



**UTILIZAÇÃO DE BIOFILMES  
COMESTÍVEIS NA CONSERVAÇÃO  
PÓS-COLHEITA DO PIMENTÃO ‘MAGALI R’.**

**ODAIR LACERDA LEMOS**

2006

ODAIR LACERDA LEMOS

**UTILIZAÇÃO DE BIOFILMES COMESTÍVEIS NA  
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DO PIMENTÃO ‘MAGALI R’.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB - *Campus* de Vitória da Conquista - BA , como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação - Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia., para obtenção do título de Mestre.

Orientadora:

Tiyoko Nair Hojo Rebouças, *D.Sc.*

Co-orientador:

Abel Rebouças São José, *D.Sc.*

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA - BRASIL  
2006

L578u Lemos, Odair Lacerda.

Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão 'Magali R' / Odair Lacerda Lemos – Vitória da Conquista: UESB, 2006.  
115f.:il.

Orientadora: Profª. D.Sc. Tiyoko Nair Hojo Rebouças.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2006.  
Bibliografia: f. 102-109..

1. Tecnologia de alimentos – Vegetais - Conservação. 2. Biofilmes. 3. Frutas e Hortaliças – Conservação – Coberturas comestíveis. 4. Pimentão Magali R. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. II. Rebouças, Tiyoko Nair Hojo. III. Título.

CDD: 664.805

## **DEDICO**

A Deus, aos meus pais, Manoel Alves Lemos e Ivanilde Lacerda Lemos, por todo amor e carinho.

## **OFEREÇO**

Aos meus irmãos, Valmir, Helício, Helenice, José (Zeca), Cloves, Orlando, Cida, Eliene, Vanusa, Vanderlei (Dim) e M<sup>a</sup> de Lourdes (Lurdinha), que sempre me apoiaram e me deram estruturas para chegar até aqui.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**  
*Área de Concentração em Fitotecnia*

*Campus de Vitória da Conquista-BA*

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

**Título:** “Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita de pimentão”.

**Autor:** Odair Lacerda Lemos

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:

---

**Prof<sup>ª</sup>. Tiyoko Nair Hojo Rebouças – UESB**  
Presidente

*Léa Araújo de Carvalho*

---

**Prof<sup>ª</sup>. Léa Araújo de Carvalho – UFBA**

*Modesto Antonio Chaves*

---

**Prof. Modesto Antonio Chaves – UESB**

Data de realização: 03 de março de 2006.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3424-8731 – Faz: (77) 3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45083-900 – e\_mail: [mestrado.agronomia@uesb.br](mailto:mestrado.agronomia@uesb.br)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por me guiar em mais uma etapa da minha vida e por tudo que me tem concedido;

A Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pela oportunidade de realização do curso de graduação e mestrado;

A Prof<sup>a</sup> Dra. Tiyoko Nair Hojo Rebouças, pela orientação dispensada e apoio na execução dos trabalhos;

Ao Prof<sup>o</sup> Dr. Abel Rebouças São José, pela co-orientação e apoio na realização desta dissertação;

A FAPESB - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia pela concessão da bolsa de estudos;

A amiga, Katiane pela sua importante amizade, convívio e apoio ao longo desses anos de trabalho;

As amigas, Mariana, Ana Paula, Daniela e Marinês pela amizade e importante ajuda na elaboração e execução dos trabalhos;

Aos amigos da Biofábrica, Farley, Nilma, Marcelo, Hybsen, Aline e Lú, por todo apoio, convívio e pelos momentos alegres que passamos juntos;

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação pela amizade e companheirismo, Marinês, Obertal, Anderson, Toninho e André, em especial ao amigo Pedro Guedes pelo carinho, amizade e incentivo nos momentos difíceis;

Aos professores dos Cursos de Graduação e Pós-Graduação pelo enriquecimento profissional;

Aos meus familiares por todo apoio e incentivo, sem eles não seria possível;

A secretária do mestrado, Angélica pela colaboração durante o curso;

A minha namorada Nêssa por todo apoio, incentivo e compreensão;

Aos amigos e todos que, de alguma forma colaboraram durante o Curso e no desenvolvimento deste trabalho;

**Meus sinceros agradecimentos.**

“A única LUTA que se perde, é aquela que se abandona.”

Pearl S. Buck

## RESUMO

LEMOS, O. L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita de pimentão ‘Magali R’**. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2006. 115p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)\*.

Na tentativa de promover a conservação pós-colheita de frutas e hortaliças as embalagens biodegradáveis a base de amido, pectinas, gelatinas, celulose entre outras, mostram resultados variáveis a depender dos vegetais tratados. Sendo assim, tornando-se necessários estudos detalhados destas coberturas na cultura do pimentão. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de coberturas comestíveis a base de amido (fécula de mandioca) e gelatina comercial em diferentes concentrações, na conservação pós-colheita dos frutos de pimentão ‘Magali R’, sob diferentes condições de armazenamento. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia da UESB, *Campus* Vitória da Conquista, BA em 2005. Foram avaliados os frutos do híbrido Magali R, selecionados em função do tamanho, cor, firmeza e ausência de injúrias, lavados e desinfetados. Realizaram-se dois ensaios: Ensaio 1, frutos revestidos com biofilme de fécula de mandioca nas concentrações de 0, 3, 4, e 5%, armazenados em temperatura de  $10^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  UR e em temperatura ambiente. Ensaio 2, frutos revestidos com filme de gelatina nas concentrações de 0, 3, 6, e 9% e armazenados nas mesmas condições do ensaio 1. Os frutos foram avaliados quanto a perda de massa, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável e pH. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 repetições e dois frutos por parcela, sendo adotado o esquema fatorial  $4 \times 6 \times 2$ , em que se estudou a concentração (quatro para cada biofilme), os períodos de armazenamento (0, 4, 8, 12, 16 e 20 dias) em duas temperaturas (ambiente e refrigerada). Os resultados indicam que: os biofilmes estudados não foram eficientes em retardar o metabolismo do pimentão nas condições de armazenamento; os tratamentos de biofilme de fécula (todas as concentrações) e gelatina (nas concentrações 6 e 9%), associado à refrigeração, não potencializa a conservação do pimentão Magali R; em condições controladas, o pimentão conservou-se em até 20 dias, em condições ambiente por oito dias.

**Palavras-chave:** *Capsicum annuum*, fécula de mandioca, gelatina, armazenamento.

---

\*Orientadora: Tiyoko Nair Hojo Rebouças, *D.Sc.*, UESB e Co-orientador: Abel Rebouças São José, *D.Sc.*, UESB.



## ABSTRACT

LEMOS, O. L. **Use of edible biofilms in the conservation postharvest of sweet pepper 'Magali R'**. Vitória da Conquista- BA: UESB, 2005. 115p. (Dissertation – Master's in Agronomy, Area of Concentration in Fitotecnia).

In the attempt of promoting the conservation postharvest on fruits and vegetables to the biodegradable packings the base of starch, pectins, jellies, cellulose among other, they show results variables to depend on the vegetables treaties. Being, like this, necessary detailed studies of these coverings in the culture of the sweet pepper, tends as objective evaluates the effect of edible coatings base of starch (cassava starch) and commercial jelly in different concentrations, in the conservation postharvest on fruits of sweet pepper 'Magali R', in different storage conditions. The work was driven at the Laboratory of Biotechnology of the UESB, Campus Vitória da Conquista, BA. They were appraised the fruits of the hybrid Magali R, selected in function of the size, color, firmness and absence of offenses, washed and disinfected. It where two researchs. Rehearsal 1, fruits covered with biofilm of cassava starch in the concentrations: 0, 3, 4, and 5%, stored at  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  and  $90\% \pm 5\%$  UR and in room temperature. Rehearsal 2, fruits covered with jelly film in the concentrations: 0, 3, 6, and 9% and stored in the same conditions of the rehearsal 1. The fruits were appraised as for mass loss, firmness, soluble solids, acidity titulável and pH. The experimental design was randomized entirely, with 3 repetitions and two fruits for portion, being adopted the factorial outline  $4 \times 6 \times 2$ , in that it was studied the concentration (four for each biofilm), the storage periods (0, 4, 8, 12, 16 and 20 days) in two temperatures (room temperature and refrigerated condition). The results indicated that: the covered with biofilms were not efficient in delaying the metabolism of the sweet pepper in the two storage conditions; the treatments of cassava starch biofilm (all of the concentrations) and jelly (in the concentrations 6 and 9%), associated to the cooling, doesn't potentiate the conservation of the sweet pepper Magali R; in controlled conditions, the sweet pepper is conserved until the 20 days, in room temperature for eight days.

Keywords: *Capsicum annuum*, cassava starch, jelly, storage.

---

\*Adviser: Tiyoko Nair Hojo Rebouças, *D.Sc.*, UESB e Co-adviser: Abel Rebouças São José, *D.Sc.*, UESB.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Frutos de pimentão Magali R revestidos com biofilme de fécula de mandioca e gelatina comercial, armazenados sob refrigeração ( $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR), Vitória da Conquista, BA, 2005.....	41
Figura 02	Frutos de pimentão Magali R revestidos com biofilme de fécula de mandioca e gelatina comercial, armazenados em temperatura ambiente, Vitória da Conquista, BA, 2005.....	42
Figura 03	Curva e equação de regressão de perda de massa de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de $26^{\circ}\text{C}$ , por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.....	47
Figura 04	Curva e equação de regressão de perda de massa de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.....	49
Figura 05	Curva e equação de regressão para firmeza (Kgf) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de $26^{\circ}\text{C}$ , por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.....	53
Figura 06	Curva e equação de regressão de perda de massa de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.....	56
Figura 07	Curva e equação de regressão de teor de sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de $26^{\circ}\text{C}$ , por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.....	59
Figura 08	Curva e equação de regressão de teor de sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ UR, por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.....	61

Figura 09	Curva e equação de regressão de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.....	64
Figura 10	Curva e equação de regressão de acidez titulável (%) de frutos pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.....	66
Figura 11	Curva e equação de regressão de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.....	69
Figura 12	Curva e equação de regressão de pH de frutos pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.....	71
Figura 13	Curva e equação de regressão de perda de massa de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.....	75
Figura 14	Curva e equação de regressão de perda de massa de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.....	77
Figura 15	Curva e equação de regressão para firmeza de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.....	81
Figura 16	Curva e equação de regressão de perda de massa de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.....	83

Figura 17	Curva e equação de regressão de teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.....	86
Figura 18	Curva e equação de regressão de teor de sólidos solúveis (°Brix) de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.....	89
Figura 19	Curva e equação de regressão de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.....	92
Figura 20	Curva e equação de regressão de acidez titulável (%) de frutos pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.....	94
Figura 21	Curva e equação de regressão de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.....	97
Figura 22	Curva e equação de regressão de pH de frutos pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.....	99

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005 .....	47
Tabela 02	Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> Vitória da Conquista, 2005..	49
Tabela 03	Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005.....	50
Tabela 04	Valores médios para firmeza (Kgf) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005.....	52
Tabela 05	Valores médios para firmeza (Kgf) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005 .....	55
Tabela 06	Valores médios para firmeza (Kgf) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005.....	57
Tabela 07	Valores médios de teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005.....	58
Tabela 08	Valores médios de teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005.....	60

Tabela 09	Valores médios de teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005.....	62
Tabela 10	Valores médios de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005.....	63
Tabela 11	Valores médios de acidez total (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005.....	65
Tabela 12	Valores médios de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005.....	67
Tabela 13	Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005.....	68
Tabela 14	Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005 .....	70
Tabela 15	Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> . Vitória da Conquista, 2005.....	72
Tabela 16	Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	74

Tabela 17	Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	76
Tabela 18	Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	79
Tabela 19	Valores médios para firmeza de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	80
Tabela 20	Valores médios para firmeza de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	82
Tabela 21	Valores médios para firmeza (Kgf) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	84
Tabela 22	Valores médios de teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	85
Tabela 23	Valores médios de teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	88
Tabela 24	Valores médios de teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	90

Tabela 25	Valores médios de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	91
Tabela 26	Valores médios de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	93
Tabela 27	Valores médios de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	95
Tabela 28	Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	96
Tabela 29	Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup> , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	98
Tabela 30	Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenadas em temperatura ambiente com média de 26°C e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias (1) , Vitória da Conquista, BA, 2005.....	99



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 Características gerais sobre a cultura do pimentão .....	20
2.2 Alterações pós-colheita do pimentão.....	23
2.3 Qualidade e índices físicos-químicos.....	24
2.3.1 Perda de massa.....	25
2.3.2 Firmeza.....	26
2.3.3 Teor de sólidos solúveis.....	29
2.3.4 Acidez titulável e pH.....	30
2.4 Manejo e conservação pós-colheita.....	31
2.4.1 Temperatura.....	33
2.4.2 Uso de atmosfera modificada por coberturas comestíveis.....	34
2.4.2.1 Uso de biofilme comestível com fécula de mandioca.....	36
2.4.2.2 Uso de biofilme comestível com gelatina.....	38
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3.1 Experimentos e matéria-prima.....	40
3.2 Ensaio 1: Aplicação de biofilme com fécula de mandioca.....	40
3.3 Ensaio 2: Aplicação de biofilme de gelatina.....	42
3.4 Preparo das amostras.....	43
3.5 Delineamento Experimental.....	43
3.6 Análises físicas e químicas.....	44
3.6.1 Determinação da perda de massa.....	44
3.6.2 Determinação da firmeza.....	44
3.6.3 Determinação do teor de sólidos solúveis.....	45
3.6.4 Determinação da acidez titulável.....	45
3.6.5 Determinação do pH.....	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.1 Ensaio 1: Aplicação de biofilme com fécula de mandioca.....	46
4.1.1 Perda de massa.....	46
4.1.2 Firmeza.....	51
4.1.3 Teor de sólidos solúveis.....	57

4.1.4 Acidez titulável.....	62
4.1.5 pH.....	67
4.2 Ensaio 2: Aplicação de biofilme de gelatina.....	73
4.2.1 Perda de massa.....	73
4.2.2 Firmeza.....	76
4.2.3 Teor de sólidos solúveis.....	85
4.2.4 Acidez titulável.....	91
4.2.5 pH.....	95
5. CONCLUSÕES.....	100
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101

## ANEXOS

## 1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum*, L.) é uma cultura em expansão nas áreas de produção, sendo uma das olerícolas mais consumidas no Brasil, tipicamente de clima tropical, cultivado em todo o território brasileiro está entre as dez hortaliças de maior importância econômica. A área cultivada com pimentões no Brasil atingiu 13,1 mil hectares no ano 2000. A produtividade média brasileira no período de 1996 a 2000, teve um aumento de 300%, passando de 10,4 para 32,6 toneladas por hectare (MARCHIZELI e outros, 2003).

As frutas e hortaliças *in natura* são altamente perecíveis e vários são os problemas relacionados à sua conservação, que vêm desde o momento em que são colhidas, onde se dá início a uma série de processos que influenciam na qualidade do produto e nas suas conseqüentes perdas até o consumidor. De acordo com Resende (1993), o desperdício de frutas, legumes e hortaliças atinge cerca de 30% a 40% da produção brasileira, antes de chegar à mesa do consumidor. E quando chega, nem sempre possui a qualidade exigida pelos padrões internacionais. Para entender o quadro de desperdício de alimentos no Brasil é necessário acompanhar a trajetória das perdas, que começa na produção, passa pela estocagem, transporte, armazenagem e chega aos balcões expositores nos pontos de venda. Em cada uma dessas etapas, as perdas podem ser minimizadas sensivelmente, com o uso de técnicas adequadas de manuseio e conservação.

A redução dessas perdas em nível de produção, associada a uma estocagem reguladora e correta comercialização, certamente tal conjunção de esforços propiciaria grandes benefícios, tanto ao produtor como ao consumidor.

Algumas técnicas são utilizadas visando aumentar a vida de prateleira das frutas e hortaliças, entre elas pode-se citar o aumento da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura e o uso de embalagens.

Uma outra técnica que vem sendo amplamente utilizada na preservação da qualidade de frutas e hortaliças é o uso de atmosfera modificada (AM), que contribui para o decréscimo de perdas pós-colheita, por meio da redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando seu aspecto comercial, refletindo no aumento do período de comercialização.

Os biofilmes comestíveis tendo o amido como biopolímero para sua formação, começam a ser estudados de forma mais intensa, sendo a fécula de mandioca selecionada como a matéria-prima mais adequada para elaboração desses biofilmes, por formar películas resistentes e transparentes, sendo eficientes barreiras à perda de água, proporcionando bom aspecto e brilho intenso, tornando frutos e hortaliças comercialmente atrativos (CEREDA e outros, 1992; VILA, 2004). Já as gelatinas são formadoras de filmes e muitas vezes são usadas em formulações de cobertura para frutas e vegetais frescos. A gelatina tem sido mais utilizada na fabricação de coberturas comestíveis, como barreira à migração de oxigênio, umidade e óleo. Entretanto, poucos estudos foram realizados com o objetivo de mostrar a viabilidade do seu uso na conservação da qualidade de frutas e hortaliças.

As condições externas às quais as frutas e hortaliças são submetidas logo após a colheita são fatores determinantes na extensão de sua vida útil. Hoje em dia na tentativa de promover a conservação pós-colheita de frutas e hortaliças as embalagens biodegradáveis são muito utilizadas. Essas embalagens são as mais recentes alternativas que vêm despertando o interesse de pesquisadores brasileiros. As tradicionais embalagens de plásticos sintéticos, embora garantam a proteção desejada para diversos tipos de produtos, causam sérios problemas ao meio ambiente por não serem biodegradáveis. A aplicação destas embalagens

biodegradáveis a base de amido, pectinas, gelatinas, celulose entre outras, mostram resultados variáveis a depender dos vegetais tratados. Sendo assim, fazem-se necessários estudos detalhados destes revestimentos na cultura do pimentão, para então determinar a viabilidade do seu uso.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de biofilmes comestíveis a base de amido (fécula de mandioca) e gelatina comercial em diferentes concentrações, na conservação pós-colheita dos frutos de pimentão 'Magali-R', armazenados nas condições de ambiente e refrigerada a  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $90\% \pm 5\%$ .

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Características gerais sobre a cultura do pimentão

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) ocupa papel significativo na olericultura brasileira. Atualmente é a terceira espécie cultivada dentro da família *Solanaceae*, após a batata e o tomate. Além disso, encontra-se em destaque por estar entre as dez hortaliças de maior importância econômica em todo o país e as maiores áreas de cultivo concentram-se na região Sudeste (NASCIMENTO & BOITEUX, 1992; CAMARGO & CAMARGO FILHO, 1998).

O pimentão é originário da região tropical da América, ocorrendo variadas formas silvestres desde o sul dos Estados Unidos até o norte do Chile, em regiões com temperaturas amenas ou elevadas. Já era cultivado e consumido pelos indígenas séculos antes da colonização espanhola. Foi introduzido na Espanha em 1493, donde sua cultura expandiu-se ao longo do século XVI, para outras nações da Europa, Ásia e África, tornando-se um alimento apreciadíssimo (FILGUEIRA, 2003).

Derivado de pimentas, com frutos graúdos e sem ardume, o pimentão é uma cultura anual, os frutos possuem formas diversas (CAMARGO, 1992). Classificado como fruto tipo baga, com um pericarpo um tanto carnoso constituindo a parte utilizável e o epicarpo de cor verde escura tornando-se colorido quando amadurece. É sempre oco, com sementes brancas, achatadas, reniformes, de 3 a 5 mm de comprimento, ligadas a um cordão existente no interior do fruto (CAMARGO, 1992; FILGUEIRA, 2003).

De acordo com Wierzbicki (2004), o pimentão é uma hortaliça rica em vitamina A e potássio, que tem apresentado aumento real no consumo mundial e também no Brasil. O consumo é feito principalmente *in natura* dos frutos verdes

ou maduros (vermelhos), como também em forma de páprica, na elaboração de condimentos.

Filgueira (2003) relata que no caso específico do pimentão, em termos de formato do fruto produzido, observa-se que há dois grupos distintos de cultivares sendo produzidos no Brasil, o grupo denominado genericamente de “alongado” (formato cônico, piramidal ou cilíndrico) sendo este preferido na maioria das regiões brasileiras e o segundo grupo denominado de “quadrado”, na verdade apresenta formato aproximadamente cúbico.

O pimentão, dentre as propriedades sensoriais existentes, apresenta as importantes propriedades das hortaliças-fruto destacando-se o sabor, determinado pela estimulação da sensibilidade química do consumidor ao aroma e sabor, os quais se originam dos constituintes básicos, como carboidratos, proteínas, gorduras, bem como vitaminas e minerais (ROCHA e outros, 2003).

Não se sabe com precisão a época e muito menos o local em que se iniciou o cultivo de pimentão no Brasil em maior escala. Há relatos de que as primeiras cultivares de pimentão que aqui chegaram são de origem espanhola, do grupo “Casca Dura”, de frutos cônicos, e foram introduzidas inicialmente no município de Mogi das Cruzes e Suzano, no Estado de São Paulo. As primeiras cultivares brasileiras de pimentão surgiram a partir de seleções feitas em populações desses materiais de origem espanhola. Até a década de sessenta, as principais cultivares plantadas eram aquelas selecionadas por agricultores, que levavam em consideração, o vigor da planta, frutos graúdos, de formato cônico, com polpa espessa e firme. Normalmente recebiam o nome do produtor (cv. Ikeda) ou do local onde eram cultivadas (cv. Avelar), no Estado do Rio de Janeiro, e cv. São Carlos, no Estado de São Paulo (REIFSCHNEIDER, 2000).

