

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RENATA PADILHA BOLZAN

BIOFILMES COMESTÍVEIS PARA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE TOMATE
'DOMINADOR'

CURITIBA

2008

RENATA PADILHA BOLZAN

BIOFILMES COMESTÍVEIS PARA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE TOMATE
'DOMINADOR'

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Francine Lorena Cuquel

CURITIBA

2008

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, pela oportunidade na realização do curso;

A FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA pela concessão da bolsa de estudos;

Aos professores Francine Lorena Cuquel, Edilberto Possamia, Átila Francisco Morgor e Osmir José Lavoranti (EMBRAPA), pela amizade e orientação;

Aos professores dos cursos de graduação e Pós-graduação pelo enriquecimento profissional;

Ao produtor rural Joaquim Barbosa do município de Reserva – PR, que cedeu gentilmente as amostras de tomate para a realização desta pesquisa;

A técnica do laboratório de Fitotecnia e Fitossanitarismo Maria Emília Kudla, pelo valoroso auxílio;

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

Aos colegas e amigos do programa de Pós-Graduação em Agronomia e do curso de graduação da Agronomia, pela permanente contribuição, amizade e convivência;

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

Ao meu namorado por todo apoio, incentivo e compreensão;

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

Meus sinceros agradecimentos

DEDICO

A Deus, meu refúgio e minha força.

Aos meus pais, Jorge e Elisa, por todo o amor e carinho.

Aos meus irmãos Luciana e Fábio, que sempre me apoiaram.

RESUMO

O tomate, fruto muito produzido e apreciado no mundo é uma fruta muito perecível e com curta vida de prateleira, resultando em perdas pós-colheita em torno de 25% a 40%, demonstrando claramente a necessidade do desenvolvimento de tecnologia que reduzam estas perdas. O uso de biofilmes apresenta como vantagens a redução dos efeitos da maturação, como menor perda de peso, melhoria da aparência e melhores características sensoriais. Este trabalho teve como objetivos quantificar a vida de prateleira do tomate 'Dominador' e aumentar a vida de prateleira do fruto com o uso de biofilmes. Entre os fatores que afetam a longevidade do tomate, está o ponto de maturação, desta forma nesta pesquisa foram avaliados dois pontos de maturação: vermelho-claro (60% a 90% colorido) e rosa-esverdeado (10% a 30% colorido). Os frutos foram imersos por um minuto nas seguintes soluções: éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%) e armazenados em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 1$ e 65% de umidade relativa do ar). As avaliações físico-químicas e sensoriais foram realizadas ao 0; 3; 7; 11 e 14 dias. A análise sensorial – ADQ foi realizada por doze julgadores treinados que analisaram os atributos: cor, sabor, aroma, acidez e firmeza de polpa. De acordo com os resultados obtidos o ponto de maturação vermelho-claro, no conjunto dos atributos avaliados, não apresentou uma resposta que justifique a aplicação de biofilmes comercialmente. Os efeitos do uso de biofilmes no tomate colhido no ponto de maturação rosa-esverdeado demonstraram que os biofilmes éster de sacarose e pectina foram eficientes no controle das transformações físico-químicas da maturação. A análise sensorial constatou que os atributos firmeza de polpa e sabor foram os atributos melhores percebidos pelos julgadores, caracterizando que estes atributos são mais importantes para o consumidor no momento da escolha do fruto ideal para o consumo in natura. Embora os biofilmes éster de sacarose e pectina tenham apresentado melhor desempenho no controle das reações metabólicas da maturação do tomate, o biofilme fécula de mandioca no conjunto de atributos físico-químicos e sensoriais apresentou as melhores características para os julgadores, como melhor aparência, melhor coloração e melhor firmeza de polpa, o que motiva a maior aceitabilidade do consumidor.

Palavras-chave: Análise sensoria; tomate de Mesa; mutante de amadurecimento; vida-de-prateleira.

ABSTRACT

The tomato, a very produced and appreciated fruit around the world and it's a very perishable fruit with a very short shelf life, resulting in a postharvest lost around 25% to 40%, and clearing showing the necessity of technology development that can reduce this type of loss. The use of biofilms presents as advantages the reduction of the effects of the maturation, as smaller weight loss, appearance improvement and better sensorial characteristic. This work had as objectives to quantify the shelf life of the tomato 'Dominador' and to increase the shelf life of the fruit with the biofilms use. Among the factors that affect the longevity of the tomato, it is the maturation point, this way in this research were appraised two maturation points: red-clear (60% to 90% colored) and rose-greenish (10% to 30% colored). The fruits were immersed by one minute in the following solutions: sucrose ester (1%), pectin (2%) and cassava starch (2%) and stored in room temperature ($25^{\circ}\text{C} \pm 1$ and 65% RH). The physiochemical and sensorial evaluations were accomplished to the 0; 3; 7; 11 and 14 days. The sensorial analysis. ADQ was accomplished by twelve judges trained that analyzed the attributes: color, flavor, aroma, acidity and firmness of pulp. In agreement with the obtained results the maturation point red-clear, in the group of the appraised attributes, it didn't introduce one answer that justifies the biofilms application commercially. The effects of the biofilms use in the tomato picked in the rose-greenish maturation point demonstrated that the biofilms sucrose ester and pectin were efficient in the control of the physiochemical transformations of the maturation. The sensorial analysis verified that the attributes pulp firmness and flavor were the better attributes noticed by the judges, characterizing that these attributes are more important for the consumer in the moment of the choice of the ideal fruit for the consumption in nature. Although the biofilms sucrose ester and pectin have presented better acting in the control of the metabolic reactions of the maturation of the tomato, the biofilms cassava starch in the group of physiochemical and sensorial attributes presented the characteristic best for the judges, as better appearance, better coloration and better pulp firmness, what motivates the consumer's largest acceptability.

Keywords: Sensory analysis; tomato fruits; ripening mutant; shelf-life.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	- ESCALA HEDÔNICA NÃO ESTRUTURADA DE 9 CM ENTRE AS ÂNCORAS.....	60
FIGURA 02	- ESCALA DE INTENÇÃO DE COMPRA.....	60
FIGURA 03	- COLORAÇÃO DOS FRUTOS DA CULTIVAR DOMINADOR SELECIONADOS PARA APLICAÇÃO DE BIOFILMES COMESTÍVEIS: ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%).....	62
FIGURA 04	- ASPECTO DOS FRUTOS DE TOMATE 'DOMINADOR' COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), COLOCADOS PARA SECAR SOBRE AS BANCADAS APÓS APLICAÇÃO DE BIOFILMES COMESTÍVEIS	63
FIGURA 05	- ASPECTO VISUAL DOS FRUTOS DE TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDOS COM ÉSTER DE SACAROSE (1%).....	65
FIGURA 06	- ASPECTO VISUAL DOS FRUTOS DE TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDOS COM PECTINA (2%).....	66
FIGURA 07	- ASPECTO VISUAL DOS FRUTOS DE TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDOS COM FÉCULA DE MANDIOCA (2%).....	67
FIGURA 08	- REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DA PERDA DE PESO MÉDIO EM GRAMAS (g) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....	78
FIGURA 09	- REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DA PERDA DE PESO MÉDIO EM GRAMAS (g) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....	79
FIGURA 10	- PORCENTAGEM DE PERDA DE PESO MÉDIA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATUAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....	83
FIGURA 11	- REGRESSÃO PARA A VARIÁVEL LUMINOSIDADE (L) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....	83

- FIGURA 12 - REGRESSÃO PARA A VARIÁVEL VERDE/VERMELHO (a) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....84
- FIGURA 13 - REGRESSÃO PARA A VARIÁVEL VERDE/VERMELHO (a) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....84
- FIGURA 14 - REGRESSÃO PARA A VARIÁVEL AZUL/AMARELO (b) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....85
- FIGURA 15 - REGRESSÃO PARA A VARIÁVEL AZUL/AMARELO (b) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....86
- FIGURA 16 - REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DA FIRMEZA DE POLPA MÉDIA EM LIBRAS (lb) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....88
- FIGURA 17 - REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DA FIRMEZA DE PÓLPA MÉDIA EM LIBRAS (lb) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....89
- FIGURA 18 - REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DO TEOR MÉDIO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....93

