-2}$	4	$3,41x10^{-3}$		

Tabela L5 - Análise da Variância da tensão residual das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$9,70x10^{-3}$	2	$4,85x10^{-3}$	3,08	5,14
RESÍDUO	$9,46x10^{-3}$	6	$1,58x10^{-3}$		

Tabela L6 - Análise da Variância da tensão residual das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$1,30x10^{-3}$	2	$6,52x10^{-4}$	0,15	5,14
RESÍDUO	$2,59x10^{-2}$	6	$4,31x10^{-3}$		

Tabela L7 - Análise da Variância da tensão residual das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$4,13x10^{-3}$	2	$2,06x10^{-3}$	1,02	5,14
RESÍDUO	$1,22x10^{-2}$	6	$2,03x10^{-3}$		

Tabela L8 - Análise da Variância da tensão residual das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$4,95x10^{-3}$	2	$2,48x10^{-3}$	1,63	5,14
RESÍDUO	$9,11x10^{-3}$	6	$1,52x10^{-3}$		

Tabela L9 - Análise da Variância da tensão residual das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$3,00x10^{-3}$	2	$1,50x10^{-3}$	1,64	5,14
RESÍDUO	$5,49x10^{-3}$	6	$9,15x10^{-4}$		

Tabela L10 - Análise da Variância da tensão residual das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	$2,96x10^{-3}$	2	$1,48x10^{-3}$	1,31	5,14
RESÍDUO	$6,80x10^{-3}$	6	$1,13x10^{-3}$		

M – PERDA DE PESO

Tabela M1 - Análise da Variância da perda de peso da goiaba osmoticamente desidratada em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	10,46	5	2,09	1,26	3,20
RESÍDUO	18,23	11	1,66		

Tabela M2 - Análise da Variância da perda de peso da goiaba fresca nos potes de PET em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	8,94	5	1,79	1,08	3,11
RESÍDUO	19,92	12	1,66		

Tabela M3 - Análise da Variância da perda de peso da goiaba fresca em ar atmosférico em função do tempo de vida de prateleira.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TEMPO	126,10	5	25,22	30,77*	3,11*
RESÍDUO	9,84	12	0,82		

Tabela M4 - Análise da Variância da perda de peso das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 5 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	5,56	2	2,78	4,29	5,14
RESÍDUO	3,89	6	0,65		

Tabela M5 - Análise da Variância da perda de peso das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 10 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	4,01	2	2,00	2,37	5,14
RESÍDUO	5,08	6	0,85		

Tabela M6 - Análise da Variância da perda de peso das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 14 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	32,09	2	16,05	14,69*	5,14*
RESÍDUO	6,55	6	1,09		

Tabela M7 - Análise da Variância da perda de peso das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 18 dias de estocagem.

Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	46,05	2	23,02	12,98*	5,79*
RESÍDUO	8,87	5	1,77		

Tabela M8 - Análise da Variância da perda de peso das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 21 dias de estocagem.

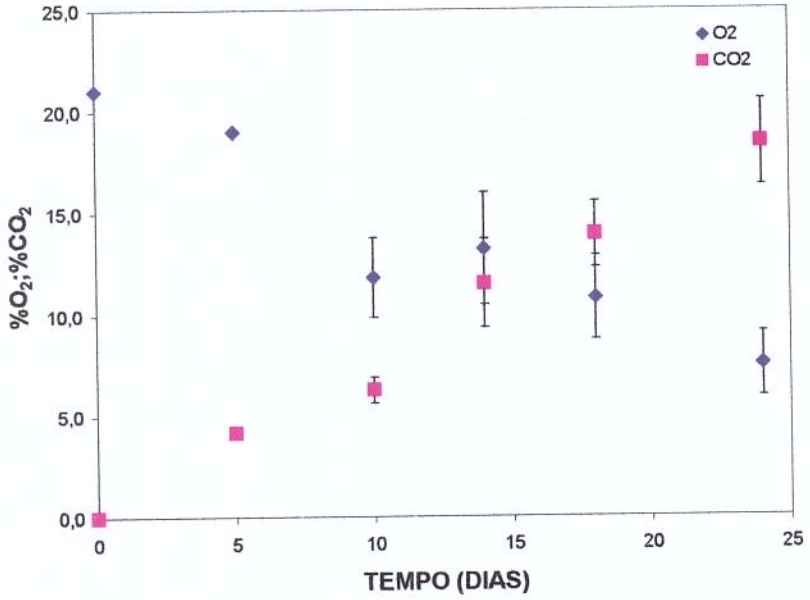
Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	71,00	2	35,50	26,56*	5,14*
RESÍDUO	8,02	6	1,34		

Tabela M9 - Análise da Variância da perda de peso das goiabas frescas e osmoticamente desidratadas em função do tipo de tratamento após 24 dias de estocagem.