Dentre as cultivares de pimentões selecionados tanto para o campo como nos mercados, destaca-se a Magali R, que produz frutos maiores, mais pesados e de melhor conservação, sendo assim, mais valorizados quando comercializados.

Os frutos são de coloração verde/vermelho escuros de formato cônico, medindo cerca de 16-18 cm de comprimento por 6-8 cm de diâmetro. Pesam em média 220-240 gramas (SAKATA SEED, 2006).

## **2.2 Alterações pós-colheita do pimentão**

O amadurecimento corresponde basicamente às mudanças nos fatores sensoriais de sabor, odor, cor e textura que tornam o fruto aceitável para o consumo. Algumas dessas mudanças podem ser detectadas por análise ou observação das transformações físicas visíveis (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Segundo Will e outros (1998), o amadurecimento corresponde à fase final da maturação e envolve diversos processos fisiológicos e bioquímicos que resultam em modificações da estrutura e composição química de frutos. Destacam-se a degradação e síntese de pigmentos, conversão do amido em açúcares, redução da firmeza, degradação de pectinas e alteração na atividade enzimática (ANDREWS & LI, 1994 *apud* VILA, 2004).

Segundo Carmo (2004), durante o amadurecimento, a composição e suas propriedades texturais dos frutos sofrem alterações com o processo de senescência. Estes fatores de composição e propriedades texturais fazem parte da qualidade de frutas e hortaliças e, portanto da seleção. Isto faz com que seja necessário o correto conhecimento dos mesmos, para que, por meio de testes físico-químicos as tecnologias de conservação, após a colheita, possam ser adequadamente aplicadas.

Os frutos de pimentão preferidos pelo mercado consumidor são de coloração verde-escura brilhante, com firmeza ao tato e que apresentam o desenvolvimento máximo (MEDINA, 1984). A medida que o fruto amadurece e vai havendo degradação da clorofila, oxidação de substratos, hidrólise do amido



e o rompimento de membranas, o fruto será conduzido ao envelhecimento e à morte dos tecidos (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

De acordo com Sigrist (1983), no Brasil as perdas pós-colheita de frutos e hortaliças situam-se ao redor de 39% e as principais causas destas perdas pós-colheita para o grupo das hortaliças de frutos imaturos (pepino, abobrinha, berinjela, quiabo, vagem e pimentão) são: superamadurecimento na colheita; perda de água (murchamento); esfoladuras e outros danos mecânicos; distúrbio fisiológico pelo frio e deterioração microbiana.

Os processos que conduzem à perda de qualidade estão relacionados com a temperatura e umidade relativa do ambiente. A temperatura determina a quantidade de vapor d'água requerida para saturar a atmosfera e afeta tanto a transpiração do produto armazenado como a reação fisiológica predominante e o crescimento dos organismos microbianos (MEDINA, 1984).

As perdas na qualidade nutricional aumentam com os danos fisiológicos, armazenamento prolongado sob altas temperaturas, umidade relativa baixa e injúria pelo frio. Em muitos casos, a taxa de deterioração da qualidade nutricional está relacionada com modificação do sabor, perda de firmeza, e mudanças na textura e na aparência (KADER, 1992).

### **2.3 Qualidade e índices físico-químicos**

Segundo Carmo (2004), entre os principais fatores que influenciam a qualidade estão os fatores genéticos (seleção de cultivares), os fatores ambientais na pré-colheita (condições climáticas e práticas culturais); a maturidade na colheita; o método de colheita e o manuseio pós-colheita. A maturação é um dos fatores que mais influencia na qualidade de frutas e hortaliças.

Existe um grande arsenal de informações com relação às transformações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas de frutos e hortaliças durante o

desenvolvimento, maturação e senescência. Na produção de frutos e hortaliças deve-se caracterizar bem os índices físico-químicos, de tal forma que os produtos obtidos apresentem ótima qualidade e bom rendimento (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Dentre estes índices físico-químicos os mais utilizados são: perda de massa, firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (ATT) e pH.

### **2.3.1 Perda de massa**

A perda de massa de frutas e hortaliças durante o armazenamento ocorre principalmente devido a dois fatores, a transpiração e a respiração.

A transpiração, que é a maior responsável pela perda de massa, é o mecanismo pelo qual a água é perdida devido à diferença de pressão de vapor d'água entre a atmosfera circundante e a superfície do fruto (BHOWMIK & PAN, 1992). De acordo com Chitarra & Chitarra (1990), quando essa perda d'água é suficientemente alta alteram a aparência e aceitabilidade do produto como alimento.

A respiração, por sua vez, também causa redução de massa, pois átomos de carbono são perdidos do fruto toda vez que uma molécula de  $\text{CO}_2$  é produzida e perdida para a atmosfera (BHOWMIK & PAN, 1992).

A perda de água de produtos armazenados não só resulta em perda de massa, mas também em perda de qualidade, principalmente pelas alterações na textura. Alguma perda de água pode ser tolerada, mas aquela responsável pelo murchamento ou enrugamento deve ser evitada. O murchamento pode ser retardado, reduzindo-se a taxa de transpiração, o que pode ser feito por aumento da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura, redução do movimento do ar e uso de embalagens protetoras (BARROS e outros, 1994). Dentre as embalagens protetoras podemos citar os filmes plásticos, as ceras e os filmes comestíveis (VICENTINI e outros, 1999a).

A perda de água resulta em enrugamento dos tecidos, amaciamento da polpa e perda de massa fresca. Desse modo, a perda de água é um importante fator econômico na comercialização feita com base na massa fresca (VILA, 2004). Os pimentões se tornam rapidamente flácidos e murchos, quando mantidos, por poucos dias, numa atmosfera com menos de 90% de umidade relativa e estes podem perder cerca de 6,1% de sua massa, sem mostrar sintomas de murcha; entretanto, com 13,7% severos danos são verificados, impossibilitando-os para o comércio (MEDINA, 1984). Entretanto, Bussel & Kenisberger (1975), observaram que a perda de massa de 15% seria o limite máximo aceitável para a comercialização do pimentão.

### **2.3.2 Firmeza**

A matéria comestível dos frutos e hortaliças é composta principalmente de células do parênquima. A diferença das outras células é que estas são formadas de estruturas relativamente simples (carboidratos) e se encontram cimentadas como uma camada amorfa externa à parede celular primária, chamada de lamela média ou camada interlaminar, sendo considerada a responsável pela integridade dos tecidos vegetais. Esta zona está composta por sais de cálcio e de polímeros de ácido galacturônico que se encontram parcialmente esterificados com metanol, conhecidos como material péctico (MIRANDA & GONZALEZ, 1993).

Nos frutos “verdes”, o material péctico se encontra principalmente na forma de protopectina, insolúvel em água e que promove grande resistência ao tecido. Quando o fruto vai amadurecendo, o comprimento da cadeia polimérica diminui formando uma pectina solúvel em água e pouco resistente quando comparada com a protopectina, provocando assim, diminuição na rigidez do fruto (MIRANDA & GONZALEZ, 1993; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Segundo Tucker (1993), o amaciamento dos frutos, após a mudança de cor, é a transformação mais evidente que ocorre durante a maturação. A diminuição da firmeza ocorre em função, principalmente, da perda da integridade da parede celular. A degradação enzimática de moléculas poliméricas constituintes da parede celular como a celulose, hemicelulose e pectina, promove modificações na parede celular, levando ao amolecimento do fruto.

No amadurecimento ocorre um aumento do conteúdo da pectina solúvel em decorrência da despolimerização das pectinas da parede celular, causando aumento na solubilização das mesmas, pela ação de enzimas pectolíticas, conseqüentemente, promovendo aumento no amaciamento de frutos (ADAMS, 1991).

Outros processos também estão envolvidos no amolecimento de frutos como a perda de turgor, um processo físico ocasionado pela perda excessiva de água pela transpiração. Vila (2004) relata este processo como importante na pós-colheita, em função da diferença de pressão de vapor existente entre os tecidos do fruto e atmosfera local de armazenamento.

O amaciamento durante a maturação pode ser minimizado pelo uso de baixas temperaturas, dentro de certos limites para cada fruto e do armazenamento em atmosfera modificada e/ou controlada (KADER, 1995).

A firmeza é um importante atributo de textura em frutas e hortaliças quando no ponto de colheita; avaliação da qualidade durante a armazenagem de produtos frescos, assim como seu prévio processamento, ela influencia a correlação entre a qualidade do material *in natura* e correspondente produto processado. Tais correlações são devido ao fato de que as mudanças das propriedades físicas, químicas e estruturais das frutas estão associadas às mudanças de firmeza do material (MOHSENIN, 1986).

Castro (2003), discute a relação da firmeza dos frutos com propriedades como a maturidade, temperatura, conteúdo de água e cor. Pêras e maçãs desenvolvidas sob altas temperaturas e baixos conteúdos de água foram mais firmes que aquelas desenvolvidas sob temperaturas baixas e altos conteúdos de água, fato atribuído à diferença no conteúdo de água nos frutos.

Para determinar o índice de firmeza de frutos e outros vegetais muitos critérios são adotados há muitos anos, tais como, apertar entre os dedos da mão, friccionar com o polegar, morder ou mastigar (STONE e outros, 1998 *apud* CASTRO, 2003).

Segundo Chitarra (1998), a medição da firmeza da polpa visa o estabelecimento indireto das transformações na estrutura celular, tamanho das células e alterações bioquímicas na parede celular, responsáveis pela textura. A resistência mecânica está relacionada com a textura, esta característica é definida como o conjunto de propriedades do alimento, compostas por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob aplicação de uma força.

Métodos destrutivos quase estáticos de penetração no fruto são mais utilizados para se estabelecer a firmeza dos frutos, com uma força de penetração necessária, introduz-se um bastão cilíndrico na polpa do fruto a uma determinada velocidade e profundidade (CARVALHO FILHO, 2000).

Friedley & Adrian *apud* Vélez Pasos (1987), concluíram que a maturidade, utilizando a rigidez da polpa como índice, correlaciona-se com a resistência do fruto. Na medida em que o fruto amadurece, a força decresce enquanto a deformação aumenta, decrescendo, portanto a energia, visto que, esta seja proporcional ao produto de força e deformação.

### **2.3.3 Teor de sólidos solúveis (SS)**

Os SS representam os compostos solúveis em água presentes nos frutos, como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de SS é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido e, geralmente, aumenta durante a maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos. São comumente designados como °Brix e têm tendência de aumento com a maturação. Estes sólidos podem ser medidos com auxílio de refratômetro (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

A variação dos sólidos solúveis durante o amadurecimento e armazenamento é composta em grande parte por açúcares que compõem o sabor dos frutos, em equilíbrio com os ácidos orgânicos. Quando ocorre perda de massa há favorecimento no teor de sólidos solúveis, isto porque há concentração nos teores de açúcares no interior dos tecidos (KLUGE & MINAMI, 1997).

Os sólidos solúveis são compostos, principalmente por sacarose, frutose e glucose. Os polissacarídeos da parede das células são quebrados durante o amadurecimento, observando-se assim a diminuição deste parâmetro durante o processo de amadurecimento de frutas e hortaliças. A maioria dos carboidratos solúveis são completamente metabolizados enquanto o fruto amadurece (MATTOO e outros, 1995).

Geralmente, os SS aumentam com o transcorrer da maturação, seja por biossíntese, pela degradação de polissacarídeos ou, ainda, pela excessiva perda de água dos frutos, promovendo um maior acúmulo dos mesmos (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Durante o armazenamento, espera-se um aumento nos teores de SS devido ao amadurecimento de frutos. Vicentini e outros (1999b), ao estudar pimentões da cultivar Valdor, verificaram que o teor de sólidos solúveis passou de 6,54° Brix após três dias de armazenagem para 6,94° Brix no 6° dia diminuindo para 6,23° Brix no 12° dia.

#### **2.3.4 Acidez titulável (AT) e pH**

A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos, que servem de substratos para a respiração, encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos. Em frutos, não só contribuem para a acidez, como também para o aroma característico, porque alguns componentes são voláteis. O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir, devido à sua oxidação no ciclo dos ácidos tricarbóxicos, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, pois nesta fase ocorre maior demanda energética pelo aumento do metabolismo (BRODY, 1996; CHITARRA & CHITARRA, 1990). Assim, a variação da acidez pode ser um indicativo do estágio de maturação do fruto, já que a acidez decresce em função do avanço da maturação. Em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação.

Os ácidos se degradam rapidamente depois da colheita se o fruto for mantido à temperatura ambiente. Este decréscimo pode ser retardado pelo uso do frio ou com atmosferas controladas. A relação entre açúcares e ácidos é muito importante na caracterização das variedades dos frutos e sua evolução, em geral, é inversa em respectivas concentrações: enquanto os açúcares aumentam com o amadurecimento, os ácidos diminuem. Por este fato, vários índices de qualidade foram propostos na tentativa de explicar o efeito dos ácidos e açúcares no sabor dos frutos (CARVALHO FILHO, 2000).

A acidez é usualmente calculada com base no principal ácido presente, expressando-se o resultado com percentagem de acidez titulável e nunca da total, devido aos componentes ácidos voláteis que não são detectados (CHITARRA & CHITARRA, 1990). O principal ácido orgânico presente nos pimentões e tomates é o ácido cítrico.

O método de medição mais usado é o da acidez titulável através da neutralização química de todos os ácidos livres presentes no suco do fruto com

uma solução padronizada de NaOH (0,1N). Esta acidez titulável normalmente se expressa em miliequivalentes por litro, ou também em gramas/litro do ácido orgânico dominante ou em percentagem (g ácido/100g de suco ou ml ácido/100ml de suco), que podem ser convertidos em  $\text{meq.L}^{-1}$  mediante massa molecular do ácido correspondente e sua valência (VALERO & RUIZ ALTISENT, 1998).

A capacidade tampão de alguns sucos, segundo Chitarra & Chitarra (1990), permite que ocorram grandes variações na acidez titulável sem variações apreciáveis no pH. Contudo, numa faixa de concentração de ácidos entre 2,5 e 0,5%, o pH aumenta com a redução da acidez, sendo utilizado como indicativo dessa variação.

De acordo com Cochran (1964), o pH do pimentão atinge 6,52 no fruto verde imaturo e depois tende a diminuir com o amadurecimento, atingindo valores de 5,02 no fruto vermelho. Vicentini e outros (1999b), verificaram que durante os 12 dias de armazenamento ao ambiente, os pimentões da cultivar Valdor (vermelho), não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação ao valor médio do pH, que foi de 4,40.

#### **2.4 Manejo e conservação pós-colheita**

O tempo de duração dos frutos colhidos é de grande importância na comercialização. As condições externas às quais os frutos e hortaliças são submetidos logo após a colheita são fatores determinantes na extensão de sua vida útil.

O consumidor está cada vez mais exigente em termos de qualidade dos produtos. Os produtos frescos, como frutas e hortaliças, exigem cuidados na colheita e principalmente no manejo pós-colheita. Um manejo inadequado provoca danos, que ocorrem desde a fase de cultivo até o manuseio na residência do consumidor (CARMO, 2004).



Bleinroth e outros (1982), relatam que as principais causas das perdas pós-colheita e a má qualidade do pimentão são, o super amadurecimento na colheita, a perda de água, as esfoladuras e outros danos mecânicos, os distúrbios fisiológicos pelo frio e a deterioração microbiana.

A comercialização da maioria dos vegetais frescos pode ser prolongada pelo armazenamento imediato dos mesmos, em condições atmosféricas que mantenham a sua qualidade. Portanto, o armazenamento visa minimizar a intensidade do processo vital dos frutos e hortaliças por meio de condições adequadas, que permitam uma redução do metabolismo normal, sem alterar a fisiologia do fruto (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Segundo Awad (1993), o conhecimento do comportamento fisiológico de um fruto permite uma manipulação mais adequada, proporcionando redução de perdas após a colheita e, por conseguinte, maximiza sua conservação, disponibilizando maior quantidade de frutos com qualidade no mercado.

Entre os métodos de conservação de frutas freqüentemente utilizados estão o uso de temperaturas baixas e o uso de atmosferas modificadas e/ou controladas no armazenamento que podem ser utilizados associados, potencializando seus efeitos (KADER, 1995).

Segundo Chitarra & Chitarra (1990), a refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutos e hortaliças frescos. Os demais métodos de controle do amadurecimento são utilizados como complemento do abaixamento da temperatura. Métodos tais como controle ou modificação da atmosfera, uso de cera na superfície dos produtos não produzem bons resultados se não forem associados ao uso de baixas temperaturas. Girardi (2001) relata que, um funcionamento regular das câmaras de conservação durante o armazenamento mantém as qualidades internas e externas do fruto.

### **2.4.1 Temperatura**

A utilização de baixas temperatura reduz a atividade respiratória de frutos, minimizando as alterações químicas e bioquímicas, mantendo suas funções vitais e preservando sua integridade física, qualidade nutritiva e sensorial, desde que obedecida uma faixa de temperatura fisiologicamente segura (FIORANÇO & MANICA, 1994).

Normalmente, alimentos, como hortaliças e frutas, necessitam de maiores cuidados, quanto mais rapidamente eles sofrem uma redução de temperatura, maior será o tempo para que possam ser comercializados. Em linhas gerais, uma queda de 10° C aumenta sua vida útil em três vezes (TANABE & CORTEZ, 1999). Baixas temperaturas são utilizadas para prolongar a vida útil de produtos perecíveis, pois mantêm o metabolismo em níveis baixos, reduzindo a perda da água e retardando o amadurecimento e a senescência (MOSCA, 1992).

A diminuição da ação metabólica e enzimática colaboram com a diminuição do amadurecimento e perda de água do fruto, mantendo suas qualidades desejáveis como o sabor, a cor, a textura e o odor. Este processo é possível com a estocagem sob temperaturas ideais para cada produto, que, em geral, são abaixo da ambiente (CARMO, 2004). O efeito da temperatura ocorre sobre velocidade das reações enzimáticas que acontecem na respiração, pois obedecem à lei de Van't Hoff, segundo o qual, para cada aumento de 10° C na temperatura, a velocidade das reações químicas e bioquímicas pode duplicar ou até triplicar (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

A estocagem frigorificada além de diminuir o processo da respiração, pode reduzir a ação das enzimas, diminuir a perda de água, diminuir a ação dos microrganismos que provocam deterioração e aumentar a vida útil de comercialização (GAST & FLORES, 1991).

No caso do pimentão, a armazenagem em temperaturas abaixo de 10°C causa desordens fisiológicas chamadas de injúrias, caracterizados por ferimentos na casca e amadurecimento incompleto (CARMO, 2004). O pimentão conserva-se à temperatura ambiente (25°C) por um período muito curto, cerca de 3 dias, e a seguir seus lóbulos começam a avermelhar, caracterizando a maturação (MEDINA, 1984).

A temperatura de estocagem do pimentão varia de 7 a 13°C. Em temperaturas abaixo de 7°C provocam sérios problemas de injúrias e acima de 13°C favorecem o amadurecimento e a expansão da podridão mole (HARDENBURG e outros, 1986). Entretanto, Henz (1992), ao avaliar o armazenamento de pimentão cultivar Magda, verificou que o armazenamento a 4°C, 8°C e 12°C apresentaram bons resultados durante 16 dias, pois mantiveram a aparência e a qualidade dos frutos, enquanto que os frutos armazenados a 24°C com 16 dias apresentaram 100% de deterioração. Segundo Medina (1984), mesmo nas melhores temperaturas recomendadas, a longevidade dos pimentões não ultrapassa de duas a três semanas.

#### **2.4.2 Uso de atmosfera modificada por coberturas comestíveis**

O uso de atmosfera modificada vem sendo utilizado na preservação da qualidade de frutas e hortaliças, pois contribui para o decréscimo de perdas pós-colheita, por meio da redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando seu aspecto comercial, refletindo no aumento do período de comercialização (VILA, 2004).

A atmosfera modificada (AM) pode ser aplicada pelo envolvimento de frutas e hortaliças em filmes poliméricos, ceras ou biofilmes, expostos a baixas temperaturas ou, mesmo, em temperatura ambiente (CHITARRA & CHITARRA, 1990), ocasionando assim redução de perda de água e diminuição da atividade respiratória. A síntese e ação do etileno poderão ser minimizadas,

retardando a senescência, refletindo, portanto, na dilatação do período de comercialização.

O principal efeito da modificação da atmosfera parece ser sobre a síntese do etileno. Este regulador de crescimento desencadeia muitos dos processos envolvidos no amadurecimento dos frutos, dentre eles, a elevação na taxa respiratória. Como sua síntese requer oxigênio, a diminuição dos níveis de O<sub>2</sub> no ar atmosférico afeta a produção endógena de etileno (LANA & FINGER, 2000).

A nova proposta para promover a atmosfera modificada, segundo Bobbio & Bobbio (1984), é o envolvimento de frutos em películas comestíveis denominadas de biofilme que vêm sendo usadas com a mesma finalidade da cera. Nesta técnica utiliza-se como matéria-prima os derivados do amido, da celulose ou do colágeno. Podem ser usadas diretamente sobre os alimentos, que poderão ser consumidos ainda com a película.