- FIGURA 19 - REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DO TEOR MÉDIO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....93
- FIGURA 20 - REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DO TEOR MÉDIO DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....97
- FIGURA 21 - REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DO TEOR MÉDIO DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....98
- FIGURA 22 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DA RELAÇÃO SST/ATT MÉDIA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....102
- FIGURA 23 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DA RELAÇÃO SST/ATT MÉDIA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....102
- FIGURA 24 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) AO ATRIBUTO COR DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....107
- FIGURA 25 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) AO ATRIBUTO COR DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....108

- FIGURA 26 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) ATRIBUTO AROMA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....112
- FIGURA 27 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) ATRIBUTO AROMA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....113
- FIGURA 28 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) PARA O ATRIBUTO SABOR DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....116
- FIGURA 29 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) PARA O ATRIBUTO SABOR DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....117
- FIGURA 30 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) PARA O ATRIBUTO ACIDEZ DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO PM1) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS...119
- FIGURA 31 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) PARA O ATRIBUTO ACIDEZ DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....120

- FIGURA 32 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL ADQ PARA O ATRIBUTO FIRMEZA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADOS EM TEMPERTURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS....122
- FIGURA 33 - REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL ADQ, PARA O ATRIBUTO FIRMEZA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS..123

LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 01 - PORCENTAGEM MÉDIA DA ACEITABILIDADE DOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....129
- GRÁFICO 02 - PORCENTAGEM MÉDIA DA ACEITABILIDADE DOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DA MANDIOCA (2%) COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....130

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	- NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE PARA PERDA DE PESO EM GRAMAS (g) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%). PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....	80
TABELA 02	- PORCENTAGEM DE PERDA DE PESO MÉDIA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....	81
TABELA 03	- NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE PARA FIRMEZA EM LIBRAS (lb) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%). PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....	90
TABELA 04	- VALORES MÉDIOS DE FIRMEZA (lb) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....	91
TABELA 05	- NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE NOS TEORES DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE 1%; PECTINA 2%; FÉCULA DE MANDIOCA 2% ENTRE O PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE .DURANTE 14 DIAS.....	94
TABELA 06	- VALORES MÉDIOS DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....	95

- TABELA 07 - NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE NOS TEORES DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....99
- TABELA 08 - VALORES MÉDIOS OBTIDOS PARA A ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (% DE ÁCIDO CÍTRICO) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....100
- TABELA 09 - NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE NA RELAÇÃO SST/ATT MÉDIA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%) PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....103
- TABELA 10 - VALORES MÉDIOS DA RELAÇÃO SST/ATT DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATUAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....104
- TABELA 11 - EFEITO DO CONTRASTE PARA O ATRIBUTO COR, DA ANÁLISE SENSORIAL DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS. PR > X² DISTRIBUIÇÃO GAMA.....109
- TABELA 12 - MÉDIA DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AO ATRIBUTO COR, NA ANÁLISE SENSORIAL ADQ DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....110
- TABELA 13 - MÉDIA DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AO ATRIBUTO COR, NA ANÁLISE SENSORIAL ADQ DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....110

- TABELA 14 - NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE PARA O ATRIBUTO AROMA, NA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA 2% COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS. PR > X^2 DISTRIBUIÇÃO GAMA.....114
- TABELA 15 - VALORES MÉDIOS OBTIDOS PARA O ATRIBUTO AROMA (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS....114
- TABELA 16 - NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DOS CONTRASTES PARA O ATRIBUTO SABOR, NA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%); PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS. PR > X^2 DISTRIBUIÇÃO GAMA.....118
- TABELA 17 - VALORES MÉDIOS ATRIBUÍDOS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL ADQ PARA O ATRIBUTO SENSORIAL SABOR DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....118
- TABELA 18 - NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE PARA O ATRIBUTO ACIDEZ, DA ANÁLISE SENSORIAL ADQ, DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%); PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS SPONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS. PR > X^2 DISTRIBUIÇÃO GAMA.....121
- TABELA 19 - MÉDIA DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AO ATRIBUTO ACIDEZ, NA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....121

- TABELA 20 - NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE PARA O ATRIBUTO FIRMEZA DE POLPA NA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ), DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE 1%; PECTINA 2%; FÉCULA DE MANDIOCA 2% COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS. PR > X² DISTRIBUIÇÃO GAMA.....124
- TABELA 21 - VALORES MÉDIOS DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AO ATRIBUTO FIRMEZA, NA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....125
- TABELA 22 - ESCORES FATORIAIS OBTIDOS PELA ANÁLISE MULTIVARIADA DOS ATRIBUTOS DA ANÁLISE SENSORIAL DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....126
- TABELA 23 - RESUMO COMPARATIVO DOS RESULTADOS OBTIDOS NA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILME COMESTÍVEL FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....132
- TABELA 24 - RESUMO COMPARATIVO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NA ANÁLISE SENSORIAL ADQ DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM O BIOFILME COMESTÍVEL FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....133
- TABELA 25 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....133
- TABELA 26 - PORCENTAGEM DE FRUTOS DESCARTADOS POR PERDA POR MURCHAMENTO DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....136

TABELA 27 - COMPORTAMENTO DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....	139
TABELA 28 - NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PARA OS ATRIBUTOS SENSORIAIS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL ADQ DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS.....	141

LISTA DE SIGLAS

ATT	- acidez total titulável
CMC	- éster de sacarose-carboximetilcelulose
FQ	- Físico-química
GRAS	- Generally Recognized Safe
PG	- poligalacturonase
PME	- pectinametilsterase
PM1	- ponto de maturação vermelho-claro
PM2	- ponto de maturação rosa-esverdeado
SST	- sólidos solúveis totais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 OBJETIVO GERAL	23
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
2 REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1 ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA.....	24
2.2 SITUAÇÃO ECONÔMICA MUNDIAL DA TOMATICULTURA.....	25
2.3 TOMATE LONGA-VIDA	28
2.3.1 Cultivar Dominador	30
2.4 FATORES PRÉ-COLHEITA QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA	31
2.4.1 Ponto de Maturação para a Colheita	32
2.4.2 Danos Causados na Época da Colheita.....	34
2.5 PÓS-COLHEITA DO TOMATE	35
2.5.1 Fisiologia dos Frutos Climatéricos	35
2.5.2 Alterações Pós-Colheita	37
2.5.3 Perdas Pós-Colheita	38
2.5.4 Conservação Pós-Colheita.....	40
2.6 BIOFILMES COMESTÍVEIS.....	42
2.6.1 Uso de Biofilmes à Base de Éster de Sacarose	43
2.6.2 Uso de Biofilmes à Base de Pectina	45
2.6.3 Uso de Biofilmes à Base de Amido	46
2.7 QUALIDADE E ÍNDICES FÍSICO-QUÍMICOS.....	48
2.7.1 Perda de Peso	49
2.7.2 Coloração	51
2.7.3 Firmeza de Polpa	52
2.7.4 Sólido Solúveis Totais (SST).....	53
2.7.5 Acidez Total Titulável (ATT).....	55
2.7.6 Relação SST/ATT	56
2.8 ANÁLISE SENSORIAL.....	57
2.8.1 Seleção e Treinamento dos Julgadores	59
2.8.2 Teste de Aceitabilidade	60
2.8.3 Ficha de Avaliação	61
3 METODOLOGIA.....	62
3.1 DESCRIÇÃO DO MATERIAL.....	62
3.2 LOCAL DA PESQUISA	63
3.3 PREPARO DAS AMOSTRAS	63
3.4 APLICAÇÃO DE BIOFILMES.....	64
3.4.1 Controle	64
3.4.2 Biofilme Comestível à Base de Éster de Sacarose (1%).....	64
3.4.3 Biofilme Comestível à Base de Pectina (2%)	65
3.4.3 Biofilme Comestível à Base de Fécula de Mandioca (2%).....	66
3.5 ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS	67
3.5.1 Período de Armazenamento.....	67
3.6 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	68
3.6.1 Não-destrutivas	68
3.6.1.1 Perda por Murchamento	68
3.6.1.2 Perda de Peso.....	68