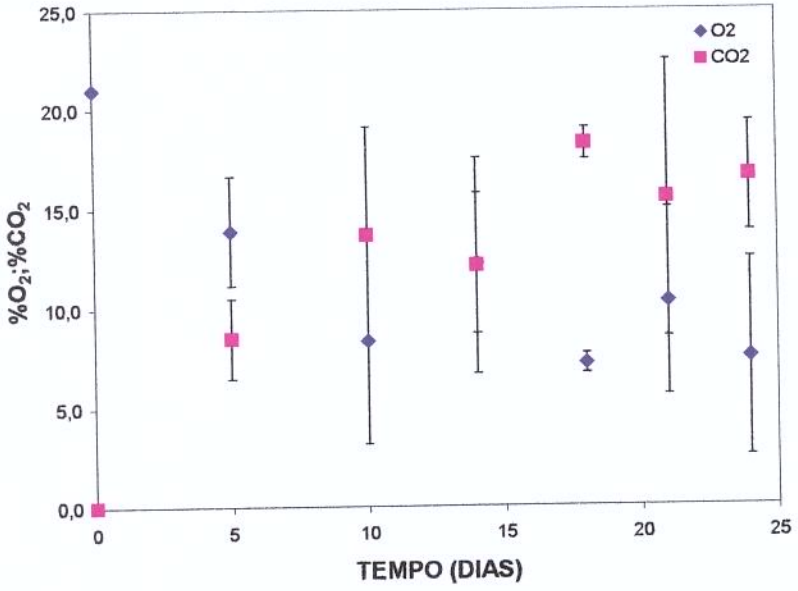
Fonte de Variação	Soma Quadrática	Graus de Liberdade	Média Quadrática	F calculado	F tabelado
TRATAMENTO	159,15	2	79,57	30,66*	5,14*
RESÍDUO	15,57	6	2,60		

*Diferença significativa entre as amostras a um intervalo de confiança de 95% (F calculado > F tabelado).

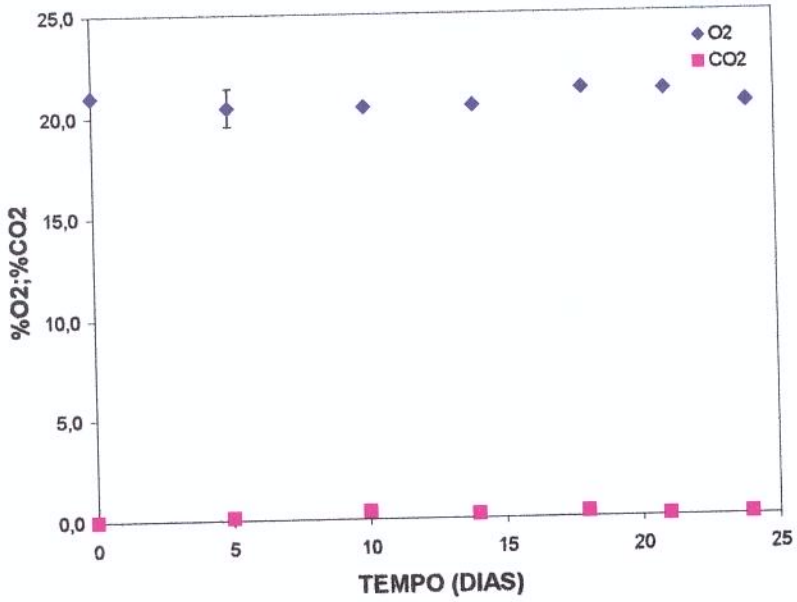
APÊNDICE III



Composição gasosa no interior dos potes de PET, contendo goiaba osmoticamente desidratada, durante a vida de prateleira.



Composição gasosa no interior dos potes de PET, contendo goiaba fresca, durante a vida de prateleira.



Composição gasosa no interior das embalagens PVC, contendo goiaba fresca, durante a vida de prateleira.

ERRATA

Página xxiii – linha 17

Onde se lê: physio-chemical

Leia-se: physico-chemical

Página 115 – 2° parágrafo

Onde se lê: 1. Entre as embalagens selecionadas o filme PD 900 e a embalagem de PET foram as mais adequadas para o acondicionamento das goiabas minimamente processadas por desidratação osmótica...

Leia-se: 1. Entre as embalagens selecionadas a embalagem de PET foi a mais adequada para o acondicionamento das goiabas minimamente processadas por desidratação osmótica...