A formação de filmes e coberturas comestíveis está baseada na dispersão ou solubilização dos biopolímeros em um solvente (água, etanol ou ácidos orgânicos) e a adição de aditivos (plastificantes, agentes de ligação), obtendo-se uma solução ou dispersão filmogênica. Após o preparo, estas devem passar por uma operação de secagem para a formação dos filmes ou coberturas. Nesta etapa, ocorre o aumento da concentração do biopolímero na solução, devido a evaporação do solvente, e conseqüentemente a agregação das moléculas, levando a formação de uma rede tridimensional (GONTARD, 1991 *apud* VICENTINI, 2003).

Esforços tem sido feitos para o desenvolvimento de filmes comestíveis e/ou biodegradáveis para serem utilizados em embalagens ou diretamente sobre os produtos, como cobertura. As vantagens dos filmes comestíveis e/ou biodegradáveis têm despertado interesses em função de suas possibilidades: controlar a migração de vapor d'água; permeabilidade ao oxigênio, dióxido de carbono e migração lípidica de um sistema alimentício. Além disso, podem ser

introduzidos aditivos ao filme, tais como: antioxidantes, aromas e agentes antimicrobianos, melhorando com isso a integridade do produto (KESTER & FENNEMA, 1986).

As coberturas são finas camadas de material aplicado e formado diretamente na superfície do produto, enquanto que filmes são materiais aplicados ao produto após serem formados separadamente. Eles podem ser classificados em comestíveis e/ou biodegradáveis, dependendo dos constituintes utilizados para sua produção e da quantidade das substâncias empregadas (SHIN, 1996).

Os filmes elaborados a partir de polissacarídeos (celulose e derivados, carboidratos e derivados, gomas, entre outros) ou proteínas (gelatina, zeína, farinha de glúten, entre outras) possuem excelentes propriedades mecânicas e ópticas, porém, são sensíveis à umidade e apresentam alto coeficiente de permeabilidade ao vapor d'água. Ao contrário, os filmes compostos de lipídios (ceras, lipídios e derivados, entre outros) apresentam boas propriedades de barreiras ao vapor d'água, mas são opacos e pouco flexíveis (GUILBERT, 1986; GALLO e outros, 2000 ambos citados por BERTAN, 2003).

Os biofilmes apresentam bom aspecto, não são pegajosos, são brilhantes e transparentes, melhorando o aspecto visual dos frutos e, não sendo tóxicos, podem ser ingeridos juntamente com o produto protegido. O biofilme é removido com água e apresenta-se também como um produto comercial de baixo custo.

#### **2.4.2.1 Uso de biofilme comestível com fécula de mandioca**

A fécula de mandioca é considerada a matéria-prima mais adequada na elaboração de biofilmes comestíveis, por formar películas resistentes e transparentes, eficientes barreiras à perda de água, proporcionando bom aspecto

e brilho intenso, tornando frutos e hortaliças comercialmente atrativos (CEREDA e outros, 1992).

A obtenção do biofilme (película) de fécula de mandioca baseia-se no princípio da gomificação do amido que ocorre acima de 70° C, com excesso de água. A fécula gelatinizada que se obtém, quando resfriada, forma películas devido às suas propriedades de retrogradação. Na retrogradação, pontes de hidrogênio são formadas e o material disperso volta a se organizar em macromoléculas, originando uma película (OLIVEIRA, 2000).

Alguns estudos foram realizados com o objetivo de mostrar a viabilidade do uso de biofilmes de fécula de mandioca em diferentes concentrações na conservação da qualidade de frutas e hortaliças. A película de fécula de mandioca na concentração de 3% conferiu maior brilho em limão “Siciliano” (HENRIQUE & CEREDA, 1996), tendo ocorrido o mesmo em goiabas (OLIVEIRA, 1996) e em morangos (HERINQUE & CEREDA, 1999), sem apresentar o inconveniente de descascar até o final do armazenamento.

O uso de película de fécula de mandioca em couve-flor resultou em textura mais firme, menor acidez titulável e redução da taxa de respiração, além do que inflorescências recobertas com película a 4% de concentração mostraram-se superiores as demais (VICENTINI, 1999).

Em morangos, o melhor efeito para a perda de massa foi observado com biofilme a 3% de fécula de mandioca em que os frutos atingiram 10 dias de armazenamento com menor índice de perda de massa em condições ambiente (HENRIQUE & CEREDA, 1999). Estes resultados concordam com os observados por Cereda e outros (1992) e Oliveira (1996), que verificaram diminuição na perda de massa em mamão e em goiabas, respectivamente, com a utilização de película, contrariando os resultados obtidos por Vieites e outros (1997), que observaram maiores perdas de massa em tomate, com a utilização de biofilme de amido.

Vicentini e outros (1999b), estudando o comportamento de pimentões revestidos por biofilme nas concentrações 1%, 3% e 5% de fécula de mandioca, encontraram que as concentrações 3% e 5% mantiveram os frutos mais firmes do que aqueles revestidos a 1% ou não revestidos. Embora a película na concentração de 5% de fécula de mandioca, mostre a mesma eficiência que a 3% a 5% formou uma camada muito espessa, conferindo opacidade aos pimentões, que descascaram logo nos primeiros dias de armazenamento, comprometendo a aparência e prejudicando a comercialização.

#### **2.4.2.2 Uso de biofilme comestível com gelatina**

Entre os diversos materiais pesquisados para a produção de filmes comestíveis e/ou biodegradáveis, a gelatina merece atenção. A gelatina é uma proteína de origem animal, solúvel em água e obtida do colágeno por hidrólise ácida ou básica (POPPE, 1987), e amplamente utilizada em indústria alimentícia e farmacêutica devido as suas propriedades funcionais interessantes. Além disso, a gelatina no Brasil é produzida em abundância, a baixo custo e com propriedades funcionais adequadas para a fabricação de biofilmes (CARVALHO, 1997).

A gelatina é uma proteína de fácil digestão, contendo a maioria dos aminoácidos essenciais, com exceção do triptofano. É ainda o principal componente estrutural de tecidos conectivos brancos e está presente em órgãos e tecidos (POPPE, 1987). Comercialmente, a gelatina é encontrada na forma de cristais de coloração amarelo-palha. Insolúvel em água fria, porém, possui uma característica particular de inchamento, podendo absorver até dez vezes seu peso em água (PRIEBBENOW, 1995).

Segundo Bertan (2003), a gelatina pode ser dissolvida indiretamente, quando suas partículas ficam em repouso até formar uma massa homogênea, sendo então levada ao aquecimento (50-60° C) até a sua dissolução completa. A

dissolução direta é obtida com a adição de água quente (60-80° C) sob forte agitação. O método direto, devido à agitação, pode fazer com que a gelatina espume o que se torna inconveniente na elaboração de coberturas comestíveis.

As gelatinas são boas formadoras de filmes e muitas vezes são usadas em formulações de cobertura para frutas e vegetais frescos. A gelatina tem sido mais utilizada na fabricação de coberturas comestíveis, como barreira à migração de oxigênio, umidade e óleo, ou ainda como meio de fixação de agentes antimicrobianos ou antioxidantes.

Filmes à base de gelatina são altamente permeáveis ao vapor de água devido à natureza hidrofílica da proteína, favorecendo desta forma a ligação com a água. A adição de um composto hidrofóbico pode reduzir a difusividade de moléculas de água provendo melhores propriedades de barreira. Dessa forma, muitas coberturas e filmes atualmente são produzidos através da combinação dos mesmos (BALDWIN e outros, 1997 *apud* BERTAN, 2003).

Poucos estudos foram realizados com o objetivo de mostrar a viabilidade do uso de biofilmes de gelatina comestível na conservação da qualidade de frutas e hortaliças, destaca-se o trabalho de Fakhouri (2003), que recobriu goiabas brancas no estágio “verde maduro” com coberturas de gelatina, triacetina e ácido láurico, sendo as mesmas estocadas sob refrigeração a 12° C durante 20 dias, juntamente com frutas controle (sem cobertura). As coberturas mostraram-se efetivas na extensão da vida útil das goiabas, aumentando sua vida de prateleira em 12 dias, em relação à fruta sem cobertura.

O pimentão apresenta um período pós-colheita muito restrito, por isso, se faz necessário o uso de técnicas que venham minimizar o seu intenso metabolismo, visando assim, à redução de perdas pós-colheita e o aumento do período de conservação, principalmente quando destina-se a mercados distantes do seu local de produção, proporcionando a comercialização de frutas de excelente qualidade.



### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Experimentos e Matéria Prima**

Foram realizados dois experimentos utilizando biofilmes comestíveis, o primeiro utilizando biofilme de fécula de mandioca e o segundo de gelatina sem sabor, conduzidos no Laboratório de Biotecnologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, localizado no Município de Vitória da Conquista, Estado da Bahia.

Foram utilizados frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) provenientes da Fazenda Agropecuária Bagisa S/A, localizada na Rodovia BA 142, Km 132 - Distrito de Cascavel, Município de Ibicoara-BA. Foi avaliado o híbrido Magali R, em estágio de maturação fisiológica, indicada pela coloração verde escuro, porém, apresentando características sensoriais próprias para o consumo. Os frutos foram selecionados em função do tamanho, cor, firmeza e ausência de injúrias, proporcionando maior uniformidade. No total foram selecionados 480 frutos, sendo lavados em água corrente e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio a 200 mg L<sup>-1</sup>, por 15 minutos. Em seguida, foram drenados e secos em temperatura ambiente.

#### **3.2 Ensaio 1: Aplicação de Biofilme com Fécula de Mandioca (BFM)**

Após a desinfecção, os frutos foram cobertos em suspensão com biofilme de fécula de mandioca nas concentrações de 0, 3, 4, e 5%. Para se obter as concentrações propostas do biofilme, foram diluídas em 2 litros de água destilada, as seguintes quantidades de fécula de mandioca: 3% fécula – 60g; 4% fécula – 80g; 5% fécula - 100g (material seco), e uma parcela foi mantida sem recobrimento, constituindo-se o tratamento controle. As formulações de BFM foram preparadas por aquecimento com agitação das suspensões até 70° C, de

modo a ocorrer a gomificação da fécula, o que ocorreu aproximadamente em 20 minutos. Em seguida, as suspensões permaneceram em repouso até o resfriamento em temperatura ambiente. Os frutos foram imersos nas suspensões por 1 minuto e colocados para secar naturalmente em bandejas teladas à temperatura ambiente. Posteriormente foram acomodados em bandejas de poliestireno e armazenados em duas condições: câmara refrigerada a temperatura de  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  UR (Figura 01) e em temperatura ambiente (Figura 02), onde a temperatura média foi de  $26^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa média de 70%.



Figura 01 – Frutos de pimentão Magali R cobertos com biofilme de fécula de mandioca e gelatina comercial, armazenados em temperatura refrigerada ( $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  UR), Vitória da Conquista, BA, 2005.



Figura 02 – Frutos de pimentão Magali R cobertos com biofilme de fécula de mandioca e gelatina comercial, armazenados em temperatura ambiente, Vitória da Conquista, BA, 2005.

### **3.3 Ensaio 2: Aplicação com Biofilme de Gelatina (BG)**

Após a desinfecção, os frutos foram cobertos em suspensão com filme de gelatina nas concentrações de 0, 3, 6, e 9%. Para se obter as concentrações propostas do filme de gelatina, suspenderam-se em 2 litros de água destilada as seguintes quantidades de gelatina: 3% gelatina – 60g; 6% gelatina – 120g; 9% gelatina - 180g (material seco), e uma parcela foi mantida sem recobrimento, constituindo-se o tratamento controle. Os filmes foram obtidos hidratando-se a gelatina em água destilada aquecida a 70 °C sob agitação até a homogeneização da amostra. Essa agitação foi feita de maneira suave para evitar a formação de bolhas na amostra. A solução formadora do biofilme permaneceu em repouso até o resfriamento em temperatura ambiente. Os frutos foram imersos nas

suspensões por 1 minuto e colocados em bandejas teladas à temperatura ambiente para secar naturalmente. Posteriormente foram acomodados em bandejas de poliestireno e armazenados em duas condições: câmara refrigerada a temperatura de  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  UR e em temperatura ambiente, onde a temperatura média do período foi de  $26^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa média de 70%.

### **3.4 Preparo das amostras**

As análises foram iniciadas no dia da montagem do experimento e repetidas a cada quatro dias até o fim do período de armazenamento, que compreendeu 20 dias. A cada dia de análise os frutos foram lavados para remoção da película do filme e triturados em liquidificador na proporção de 1 : 5 (fruto : água) e filtrados em peneira para as avaliações de acidez total titulável (ATT) e pH. A perda de massa, firmeza e o teor de sólidos solúveis totais (SST) foi obtido diretamente do fruto.

### **3.5 Delineamento experimental**

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, (DIC), sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial  $4 \times 6 \times 2$ , em que se estudou a concentração do biofilme de fécula de mandioca (0, 3, 4 e 5% de fécula), os períodos de armazenamento (0, 4, 8, 12, 16 e 20 dias) em duas temperaturas (ambiente e refrigerada a  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  UR). A parcela experimental foi composta por 2 frutos e 3 repetições.

O delineamento, o esquema fatorial e o período de armazenamento utilizados para os tratamentos com filme de gelatina foi o mesmo do revestimento com fécula de mandioca, variando apenas as concentrações do filme de gelatina (0%, 3%, 6% e 9%).

Os resultados observados para cada variável foram submetidos à análise de variância e as médias de aplicação de biofilme com fécula de mandioca e

filme de gelatina, quando significativos, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a descrição das variáveis em função dos períodos de armazenamento, foram feitas análises de regressão e os modelos de regressão polinomial foram selecionados observando-se a significância do teste F para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Software SAEG versão 8.1, seguindo as recomendações de RIBEIRO JÚNIOR (2001).

### **3.6 Análises físicas e químicas**

#### **3.6.1 Determinação da Perda de Massa (PM)**

As perdas de massa foram determinadas, em gramas, com auxílio de balança analítica com precisão de 0.01 g. Utilizou-se a média de três bandejas para cada tratamento com dois frutos. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre a massa inicial e massa obtida a cada intervalo de tempo.

A porcentagem de perda de massa foi calculada por meio da seguinte equação:

$$\%PM = ((MI - MF) / MI) * 100$$

onde:

%PM= porcentagem de perda de massa parcial acumulada

MI = Massa inicial da amostra em um período determinado em g

MF = Massa final da amostra no período seguinte a MI em g

#### **3.6.2 Determinação da firmeza (F)**

Para avaliação da firmeza, foi utilizado penetrômetro digital de bancada TR Turoni - Modelo 53205, onde os frutos inteiros foram submetidos a uma

força até ocorrer o rompimento da superfície. A avaliação foi feita para determinar a quantidade de força que um fruto suporta até que sua superfície externa seja rompida. Foram realizadas duas medições por fruto na região equatorial. Os resultados foram expressos em Kgf.

### **3.6.3 Determinação do teor de sólidos solúveis (SS)**

Para a determinação do teor de sólidos solúveis totais utilizou-se um refratômetro portátil Atto WYT-4. A leitura foi direta e realizada através da colocação de algumas gotas do sumo na placa do refratômetro obtido de fatias de dois pimentões. Os resultados foram expressos em graus Brix. Foram feitas três repetições para cada tratamento.

### **3.6.4 Determinação da acidez titulável (AT)**

A acidez total titulável foi determinada para cada tratamento por titulação do filtrado, proveniente do sumo dos pimentões, utilizando NaOH 0,1 N, sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico por 100g de fruto.

### **3.6.5 Determinação do pH (pH)**

A determinação do pH foi realizada com o mesmo material utilizado na obtenção da acidez total titulável onde, antes da adição do hidróxido de sódio, fez-se a leitura com o pHmetro digital, mantendo-se a solução homogeneizada. Foram realizadas três medições para cada tratamento.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Ensaio 1 - Aplicação de Biofilme com Fécula de Mandioca (BFM)**

As variáveis estudadas (porcentagem de perda de massa, firmeza, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e pH) apresentaram efeitos significativos para as duas condições de temperatura ambiente e refrigerada (Tabela 1A), permitindo assim o desdobramento em função destas (Tabela 2A e 3A).

#### **4.1.1 Perda de Massa**

A análise estatística mostrou que, para a condição de temperatura ambiente houve efeito significativo para o período de armazenamento e para a interação entre as concentrações com biofilmes de fécula de mandioca e o período de armazenamento sobre a perda de massa.

Houve aumento na porcentagem de perda de massa com o decorrer do armazenamento em todos os tratamentos, acentuando-se a partir do 8º dia. A aplicação do biofilme na concentração de 3% mostrou-se efetiva na contenção da perda de massa aos 20 dias de armazenamento com perda de massa de 27,73% enquanto que o controle apresentou 32,42% (Tabela 01). Valores próximos destas observações foram obtidos por Vicentini e outros (1999a), onde o uso de película também a 3% apresentou perda de massa de 22,61% em frutos de pimentão cultivar Magali, entretanto não foram observadas diferenças significativas.

A perda de massa dos frutos controle e tratados com 4% e 5% foram semelhantes no decorrer do período de armazenamento, exceto no 12º dia, onde os frutos tratados com 5% de fécula apresentaram uma maior perda de massa. E ao fim do armazenamento, os frutos de pimentão apresentavam perda de massa de 32,42%, 27,73%, 32,19% e 29,33% para os tratamentos controle, 3%, 4% e 5% de biofilme, respectivamente.

Tabela 01- Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias<sup>(1)</sup>.Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	0,00 a	4,87 a	15,12 a	17,40 a	24,60 a	32,42 b
Fécula 3%	0,00 a	5,12 a	14,67 a	17,94 a	24,66 a	27,73 a
Fécula 4%	0,00 a	4,96 a	13,91 a	20,98 ab	25,03 a	32,19 b
Fécula 5%	0,00 a	4,99 a	14,33 a	22,35 b	24,54 a	29,33 ab
CV (%) = 10,94						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Observou-se aumento significativo da perda de massa dos frutos ao longo do armazenamento de 0,00% para 32,42% (Figura 03).

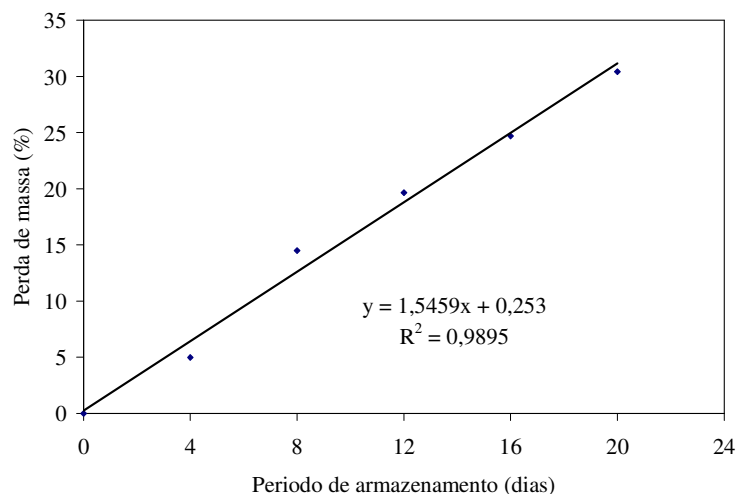


Figura 03 - Curva e equação de regressão de perda de massa de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias. Vitória da Conquista-BA, 2005.



O biofilme com fécula de mandioca na temperatura ambiente não foi efetivo na contenção de perda de massa, havendo amadurecimento e perda de água no decorrer do armazenamento e maturação dos frutos. Estas observações discordam dos dados obtidos por Oliveira (1996), onde o uso de película a 5% retardou a perda de massa em frutos de goiaba, quando comparados com a testemunha.

Para o experimento em temperatura refrigerada observou-se um efeito significativo na utilização dos biofilmes de fécula de mandioca nos diversos períodos de armazenamento e para a interação entre estes fatores sobre a perda de massa.

Houve um substancial aumento nos teores de perda de massa ao longo do armazenamento em todos os tratamentos estudados, tendo a maior perda de massa sido notada para os tratamentos com biofilme de fécula de mandioca, seguido pelo tratamento controle.

Ao fim do armazenamento, aos 20 dias, os frutos de pimentão apresentavam perda de massa de 11,99%, 13,13%, 15,29% e 15,93% para os tratamentos controle, 3%, 4% e 5% de fécula, respectivamente (Tabela 02). Constatou-se com isso que o biofilme de fécula de mandioca quando associada com temperatura de  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $90\% \pm 5\%$ , não foi efetivo na contenção de perda de massa, não promovendo uma barreira contra a perda de água.

Estes resultados são coerentes aos encontrados por Oliveira (2000) e Nunes e outros (2004), que verificaram maiores valores sobre a perda de massa em pêssigo (13,14%) e pepino (19,72%), recobertos com película de fécula de mandioca a 2% e 3%, respectivamente, em relação ao controle quando armazenados em temperatura refrigerada..