3.6.1.3	Coloração.....	69
3.6.2	Destrutivas	69
3.6.2.1	Sólidos Solúveis Totais (SST)	69
3.6.2.2	Acidez Total Titulável (ATT)	70
3.6.2.3	Relação SST/ATT.....	71
3.6.2.4	Firmeza de Polpa	71
3.7	ANÁLISE SENSORIAL.....	72
3.7.1	Treinamento dos Julgadores	72
3.7.2	Procedimento de Análise.....	73
3.8	MÉTODOS EXPERIMENTAIS	74
3.8.1	Análises Físico-Químicas	74
3.8.1.1	Não-destrutivas	74
3.8.1.2	Destrutivas	75
3.9	MÉTODOS ESTATÍSTICOS	75
3.9.1	Análises Físico-Químicas	75
3.9.2	Análise Sensorial	76
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
4.1	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA.....	77
4.1.1	Não-destrutivas	77
4.1.1.1	Perda de Peso	77
4.1.1.2	Coloração.....	82
4.1.2	Destrutivas	87
4.1.2.1	Firmeza de Polpa	87
4.1.2.2	Sólidos Solúveis Totais (SST).....	92
4.1.2.3	Acidez Total Titulável (ATT)	96
4.1.2.4	Relação SST/ATT	96
4.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	105
4.3	ANÁLISE SENSORIAL.....	106
4.3.1	Análise Descritiva Quantitativa - ADQ	106
4.3.1.1	Cor	106
4.3.1.2	Aroma.....	111
4.3.1.3	Sabor.....	115
4.3.1.4	Acidez.....	119
4.3.1.5	Firmeza de Polpa	122
4.3.2	Ordem de Classificação dos Atributos Sensoriais.....	126
4.3.3	Considerações sobre a análise sensorial- ADQ.....	127
4.3.4	Aceitabilidade de Compra	128
4.4	COMPARAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS... ..	131
4.5	QUALIDADE DO TOMATE 'DOMINADOR'.....	138
5	CONCLUSÕES.....	143
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	145
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	158
	ANEXOS	151

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o oitavo maior produtor mundial de tomates com uma produção superior a três milhões de toneladas de fruto ao ano. O tomate apresenta-se entre as hortaliças mais comercializadas no mundo. Desta produção aproximadamente 21% sofrem danos que impossibilitam a sua comercialização. Tal índice é consequência de técnicas inadequadas em todas as etapas do processo, desde o campo até o consumidor final.

As perdas são mais significativas na pós-colheita, causadas por injúrias mecânicas, armazenamento impróprio, manuseio e transportes inadequados e grande exposição no varejo. O fruto do tomate no estágio maduro possui vida média de prateleira de uma semana, com perdas variando entre 25% e 50%, enquanto que o fruto parcialmente maduro apresenta vida de prateleira de no máximo duas semanas, com 20% a 40% de perdas pós-colheita.

Uma das dificuldades na conservação de tomate é a alta perecibilidade natural do fruto maduro, exigindo sua rápida comercialização após a colheita. A colheita de tomates firmes pode aumentar o tempo de comercialização, viabilizando a produção numa região e seu consumo em outra parte mais distante. Porém, o ponto de maturação deve atender as necessidades sensoriais do mercado consumidor quanto à aparência, consistência, entre outros atributos sensoriais.

Um fator de grande importância na conservação de frutos, e que atualmente vem sendo entendido como sinônimo de “longa-vida”, são tomates portadores de determinadas características genéticas, que alteram a expressão de uma ou mais enzimas atuantes no processo de amadurecimento. O efeito desses mutantes é que durante o processo de amadurecimento ocorrem reduções significativas de degradação das paredes celulares das células do pericarpo, na síntese do etileno e de carotenóides e na respiração do fruto, o que dificulta o amadurecimento e, conseqüentemente, proporciona uma vida pós-colheita mais prolongada.

O complexo processo de maturação dos frutos é controlado geneticamente e coordenado por uma série de alterações fisiológicas e bioquímicas que afetam principalmente o sabor, odor, cor e textura, que tornam o fruto aceitável para o consumo.

Para diminuição das perdas pós-colheita uma das técnicas que pode ser utilizada é a aplicação de biofilmes comestíveis. A utilização destes biofilmes vem sendo pesquisada para uso como revestimento de frutas e hortaliças frescas, com o intuito de minimizar a perda de umidade e reduzir as taxas de respiração, além de conferir aparência brilhante e atraente. Além disto, os biofilmes aumentam a relação de desempenho durante a desidratação osmótica, reduzem o crescimento microbiano e retém compostos de aroma. O uso de biofilmes comestíveis com esse propósito apresenta-se como vantagem econômica, evitando a necessidade de armazenamento em atmosfera controlada, a qual implica em custos operacionais e de equipamento.

Apesar do uso de biofilmes comestíveis se mostrar eficiente, uma das principais limitações do uso desses produtos é a possibilidade de afetarem o sabor e a aparência dos frutos. Para avaliação deste efeito, o uso da análise sensorial é uma ferramenta importante para validar tal tecnologia, a fim de determinar a relação entre os atributos físico-químicos e sensoriais, permitindo verificar o padrão de qualidade que o consumidor busca no consumo do tomate de mesa *in natura*.

1.1 OBJETIVO GERAL

Quantificar a vida de prateleira do tomate 'Dominador' e avaliar o efeito do uso de biofilmes comestíveis na vida de prateleira de tomate cultivar 'Dominador' sem reduzir a aceitação do fruto pelo consumidor.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a vida de prateleira de tomate cultivar 'Dominador', colhidos em dois pontos de maturação distintos;
- Avaliar a eficiência do uso dos biofilmes comestíveis à base de éster de sacarose 1%, pectina 2% e fécula de mandioca 2% em tomate 'Dominador' colhidos nos pontos de maturação vermelho-claro e rosa-esverdeado;
- Identificar o ponto de maturação para a colheita do tomate 'Dominador' de acordo com as preferências do consumidor no momento do consumo;
- Determinar o ponto de maturação ideal para o revestimento do tomate 'Dominador' com biofilmes comestíveis a fim de reduzir as perdas pós-colheita e prolongar a vida de prateleira, sem reduzir sua aceitação pelo consumidor.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) tem como centro de origem a região andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até o Norte do Chile. A domesticação do fruto aponta para o México (MINAMI; HAAG, 1989, 397p.). Na época da chegada dos espanhóis à América, o tomate já estava integrado à cultura asteca, era conhecido como “tomati”, da língua mexicana naquela época, dando origem ao nome tomate (ALVARENGA, 2004b, p. 13-24).

A difusão do tomate pelo mundo foi realizada pelos espanhóis e portugueses através de suas colônias ultramarinas. Na Itália ficou conhecido como pomodoro, possivelmente porque as primeiras introduções tinham frutos amarelos (GIANARDO; RIBEIRO, 2000).

Sua cultura foi sendo introduzida em quase todos os países, em poucos anos, a tomaticultura espalhou-se pelos diferentes países da Europa. Durante longo período o fruto foi considerado mais uma planta medicinal ou simplesmente ornamental do que uma planta de caráter alimentício (FONTES; SILVA, 2002, 197p.).

Inicialmente, o tomateiro integrava o gênero *Solanum*, segundo Linnaeus. Em 1754, Miller separou os tomates das batatas, criando um novo gênero, o *Lycopersicon*, recebendo a classificação definitiva (SILVA; GIORDANO, 2000, 168p.).

O tomateiro é uma Dicotiledônea, da ordem Tubiflorae, família das Solanaceae, gênero *Lycopersicon* e dois subgêneros: *Eulycopersicon* e *Eriopersicon* (FILGUEIRA, 2003, 421p.). Os tomateiros que produzem frutos de coloração avermelhada quando maduros pertencem ao subgênero *Eulycopersicon*, enquanto os que apresentam frutos maduros nas colorações verde, amarela e esbranquiçada, pertencem ao subgênero *Eriopersicon* (ALVARENGA, 2004b, p.13-24).