Tabela 02 - Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias<sup>(1)</sup> Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	0,00 a	3,34 a	6,79 ab	8,09 a	9,41 a	11,99 a
Fécula 3%	0,00 a	3,63 a	6,29 a	10,70 b	11,79 b	13,13 ab
Fécula 4%	0,00 a	5,92 b	8,21 ab	10,82 b	11,77 b	15,29 bc
Fécula 5%	0,00 a	6,69 b	8,68 b	11,25 b	13,89 b	15,93 c

CV (%) = 12,69

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Observou-se aumento significativo da perda de massa dos frutos ao longo do armazenamento de 0,00% para 15,93% (Figura 04). Assim, o biofilme com fécula de mandioca nas condições de temperatura de 10° C±1°C e umidade relativa de 90% ±5% não foi efetivo na contenção de perda de massa.

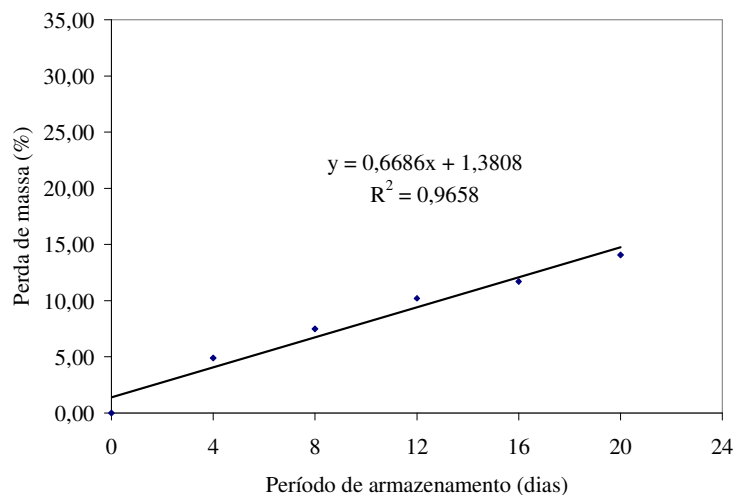


Figura 04 - Curva e equação de regressão de perda de massa de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Os dados médios obtidos ao final do experimento referente à perda de massa nas duas condições de armazenamento são apresentadas na Tabela 03.

Observou-se diferenças significativas entre as duas temperaturas estudadas para todos os tratamentos analisados, sendo que a temperatura refrigerada apresentou médias de 6,60%, 7,59%, 8,67% e 9,41% para os tratamentos controle, 3%, 4% e 5%, respectivamente. Já a temperatura ambiente as médias foram de 15,73%, 15,01%, 16,17% e 15,92% para os tratamentos controle, 3%, 4% e 5%, respectivamente. Observando assim uma maior contenção da perda de massa para os tratamentos mantidos sobre refrigeração, entretanto, estes sofreram influência negativa da película, promovendo maiores perdas de massa quando tratados com a fécula em comparação com a testemunha.

Tabela 03 - Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR e temperatura refrigerada de 10° C ± 1°C e 90% ± 5% UR por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Temperatura		
	Ambiente	10° C	Média
Controle	15,73 a B	6,60 a A	11,17 a
Fécula 3%	15,01 a B	7,59 ab A	11,30 a
Fécula 4%	16,17 a B	8,67 bc A	12,42 b
Fécula 5%	15,92 a B	9,41 c A	12,66 b
Média	15,71 B	8,06 A	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

A perda de água de produtos armazenados não só resulta em perda de massa, mas também em perda de qualidade. Segundo Chitarra & Chitarra (1990), alguma perda de água pode ser tolerada, mas aquelas responsáveis pelo

murchamento ou enrugamento devem ser evitadas, perdas da ordem de 3 a 6% são suficientes para causar um marcante declínio de qualidade, entretanto, alguns produtos são ainda comercializáveis com 10% de perda de umidade. Em trabalhos relatados por Bussel & Kenisberger (1975), observam-se que a perda de massa de 15% seria o limite máximo aceitável para a comercialização do pimentão.

Neste presente estudo observou-se que, mesmo os frutos controle sem a utilização do biofilme comparado àqueles cobertos com biofilmes de fécula de mandioca em temperatura ambiente, não se mantiveram abaixo desta faixa de 15% de perda de massa (Tabela 01) até o final do armazenamento, entretanto, para a temperatura refrigerada esta faixa foi mantida até o final do experimento, enfatizando que a refrigeração é importante para a manutenção da qualidade do fruto. O efeito da refrigeração não foi potencializado ao se promover a atmosfera modificada ao redor dos frutos pela aplicação dos biofilmes em todas as concentrações observado pelas maiores médias de perda de massa nesses frutos (Tabela 02).

#### **4.1.2 Firmeza**

A análise de variância mostrou efeito significativo somente para o período de armazenamento.

Na Tabela 04 são apresentados os dados referentes ao comportamento dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos ao longo do armazenamento em temperatura ambiente. Os frutos apresentaram inicialmente valores médios de 2,91 Kgf e ao final de 20 dias de armazenamento, apresentaram uma resistência de 2,76; 1,89; 2,28 e 1,80 Kgf nos tratamentos controle, 3, 4 e 5% de fécula, respectivamente. Essa firmeza encontrada nos tratamentos no último dia de armazenamento pode estar relacionada com a maior mudança de textura dos

frutos devido à perda de massa, proporcionando assim uma idéia errônea de maior firmeza.

O biofilme de fécula de mandioca em todas as suas concentrações não foi efetivo na prevenção do amaciamento após os 20 dias de armazenamento, sendo que os frutos de pimentão do tratamento controle foram os que apresentaram os melhores resultados.

Observa-se que aos 8 dias de armazenamento os tratamentos 3, 4 e 5% de fécula de mandioca apresentam as maiores médias em comparação com a testemunha, entretanto não se observou diferenças significativas entre esses tratamentos. Hojo e outros (2006), em experimento com pimentões da cultivar Ikeda, aos oito dias, observou-se valores de firmeza de 2,09; 2,22 e 2,22 para os tratamentos com 3,5; 4 e 4,5% de fécula de mandioca, respectivamente. Valores próximos foram observados no presente experimento, ao 8º dia, da ordem de 2,19; 2,36 e 2,23 para os tratamentos com 3, 4 e 5% de fécula de mandioca armazenados em temperatura ambiente.

Tabela 04 - Valores médios para firmeza (Kgf) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	2,91 a	1,65 a	1,96 a	1,41 a	1,98 ab	2,76 b
Fécula 3%	2,91 a	1,86 a	2,19 a	1,33 a	1,56 a	1,89 ab
Fécula 4%	2,91 a	1,87 a	2,36 a	1,12 a	1,57 a	2,28 ab
Fécula 5%	2,91 a	2,10 a	2,23 a	1,84 a	2,72 b	1,80 a
CV (%) = 20,53						

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Na Figura 05, observa-se o comportamento da firmeza durante o período de armazenamento, há uma diminuição na firmeza até os 12 dias de armazenamento e posteriormente um aumento até o final do experimento.

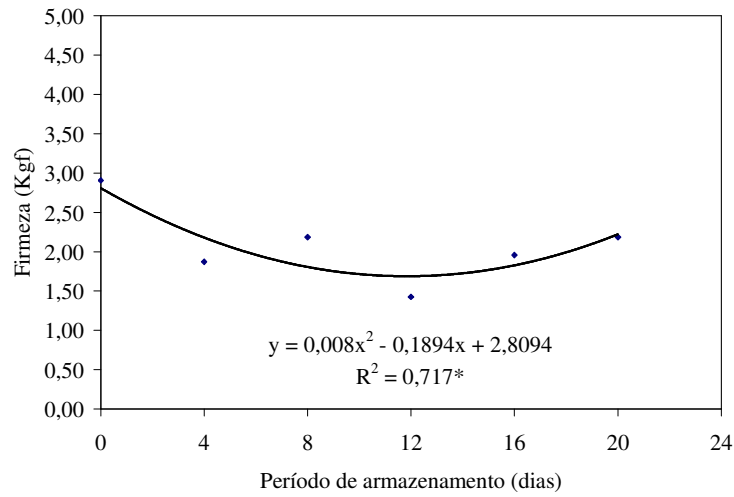


Figura 05 - Curva e equação de regressão para firmeza (Kgf) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Duas hipóteses podem ser levantadas a partir desses dados. A primeira é que nesse período (aos 12 dias de armazenamento) os frutos encontravam-se com mudança de textura devido a uma excessiva perda de água, sendo assim, para que ocorra o rompimento superficial do fruto haverá uma maior necessidade de força, fazendo com que tenhamos uma maior firmeza. E a outra pode estar relacionado com o método de avaliação, pois, segundo Calbo & Moretti (2006), o penetrômetro (aparelho mais usado para determinação de firmeza) não é muito útil para avaliar a variação de firmeza causada por desidratação, visto que a leitura pode aumentar na razão inversa da firmeza

percebida. Além disso, o penetrômetro apresenta metodologia onde a taxa de deformação não é constante, implicando em variação na leitura e dificultando a determinação correta do índice de firmeza (CARMO, 2004). Ainda segundo o mesmo autor, medições mais objetivas e precisas podem ser obtidas quando se utiliza uma máquina universal de ensaios, o ensaio é realizado a uma taxa de deformação constante, importante devido à natureza viscoelástica dos produtos agrícolas, em especial dos hortícolas, resultando na obtenção de curva força-deformação, mais confiável e menos dependente das habilidades do operador.

Para a temperatura refrigerada não houve efeito significativo para os biofilmes com fécula de mandioca. Observa-se uma oscilação nos valores médios de firmeza a partir do 8º dia de armazenamento.

Os frutos controle e os tratados com 3, 4 e 5% apresentaram ao final do armazenamento 1,44; 1,38; 1,14 e 1,54 Kgf de firmeza, respectivamente (Tabela 05).

Ao final do armazenamento os frutos tratados com fécula 5% apresentaram maior firmeza comparados com os demais tratamentos, provavelmente por terem apresentados maior perda de massa, tornando-os mais resistentes à força de penetração. Oliveira (2000) não verificou diferença significativa entre os pêssegos 'Biuti' tratados com fécula de mandioca a 2%, armazenados por 35 dias sob refrigeração. Nunes e outros (2004) observou que frutos de pêssegos quando tratados com fécula a 3% apresentaram também maiores valores de firmeza e atribui isso a maior perda de massa desse tratamento.

O uso de atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca tanto a 3; 4 e 5%, associado à refrigeração não foi eficiente em manter firmes os frutos de pimentão cultivar 'Magali R' (Tabela 05). Estes dados discordam com os de Vila (2004) que estudou o comportamento de goiabas revestidas com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações armazenados em

temperatura de  $9^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e umidade de  $90\% \pm 5\%$  UR onde essa associação mostrou-se eficiente.

Tabela 05 - Valores médios para firmeza (Kgf) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  UR por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	2,91 a	1,38 a	2,33 a	1,90 a	1,99 a	1,44 a
Fécula 3%	2,91 a	1,46 a	1,89 a	1,64 a	2,44 a	1,38 a
Fécula 4%	2,91 a	1,48 a	1,62 a	2,01 a	2,38 a	1,14 a
Fécula 5%	2,91 a	1,40 a	1,89 a	1,11 a	1,69 a	1,54 a
CV (%) = 20,98						

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P < 0,05\%$ ).

O período de armazenamento afetou significativamente os valores de firmeza dos frutos armazenados em temperatura refrigerada. Observando-se uma oscilação nos valores até o final do experimento (Figura 06). Provavelmente, esta oscilação esta associada ao método de avaliação (por penetrômetro) e pela perda de massa observada. Segundo Carmo (2004), o penetrômetro apresenta uma taxa de deformação inconstante implicando em variação na leitura e dificultando a determinação correta do índice de firmeza, e Calbo & Moretti (2006), relatam que o penetrômetro não é muito útil para avaliar a variação de firmeza causada por desidratação.



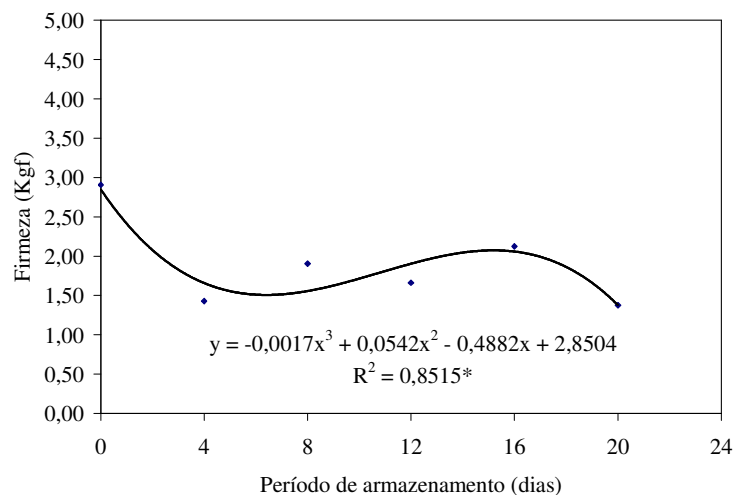


Figura 06 - Curva e equação de regressão para firmeza (Kgf) de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de  $10^{\circ} C \pm 1^{\circ} C$  e  $90\% \pm 5\%$  UR por 20 dias. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Os dados médios obtidos ao final do experimento referente à firmeza nas duas condições de armazenamento são apresentados na Tabela 06.

Para as duas temperaturas estudadas observaram-se diferenças significativas apenas para o tratamento com 5% de fécula de mandioca com médias de 2,27 e 1,74 para temperatura ambiente e refrigerada, respectivamente.

A média geral para as condições de temperatura ambiente e refrigerada foi de 2,09 e 1,90 Kgf, respectivamente. Essa maior média obtida para a temperatura ambiente pode ser atribuída, provavelmente, a maior perda de massa obtida nessa condição, promovendo assim um maior enrugamento do fruto dificultando a penetração.

Tabela 06 - Valores médios para firmeza (Kgf) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Temperaturas		
	Ambiente	10° C	Média
Controle	2,11 a A	1,99 a A	2,05 a
Fécula 3%	1,96 a A	1,95 a A	1,95 a
Fécula 4%	2,02 a A	1,92 a A	1,97 a
Fécula 5%	2,27 a B	1,74 a A	2,00 a
Média	2,09 B	1,90 A	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

A diminuição da firmeza ou amaciamento de frutos é decorrente da degradação da parede celular por meio do aumento da atividade enzimática, associada a outros processos, como hidrólise de amido e perda de água, contribuindo finalmente para o amaciamento do fruto (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Como não se observou efeito positivo ao utilizar biofilmes de fécula de mandioca na contenção da perda de massa, isto pode ser devido o pimentão ser uma hortaliça fruto oco internamente, ao contrário do tomate que é um fruto maciço.

#### 4.1.3 Sólidos solúveis (SS)

Os teores de sólidos solúveis dos frutos de pimentão não foram afetados significativamente pelos tratamentos com fécula de mandioca armazenados em temperatura ambiente, entretanto, observa-se diferenças nas médias para os tratamentos com 3 e 5% de fécula para o 4º e 20º dia de armazenamento, porém, não se observa diferenças destes com o tratamento controle (Tabela 07).

Tabela 07 - Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	3,67 a	4,33 ab	5,13 a	4,80 a	5,67 a	6,00 ab
Fécula 3%	3,67 a	4,73 b	5,00 a	5,83 a	4,67 a	7,00 b
Fécula 4%	3,67 a	3,93 ab	4,67 a	5,00 a	5,00 a	6,00 ab
Fécula 5%	3,67 a	3,40 a	4,17 a	5,67 a	5,33 a	5,67 a
CV (%) = 12,26						

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Os frutos de pimentão aos 20 dias de armazenamento apresentaram valores médios de SS da ordem de 6,00; 7,00; 6,00 e 5,67 para os tratamentos, controle, 3, 4 e 5% de fécula de mandioca. Ocorrendo um aumento linear no decorrer do período de armazenamento. Estes dados corroboram com os obtidos por Vicentini e outros (1999b), onde em estudos com pimentão cultivar Valdor também observou o aumento do teor de sólidos solúveis até o sexto dia de armazenamento, seguido de uma diminuição a partir do 12º dia em decorrência da senescência do fruto. Este estado de senescência não foi observado nos frutos de pimentão ‘Magali R’ do presente experimento.

Foi constatado nos teores de sólidos solúveis o mesmo comportamento observado no percentual de perda de massa durante o armazenamento, isto é, a variável aumentou linearmente até o final do experimento (Figura 07). Os teores de sólidos solúveis (SS) nos pimentões aumentam à medida que aumenta o amadurecimento devido a maior degradação ou biossíntese de polissacarídeos e acúmulo de açúcares.

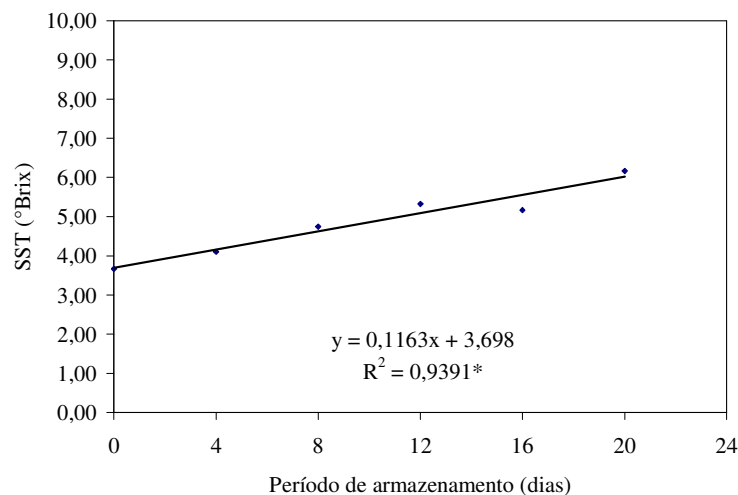


Figura 07 - Curva e equação de regressão de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Para os frutos armazenados em temperatura refrigerada foram observados efeito significativo para a interação entre os tratamentos e o período de armazenamento.

Depois de realizada o desdobramento da interação no 20º dia de armazenamento, observa-se diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos controle com os de fécula a 4 e 5%, sendo estas de 4,00; 4,93 e 5,07 °Brix, respectivamente (Tabela 08). Numa comparação com a perda de massa, evoluiu inversamente com a utilização do biofilme de fécula de mandioca quando associado às condições de 10 °C ± 1 °C e umidade relativa de 90% ± 5% (Tabela 02), não sendo efetivo na contenção do aumento de sólidos solúveis e conseqüentemente do amadurecimento dos frutos.

Tabela 08 - Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	3,67 a	4,07 b	4,67 a	3,90 a	4,60 a	4,00 a
Fécula 3%	3,67 a	3,20 ab	4,00 a	3,47 a	5,50 a	4,13 ab
Fécula 4%	3,67 a	3,00 a	3,83 a	4,83 b	4,83 a	4,93 bc
Fécula 5%	3,67 a	4,23 ab	4,33 a	3,53 a	4,67 a	5,07 c
CV (%) = 10,23						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Na Figura 08, pode-se observar também um aumento linear nos teores de sólidos solúveis dos frutos de pimentão armazenados em temperatura refrigerada, bem como o ocorrido nos frutos armazenados em temperatura ambiente.

Para Lyon e outros (1992) *apud* Carmo (2004), os processos metabólicos relacionados com o avanço do amadurecimento, provavelmente pela dissociação de algumas moléculas e enzimas estruturais em compostos solúveis, influem diretamente nos teores de sólidos solúveis, onde frutos em avançados estádios de amadurecimento apresentam os teores mais elevados de sólidos solúveis.

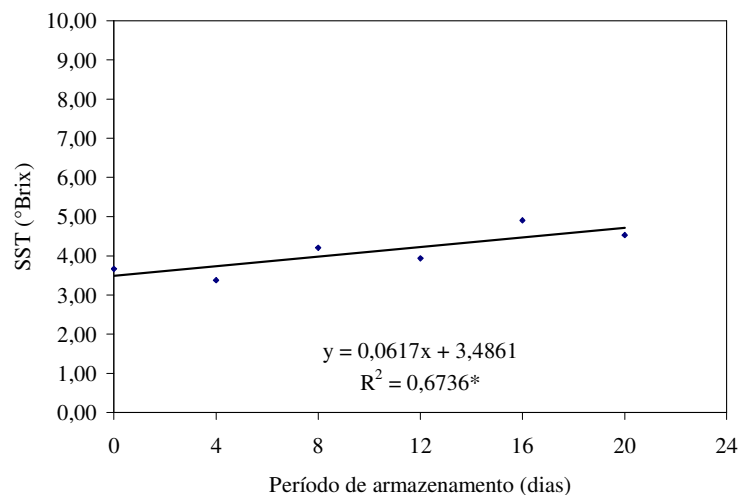


Figura 08 - Curva e equação de regressão de sólidos solúveis (°Brix) de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Os frutos armazenados em temperatura refrigerada apresentaram variações no teor de SS semelhantes àqueles armazenados em temperatura ambiente, entretanto, os seus valores médios observados ficaram aquém daqueles obtidos em temperatura ambiente ao longo do período de armazenamento (Tabelas 09).

Os tratamentos em temperatura ambiente apresentaram valores médios gerais de 4,93; 5,15; 4,63 e 4,73, enquanto que os frutos armazenados em temperatura refrigerada apresentaram as médias gerais de 4,15; 3,99; 4,18 e 4,08 para os tratamentos controle, 3, 4 e 5% de fécula, sendo estes diferenciados estatisticamente ( $P < 0,05$ ).