O tomateiro apresenta-se anatomicamente como uma planta perene, de porte arbustivo, sendo de cultivo anual (FONTES; SILVA, 2002, 197p.). A planta pode desenvolver-se de forma rasteira, semi-ereta ou ereta. O crescimento é ilimitado nas

cultivares de crescimento indeterminado, podendo chegar, a 10 m de altura em um ano (SILVA; GIORDANO, 2000, 168p.). Por essa razão, o tomate para consumo *in natura* é cultivado com tutoramento (estaqueado ou envarado) (FILGUEIRA, 2003, 421p.).

O fruto é uma baga carnosa e succulenta, bi, tri ou plurilocular. O pericarpo se desenvolve a partir da parede do ovário o qual envolve e engloba as sementes e consiste das paredes externas e radiais internas. O pericarpo é uma película fina e transparente formado por uma monocamada de células cuticularizadas, com várias camadas de colênquima hipodérmico. O mesocarpo parenquimatoso contém feixes vasculares, sendo carnoso, succulento, agridoce ou ácidos e apresentando coloração vermelha quando o fruto está maduro. O endocarpo que envolve o lóculo é um parênquima com parede fina. A cavidade locular ocorre com fendas no pericarpo e contém as sementes embebidas em tecido parenquimatoso gelatinoso originário da placenta. O número de lóculos no fruto normal varia de dois a vários, sendo mais ou menos característico em cada variedade. O tamanho do fruto pode variar de 5 a 500 g e está diretamente relacionado com o número de lóculos e com o número de sementes (CHITARRA; CHITARRA, 2006, p. 222).

2.2 SITUAÇÃO ECONÔMICA MUNDIAL DA TOMATICULTURA

A produção de tomate industrial no período de 1970-2005 teve grandes avanços no cultivo. O consumo também aumentou consideravelmente em países em desenvolvimento, enquanto a produção de tomate para consumo *in natura* acompanhou o crescimento populacional (CAMARGO *et al.*, 2006, p. 53-58).

A produção brasileira de tomate para indústria ou tomate rasteiro, começou em Pernambuco, no final do século XVIII. Porém, a cultura experimentou um grande impulso apenas a partir da década de 1950, no Estado de São Paulo, viabilizando a implantação de diversas agroindústrias (CAMARGO FILHO *et al.*, 1994, p. 41-69). Na década de 1980, ela expandiu-se na região nordeste, especialmente em Pernambuco, e no norte da Bahia. Em virtude das condições climáticas favoráveis existentes naquela região, imaginou-se a possibilidade de cultivar o tomateiro durante um maior período do ano, com a expectativa de proporcionar a formação de

estoques de polpa e reduzir o período de ociosidade da indústria na entressafra (EMBRAPA, 1993). A partir de 1991, ocorreu redução da área plantada, provocada pela maior oferta de polpa no mercado internacional e pelo ataque severo da traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) (MELO; VILELA, 2004, p.154-157).

O tomate é o segundo produto olerícola cultivado no mundo, perdendo apenas para a batata (FILGUEIRA, 2003, 421p.). Entre as olerícolas produzidas no país, o tomate ocupa também a segunda posição (IBGE, 2006). Em 2004 a produção mundial foi de 115,95 milhões de toneladas, que a leva ao topo de maior produção/consumo, com destaque a China e Estados Unidos, que produzem cerca de 30% do total mundial (FONTES; SILVA, 2002, 197p.), Enquanto 95% da produção chinesa e 62% da brasileira são destinadas ao consumo *in natura*, apenas 21% da produção americana vai para esse mercado, sendo o restante da produção destina-se ao processamento industrial (FERREIRA, 2004, p. 7-8).

No Brasil, e principalmente no Estado de São Paulo, ocorreu intensa evolução tecnológica na produção de tomate e o mercado mostrou-se competitivo e dinâmico nos últimos vinte anos, inserido no contexto de desenvolvimento econômico do país (FIGUEIRA, 2000, 402p.). Em 2004, a produção brasileira de tomates foi de 3,5 milhões de toneladas, em uma área de 60,4 mil hectares, gerando um valor bruto da produção agrícola estimado em R\$ 1,7 bilhão (IBGE, 2006). Estima-se que um terço desse volume seja destinado ao processamento industrial, para a produção de alimentos como molhos, extratos, polpa, sucos, etc. Grandes empresas multinacionais competem com empresas nacionais de médio porte nesse mercado (GAMEIRO *et al.*, 2007, p. 7-16). O Paraná produziu na safra de 2003, 149.859 toneladas que representa 4,1% da produção nacional. Nos CEASAs do Estado foram comercializados 111.239,78 t no ano (IBGE, 2003).

Segundo Gameiro *et al.* (2007, p. 7-16) a adequada gestão da matéria-prima é o ponto-chave para a competitividade no setor. A cadeia produtiva do tomate industrial no país experimentou notáveis investimentos nos últimos 30 anos, com grande incremento na produção, adoção de novas variedades e híbridos, além de técnicas modernas de cultivo.

Durante o período de 1990 – 2005 a produção de tomate (indústria e mesa) no Brasil aumentou em 44,5%, a área média cultivada em 60 mil hectares com uma produtividade que passou de 37,1 mil kg/ha para 56,7 mil kg/ha. No caso de tomate

de mesa para consumo *in natura*, o volume produzido em 2004 foi de 2.128,4 mil toneladas, ou seja, 61% do total nacional (CAMARGO *et al.*, 2006, p. 53-58).

De acordo com Cançado Júnior (2003, p. 7-18) os Estados que tradicionalmente produzem tomate situam-se nas regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste. O Estado de São Paulo, nos últimos quinze anos, sempre se colocou como segundo maior produtor de tomate industrial e o primeiro em tomate de mesa.

A expansão da produção de tomate pode ocorrer devido ao aumento da área cultivada ou ao acréscimo na produtividade, conforme a adoção de tecnologias no cultivo (MELO; VILELA, 2004, p. 154-157). No período de 2000 – 2005, houve expansão da área de cultivo de 5,2%, da produtividade de 0,8% e a produção aumentou 6% ao ano. A contribuição da área cultivada para expansão da quantidade produzida foi de 86,2% e a produtividade contribuiu com 13,8% (CAMARGO *et al.*, 2006, p. 53-58).

No Brasil, o crescimento da produção ocorre devido à evolução da tecnologia de cultivo, exploração de novas fronteiras, utilização de variedades e híbridos melhorados, tratos culturais como irrigações e insumos modernos (MELO; VILELA, 2004, p. 154-157). O cultivo de tomate demanda alto nível tecnológico e intensa mão-de-obra (ALVARENGA, 2004, p. 37-60). Apesar do elevado índice de mecanização nas operações de preparo do solo, na adubação, transplântio, irrigação e pulverização são necessárias cerca de 10 homens/dia/hectare na execução das tarefas de capinas e colheitas manuais, o que dá a essa cultura elevada importância econômica e social (BORGUINI, 2002, p. 9-10).

Dois segmentos bem distintos ainda caracterizam o mercado de tomate, o do tomate industrial, de cultivo rasteiro, destina-se à produção de purês, molhos prontos, extratos, sucos, etc. e o de tomates estaqueados, produzido para o consumo *in natura*, e ainda em sua maior parte comercializado nos CEASAs, embora haja tendência de modificações na estrutura de distribuição (AGRIANUAL, 2001).

O sistema de comercialização do tomate de mesa no Brasil se caracteriza por ser, pouco formal e bastante desorganizado. Dentre as opções de comercialização, o produtor vende seu produto *in natura* ao atacadista ou ao intermediário, ou ainda em centrais de abastecimentos (GUALBERTO; BRAZ; BANZATTO, 2002, p. 81-88). Na CEAGESP, maior entreposto comercial do país, a sazonalidade dos preços confirma que o melhor período para a colocação do tomate de mesa no mercado é

entre abril e junho, e setembro e outubro quando os preços se elevam devido à baixa oferta (MELO; VILELA, 2004, p. 154-157).