Tabela 09 - Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Temperaturas		
	Ambiente	10° C	Média
Controle	4,93 ab B	4,15 a A	4,54 a
Fécula 3%	5,15 b B	3,99 a A	4,57 a
Fécula 4%	4,63 a B	4,18 a A	4,40 a
Fécula 5%	4,73 ab B	4,08 a A	4,41 a
Média	4,86 B	4,10 A	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

No presente estudo, os frutos cobertos com biofilme de fécula de mandioca e armazenados em temperatura refrigerada apresentaram maiores aumentos nos sólidos solúveis em relação ao controle durante o armazenamento, o que reforça a hipótese de que a associação de biofilme de fécula de mandioca com a refrigeração proporciona uma maior atividade metabólica dos frutos de pimentão cultivar ‘Magali R’.

#### 4.1.4 Acidez titulável

A análise de variância mostrou efeito significativo apenas para o período de armazenamento sobre a acidez titulável dos frutos de pimentão armazenados em temperatura ambiente.

A Tabela 10 mostra as médias obtidas para cada tratamento durante o período de armazenamento. Observou-se uma oscilação nos valores médios de acidez titulável no decorrer do período de avaliação, onde ocorre uma queda nos

valores médios no 4º dia e em seguida um aumento no 8º e 12º dia, vindo a decair em seguida no 16º dia de avaliação. A evolução da acidez observada neste estudo é coerente com o encontrado por Oliveira & Cereda (1999) que verificaram em goiabas mantidas em temperatura ambiente uma oscilação no teor de acidez titulável com valores de 0,592;0,576; 0,639 e 0,562, para os períodos de 0, 4, 8, 12 e 16 dias de armazenamento, respectivamente.

Tabela 10 - Valores médios de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR, por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	0,227 a	0,147 a	0,253 a	0,247 a	0,190 a	0,210 a
Fécula 3%	0,227 a	0,160 a	0,257 a	0,260 a	0,160 a	0,177 a
Fécula 4%	0,227 a	0,120 a	0,223 a	0,243 a	0,193 a	0,197 a
Fécula 5%	0,227 a	0,173 a	0,183 a	0,257 a	0,180 a	0,177 a
CV (%) = 16,69						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Embora não havendo diferenças significativas, no 20º dia de armazenamento observa-se uma tendência de diminuição da acidez titulável com valores médios de 0,210; 0,177; 0,197 e 0,177% para os tratamentos controle, 3, 4 e 5% de fécula. Hojo e outros (2006), em estudo com frutos de pimentão cv. Ikeda sob biofilme a 3,5% e 4,5% de fécula de mandioca, também observaram menores valores de acidez titulável em relação à testemunha.

Logo, o biofilme nas concentrações estudadas não foi efetivo no controle da atividade respiratória, pois o índice de acidez titulável, sugere o consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório por meio de sua oxidação no ciclo de Krebs (CHITARRA & CHITARRA, 1990).



O gráfico da Figura 09 representa o comportamento da acidez titulável dos frutos de pimentão ao longo do armazenamento. Observa-se que esses frutos não apresentaram uma regularidade na variação do teor de acidez titulável, oscilando durante o período de armazenamento. O comportamento da acidez observado neste estudo é coerente com o encontrado por Vila (2004) que verificou em goiabas, aumento no teor da acidez seguido de decréscimo.

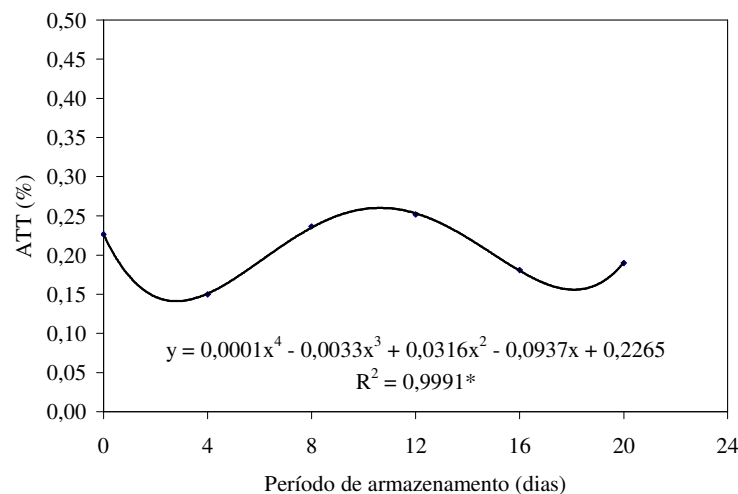


Figura 09 - Curva e equação de regressão de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Segundo Carmo (2004), a acidez titulável dos pimentões aumenta com o amadurecimento. À medida que o fruto amadurece aumentam as reações metabólicas, aumentando a concentração dos ácidos orgânicos envolvidos no ciclo de Krebs. Podendo assim ser explicado esse pico na curva de regressão localizada no 12º dia de armazenamento, momento onde ocorre também o aumento da perda de massa considerável (Tabela 01).

Para o experimento em temperatura refrigerada os resultados não indicaram efeito significativo ao utilizar biofilmes de fécula de mandioca e nem para a interação entre os tratamentos e o período de armazenamento. Os valores médios de acidez total são apresentados na Tabela 11, onde não se observa diferenças entre as médias para todos os tratamentos analisados. Observa-se uma diminuição dos valores médios de acidez titulável no decorrer do período de armazenamento, entretanto, com algumas oscilações, igualmente parecidas àquelas observadas nos frutos armazenados em temperatura ambiente (Tabela 10).

Tabela 11 - Valores médios de acidez total (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	0,227 a	0,153 a	0,193 a	0,167 a	0,167 a	0,187 a
Fécula 3%	0,227 a	0,140 a	0,193 a	0,173 a	0,147 a	0,177 a
Fécula 4%	0,227 a	0,190 a	0,173 a	0,187 a	0,177 a	0,203 a
Fécula 5%	0,227 a	0,190 a	0,173 a	0,193 a	0,170 a	0,153 a
CV (%) = 14,67						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

O gráfico da Figura 10 mostra a variação temporal da acidez titulável dos frutos de pimentão ao longo do período de armazenamento, onde se constata uma menor oscilação entre os valores médios de acidez titulável em comparação com os valores obtidos na temperatura ambiente (Figura 09). Este fato pode ser atribuído à diminuição da temperatura do fruto pelo armazenamento em câmara refrigerada, e conseqüentemente uma diminuição do metabolismo enzimáticos desses frutos.

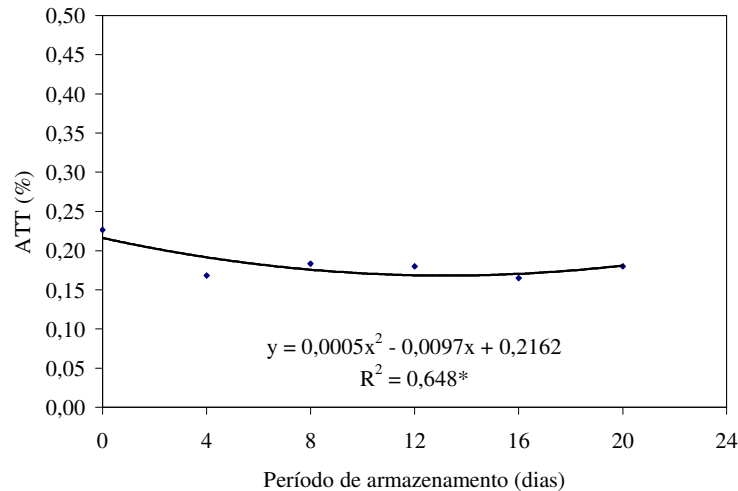


Figura 10 - Curva e equação de regressão de acidez titulável (%) de frutos pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Oliveira (1996) e Vieites e outros (1997) avaliando biofilmes de fécula de mandioca em goiabas e tomates, respectivamente, observaram uma tendência dos frutos tratados com biofilme de fécula de mandioca apresentarem uma menor atividade metabólica através da manutenção da acidez.

Os dados médios obtidos ao final do experimento referente à acidez titulável nas duas condições de armazenamento são apresentados na Tabela 12.

Observaram-se diferenças significativas entre as duas temperaturas estudadas para os tratamentos controle e 3%. Os valores médios da acidez titulável dos frutos em temperatura ambiente foi de 0,212; 0,207; 0,200 e 0,199 para os tratamentos controle, 3, 4 e 5% de fécula, respectivamente. Já para a temperatura refrigerada os valores médios foram de 0,182; 0,176, 0,193 e 0,184 para os tratamentos controle, 3; 4 e 5% de fécula, respectivamente.

Tabela 12 - Valores médios de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Temperaturas		
	Ambiente	10° C	Média
Controle	0,212 a B	0,182 a A	0,197 a
Fécula 3%	0,207 a B	0,176 a A	0,191 a
Fécula 4%	0,200 a A	0,193 a A	0,197 a
Fécula 5%	0,199 a A	0,184 a A	0,192 a
Média	0,205 B	0,184 A	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Observa-se assim uma maior contenção da acidez para os tratamentos mantidos sob refrigeração, pois estes, provavelmente, não permitiram uma maior liberação dos ácidos orgânicos provenientes dos processos metabólicos do amadurecimento para os tratamentos controle e 3%, em decorrência destes apresentarem maior interferência da refrigeração. Enquanto que os tratamentos 4 e 5 % de fécula não diferenciaram estatisticamente, esse fato pode ser atribuído as maiores concentrações da película, podendo ter interferido no resfriamento rápido do fruto ou então agindo possivelmente como isolante térmico, fazendo com que este apresente uma maior atividade metabólica e conseqüentemente uma maior liberação de ácidos.

#### 4.1.5 pH

Para o experimento em temperatura ambiente foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com biofilme de fécula de

mandioca e para o período de armazenamento sobre o pH dos frutos de pimentão.

Na Tabela 13 são apresentados os valores médios do pH dos frutos de pimentão. No 4º dia de armazenamento observa-se diferença significativa entre os tratamentos com biofilme de fécula de mandioca com valores médios de 5,54; 4,57; 4,58 e 4,44 para os tratamentos controle, 3, 4 e 5%, respectivamente.

Tabela 13 - Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	5,33 a	5,54 b	5,55 a	5,52 a	5,44 a	5,48 a
Fécula 3%	5,33 a	4,57 a	5,19 a	5,23 a	5,53 a	5,35 a
Fécula 4%	5,33 a	4,58 a	5,42 a	5,27 a	5,40 a	5,32 a
Fécula 5%	5,33 a	4,44 a	5,48 a	5,37 a	5,37 a	5,48 a
CV (%) = 5,48						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Nos demais períodos de armazenamento não foram observados diferenças significativas entre os tratamentos estudados, entretanto, observa-se um aumento do pH no decorrer do armazenamento.

No gráfico da Figura 11, percebe-se este aumento nos índices de pH a partir do 8º dia e pode ser confirmado através da curva e equação de regressão. Estes dados corroboram com os obtidos por Oliveira & Cereda (2003), onde foi observado o aumento do pH a partir do 6º dia de armazenamento em pêssegos ‘Biuti’.

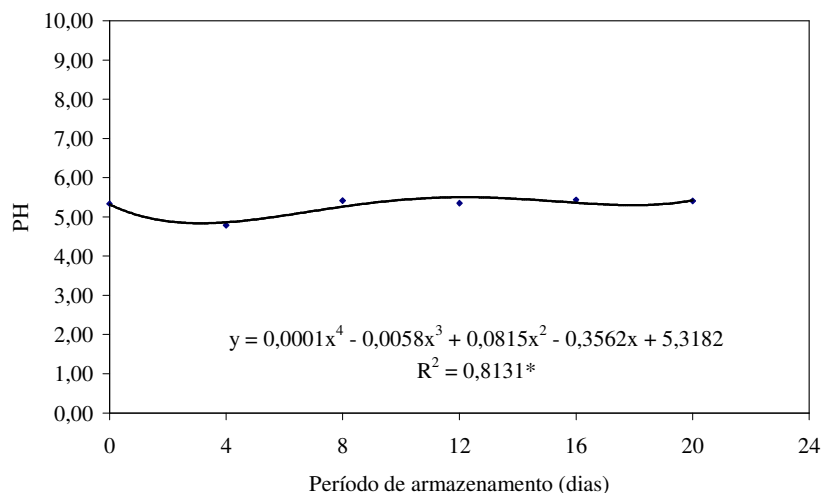


Figura 11 - Curva e equação de regressão de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Segundo Chitarra & Chitarra (1990), este fenômeno pode ser explicado pela redução dos ácidos orgânicos que são degradados e transformando-se em novos produtos e pelo aumento no teor de sólidos solúveis totais durante os processos de maturação. Este aumento na maturação dos frutos também pôde ser constatado neste experimento, sendo confirmada com o aumento da perda de massa (Tabela 01) e o aumento do teor de sólidos solúveis (Tabela 07) verificados a partir do 8º dia de armazenamento.

Para os frutos armazenados em temperatura refrigerada não foi constatado efeito significativo dos tratamentos com biofilme e para a interação entre os fatores estudados. Observa-se apenas efeito significativo para o período de armazenamento.

Houve um aumento nos índices de pH ao longo do armazenamento a partir do 4º dia em todos os tratamentos estudados (Tabela 14), fato esse também

constatado para os frutos armazenados em temperatura ambiente (Tabela 13), provavelmente, pode estar relacionado com o aumento da maturação dos frutos a partir desse período.

Tabela 14 - Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias<sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	5,33 a	4,32 a	5,57 a	5,41 a	5,45 a	5,87 a
Fécula 3%	5,33 a	4,35 a	5,35 a	5,52 a	5,69 a	5,76 a
Fécula 4%	5,33 a	4,36 a	5,64 a	5,34 a	5,43 a	5,72 a
Fécula 5%	5,33 a	4,41 a	5,76 a	5,40 a	5,55 a	5,50 a
CV (%) = 5,23						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Ao fim do armazenamento, os frutos apresentavam índice de pH de 5,87; 5,76; 5,72 e 5,50 para os tratamentos controle, 3, 4 e 5% de fécula, respectivamente, entretanto, não havendo diferenças significativas. Vicentini e outros (1999b), também não observaram diferenças significativas para os valores médios de pH em frutos de pimentão cultivar Valdor.

Na Figura 12, observa-se uma oscilação nos valores médios de pH, ocorrendo uma queda nos primeiros dias de armazenamento e um aumento a partir do 8º dia de armazenamento. Dados semelhantes foram obtidos por Oliveira & Cereda (1999) quando estudaram a influencia da fécula de mandioca em frutos de goiaba, onde também foi observado um declínio e logo em seguida um aumento de valores médios de pH.

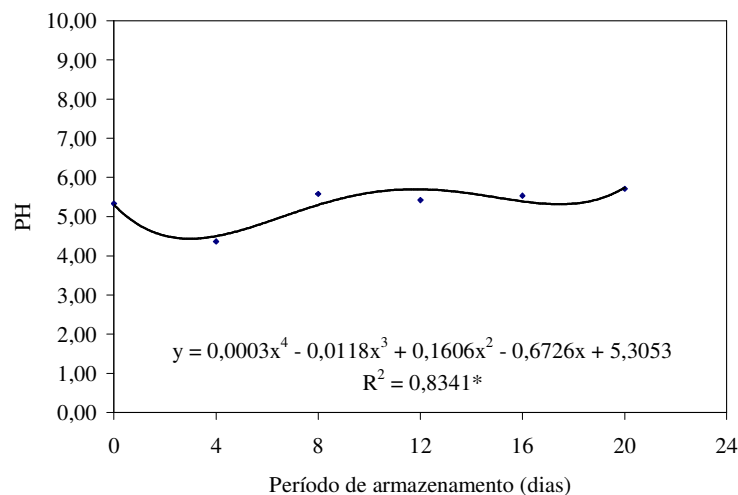


Figura 12 - Curva e equação de regressão de pH de frutos pimentão "Magali R" revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de  $10^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$  e  $90\% \pm 5\% \text{ UR}$  por 20 dias. Vitória da Conquista-BA, 2005.

O comportamento dos sólidos solúveis (Figura 08) pode ter influenciado os resultados do pH para os frutos armazenados em temperatura refrigerada. Pois com a maior liberação de sólidos solúveis irá proporcionar uma maior quantidade de ácido dissociado. Segundo Fontes (2005), o valor de pH de um produto expressa apenas o ácido dissociado e tem o poder de tamponar a solução, enquanto que a acidez titulável expressa a quantidade de ácido presente. Leningher (1990) sugere que uma pequena variação nos valores de pH resulta em um efeito tamponante, causado pela presença simultânea de ácidos orgânicos e seus sais, mesmo que ocorram variações no conteúdo da acidez titulável.

Os dados médios de pH para os frutos de pimentão obtidos no final do experimento para as duas condições de armazenamento são apresentados na Tabela 15.



Observaram-se diferenças significativas entre os tratamentos apenas para os frutos armazenados em temperatura ambiente, onde o maior valor foi encontrado no tratamento controle. Os valores médios foram de 5,47; 5,20; 5,22 e 5,25 para os tratamentos controle, 3, 4 e 5% de fécula, respectivamente. Os frutos armazenados em condições refrigeradas apresentaram as seguintes médias 5,32; 5,33; 5,30 e 5,33 para os mesmos tratamentos em estudo. Observa-se que as médias encontradas nos dois ambientes foram próximas, não havendo assim diferenças significativas para todos os tratamentos nas duas condições estudadas.

Tabela 15 - Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de fécula de mandioca em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>. Vitória da Conquista-BA, 2005.

Tratamentos	Temperaturas		
	Ambiente	10° C	Média
Controle	5,47 b A	5,32 a A	5,40 a
Fécula 3%	5,20 a A	5,33 a A	5,27 a
Fécula 4%	5,22 a A	5,30 a A	5,26 a
Fécula 5%	5,25 ab A	5,33 a A	5,29 a
Média	5,29 A	5,32 A	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05%).

Segundo Chitarra & Chitarra (1990), a capacidade tampão de alguns produtos permite que ocorram grandes variações na acidez titulável, sem variações apreciáveis de pH. Esta variação na acidez titulável também ocorreu no presente experimento (Figura 09), entretanto, não se observou variações com o pH.

## **4.2 Ensaio 2 - Aplicação de Biofilme de Gelatina (BG)**

Para as variáveis estudadas (perda de massa, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável e pH), as análises estatísticas mostraram efeitos significativos para as condições de temperatura ambiente e refrigerada (Tabela 4A), sendo assim, realizamos os desdobramentos em função destas condições (Tabelas 5A e 6A).

### **4.2.1 Perda de massa**

Para o experimento em temperatura ambiente observou-se um aumento na perda de massa em todos os tratamentos, porém, as análises estatísticas mostraram efeito significativo apenas para o período de armazenamento sobre a perda de massa dos frutos de pimentão cobertos com gelatina comestível.

Na Tabela 16, observa-se os valores médios das porcentagens de perda de massa durante o período de armazenamento em temperatura ambiente, onde ocorre um aumento constante, sendo acentuado a partir do 8º dia de armazenamento. No experimento com fécula de mandioca observou-se neste período de avaliação o mesmo tipo de evolução temporal.

No 4º dia de armazenamento os valores médios de perda de massa foram de 4,87; 5,78; 4,69 e 4,94 e no final do armazenamento estes valores passaram para 32,42; 31,98; 34,24 e 31,88%, para os tratamentos controle, 3, 6 e 9% de gelatina, respectivamente. Não ocorrendo assim contenção nos índices de perda de massa para nenhum dos tratamentos. Nunes e outros (2005), avaliando o uso de películas comestíveis na conservação pós-colheita de goiabas, concluíram que as películas comestíveis a base de gelatina comercial a 3%, fécula de mandioca 3% e a mistura dos dois tratamentos não servem como barreira para evitar a perda de massa.

Tabela 16 - Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	0,00 a	4,87 a	15,12 a	17,40 a	24,60 a	32,42 a
Gelatina 3%	0,00 a	5,78 a	15,04 a	19,36 a	26,98 a	31,98 a
Gelatina 6%	0,00 a	4,69 a	14,97 a	20,50 a	26,58 a	34,24 a
Gelatina 9%	0,00 a	4,94 a	15,19 a	19,37 a	24,62 a	31,88 a
CV (%) = 24,17						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

No gráfico da Figura 13, através da curva e equação de regressão observa-se o aumento significativo da perda de massa dos frutos de pimentão armazenado em temperatura ambiente ao longo do período de avaliação. Onde se confirma a não contenção da perda de massa. Chiumarelli & Ferreira (2004a), também constataram o aumento da perda de massa dos frutos de tomate tratados com gelatina comercial Megh Wax, sendo observando ainda, que estes frutos apresentaram maior perda de massa quando comparados com o tratamento controle.

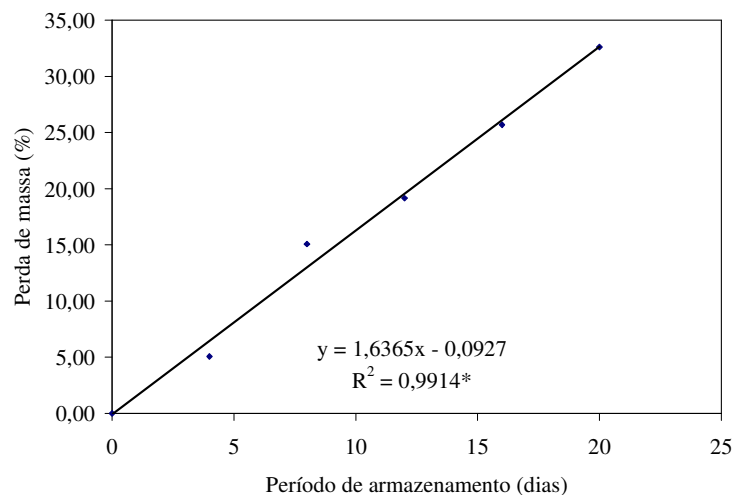


Figura 13 - Curva e equação de regressão de perda de massa de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR, por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Para o experimento em temperatura refrigerada o comportamento da perda de massa dos frutos de pimentão cobertos com gelatina foram semelhantes àqueles observados no experimento com pimentões cobertos com fécula de mandioca e armazenados também em temperatura refrigerada. No final do experimento os pimentões tratados com fécula de mandioca apresentaram valores médios de perda de massa da ordem de 11,99; 13,13; 15,29 e 15,93% para os tratamentos controle, 3, 4 e 5% de fécula, respectivamente (Tabela 02). Enquanto que para os frutos tratados com gelatina comercial apresentaram valores bem próximos daqueles observados no experimento com fécula, as médias foram de 11,99, 14,40, 14,76, 15,86 para os tratamentos controle, 3, 6, e 9% de gelatina, respectivamente (Tabela 17). Confirmando assim o mesmo comportamento para as duas coberturas comestíveis analisadas.

Observou-se efeito significativo dos tratamentos com biofilme de gelatina e do período de armazenamento sobre a perda de massa dos frutos de pimentão armazenados em ambiente refrigerado.

Houve aumento significativo nos teores de perda de massa ao longo do armazenamento em todos os tratamentos (Tabela 17), sendo a maior perda de massa observada para todos os tratamentos com gelatina, e a partir do 16º dia de armazenamento observam-se diferenças entre os tratamentos com gelatina quando comparados com o tratamento controle. Nesse período os valores observados foram de 9,41; 11,85; 12,45 e 12,67 para os tratamentos: controle, 3, 6 e 9% de gelatina, respectivamente.

No final do experimento foram constatadas diferenças entre os tratamentos com gelatina a 3; 6 e 9% quando comparados com o controle, com valores de 14,40; 14,76 e 15,86% de perda de massa, respectivamente. Confirmando assim que a utilização destas coberturas comestíveis (fécula e gelatina), não devem ser associadas com temperatura de  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $90\% \pm 5\%$ , pois, estas associações não contiveram a perda de água, promovendo assim uma maior perda de massa.

Tabela 17 - Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	0,00 a	3,34 a	6,79 a	8,09 a	9,41 a	11,99 a
Gelatina 3%	0,00 a	4,08 a	8,72 a	9,63 ab	11,85 b	14,40 b
Gelatina 6%	0,00 a	4,45 a	8,25 a	11,16 b	12,45 b	14,76 b
Gelatina 9%	0,00 a	4,40 a	7,72 a	10,35 ab	12,67 b	15,86 b
CV (%) = 13,40						

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

O período de armazenamento afetou significativamente a perda de massa dos frutos de pimentão armazenados em temperatura refrigerada. Na Figura 14, observa-se, por meio da curva e equação de regressão o aumento significativo da perda de massa dos frutos ao longo do armazenamento de 0,00% para 14,25%. Entretanto, essa perda de massa em ambiente refrigerado permaneceu abaixo do encontrado em temperatura ambiente (Figura 13), evidenciando assim a importância da temperatura na conservação de frutas e hortaliças.

Evangelista (1999) relata que a temperatura utilizada durante o armazenamento é de grande importância, pois exerce influência na taxa de respiração e transpiração dos frutos. Segundo Mosca (1992), baixas temperaturas são utilizadas para prolongar a vida útil de produtos perecíveis, pois mantêm o metabolismo em níveis baixos, reduzindo a perda de água e retardando o amadurecimento e a senescência.

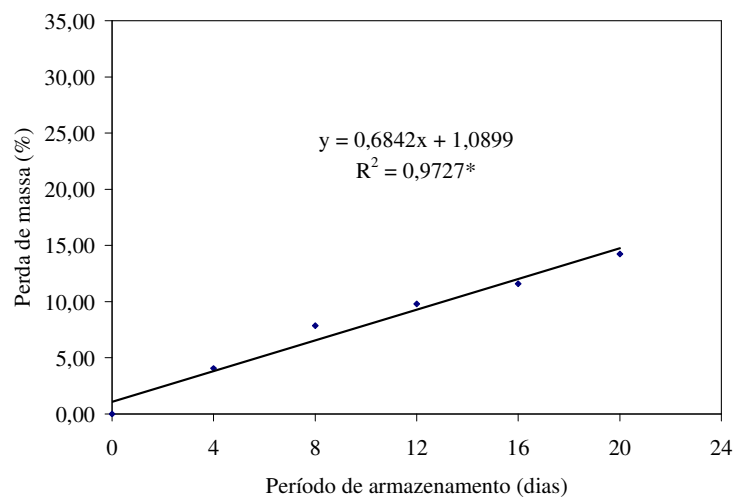


Figura 14 - Curva e equação de regressão de perda de massa de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de  $10^{\circ} C \pm 1^{\circ} C$  e  $90\% \pm 5\%$  UR por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Os dados médios obtidos ao final do experimento referente à perda de massa nas duas condições de armazenamento são apresentados na Tabela 18.

Observaram-se diferenças significativas entre as duas temperaturas estudadas para todos os tratamentos. Os frutos armazenados em temperatura ambiente apresentaram médias de 15,73; 16,52; 16,83 e 17,60, observando sempre valores médios superiores aos encontrados nos frutos armazenados em condições refrigeradas que foram de 6,60; 8,11; 8,51 e 8,50 para os tratamentos controle, 3, 6 e 9% de gelatina, respectivamente. Neste experimento foi observado comportamento semelhante aquele observado nos frutos tratados com biofilme de fécula de mandioca (Tabela 03), ou seja, uma maior contenção da perda de massa dos frutos mantidos em ambiente refrigerado. Chiumarelli & Ferreira (2004a), observam também um aumento na perda de massa em frutos de tomate tratados com cera Megh Wax, entretanto, estes frutos apresentaram perda de massa 52,2% menor que a perda dos frutos sem cera.

Fakhouri (2003) recobriu goiabas brancas no estágio “verde maduro” com coberturas de gelatina, triacetina e ácido láurico, sendo as mesmas estocadas sob refrigeração a 12° C durante 20 dias, juntamente com frutas controle (sem cobertura). As coberturas mostraram-se efetivas na extensão da vida útil das goiabas, aumentando sua vida de prateleira em 12 dias, em relação à fruta sem cobertura.

A perda de massa dos frutos é uma variável importante que está diretamente associada com a qualidade do fruto. Segundo Bem-Yehoshua (1985), um dos principais problemas durante o armazenamento de frutas e hortaliças é a perda de massa do fruto devido ao processo de transpiração. A perda de água leva ao murchamento e amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais susceptíveis às deteriorações, bem como a alterações no sabor e aparência.

Tabela 18 - Valores médios de perda de massa (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Temperaturas		
	Ambiente	10° C	Média
Controle	15,73 a B	6,60 a A	11,17 a
Gelatina 3%	16,52 ab B	8,11 b A	12,32 b
Gelatina 6%	16,83 ab B	8,51 b A	12,67 b
Gelatina 9%	17,60 b B	8,50 b A	13,04 b
Média	16,67 B	7,93 A	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

Segundo Chitarra & Chitarra (1990), alguns recursos são utilizados para prolongar o tempo de armazenamento de frutos e hortaliças frescas, dentre eles a combinação de baixas temperaturas com o controle da umidade relativa em câmaras frigorificadas. Este tipo de armazenamento ajuda a retardar o amadurecimento e a conservar as características naturais dos produtos. Entretanto, no presente trabalho, a associação dos biofilmes (gelatina e fécula de mandioca) a 10° C±1°C e umidade relativa de 90% ±5%, por 20 dias não promoveu uma menor perda de massa nos frutos de pimentão Magali R, quando comparados com o tratamento controle.

#### 4.2.2 Firmeza

A análise de variância mostrou efeito significativo apenas para o tempo de armazenamento sobre a firmeza dos frutos de pimentão cobertos com biofilme de gelatina.

Ocorreu um decréscimo na firmeza em todos os tratamentos (Tabela 19), observando assim, que o biofilme de gelatina nas concentrações de 3; 6 e 9%



não foi efetivo na prevenção do amaciamento. Os frutos apresentaram, inicialmente (tempo 0), valores médios de 2,91 Kgf e, no final do armazenamento os valores médios observados foram de 1,84; 1,95; 1,96 e 1,65, nos tratamentos controle, 3, 6 e 9% de gelatina, respectivamente. Observa-se que ao final do armazenamento houve diminuição acentuada na resistência dos frutos, independentemente do tratamento utilizado. A diminuição da firmeza ou amaciamento de frutas é decorrente da degradação da parede celular por meio do aumento da atividade enzimática, associada a outros processos, como hidrólise do amido e perda de água, contribuindo, finalmente, para o amaciamento do fruto.

Tabela 19 - Valores médios para firmeza de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	2,91 a	1,84 a	2,13 a	1,41 a	2,06 a	1,84 a
Gelatina 3%	2,91 a	2,24 a	2,49 a	1,66 a	1,77 a	1,95 a
Gelatina 6%	2,91 a	2,18 a	2,09 a	1,03 a	1,69 a	1,96 a
Gelatina 9%	2,91 a	2,66 a	1,76 a	1,66 a	2,15 a	1,65 a
C.V. (%) = 21,01						

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

No gráfico da Figura 15, observa-se uma diminuição da firmeza dos frutos de pimentão durante o período de armazenamento. Constatam-se um comportamento muito parecido àqueles frutos tratados com biofilme de fécula de mandioca armazenados em temperatura ambiente (Figura 05), onde os frutos apresentaram um decréscimo até os 12 dias de armazenamento e posteriormente um aumento até o final do experimento. Sendo constatado nos frutos tratados com biofilme de gelatina o mesmo enrugamento observado nos frutos cobertos

com fécula de mandioca, promovendo assim uma maior força para que ocorra o rompimento da superfície do fruto, proporcionando uma idéia errônea de maior firmeza.

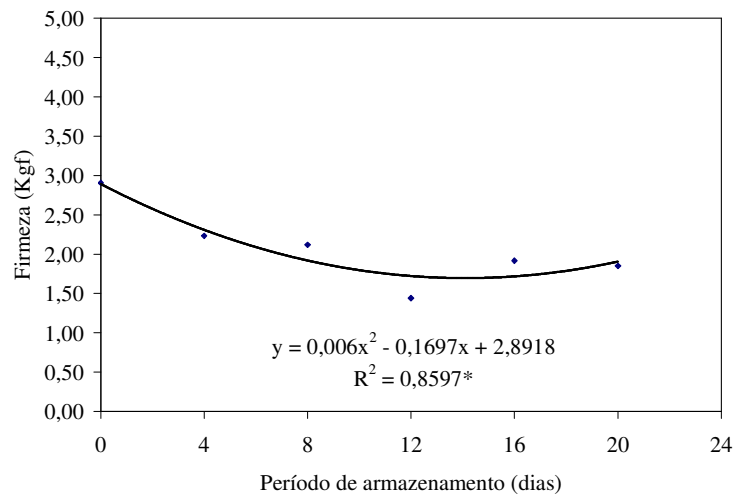


Figura 15 - Curva e equação de regressão para firmeza de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Para o experimento em condições de armazenamento em temperatura de 10°C ± 1°C e umidade relativa de 90% ± 5%, houve efeito significativo para os tratamentos com biofilme de gelatina e para o período de armazenamento.

Observa-se no 12º dia de armazenamento diferenças entre as médias do tratamento controle com o tratamento a 9% de gelatina, com valores de 2,01 e 0,98 Kgf, respectivamente (Tabela 20). Provavelmente isso está associado a uma maior atividade metabólica observada nos frutos cobertos com 9% de gelatina, pois o teor de sólidos solúveis observados ficou da ordem de 4,07° Brix, evidenciando assim uma maior atividade metabólica.

Ao final do experimento observa-se que os frutos tratados com biofilme de gelatina a 9% apresentaram as menores médias em todos os períodos de

avaliação. Isso, provavelmente, pode ser atribuído ao fato dessa maior concentração ter inibido as trocas gasosas, ao ponto de proporcionar uma respiração anaeróbica. Segundo Medina (1984), recomenda-se a aplicação de uma camada fina para que não haja um bloqueio total das trocas gasosas, evitando assim uma respiração anaeróbica danosa aos frutos.

Tabela 20 - Valores médios para firmeza de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	2,91 a	1,67 a	1,84 a	2,01 b	1,96 a	1,36 a
Gelatina 3%	2,91 a	1,55 a	2,02 a	1,79 ab	2,03 a	1,40 a
Gelatina 6%	2,91 a	1,48 a	1,99 a	1,32 ab	1,51 a	1,39 a
Gelatina 9%	2,91 a	1,40 a	1,79 a	0,98 a	1,49 a	0,62 a
CV (%) = 20,98						

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

O período de armazenamento afetou significativamente a firmeza dos frutos de pimentão acondicionados em temperatura refrigerada. Na Figura 16, pode ser observada a curva e equação de regressão, onde se constata uma variação da firmeza no decorrer do período de avaliação. Esta mesma oscilação pôde ser também observada no experimento com biofilme de fécula de mandioca quando armazenado em temperatura refrigerada (Figura 06). Nunes e outros (2005), estudando o uso de películas comestíveis na conservação pós-colheita de goiabas, observaram também oscilação nos valores médios de firmeza dos frutos tratados com gelatina a 3%, variando de 3,55; 2,90; 1,67 e 3,77 nos períodos de armazenamento de 0, 2, 4 e 6 dias, respectivamente.

Esta oscilação pode estar associada, provavelmente, ao método de avaliação, bem como, com uma provável síntese de pectina, pois, segundo Pal &

Selvaraj (1979), quando estudando cultivares de goiabas indianas colhidas em diversos estádios de desenvolvimento, observaram que o teor de pectina total pode aumentar ou diminuir com o avanço do amadurecimento. Este fato sugere que há tanto reações de síntese como degradação dos componentes da parede celular com o avanço do amadurecimento (CARVALHO, 1999), o que possivelmente poderia ter proporcionado essa variação nos valores de firmeza dos frutos.

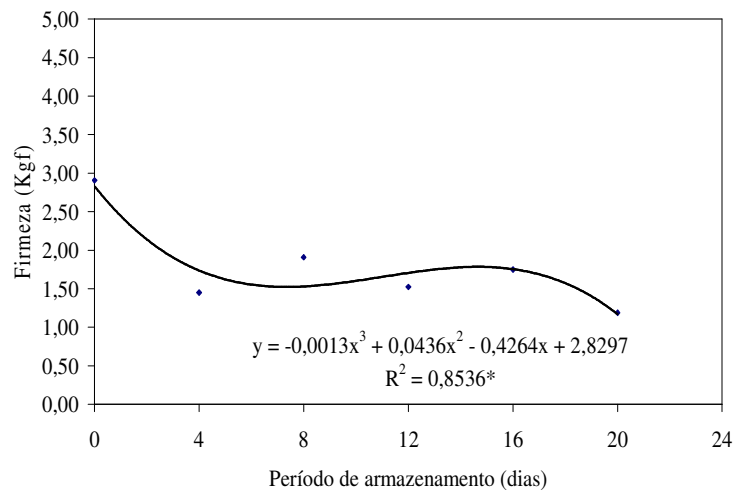


Figura 16 - Curva e equação de regressão para firmeza de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  UR por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Durante o período de armazenamento, os valores de firmeza dos frutos de todos os tratamentos reduziram significativamente à medida que os mesmos avançaram sua maturação (Figuras 15 e 16). Essa redução nos valores da textura, segundo Vicentini e outros (1999b), ocorre, provavelmente, devido à ação de hidrolases sobre a parede celular.

Os dados médios obtidos ao final do experimento para firmeza nas condições de armazenamento em temperatura ambiente e em condições refrigeradas são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 - Valores médios para firmeza (Kgf) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Temperaturas		
	Ambiente	10° C	Média
Controle	2,03 a A	1,96 b A	1,99 a
Gelatina 3%	2,17 a A	1,90 b A	2,03 a
Gelatina 6%	1,95 a A	1,77 ab A	1,87 a
Gelatina 9%	2,13 a B	1,53 a A	1,83 a
Média	2,08 B	1,79 A	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

Observou-se diferenças significativas entre as médias obtidas no tratamento com 9% de gelatina comercial para as condições de armazenamento, com médias de 2,13 e 1,53 Kgf para as temperaturas ambiente e a 10°C, respectivamente.

Quando comparadas às médias gerais entre as duas temperaturas, observam-se valores bem próximos aqueles obtidos no experimento com biofilme de fécula de mandioca, onde os valores foram 2,09 e 1,90, e os obtidos no experimento com biofilme de gelatina foram de 2,08 e 1,79 para as temperaturas ambiente e refrigerada, respectivamente. Sendo observado assim a importância de baixas temperaturas na conservação de frutas e hortaliças. Entretanto, baixas temperaturas quando associadas às películas comestíveis em frutos de pimentão, não apresentaram resultados satisfatórios, pois, em ambos os experimentos pode-se observar o efeito inverso dessa associação. Como também, a não contenção da perda de massa pelos tratamentos armazenados em condições refrigeradas refletindo também a contenção da firmeza e conseqüentemente no amaciamento dos frutos.

#### 4.2.3 Teor de Sólidos solúveis (SS)

Os dados dos teores de sólidos solúveis dos frutos de pimentão são apresentados na Tabela 22, onde se constata diferenças significativas entre as médias observadas no 8º dia de armazenamento entre o tratamento com gelatina a 9% quando comparado ao controle, com valores médios respectivos de 4,07 e 5,13 °Brix. Sendo assim, evidenciado uma contenção do teor de sólidos solúveis até este período. Entretanto, embora as médias observadas após esse período apresentem uma tendência de contenção, não se observa diferenças significativas entre as mesmas.

Tabela 22 - Valores médios do teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	3,67 a	4,33 a	5,13 b	4,80 a	5,33 a	6,00 a
Gelatina 3%	3,67 a	4,50 a	4,50 ab	4,60 a	5,37 a	6,17 a
Gelatina 6%	3,67 a	4,00 a	4,87 ab	4,50 a	5,00 a	5,50 a
Gelatina 9%	3,67 a	3,67 a	4,07 a	4,50 a	5,00 a	5,50 a
CV (%) = 9,75						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

Embora não tenha sido possível detectar diferenças significativas, a partir do 12º dia de armazenamento os tratamentos com biofilme de gelatina com 6 e 9% apresentam as menores médias até o final do experimento onde as médias obtidas foram de 6,00; 6,17; 5,50 e 5,50 para os tratamentos, controle, 3, 6 e 9% de gelatina, respectivamente. Evidenciando assim uma possível contenção no avanço dos teores de sólidos solúveis.

Em estudos com pimentões (VICENTINI e outros, 1999b) recobertos com biofilme de fécula de mandioca não evidenciaram efeitos importantes sobre

o teor de sólidos solúveis. Entretanto, Vieites e outros (1997), em tomates verificaram bons resultados com o uso de biofilme de fécula de mandioca, contribuindo para a manutenção da qualidade dos frutos, ocasionado pela diminuição do metabolismo.

Segundo Chitarra & Chitarra (1990), o teor de sólidos solúveis é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido e, geralmente, aumenta durante o amadurecimento pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos.

O período de armazenamento afetou significativamente os teores de sólidos solúveis dos frutos de pimentão armazenados em temperatura ambiente, como pode ser constatado na Figura 17, pela curva e equação de regressão, ocorrendo um aumento linear no decorrer do período de armazenamento. Esse comportamento está relacionado com o aumento do amadurecimento, bem como, também com aumento do percentual de perda de massa observado na Figura 13.

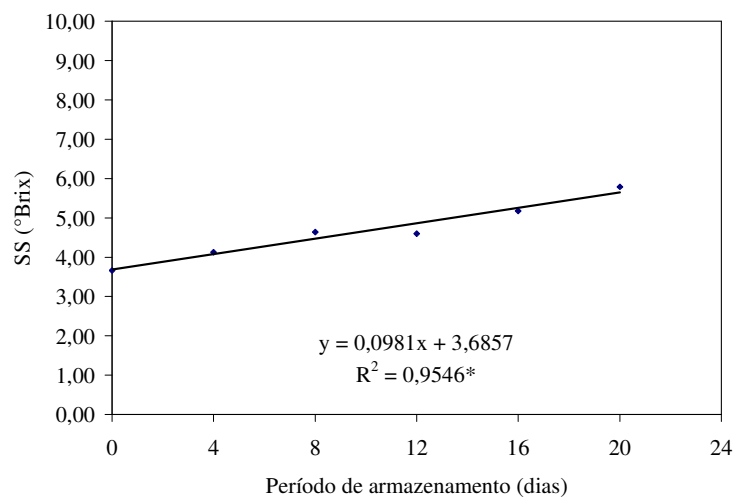


Figura 17 - Curva e equação de regressão do teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C E 70% UR por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Chiumarelli & Ferreira (2004a), em estudo com ceras comestíveis aplicadas sobre frutos de tomate de mesa, atribuem também o alto valor dos sólidos solúveis encontrados ao fato dos frutos apresentarem uma maior perda de massa.