2.3 TOMATE LONGA-VIDA

Desde a domesticação até a aceitação do tomate na Europa e Estados Unidos, em meados do Século XIX, o tomateiro vem sofrendo diversas seleções, com conseqüente melhoria dos frutos. Atualmente, a engenharia genética tem uma participação importante na busca de cultivares que apresentem características ideais para produtores e consumidores, como a resistência múltipla a doenças, aumento da produtividade e da qualidade do fruto e maior vida de pós-colheita (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2001, p. 489-502).

No Brasil, na década de 1990 a cultivar Santa Clara era a líder absoluta, com mais de 90% do mercado. No entanto, a tendência é dessa cultivar, que domina o mercado brasileiro há mais de uma década, ceder cada vez mais espaço a outras cultivares. Os tomates do tipo “longa vida” e “extrafirmes” têm mostrado expansão em ritmo acelerado, sobretudo nas zonas de produção do Sudeste e do Sul (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2001, p. 489-502).

As novas variedades disponíveis no mercado de tomates para consumo *in natura* são de frutos portadores de características genéticas, que alteram a expressão de uma ou mais enzimas atuantes no processo de amadurecimento (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2003, p. 749-757). Desse modo, é possível retardar o processo de senescência dos frutos depois de colhidos, reduzindo as elevadas perdas que ocorrem na pós-colheita com os tomates convencionais. Desta forma, a tendência é de que os tomates de maior firmeza e com vida de prateleira mais prolongada ganhem cada vez mais mercado (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2001, p. 489-502).

O desenvolvimento ou criação de cultivares de tomateiro com essas características pode ser realizado basicamente por três métodos distintos:

- Método convencional de melhoramento

Nesse caso, promove-se o aumento da frequência de alelos que condicionam maior firmeza de pericarpo dos frutos mediante seleção de genótipos com essa característica (ALVARENGA, 2004, p. 37-60).

- Método convencional de melhoramento com utilização de genes mutantes de amadurecimento

Este processo visa à obtenção de tomates longa-vida por meio de melhoramento genético convencional, mas com a utilização de mutantes de amadurecimento. Esse termo tem sido utilizado para conceituar alelos mutantes simples com efeitos pleiotrópicos, ou seja, com efeitos múltiplos. Os alelos que se destacam nessa atividade são o *rin* (*ripening inhibitor* ou inibidor de amadurecimento), o *nor* (*non ripening* ou não amadurece) e o *alc* (Alcoçaba) (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2003, p. 749-757).

O efeito desses mutantes é que durante o processo de amadurecimento ocorrem reduções significativas da degradação das paredes celulares da célula do pericarpo, na síntese do etileno e de carotenóides e na respiração do fruto, o que dificulta o amadurecimento e, conseqüentemente, proporciona uma vida pós-colheita mais prolongada (ALVARENGA, 2004, p. 37-60).

Os alelos mutantes *rin* e *alc*, situados em locos diferentes no genoma do tomateiro, inibem o processo natural de maturação dos frutos, interferindo principalmente na firmeza devido à redução da atividade de enzimas hidrolíticas (pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG)) (VILAS BOAS, 1998, 105p.) da parede celular, desacelerando o processo de amolecimento dos frutos (FILGUEIRA, 1996). O nível e a atividade dessas enzimas podem ser reduzidos mesmo quando esses mutantes estão em heterozigose, proporcionando frutos com melhor textura, embora essa resposta seja em função do *background* genético (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2000, p. 749- 757).

- Método de melhoramento utilizando biologia molecular

A criação de cultivares de tomateiro do tipo longa-vida pode ser por meio de técnicas de biologia molecular, que resultam nas cultivares transgênicas. No Brasil ainda não existem cultivares longa-vida transgênicos comercializadas (DELLA VECCHIA; KOCK, 2000, p. 3-4).

Estima-se que mais de 70% do mercado consumidor esteja abastecido com tomate longa-vida, que se computado os híbridos F1 comuns, esse número pode chegar a mais de 85%, praticamente abolindo o uso de cultivares de tomateiro de polinização aberta no Brasil (ALVARENGA, 2004, p. 37-60).

Segundo Andrade Júnior *et al.* (2001, p. 489-502), as cultivares híbridas de tomateiro apresentam vantagens sobre as cultivares de polinização aberta sob diferentes aspectos. Em geral, o emprego de híbridos F1 proporciona aumento na produção de 25 a 40%, maturação mais precoce, melhor uniformidade de frutos, maior vigor inicial e desenvolvimento, resistência a doenças e capacidade de adaptação mais ampla.

Um processo se define pela utilização de métodos convencionais de melhoramento genético. Neste caso, promove-se o aumento da frequência de alelos que condicionam maior firmeza do pericarpo dos frutos mediante seleção de genótipos com essas características. O resultado dessa seleção são os tomates longa-vida estrutural. Na verdade esse tipo de longa-vida é resultado de caracteres genéticos – quantitativos que são controlados predominantemente por genes cuja ação é aditiva. Os tomates longa-vida estrutural, que são comercializados atualmente, praticamente apresentam como parentais ou ascendentes cultivares de tomateiros desenvolvidos para a indústria (processamento) nos Estados Unidos na década de 50 e 60 (ALVARENGA, 2004, p. 43).

No Brasil, os tomates longa-vida estrutural foram introduzidos comercialmente pela primeira vez no Brasil em 1988 pela Agroflore, com característica de maior conservação pós-colheita dos frutos da cultivar híbrida F1 Débora VFN. Exemplos dessas cultivares atualmente plantadas são Débora VFN, Débora Plus, Débora Max, Diana, Monalisa, Séculus, Bônus, Kindyo, Rodas e Rocio, entre outras (DELLA VECCHIA; KOCK, 2000, p. 3-4).

2.3.1 Cultivar 'Dominador'

A cultivar Dominador é um híbrido F1 do tipo longa-vida estrutural de tomateiro para mesa do grupo Salada ou caqui lançada pela AGRISTAR® no ano de 2006. A planta possui hábito de crescimento indeterminado, alto vigor e bom

enfolhamento até o ponteiro. O ciclo total da planta é de 100 – 120 dias, contados a partir do transplante. O fruto possui excelente coloração e formato, muito firme, com bom padrão em todo ciclo, tendo excelente aceitação no mercado consumidor. Esta cultivar permite alta produção em regiões infestadas com *Geminivirus* e apresenta boa resistência a doenças bacterianas. As características apresentadas por ela são elevada qualidade pós-colheita, boa tolerância a doenças foliares e indicação para o plantio durante todo o ano (AGRISTAR, 2007)¹.

Os frutos da cultivar 'Dominator' são pluriloculares, com quatro ou mais lócus. Apresentam formato globular achatado, com diâmetro transversal (6 a 9 cm) maior que o diâmetro longitudinal. Os frutos são graúdos, com peso médio de 220 g, com coloração vermelha. O teor de sólidos solúveis totais do fruto está entre 4 e 4,5 °Brix, dependendo do manejo nutricional utilizado no cultivo (AGRISTAR, 2007)¹. Por se tratar de uma cultivar recente, existem poucas referências sobre suas qualidades sensoriais e valores nutricionais. Mas se tratando de uma cultivar do grupo Salada, a maioria das cultivares e híbridos apresentam os frutos menos ácidos que os tomates do grupo 'Santa Cruz' (ALVARENGA, 2004, p. 37-41).

2.4 FATORES DE PRÉ-COLHEITA QUE INFLUENCIAM NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA

As características de produção devem ser correlacionadas com a fase de pós-colheita, considerando-se o tipo de mercado e o destino do produto. As exigências do mercado interno, quanto aos atributos de qualidade, diferem das do mercado de exportação, do mesmo modo que diferem as características dos produtos para o consumo imediato, armazenamento a curto, médio e longo prazo ou para o processamento (FONTES; SILVA, 2002, 197p.).

¹ Informações recebidas do assistente técnico da Agristar®, Maurício Coutinho, por correspondência eletrônica em Novembro de 2007.

O nível potencial de perdas ou o período de vida de prateleira de produtos vegetais estão intimamente relacionados às condições durante a produção (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 203-205). Muitas perdas de produtos hortícolas podem ser consideravelmente reduzidas pela correta aplicação de práticas recomendadas para a colheita e o manuseio (FERREIRA; FREITAS; LAZZARI, 2004, p. 329-335).