Nos frutos armazenados em temperatura refrigerada apenas no 8º dia de armazenamento foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Entretanto, observam-se valores médios superiores no teor de sólidos solúveis no 16º e 20º dia para os tratamentos 6 e 9% de biofilme de gelatina, respectivamente (Tabela 23). Esse fato pode ser atribuído, provavelmente, ao efeito inverso desses tratamentos quando associados às condições de armazenamento em temperatura  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $90\% \pm 5\%$ , como foi constatado também para os tratamentos com biofilme de fécula de mandioca.

Carvalho Filho (2000), estudando a conservação de cerejas em ambiente refrigerado, utilizando coberturas comestíveis, notou que os tratamentos que usaram zeína como cobertura comestível apresentou os maiores valores de sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) durante o período de conservação, demonstrando que este tipo de cobertura não evitou a evolução dos sólidos solúveis, característico do processo de amadurecimento nas circunstâncias em que foram utilizadas. E quando compara as cerejas revestidos com zeína e as sem coberturas (controle), observa que este tipo de cobertura promoveu a aceleração do processo de amadurecimento dos frutos.



Tabela 23 - Valores médios do teor de sólidos solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	3,67 a	4,07 a	4,67 ab	3,90 a	4,60 a	4,00 a
Gelatina 3%	3,67 a	3,67 a	4,50 ab	3,40 a	3,83 a	4,00 a
Gelatina 6%	3,67 a	3,60 a	5,00 b	3,83 a	4,67 a	4,67 a
Gelatina 9%	3,67 a	3,90 a	3,83 a	4,07 a	4,83 a	4,33 a
CV (%) = 12,64						

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

O período de armazenamento afetou significativamente o teor de sólidos solúveis dos frutos de pimentão armazenados em condições refrigeradas, como pode ser observado por meio da curva e equação de regressão na Figura 18.

Observa-se um aumento no teor de sólidos solúveis até o 12º dia e, posteriormente um suave declínio. BERNALTE e outros (1999), também observaram aumento no conteúdo dos açúcares durante o período de conservação refrigerada de cerejas. As autoras atribuem este aumento ao próprio desenvolvimento e amadurecimento dos frutos e também devido ao efeito da concentração dos sólidos solúveis por perdas de água.

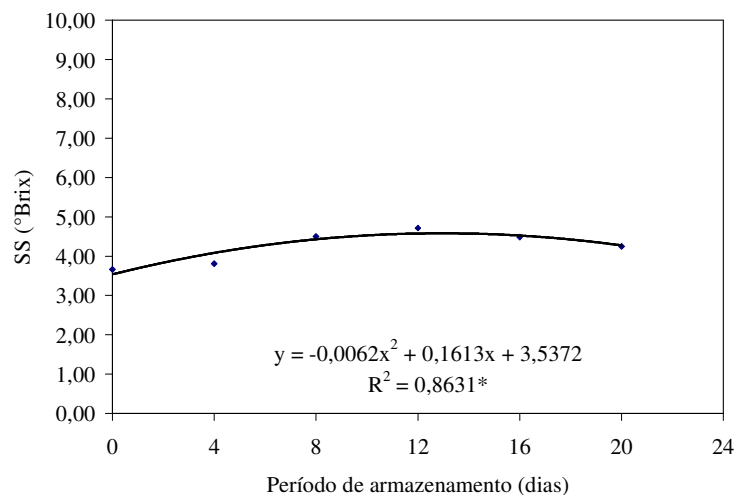


Figura 18 - Curva e equação de regressão de sólidos solúveis (°Brix) de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Os frutos armazenados em temperatura refrigerada apresentaram comportamento parecido àqueles armazenados em temperatura ambiente, entretanto, os seus valores médios observados ficaram abaixo dos obtidos em temperatura ambiente (Tabela 24).

Observam-se diferenças significativas entre os tratamentos controle e gelatina a 9%, com médias de 4,88 e 4,40 °Brix, respectivamente. Para os frutos armazenados em temperatura refrigerada não se observa diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 24 - Valores médios do teor sólidos de solúveis (°Brix) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Temperaturas		
	Ambiente	10° C	Média
Controle	4,88 b B	4,26 a A	4,57 a
Gelatina 3%	4,80 ab B	4,01 a A	4,40 a
Gelatina 6%	4,59 ab A	4,40 a A	4,50 a
Gelatina 9%	4,40 a A	4,27 a A	4,34 a
Média	4,67 B	4,24 A	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

Para os tratamentos, controle e gelatina 3% quando comparados entre as duas temperaturas, observou-se diferenças significativas nos valores médios obtidos para o teor de sólidos solúveis. Esse fato pode ser atribuído a presença da refrigeração, promovendo uma redução da atividade metabólica desses frutos. Entretanto, quando se observa as concentrações de gelatina de 6 e 9%, não se observou diferenças significativas, supõe-se que nestas concentrações, os frutos armazenados em sob refrigeração possam estar sendo isolados termicamente pelas coberturas comestíveis.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos armazenados em sob refrigeração, não sendo observado assim uma contenção no aumento do teor de sólidos solúveis e conseqüentemente na maturação. Estes dados corroboram com os obtidos por Chiumarelli & Ferreira (2004b), onde estudando o efeito de ceras comestíveis na preservação de tomates da cv. Débora, armazenados em temperatura de 12,5° C e 90% de umidade relativa por 15 dias, onde todos os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si em nível de 5% de significância estatística.

#### 4.2.4 Acidez titulável

Para o experimento em temperatura ambiente, a análise de variância mostrou efeito significativo dos tratamentos sobre a acidez titulável dos frutos de pimentão.

Na Tabela 25, podem ser observadas as médias para cada tratamento durante o período de armazenamento. Observou-se uma oscilação nos valores médios no decorrer do período de avaliação, oscilação também observada no experimento com biofilme de fécula de mandioca. Entretanto, observou-se diferença significativa entre o tratamento de gelatina a 9% quando comparado com o controle, com valores respectivos de 0,197 e 0,283 % para acidez, no 8º dia de armazenamento.

Tabela 25 - Valores médios de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	0,227 a	0,147 a	0,283 b	0,247 a	0,190 a	0,210 a
Gelatina 3%	0,227 a	0,143 a	0,250 ab	0,217 a	0,190 a	0,240 a
Gelatina 6%	0,227 a	0,130 a	0,260 ab	0,193 a	0,160 a	0,227 a
Gelatina 9%	0,227 a	0,130 a	0,197 a	0,190 a	0,183 a	0,217 a
CV (%) = 15,14						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

Ao 20º dia de armazenamento em temperatura ambiente, os valores médios observados foram de 0,210; 0,240; 0,227 e 0,217 para os tratamentos controle, 3, 6 e 9% de gelatina. Onde não foram observadas diferenças significativas, assim, não se constatou efeito dessa cobertura, nas concentrações estudadas, na acidez titulável.

Foram observados efeitos significativos do período de armazenamento sobre a acidez titulável dos frutos de pimentão. No gráfico da Figura 19, pode-se

observar a evolução temporal da acidez dos frutos de pimentão ao longo desse período de armazenamento.

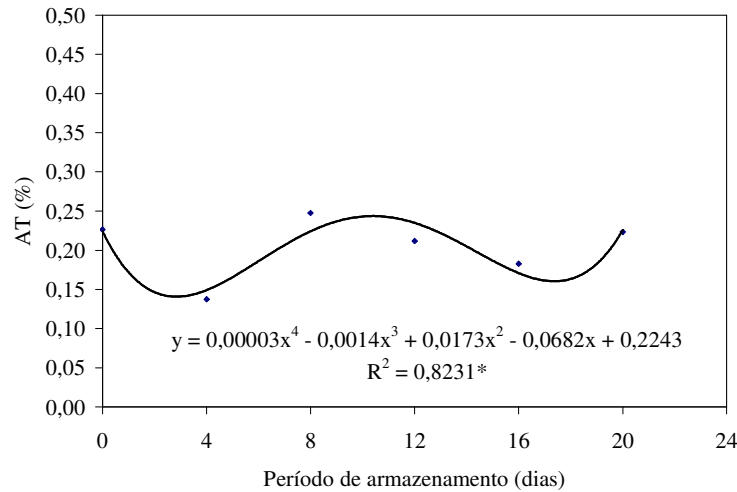


Figura 19 - Curva e equação de regressão de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Observou-se que os frutos apresentaram uma oscilação nos índices de acidez titulável durante o armazenamento. Estes dados corroboram com os de Hojo e outros (2006), onde verificaram em pimentões da cv. Ikeda, oscilações semelhantes nos índices de acidez em frutos tratados com biofilme de féculas de mandioca, durante 8 dias de armazenamento.

Para o experimento em temperatura refrigerada as análises estatísticas não indicaram efeito significativo dos tratamentos com biofilme de gelatina. Não foram observados efeitos na interação entre os tratamentos e o período de armazenamento. Os valores médios obtidos para a acidez titulável são apresentados na Tabela 26, onde não se observa diferenças entre as médias para todos os tratamentos, fato este, também observado no experimento com biofilme de fécula de mandioca.

Tabela 26 - Valores médios de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	0,227 a	0,153 a	0,193 a	0,167 a	0,167 a	0,187 a
Gelatina 3%	0,227 a	0,183 a	0,200 a	0,163 a	0,127 a	0,157 a
Gelatina 6%	0,227 a	0,177 a	0,157 a	0,153 a	0,167 a	0,167 a
Gelatina 9%	0,227 a	0,150 a	0,200 a	0,203 a	0,143 a	0,167 a
CV (%) = 16,12						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

Foram observados efeitos significativos quanto aos diversos dias, períodos de armazenamento em temperatura e umidade controlada para a acidez titulável, havendo uma diminuição dos índices de acidez com o decorrer do armazenamento. Na Figura 20, observa-se o comportamento da acidez titulável ao longo desse período de armazenamento.

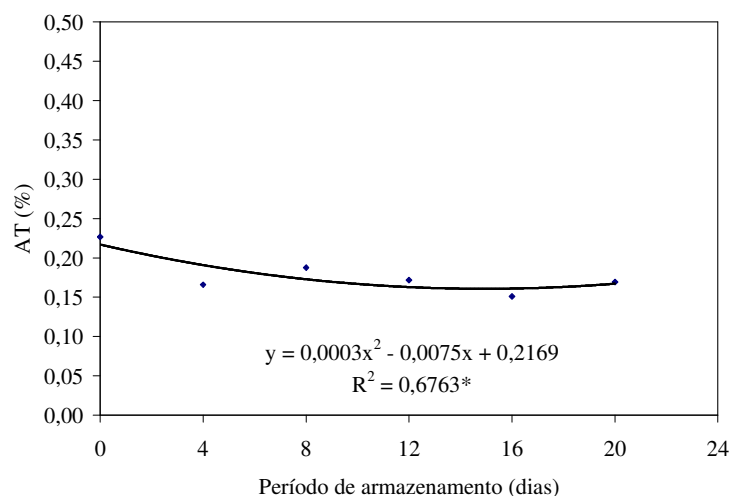


Figura 20 - Curva e equação de regressão de acidez titulável (%) de frutos pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.

No experimento com biofilme de fécula de mandioca foi possível observar comportamento semelhante ao utilizar cobertura de gelatina, pois, as equações de regressão desses em ambiente refrigerado, obtiveram coeficientes de determinação ( $R^2$ ) bem próximos, com valores de 0,648 e 0,676 para os frutos cobertos com fécula de mandioca e gelatina comercial (Figura 10 e 20, respectivamente).

Os dados médios obtidos ao final do experimento referente à acidez titulável nas duas condições de armazenamento são apresentados na Tabela 27.

Observou-se diferenças significativas entre as duas temperaturas estudadas para todos os tratamentos estudados exceto no tratamento com 9% de gelatina, onde os valores observados foram de 0,190 e 0,182% acidez para as temperaturas ambiente e refrigerada, respectivamente.

Os valores médios da acidez titulável dos frutos armazenados em temperatura ambiente foram de 0,217; 0,212; 0,199 e 0,190 para os tratamentos controle, 3, 6 e 9% de gelatina. Apresentando diferenças significativas entre o tratamento controle e aplicação de gelatina a 9%, podendo ser atribuído, provavelmente, ao menor teor médio de sólidos solúveis encontrados no tratamento a 9% de gelatina (Tabela 24).

Nos frutos armazenados em temperatura refrigerada não foram observadas diferenças significativas entre os valores médios dos tratamentos que foram de 0,182; 0,176; 0,174 e 0,182 para os tratamentos controle, 3, 6 e 9% de gelatina, respectivamente.

Tabela 27 - Valores médios de acidez titulável (%) de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Temperaturas		
	Ambiente	10° C	Média
Controle	0,217 b B	0,182 a A	0,200 a
Gelatina 3%	0,212 ab B	0,176 a A	0,194 a
Gelatina 6%	0,199 ab B	0,174 a A	0,187 a
Gelatina 9%	0,190 a A	0,182 a A	0,186 a
Média	0,205 B	0,179 A	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

Segundo Carvalho Filho (2000), a acidez titulável é um dos fatores fundamentais que afetam o sabor. O fruto contém diferentes ácidos orgânicos livres ou em formas combinadas, assim como outras substâncias que têm a característica ácida. Os ácidos se degradam rapidamente depois da colheita se os frutos forem mantidos à temperatura ambiente.

#### 4.2.5 pH

Para o experimento em temperatura ambiente as análises estatísticas não mostraram efeitos significativos dos tratamentos e nem das interações entre os tratamentos e o período de armazenamento sobre o pH dos frutos de pimentão.

Na Tabela 28 são apresentados os valores médios do pH dos frutos de pimentão. A variação entre os tratamentos durante o período de armazenamento foi mínima, sem diferenças significativas, sendo notada apenas uma tendência de aumento durante este período. No início do experimento os valores de pH eram de 5,33 para todos os tratamentos e ao final do período de armazenamento os



valores médios do pH foram de 5,48; 5,48; 5,51 e 5,56 para os tratamentos controle, 3, 6 e 9% de biofilme de gelatina, respectivamente.

Tabela 28 - Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	5,33 a	5,54 a	5,55 a	5,52 a	5,44 a	5,48 a
Gelatina 3%	5,33 a	5,10 a	5,49 a	5,59 a	5,65 a	5,48 a
Gelatina 6%	5,33 a	5,02 a	5,55 a	5,62 a	5,53 a	5,51 a
Gelatina 9%	5,33 a	5,13 a	5,44 a	5,48 a	5,50 a	5,56 a
CV (%) = 5,50						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

Na curva e equação de regressão do pH de frutos de pimentão (Figura 21), pela análise estatística observa-se um efeito significativo do período de armazenamento sobre essa variável. Entretanto, percebe-se apenas um pequeno aumento nos índices de pH a partir do 8º dia, e uma posterior estabilização desses índices até o final do período de armazenamento (20 dias). Estes dados discordam em parte dos obtidos por Hojo e outros (2006), onde foram observados que o pH dos frutos de pimentão cv. Ikeda sofreram influência do período de armazenamento, entretanto, os índices de pH reduziram a partir do 3º dia de armazenamento.

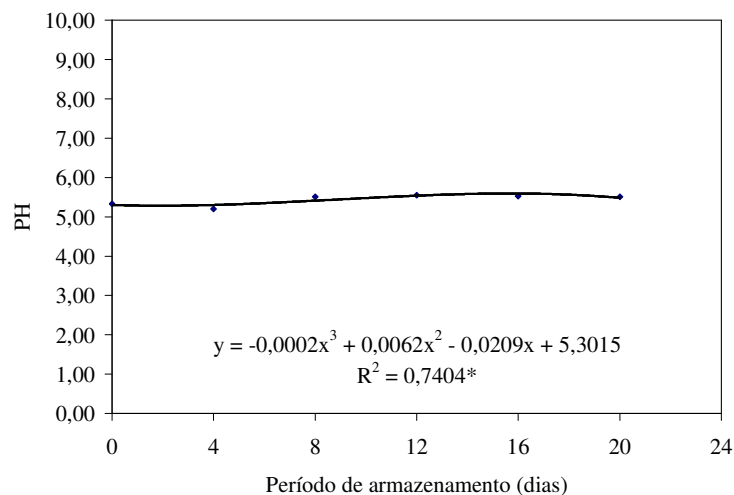


Figura 21 - Curva e equação de regressão de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Para os frutos armazenados em temperatura refrigerada não foram observados efeito significativo para os tratamentos com biofilme de gelatina e para a interação entre os fatores estudados.

Observa-se na Tabela 29 uma diminuição nos valores médios de pH no 4º dia de armazenamento, entretanto, não houve interferência dos tratamentos, pois, os valores de pH encontrados foram de 4,32; 4,04; 4,11 e 4,37 para os tratamentos controle, 3, 6 e 9% de gelatina, respectivamente.

Ao final do experimento observou-se um aumento no pH dos frutos em todos os tratamentos, os valores obtidos foram de 5,87; 5,78; 5,57 e 5,56 para os tratamentos controle, 3, 6 e 9% de gelatina, respectivamente. Variação parecida foi observada nos frutos cobertos com biofilme de fécula de mandioca (Tabela 14), entretanto, não se observou diferenças significativas. O mesmo foi observado por Vicentini e outros (1999b) com frutos de pimentão cultivar Valdor.

Tabela 29 - Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR, por 20 dias <sup>(1)</sup>, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Período de Armazenamento (dias)					
	0	4	8	12	16	20
Controle	5,33 a	4,32 a	5,57 a	5,41 a	5,45 a	5,87 a
Gelatina 3%	5,33 a	4,04 a	5,42 a	5,38 a	5,50 a	5,78 a
Gelatina 6%	5,33 a	4,11 a	5,43 a	5,52 a	5,37 a	5,57 a
Gelatina 9%	5,33 a	4,37 a	5,57 a	5,36 a	5,57 a	5,56 a
CV (%) = 6,64						

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

Na Figura 22, observou-se um aumento significativo do pH dos frutos de pimentão ao longo do período de armazenamento em ambiente controlado, entretanto, com oscilações no decorrer deste período. Evolução temporal semelhante foi observado no experimento com biofilme de fécula de mandioca (Figura 12), e concordando também com os dados obtidos por Oliveira & Cereda (1999), quando estudaram o pH em frutos de goiaba cobertos com fécula de mandioca.

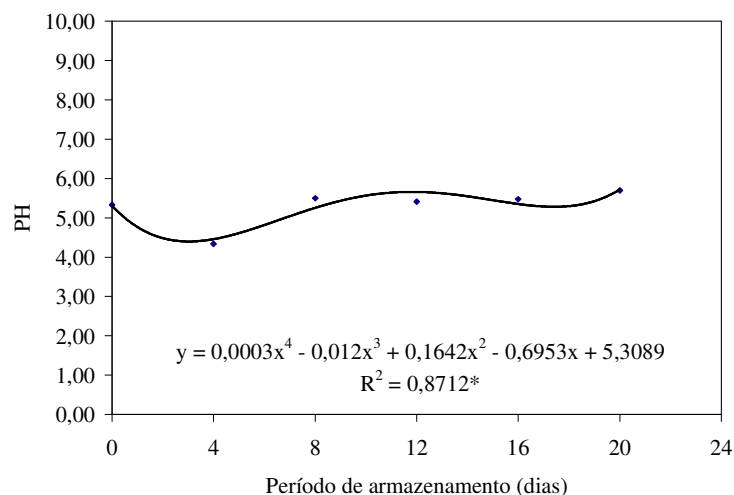


Figura 22 - Curva e equação de regressão de pH de frutos pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias, Vitória da Conquista, BA, 2005.

Os dados obtidos ao final do experimento para as duas condições de armazenamento são apresentados na Tabela 30.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados para as duas condições de armazenamento. Observam-se apenas diferenças entre as médias gerais para as condições de temperaturas estudadas, onde aquela em condições ambiente apresentou média de 5,44 e sob refrigeração 5,27, podendo ser constatado a interferência das condições de refrigeração na contenção do pH, que também foram observadas para a perda de massa, firmeza, teor de sólidos solúveis e acidez total (Tabelas 19, 21, 24 e 27, respectivamente). Ressaltando assim a importância da refrigeração na manutenção da qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Tabela 30 - Valores médios de pH de frutos de pimentão “Magali R” revestidos com biofilme de gelatina em diferentes concentrações e armazenados em temperatura ambiente com média de 26°C e 70% UR e temperatura refrigerada de 10° C±1°C e 90% ±5% UR por 20 dias (1) , Vitória da Conquista, BA, 2005.