De acordo com Kader *et al.* (1978, p. 6-13), as perdas de quantidade e qualidade na pós-colheita do tomate estão relacionadas à imaturidade na colheita, inadequado controle de qualidade inicial, incidência e severidade de danos físicos, exposição a temperaturas impróprias e demora entre a colheita e o consumo.

Os fatores pré-colheita têm influência marcante na qualidade e vida de prateleira dos produtos hortícolas na fase de pós-colheita. Esses fatores podem ser intrínsecos do produto, como a seleção de sementes, cultivares mais adaptados a condições edafoclimáticas da região de plantio e que apresentem maior grau de resistência às desordens fisiológicas e infecções por patógenos (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 203-205).

Os fatores de pré-colheita que influenciam na qualidade dos frutos também podem ser extrínsecos, como fatores climáticos (radiação, temperatura, umidade relativa do ar, etc.), fatores fisiológicos (área foliar, captação de água e nutrientes, biossíntese orgânica, etc.), fatores de manuseio (poda, raleio, fertilização, irrigação, pulverização, controle hormonal, controle de pragas e doenças e controle de estresses) e fatores de amadurecimento (fisiológicos, índices de qualidade, manuseio, irrigação e controle da maturação) (SANSVINI, 1996, p. 18-24).

2.4.1 Ponto de Maturação para a Colheita

A determinação do ponto de maturação do tomate para mesa depende, de maneira geral, da distância entre o local de produção até ao mercado atacadista e/ou varejista, e do tempo que o fruto demanda desde o comerciante até chegar ao consumidor (ALVARENGA; SOUZA, 2004, p. 369-388). Todavia, estudos têm demonstrado que o tomate colhido maduro tem sabor e aroma superior ao tomate

colhido em estágio de amadurecimento anterior (MARCOS; JORGE, 2002, p. 490-496).

Devido ao fato do tomate ser um fruto climatérico, a colheita pode ser realizada a partir do momento que ele atinja a maturidade fisiológica (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 73-107). Na prática, o estágio de maturação é reconhecido pela mudança de coloração externa. À medida que o fruto amadurece diversas alterações fisiológicas, bioquímicas e visuais ocorrem, sendo a mais marcante a mudança de cor da casca e dos tecidos internos. As caracterizações dos diferentes estádios de maturação são descritos por Alvarenga e Souza (2004, p. 369-388):

- **Verde-maduro:** 100% da superfície possuem coloração verde, com tonalidade que varia de verde-clara a escura. Frutos com maturidade fisiológica completa apresentam o tecido locular com coloração predominantemente esverdeada e consistência gelatinosa.
- **Verde-rosado:** entre 1% e 10% da superfície do fruto possui coloração avermelhada ou amarelada, de acordo com a cultivar/híbrido analisada (o). Observa-se claramente que ocorre uma pequena mudança de coloração, de verde para avermelhada, na extremidade estilar (distal) do fruto. O tecido locular apresenta coloração avermelhado-clara e consistência gelatinosa.
- **Rosa-esverdeado:** entre 10% e 30% da superfície do fruto possui coloração avermelhada, rósea ou amarelada, ou combinação dessas, de acordo com a cultivar/híbrido analisada (o). O tecido locular apresenta coloração avermelhado-intensa e consistência gelatinosa.
- **Rósea:** entre 30% e 60% da superfície do fruto possui coloração avermelhada ou rósea, de acordo com a cultivar/híbrido analisada (o). O tecido locular apresenta coloração avermelhado-intensa e consistência gelatinosa.
- **Vermelho-claro:** entre 60% e 90% da superfície do fruto, não mais do que 90% da soma de todas as áreas superficiais, possui coloração rósea ou avermelhada ou vermelha, de acordo com a cultivar/híbrido analisada (o). O pericarpo interno radial dos frutos apresenta pontos de coloração amarela distribuídos ao acaso. O tecido locular apresenta coloração vermelho-intensa e consistência gelatinosa.
- **Vermelho:** mais de 90% da superfície do fruto, na soma de todas as áreas superficiais, possui coloração vermelho-intensa. O tecido locular apresenta

coloração vermelho-intensa e consistência gelatinosa. Em estádios mais avançados, o tecido locular apresenta sinais de liquefação.

Durante o amadurecimento, a composição e as propriedades texturais dos frutos sofrem alterações com o processo de senescência. Esses 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 (CARMO, 2004, 127p.).

2.4.2 Danos Causados na Época da Colheita

A colheita de frutos para mesa é efetuada manualmente. Desta forma, cuidados especiais devem ser tomados para evitar danos, pois os tomates têm casca muito fina, que pode ser facilmente danificada. Esses problemas são minimizados quando se reduz o manuseio, realizando-se operações de seleção, pesagem, embalagem e paletização no campo, devendo-se, inclusive, realizar o pré-resfriamento imediato para evitar perda de água em excesso (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 258-260).

Os danos mecânicos que ocorrem durante a operação de colheita aumentam as perdas durante o transporte e a contaminação dos frutos por fungos e bactérias. Mesmo na colheita manual, danos resultantes do manuseio inadequado das caixas contendo os frutos podem ser encontrados; os frutos são geralmente mal manuseados para dentro da carroceria do caminhão sem o devido cuidado (MORETTI *et al.*, 2000, p. 20-23). Em pesquisas realizadas para avaliação da etapa da colheita de tomates, as condições utilizadas para esse manejo são uma potencial fonte de perdas, influenciando na incidência de danos físicos e perda de massa e na qualidade final dos frutos durante o armazenamento (FERREIRA; FREITAS; LAZZARI, 2004, p. 329-335).

O estresse causado por danos físicos e mecânicos aos frutos causa aumento na respiração e na produção de etileno, e é uma porta de entrada de microrganismos patogênicos. Reduz a qualidade, em grande proporção, o que

constitui uma das principais causas de perdas dos produtos hortícolas na fase de pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 203-205).

2.5 PÓS-COLHEITA DO TOMATE

A pós-colheita é a fase na vida útil dos produtos hortícolas que se inicia no momento da separação dos mesmos de seu meio, por ato deliberado, com a intenção de utilização como alimento e termina quando são submetidos ao processo de preparação para o consumo final. O termo “pós-colheita” pode ser considerado como uma designação abrangente, que inclui todas as fases entre a colheita e o consumo do produto, inclusive as tecnologias de preservação ou ser limitado a etapas isoladas como a separação das porções comestíveis das não comestíveis. Ainda pode ser considerado, de forma restrita, como o estudo dos tecidos vegetais vivos, que respiram, e que foram separados da planta-mãe no ato da colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2006, p. 186).

2.5.1 Fisiologia dos Frutos Climatéricos

Climatério é o período da ontogenia de certos frutos (frutos climatéricos), durante o qual transformações bioquímicas são iniciadas pela elevação súbita da produção autocatalítica de etileno e da respiração, induzindo ao rápido amadurecimento. Marca a transição entre as fases de desenvolvimento e a senescência. É considerada como uma fase de reorganização metabólica, baseada em mudanças no padrão de síntese protéica, com síntese “de novo” de enzimas que catalizam as reações típicas do amadurecimento. O climatério é a fase da vida do fruto que separa o desenvolvimento da putrefação, ou seja, quando os tecidos começam a senescência. Essa fase é caracterizada pela perda de resistência às doenças, modificações nas características celulares e nas reações metabólicas, todas contribuindo para a deterioração do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2006, p. 57).

O climatério respiratório ocorre sob intensa atividade metabólica. Com predominância de reações oxidativas. A energia liberada é reutilizada, em diferentes etapas, para a produção de compostos intermediários requeridos para a síntese de numerosas substâncias químicas, que se formam a partir do climatério respiratório, até o completo amadurecimento do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 35-37). Essas vias operam como fonte de carbono e de energia para o crescimento e manutenção dos tecidos, e sua relação com a biossíntese de numerosos compostos

químicos responsáveis pelas características das espécies e/ou cultivares (TAIZ; ZEIGER, 2004, p. 546-547).

Em tomateiro têm sido identificados vários genes altamente regulados durante o amadurecimento, ocasionando o amolecimento do fruto devido à hidrólise da parede celular e a mudança da coloração do verde para o vermelho como consequência da perda da clorofila e da síntese do pigmento carotenóide licopeno (TAIZ; ZEIGER, 2004, p. 546-547). Ao mesmo tempo, são produzidos os componentes do aroma e do sabor (CHITARRA; CHITARRA, 2006, p. 57).

De acordo com Taiz e Zeiger (2004, p. 546-547) a análise do mRNA de frutos de tomateiros tipo selvagem e de plantas geneticamente modificadas para a deficiência em etileno revelaram que a expressão gênica durante o amadurecimento é regulada por pelo menos duas rotas independentes:

- Uma rota dependente do etileno inclui genes envolvidos com a biossíntese do licopeno e do aroma, do metabolismo respiratório e da ACC sintase;
- Uma rota de desenvolvimento independente do etileno inclui genes que codificam a ACC sintase e clorofilase.

Assim, nem todos os processos associados ao amadurecimento em tomate são dependentes do etileno (TAIZ; ZEIGER, 2004, p. 546-547). Com as pesquisas sobre a via biossintética do etileno e das enzimas envolvidas na sua formação de frutos climatéricos, foi possível desenvolvimento de plantas transgênicas com supressão ou produção reduzida de etileno, bem como o conhecimento de novos compostos considerados como potentes antagonistas da ação. Também já é possível a distinção entre as vias bioquímicas dependentes das independentes da produção de etileno, no processo de amadurecimento e do desenvolvimento da competência do fruto em sintetizar etileno e em responder ao seu estímulo (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 73-107).

O etileno é um dos principais fatores endógenos que estimulam a atividade respiratória e, como consequência, antecipa o amadurecimento e a senescência dos tecidos. É conhecido como o “hormônio do amadurecimento” por desencadear as reações características do climatério (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 73-107).

A maioria dos tecidos nos quais a respiração é acelerada pela presença do etileno apresenta quantidade significativa de reservas energéticas armazenadas. Tem sido sugerido que a habilidade do tecido em responder ao etileno, com o aumento da atividade respiratória, correlaciona-se com a presença da via alternativa

ou via de transporte de elétrons resistentes ao cianureto (HCN). Nesses tecidos, tanto o cianureto quanto o etileno estimulam a respiração, embora por mecanismos diferentes. O aumento da atividade respiratória em ambos os casos não envolve necessariamente a indução do amadurecimento e nem o estímulo de síntese de etileno. Em ambos, há estímulo da glicólise e aumento na formação de ATP (TAIZ; ZEIGER, 2004, p. 546-547).

O grande aumento na produção de etileno no início do amadurecimento dos frutos climatéricos é considerado como o fator iniciador das modificações na cor, no aroma, na textura e no *flavor*², bem como de outros atributos bioquímicos e fisiológicos.

2.5.2 Alterações Pós-Colheita

No tomate, as alterações na pós-colheita ocorrem principalmente devido danos causados na fase de colheita até a mesa do consumidor; esses danos podem ser mecânicos, fisiológicos ou patológicos, causando injúrias que comprometem a qualidade dos frutos e alterações no processo de senescência (FERREIRA; FREITAS; LAZZARI, 2004, p. 329-335). As alterações mais comuns que ocorrem durante o período de maturação do fruto são: a produção de etileno e outros compostos voláteis, mudanças na coloração, mudanças na taxa respiratória, na permeabilidade dos tecidos e na textura; além destes fatores ocorrem também mudanças químicas típicas da maturação, mudanças essas que atingem os carboidratos, os ácidos orgânicos, proteínas, ácidos fenólicos, pigmentos e pectinas, entre outras (WILLS *et al.*, 1981, p. 83-96).

² Termo em inglês utilizado para designar o conjunto de características do paladar (doce, ácido, salgado e amargo) e do olfato (percepção da fragrância de numerosas substâncias voláteis) dos alimentos, não havendo similar em português, uma vez que, gosto, sabor e paladar são utilizadas como sinônimos, mas não refletem as características de odor e aroma (CHITARRA; CHITARRA, 2006, p.108).

A manutenção da qualidade depende, em grande parte, dos cuidados adotados durante o período da colheita até a mesa do consumidor. O ponto de maturação é fundamental para a qualidade, devendo-se evitar a colheita de frutos imaturos, bem como em estágio avançado de maturação (ALVARENGA; SOUZA, 2004, p. 369-388).

Todas as transformações que interferem na qualidade sensorial afetam a vida de prateleira, aceitabilidade, valor nutritivo, sabor e aroma (FACHIN, 2003, 133p.). Em tomates frescos a qualidade é determinada pela aparência, firmeza, *flavor* e valor nutritivo (ARTÉS; SÁNCHEZ; TIJSKENS, 1998, p. 227-242).

2.5.3 Perdas Pós-colheita

As perdas agrícolas constituem de acordo com Tsunechiro *et al.* (1994, p. 1-15), em reduções na quantidade física do produto disponível para consumo, que podem vir acompanhadas pela diminuição na qualidade, minimizando o valor comercial ou nutritivo do produto. Segundo levantamento realizado pela Secretaria da Agricultura e Abastecimento de São Paulo, citado por Ferreira *et al.* (2006, p. 321-327), 14,92% de perdas pós-colheita em tomate para mesa ocorrerem por danos físicos (frutos amassados, rachados e com cortes) e 60% dessas perdas ocorre devido à má utilização de embalagens.

De acordo com Ferreira, Freitas e Lazzari (2004, p. 329-335) aproximadamente 21% da produção de tomates sofrem danos que impossibilitam a sua comercialização. Tal índice é consequência de técnicas inadequadas em todas as etapas do processo. Após a colheita, o tomate apresenta-se como um fruto altamente perecível. O fruto maduro possui vida útil de pós-colheita de aproximadamente uma semana, com perdas variando entre 25% e 50%, enquanto o fruto parcialmente maduro apresenta vida útil de até duas semanas, com 20% e 40% de perdas pós-colheita (MORETTI *et al.*, 2000, p. 20-23).

Segundo Chitarra e Chitarra (2006, p. 173) a perda pós-colheita é aquela resultante de danos ao produto hortícola após a colheita e de sua retirada da área de produção, ou seja, decorrente durante o transporte, armazenamento, processamento e/ou comercialização do produto vendável e em virtude da falta de

comercialização ou consumo do produto em tempo hábil. Condições agroclimáticas e outros fatores, como temperatura, umidade relativa, nível de danos por fungos e presença de outros microrganismos causadores de doenças, condições de armazenamento e cuidados durante o manuseio e transporte, determinam o grau de perda pós-colheita (ALVARENGA; SOUZA, 2004, p. 369-388).

As perdas pós-colheita podem ser classificadas como perdas qualitativas e perdas quantitativas. A perda qualitativa é usualmente descrita por comparação com padrões de qualidade, aceito localmente. Inclui perdas no sabor e no aroma, deterioração da textura e da aparência. As perdas qualitativas são de difícil avaliação por ser essa realizada de modo subjetivo. As perdas que ocorrem mediante deterioração, contaminação e mudanças na composição nutricional da matéria alimentícia são importantes e necessitam de melhor entendimento dos fenômenos de transformação do alimento, bem como de método mais acurado de medição. As perdas de caráter quantitativo correspondem à redução no peso do produto por perda de água ou perda de matéria seca; também podem ser incluídas nessa categoria as perdas por manuseio inadequado. A perda quantitativa é de maior significância imediata que a qualitativa, uma vez que tem maior possibilidade de ser evitada (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 164-183).

As alterações no tomate durante o processo da colheita até o consumidor são principalmente mecânicas, fisiológicas e patológicas. Danos mecânicos ocorrem durante o manuseio do produto. Danos fisiológicos e patológicos se dão, principalmente, na fase de produção, transporte e exposição (FERREIRA *et al.*, 2006, p. 321-327).