Tratamentos	Temperaturas		
	Ambiente	10° C	Média
Controle	5,48 a A	5,32 a A	5,40 a
Gelatina 3%	5,44 a A	5,24 a A	5,34 a
Gelatina 6%	5,43 a A	5,22 a A	5,32 a
Gelatina 9%	5,41 a A	5,30 a A	5,35 a
Média	5,44 B	5,27 A	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram desenvolvidos, as principais conclusões foram:

- o uso de biofilme de fécula de mandioca nas concentrações utilizadas não foi eficiente em retardar o metabolismo pós-colheita dos frutos de pimentão Magali R armazenados em temperatura ambiente;
- o uso de biofilme de fécula de mandioca em todas as concentrações, associado à refrigeração não potencializa a conservação pós-colheita do pimentão Magali R.
- os biofilmes de gelatina não promovem uma barreira contra as perdas pós-colheita dos frutos de pimentão Magali R armazenados em temperatura ambiente;
- os tratamentos de biofilme de gelatina nas concentrações 6 e 9%, associados à refrigeração não potencializam a conservação pós-colheita do pimentão Magali R.
- em condições controladas, os frutos de pimentão permanecem aptos para o consumo até 20 dias de armazenamento, enquanto que em temperatura ambiente permanecem apenas por oito dias.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, J. B. Significance of enzymes in individual vegetables, In: FOX, P. F. **Food enzymology**. London: Elsevier Applied Science, p. 499-543, 1991.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

BARROS, J. C. da S. M. de; GOES, A. de; MINAMI, K. Condições de conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Scientia Agricola**, v.51, p. 363-368, 1994.

BEM-YEHOSHUA, S. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film a new postharvest technique. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 32-37, Feb. 1985.

BERNALTE, M.J.; HERNÁNDEZ, M.T. e GERVASINI, C. Almacenamiento refrigerado de cereza con diferente grado de maduración. In: VIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Tomo III, p.268-273, Murcia, abril, 1999.

BERTAN, L. C. **Desenvolvimento e Caracterização de Filmes Simples e Compostos à base de Gelatina, Ácidos Graxos e Breu Branco**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2003, 159 p.

BHOWMIK, S. R.; PAN, J. C. Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. **Journal of Food Science**, v.57, n.4, p.948-953, 1992.

BLEINROTH, W. E.; CASTRO, J. V.; SIGRIST, J. M.M. **Curso de pós-colheita e armazenamento de hortaliças**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL. 104p. 1982.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Material de embalagem. In: \_\_\_\_\_. **Química de processamento de alimentos**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. Cap. 9, p. 189-202.

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos en atmosferas controladas, modificadas y vacío**. Zaragoza: Acribia, 1996. 220p.

BUSSEL, J.; KENIGSBERGER, Z. Packaging green bell peppers in selected permeability films. **Journal of Food Science**, v. 40, p. 1300-1303, 1975.

CALBO, A. G.; MORETTI, C. L. **Penetrômetro a gás para avaliação da firmeza de frutos.** Disponível em: [http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos\\_colheita/penetrometro.htm](http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/penetrometro.htm). Acesso em: 05/02/2006.

CAMARGO, A. M. M. P; CAMARGO FILHO, W. P. Área cultivada e regiões produtoras de hortaliças em São Paulo, 1995/96. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38, 1998, Petrolina. **Resumos...** Petrolina:EMBRAPA/SOB, 1998.

CAMARGO, L de S. **As hortaliças e seu cultivo.** 3 ed. Campinas: Fundação Cargill. 1992. 252p.

CARMO, S. A. **Conservação pós-colheita de pimentão amarelo ‘Zarco HS’.** Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas-SP. 2004. 127p.

CARVALHO FILHO, C. D. **Conservação de cerejas (*Prunus avium L.*), cv. Ambrunés, utilizando coberturas comestíveis.** Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas/Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas-SP. 2000. 123p.

CARVALHO, R. A. Desenvolvimento e caracterização de biofilmes à base de gelatina. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de alimentos, Campinas-SP, 1997. 77p.

CARVALHO, H. A. **Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba ‘Kumagai’.** Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 1999, 115p.

CASTRO, V. A. S. P. T. **Controle do amadurecimento pós-colheita do tomate ‘Carmem’ tratado com ácido 2-cloroetil fosfônico.** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas/Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP, 2003. 88p.

CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’.** Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP, 2004. 69p.

CEREDA, M. P.; BERTOLINI, A. C.; EVANGELISTA, R. M. Uso do amido em substituição as ceras na elaboração de “películas” na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7., 1992, Recife. **Anais...** Recife, 1992, p.107.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEFE, 1990. 320p.

CHITARRA, M.I.F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27. Poços de Caldas. p. 1-58, 1998.

CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M. D. Avaliação da qualidade pós-colheita de tomate de mesa com utilização de coberturas comestíveis a 25°C. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 33. São Pedro-SP, 2004a.

CHIUMARELLI, M. ; FERREIRA, M. D. Utilização de Ceras para preservar A Qualidade de Tomates Débora Armazenados em Refrigeração. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 33, São Pedro-SP, 2004b.

COCHRAN, H. L. Changes in pH of the pimiento during maturation. **American Society for Horticultural Science**, v. 84, p. 409-411, 1964.

EVANGELISTA, R. M. **Qualidade de Mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob refrigeração e tratadas com cloreto de cálcio pré-colheita**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 1999, 129p.

FAKHOURI, F. M. Efeito de coberturas comestíveis na vida útil de goiabas *in natura* (*Psidium guajava* L.) mantidas sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 203-211, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Solonáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Lavras: UFLA, 2003. 333p.

FIORANÇO, J. C.; MANICA, J. Armazenamento de frutas cítricas em temperatura controlada. **Caderno de horticultura**, Porto Alegre, v. 2, n. 2. RS, 1994, 8 p.



FONTES, L. C. B. Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processadas: efeito na fisiologia e na conservação. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2005, 118p.

GAST, K.L.B.; FLORES R. **Precooling produce – fruits and vegetables**. In: POSTHARVEST MANAGEMENT OF COMMERCIAL HORTICULTURAL CROPS. Kansas: Cooperative Extension Service. 1991.

GIRARDI, C. L. Manejo pós-colheita e rastreabilidade da fruta na produção integrada. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 213, p. 75-78, nov./dez. 2001.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks**. Washington: Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1986. 136p.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão Siciliano desverdecido. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE RAÍZES TROPICAIS, 1. e CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 9., 1996, São Pedro-SP. **Anais...** São Pedro: Centro de Raízes Tropicais, Universidade Estadual Paulista, 1996. n. 131.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilização de biofilme na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria ananassa* Duch) cv. IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 19, n. 2, p. 231-233, 1999.

HENZ, G.P. Conservação pós-colheita de pimentão através do uso de embalagem e refrigeração. **Horticultura Brasileira**, v.10, n.2., 1992.

HOJO, E. T. D.; CARDOSO, A. D.; HOJO, R. H.; VILAS BOAS, E. V. B.; ALVARENGA, M. A. Uso de películas de fécula de mandioca e PVC na conservação pós-colheita de pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 2006 (no prelo).

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2nd ed. avis: University of California, 1992. 296p.

KADER, A. A. Regulation of fruit physiology by controlled/ modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n. 398, p. 139-146, 1995.

KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 12, p. 47-59, 1986.

KLUGE, R. A.; MINAMI, K. Efeito de ésteres de sacarose no armazenamento de tomates 'Santa Clara'. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, p. 39-44, 1997.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada**: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: EMBRAPA Comunicação para transferência de tecnologia / EMBRAPA Hortaliças, 2000. 34p.

LENINGHER, A. L. **Princípios da bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1990. 725p.

MARCHIZELI, S. F. B.; YAÑEZ, L. D. T.; COSTA, C. P. Deu oídio. **Revista Cultivar e Frutas**. n. 21, 2003.

MATTOO, A. K.; MURATA, T.; PANTASTICO, E. B.; CHACHIN, K.; OGATA, K.; PHAN, C. T. **Chemical changes during ripening and senescence**. In: PANTASTICO, E.B. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport: The AVI Publishing, p.103-127. 1995.

MEDINA, P. V. L. Manejo pós-colheita de pimentões e pimentas. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 10, n.113, p. 72-76, 1984.

MIRANDA, M. E. J.; GONZALEZ, P. P. Características, producción y utilización de pectinas. **Alimentación, equipos e tecnología**. Noviembre, p.61-66, 1993.

MOHSENIN, N. N. **Physical proprieties of plant and animal material: structure, physical characteristics and mechanical proprieties**. 2 ed. New York: Gordon and Breach, v. 1, 1986, 534p.

MOSCA, J. L. **Conservação pós-colheita de frutos do mamoeiro *Carioca papaya* L. Improved Sunrise Solo Line 72/12', com utilização de filmes protetores e cera, associados a refrigeração**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista – UNESP: Jaboticabal-SP. 1992, 91p.

NASCIMENTO, W. N.; BOITEUAX, L. S. Produção de sementes de pimentão em Brasília. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n.2, p. 125-126, 1992.

NUNES, E. E.; VILAS BOAS, B. M.; CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, H. H.; LIMA, L. C. O. Vida útil de pêssegos 'Aurora 2' armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. **Fruticultura Brasileira**, Jaboticabal-SP, v. 26, n. 3, p. 438-440, 2004.

NUNES, E. E.; SIQUEIRA, H. H.; VILAS BOAS, B. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; LIMA, L. C. O.; PINHEIRO, J. R.; ANDRADE, P. D.; DAMIANI, C.; PINTO, D. M.; XISTO, A. L. R. P.; SANTANA, M. T. A. Uso de películas comestíveis na conservação pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. In: Simpósio Brasileiro de Pós-colheita de Frutos Tropicais, 1º, 2005, João Pessoa - PB. **CD Rom...** Simpósio Brasileiro de Pós-colheita de Frutos Tropicais, 1º, João Pessoa - PB, 2005.

OLIVEIRA, M. A. **Utilização de película de fécula de mandioca como alternativa à cera na conservação pós-colheita de frutos de Goiaba (*Psidium guajava*)** – Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 1996, 73p.

OLIVEIRA, M. A. **Comportamento pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L. Balstsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa a cera comercial.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP. 2000. 99p.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Efeito de película de mandioca na conservação de goiabas. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas-SP, v. 2, p. 97-102, 1999.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Pós-colheita de pêssegos (*Prinus pérsica* L. Bastsch) revestimento com filmes a base de amido como alternativa a cera comercial. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas-SP, v. 23 (suplemento), p. 28-33, dez. 2003.

PAL, D. K.; SELVARAJ, Y. Changes in pectin and pectinesterase activity in developing guava fruits. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 16, n. 3, p. 115-116, May/Jun. 1979.

POPPE, J. Gelatin, In: **Thickening and Gelling Agents for Food**, New York, Ed. Alan Imeson, Blackie Academia & Professional, Ch. 7, p. 144-168, 1987.

PRIEBBENOW, R. Propriedades funcionais da gelatina. In: **Seminário de Uso e Aplicações da Gelatina na Indústria Alimentícia**. Leiner-Davis Gelatin, 1995.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.) **Capsicum: pimentas e pimentões do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2000. 113p.

RESENDE, J.B. O preço da refrigeração é alto no Brasil? Técnica exige acréscimo no preço de venda. **Suplemento Técnico**. Campinas-SP, Ano 17, 1993, p.12.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

ROCHA, M. C.; GEDDA, A. E. C.; MANERA, T. C.; SILVA, D. A. G.; CARMO, M. G. F.; POLIDORO, J. C.; FERNADES, M. C. A. Produtividade e exportação de N e de K na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) influenciada pela aplicação foliar de biofertilizante e bactericidas. **Agronomia**, v. 37, nº 1, p.42-45, 2003.

SAEG – Sistema para Análises Estatísticas. Fundação Arthur Bernardes. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG. Versão 8.1, 2003.

SAKATA SEED SUDAMERICA LTDA. **Catálogo de sementes**. Disponível em: <http://www.sakata.com.br/index.php?action=catalogo&local=br&cultura=4&language=pt>. Acesso em 15 de janeiro de 2006.

SHIN, F. F. Edible films from rice protein concentrate and pullulan. **Cereal Chemistry**. St. Paul, v. 73, n. 3, p. 406-409, 1996.

SIGRIST, J. M. M. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CEREDA, M. P.; SANCHES, L. **Manual de armazenamento e embalagens-produtos agropecuários**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, p.1-12, 1983.

TANABE, C. S.; CORTEZ, L. A. B. Perspectiva da Cadeia do Frio no Brasil. **Revista do Frio**, São Paulo, v. 9, n. 114, p. 46-53, 1999.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Champmal & Hall, cap. 1, p. 2-51, 1993.

VALERO, C e RUIZ ALTISENT, M. Equipos de la medida del calidad organoléptica en frutales. **Fruticultura Profesional**, n. 95, p.38-45, 1998.

VÉLEZ PASOS, C. A. **Análise do comportamento mecânico de laranjas a granel mediante modelo de elementos finitos**. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP, 1987. 89p.

VICENTINI, N. M.; CEREDA, M. P.; CÂMARA, F. L. A. Revestimentos de fécula de mandioca, perda de massa e alteração da cor de frutos de pimentão. **Scientia Agrícola**, v.56, n.3, p. 713-716, 1999a.

VICENTINI, N.M.; CASTRO, T.M.R.; CEREDA, M.P. Influência da fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.1, p. 127-130, 1999b.

VICENTINI, N. M. **Utilização de películas de fécula de mandioca para conservação pós-colheita de couve-flor (*Brassica oleraceae* var. *Botrytis*)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu-SP, 1999. 85p.

VICENTINI, N. M. **Elaboração e caracterização de filmes comestíveis à base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- Faculdade de Ciências Agrônômicas. Botucatu-SP, 2003. 198p.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, A. R.; SILVA, A. P. Efeito da utilização de cera e películas de amido e fécula em condições de refrigeração na conservação do tomate. **Cultural Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 6, n. 1, p.93-110, 1997.

VILA, M. T. R. **Qualidade pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’ armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 2004. 66p.

WIERZBICKI, R. **Identificação de raças de *Xanthomonas* spp. patogênicas a pimentão no Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2004. 76p.

WILL, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales**. Tradução de J. B. González. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1998. 240p.

Tabela 1A – Resumo da análise de variância (esquema fatorial 4 x 6 x 2) para perda de massa (PM), firmeza (FIRM), sólidos soluveis (SS), acidez titulável (AT) e pH de pimentões ‘Magali R’ cobertos com biofilme de fécula de mandioca, armazenados sob temperatura ambiente (média 26°C) e refrigeração (10°C ± 1 e 90% ± 5% UR), por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.

F.V.	GL	Quadrados Médios				
		PM	FIRM	SS	AT	pH
Tratamento (A)	3	21,025*	0,198 <sup>NS</sup>	0,276 <sup>NS</sup>	0,0006 <sup>NS</sup>	0,253*
Período (B)	5	1666,100*	5,249*	11,031*	0,0170*	3,579*
Temperatura (C)	1	2103,751*	2,387*	20,702*	0,0175*	0,258 <sup>NS</sup>
A x B	15	3,956*	0,173 <sup>NS</sup>	0,463 <sup>NS</sup>	0,0017 <sup>NS</sup>	0,173*
A x C	3	10,633*	0,105 <sup>NS</sup>	0,806*	0,0015 <sup>NS</sup>	0,083 <sup>NS</sup>
B x C	5	267,931*	0,886*	2,442*	0,0069*	0,536*
A x B x C	15	4,128*	0,179 <sup>NS</sup>	0,822*	0,0006 <sup>NS</sup>	0,131 <sup>NS</sup>
Resíduo	96	2,003	0,0150	0,266	0,00095	0,089
Total	143					
CV (%)		11,90	18,90	11,50	15,85	5,59
Média Geral		11,890	2,047	4,482	0,194	5,33

(NS) não significativo e (\*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

Tabela 2A – Resumo da análise de variância do desdobramento em função da temperatura ambiente para perda de massa (PM), firmeza (FIRM), sólidos soluveis (SS), acidez titulável (AT) e pH de pimentões ‘Magali R’ cobertos com biofilme de fécula de mandioca, armazenados por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.

F.V.	GL	Quadrados Médios				
		PM	FIRM	SS	AT	pH
Tratamento (A)	3	4,515 <sup>NS</sup>	0,323 <sup>NS</sup>	0,957*	0,0012 <sup>NS</sup>	0,299*
Período (B)	5	1622,961*	2,858*	9,680*	0,0179*	0,743*
A x B	15	5,802*	0,3191*	0,577 <sup>NS</sup>	0,0015 <sup>NS</sup>	0,127 <sup>NS</sup>
Resíduo	48	2,957	0,184	0,355	0,0012	0,084
Total	71					
CV (%)		10,94	20,53	12,26	16,69	5,48
Média Geral		15,712	2,089	4,861	0,206	5,286

(NS) não significativo e (\*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

Tabela 3A – Resumo da análise de variância do desdobramento em função da temperatura refrigerada ( $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  UR) para perda de massa (PM), firmeza (FIRM), sólidos soluveis (SS), acidez titulável (AT) e pH de pimentões ‘Magali R’ cobertos com biofilme de fécula de mandioca, armazenados por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.

F.V.	GL	Quadrados Médios				
		PM	FIRM	SS	AT	pH
Tratamento (A)	3	27,144*	0,224 <sup>NS</sup>	0,125 <sup>NS</sup>	0,0009 <sup>NS</sup>	0,037 <sup>NS</sup>
Período (B)	5	311,070*	3,885*	3,793*	0,0059*	3,372*
A x B	15	2,282*	0,198 <sup>NS</sup>	0,708*	0,0007*	0,178*
Resíduo	48	1,049	0,159	0,176	0,0007	0,093
Total	71					
CV (%)		12,69	20,98	10,23	14,67	5,69
Média Geral		8,067	1,901	4,103	0,184	5,371

(NS) não significativo e (\*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.



Tabela 4A – Resumo da análise de variância (esquema fatorial 4 x 6 x 2) para perda de massa (PM), firmeza (FIRM), sólidos soluveis (SS), acidez titulável (AT) e pH de pimentões ‘Magali R’ cobertos com biofilme de gelatina, armazenados sob temperatura ambiente (média 26°C) e refrigeração (10°C ± 1 e 90% ± 5% UR), por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.

F.V.	GL	Quadrados Médios				
		PM	FIRM	SS	AT	pH
Tratamento (A)	3	23,638*	0,178 <sup>NS</sup>	0,462 <sup>NS</sup>	0,0015 <sup>NS</sup>	0,050 <sup>NS</sup>
Período (B)	5	1962,642*	5,860*	6,532*	0,0199*	2,238*
Temperatura (C)	1	2748,817*	4,814*	12,192*	0,0248*	0,768*
A x B	15	8,812*	0,190 <sup>NS</sup>	0,279 <sup>NS</sup>	0,0005 <sup>NS</sup>	0,070 <sup>NS</sup>
A x C	3	1,685 <sup>NS</sup>	0,279 <sup>NS</sup>	0,892*	0,0014 <sup>NS</sup>	0,058 <sup>NS</sup>
B x C	5	374,671*	1,152*	1,900*	0,0070*	0,808*
A x B x C	15	4,255 <sup>NS</sup>	0,142 <sup>NS</sup>	0,168 <sup>NS</sup>	0,0015 <sup>NS</sup>	0,059 <sup>NS</sup>
Resíduo	96	2,430	0,161	0,246	0,0009	0,103
Total	143					
CV (%)		12,67	20,02	11,34	15,61	5,98
Média Geral		12,301	2,005	4,376	0,192	5,365

(NS) não significativo e (\*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

Tabela 5A – Resumo da análise de variância do desdobramento em função da temperatura ambiente para perda de massa (PM), firmeza (FIRM), sólidos soluveis (SS), acidez titulável (AT) e pH de pimentões ‘Magali R’ cobertos com biofilme de gelatina, armazenados por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.

F.V.	GL	Quadrados Médios				
		PM	FIRM	SS	AT	pH
Tratamento (A)	3	10,618*	0,144 <sup>NS</sup>	0,837*	0,0026 <sup>NS</sup>	0,016 <sup>NS</sup>
Período (B)	5	2013,948*	2,867*	6,774*	0,0185*	0,239*
A x B	15	11,484*	0,188 <sup>NS</sup>	0,150 <sup>NS</sup>	0,0010 <sup>NS</sup>	0,039 <sup>NS</sup>
Resíduo	48	3,729	0,190	0,207	0,0010	0,089
Total	71					
CV (%)		11,59	21,01	9,75	15,14	5,50
Média Geral		16,670	2,078	4,667	0,205	5,438

(NS) não significativo e (\*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.

Tabela 6A – Resumo da análise de variância do desdobraimento em função da temperatura refrigerada ( $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90\% \pm 5\%$  UR) para perda de massa (PM), firmeza (FIRM), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e pH de pimentões ‘Magali R’ cobertos com biofilme de gelatina, armazenados por 20 dias. Vitória da Conquista, BA, 2005.

F.V.	GL	Quadrados Médios				
		PM	FIRM	SS	AT	pH
Tratamento (A)	3	14,705*	0,647*	0,487 <sup>NS</sup>	0,0003 <sup>NS</sup>	0,093 <sup>NS</sup>
Período (B)	5	323,366*	4,337*	2,086*	0,0083*	2,808*
A x B	15	1,583 <sup>NS</sup>	0,162 <sup>NS</sup>	0,306 <sup>NS</sup>	0,0010 <sup>NS</sup>	0,090 <sup>NS</sup>
Resíduo	48	1,130	0,141	0,287	0,0008	0,116
Total	71					
CV (%)		13,40	20,98	12,64	16,12	6,44
Média Geral		7,931	1,788	4,237	0,179	5,292

(NS) não significativo e (\*) significativo a 5% de probabilidade pelo Teste de F.