Em trabalho realizado por Ferreira, Freitas e Lazzari (2004, p. 329-335) avaliando a etapa de colheita de tomates de mesa, os autores concluíram que parte dos danos físicos tem origem no campo e durante o manuseio na etapa da colheita. Esse manuseio influencia a perda da qualidade dos frutos, com um aumento estatisticamente significativos na porcentagem de danos físicos e perda de massa. Esta perda na qualidade pode ser confirmada através da avaliação final após o período de armazenamento.

A mensuração e a quantificação dos danos físicos e perdas decorrentes desses danos sempre foram um desafio. Algumas alternativas são relatadas na literatura sobre diferentes metodologias para quantificação de danos físicos. O pesquisador Halsey (1955, p. 240-243) relatou, para tomate, a utilização de escalas

de notas relacionadas à severidade e a intensidade do dano físico. A medição do volume do dano pode ser feita cortando a área afetada e medindo-se o diâmetro e a profundidade do dano (CHEN; YAZDANI, 1991, p. 127-137).

Em pesquisa realizada por Ferreira *et al.* (2006, p. 321-327) eles utilizaram para a avaliação das perdas pós-colheita uma escala de 0-5, sendo (0) fruto apropriado para consumo; (1) descarte por dano físico superficial; (2) descarte por dano físico externo; (3) descarte por danos físico e podridão; (4) descarte por podridão, e (5) descarte por perda de água. Através desta escala de notas foi possível quantificar as perdas pós-colheita de caráter físico e perda de peso de forma progressiva e contínua.

Outro tipo de perda que os tomates sofrem são as perdas fisiológicas, que podem ser classificadas como normais e anormais. As perdas normais são aquelas decorrentes de fatores endógenos metabólicos que ocorrem em todos os sistemas vivos. As transformações metabólicas que ocorrem durante o amadurecimento e a senescência podem aumentar a suscetibilidade do vegetal aos danos mecânicos e ao ataque de patógenos durante sua vida pós-colheita. Em resumo, os principais fatores a serem considerados são: mudanças pela respiração e transpiração e senescência. As perdas anormais são aquelas ocasionadas por condições de estresse. É decorrente de qualquer influência externa, seja por dano físico, ataque de pragas, roedores, infecção fúngica ou bacteriana, excesso de temperatura (resfriamento, congelamento, alta temperatura), modificações na atmosfera, excesso ou falta de umidade, etc. (CHITARRA; CHITARRA, 2006, p. 173).

2.5.4 Conservação Pós-Colheita

No Brasil, com extensa dimensão continental e enorme potencial agrícola, as perdas na produção e após a colheita da maioria dos frutos e hortaliças são bastante significativas. Grande parte destas perdas ocorre devido à falta de condições adequadas de armazenamento, dificuldade no escoamento das mercadorias das regiões produtoras, baixa qualidade inicial dos produtos e/ou manuseio inadequado até que o produto chegue ao consumidor final (CARVALHO FILHO; HONÓRIO; GIL, 2006, p. 180-184).

Técnicas inovadoras de conservação pós-colheita que garantam a qualidade, a segurança e a durabilidade destes produtos sempre despertarão interesse de empresas, consumidores e da comunidade científica, principalmente se sua aplicação puder proporcionar expansão do mercado para os produtores brasileiros em nível nacional e internacional (MAIA; PORTE; SOUZA, 2000, p. 105-128).

A vida útil dos produtos hortícolas pós-colheita pode ser prolongada com a manutenção da qualidade, pelo uso de tecnologias desenvolvidas com essa finalidade. Diferentes tratamentos com aditivos químicos (VALVERDE *et al.*, 2005, p. 7807-7813), reguladores vegetais (BIASI; ZANETTE, 2000, p. 39-44; LICHTER *et al.*, 2002, p. 301-308), antagonistas de etileno, películas e ceras (AZEREDO; JARDINE, 2000, p. 74-82; LEMOS, 2006, 115 p.) ou ainda métodos físicos, como abaixamento ou elevação da temperatura (CHIUMARELLI; FERREIRA, 2006, p. 381-385), controle das condições atmosféricas, uso de radiação (DOMARCO *et al.*, 1999), entre outros apresentam resultados satisfatórios na manutenção da qualidade e prolongamento da vida de prateleira de frutas e hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 191-198).

Nos últimos anos, tem ocorrido um interesse crescente pelo desenvolvimento de formulações de filmes e coberturas comestíveis aplicáveis à superfície dos produtos perecíveis, como frutas e hortaliças (KLUGE; MINAMI, 1997, p. 39-44; REIS *et al.*, 2007, p. 487-493; LEMOS, 2006, 130p.; CHIUMARELLI; FERREIRA, 2006, p. 381-385; CARVALHO FILHO; HONÓRIO; GIL, 2006, p. 180-184). A cerosidade de um fruto perdida durante o processo de beneficiamento, lavagem e polimento têm sido reconstituídos pelo uso de ceras, aplicadas por imersão ou pulverização, reduzindo a perda de água e conferindo aspecto atrativo após a secagem e polimento (SÃO JOSÉ; SOUZA, 1992, 110p.; WILLS *et al.*, 2004, 262p.; CHIUMARELLI; FERREIRA, 2006, p. 381-385).

2.6 BIOFILMES COMESTÍVEIS

As películas comestíveis podem ser classificadas em filmes e coberturas. Embora os termos sejam muitas vezes utilizados indiscriminadamente, a diferença básica é que os filmes são pré-formados, separadamente, do produto. Já as coberturas são formadas sobre a própria superfície do alimento, o que pode ser efetuado, por exemplo, por imersão ou aspersão (KESTER; FENNEMA, 1986). O revestimento é formado a partir de um agente espessante, que após aplicação no produto forma uma película ao seu redor, agindo como uma barreira para trocas gasosas e perda de vapor de água, modificando a atmosfera e retardando o amadurecimento de frutas e hortaliças (VICENTINI *et al.*, 1999, 85p.).

Os biofilmes são elaborados à base de macromoléculas biológicas capazes de formar uma matriz contínua (KESTER; FENNEMA, 1986, p. 47-59). Dentre os biopolímeros utilizados na elaboração de biofilmes destacam-se: o amido, a pectina, a celulose e seus derivados, o colágeno, a gelatina e as proteínas miofibrilares. Dependendo da formulação utilizada, os biofilmes podem ser classificados como comestíveis ou biodegradáveis (CARVALHO *et al.*, 1997, p. 94-97).

De acordo com AZEREDO (2003, p. 74-82) as películas podem ser obtidas de diferentes tipos de materiais, sendo mais utilizados os polissacarídios, as proteínas e os lipídios. Cada categoria de componentes das coberturas apresenta vantagens e limitações. Devido isto, muitos trabalhos têm desenvolvido combinações desses materiais para melhorar as propriedades das coberturas (DAMASCENO *et al.*, 2003, p. 377-380; OLIVEIRA; CEREDA, 2003, p. 28-33; BATISTA; TANADA-PALMU; GROSSO, 2005, p. 781-788). Películas compostas de polissacarídios e lipídios, por exemplo, combinam as propriedades mecânicas e barreira aos gases conferidos pelos polissacarídios com barreira à umidade proporcionada pelos lipídios (KESTER; FENNEMA, 1986, p. 47-59; DONHOWE; FENNEMA, 1992, p. 1081-1087; SAPRU; LABUZA, 1994, p. 359-368; CHEN; NUSSINOVITCH, 2001, p. 127-137).

As coberturas comestíveis também conhecidas por revestimentos comestíveis são um tipo de tecnologia que utiliza formulações preparadas com substâncias reconhecidas como seguras (GRAS = "Generally Recognized Safe") (CHITARRA; CHITARRA, 2006, p. 203-204).

A aplicação de revestimento superficial requer o conhecimento do material utilizado e do seu modo de degradação, bem como da fisiologia e do metabolismo do produto vegetal. O revestimento deve reduzir a respiração e a produção de etileno pelo produto, além de carrear aditivos químicos que auxiliem na manutenção da qualidade e que reduzam a deterioração por microorganismos (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 338-339).

A aplicação de filmes e coberturas tem uso muito promissora no mercado mundial, pelas diversas vantagens que apresentam. As coberturas são biodegradáveis, sendo consumidas como parte do produto, com redução na poluição ambiental; apresentam custo e conveniência de uso vantajoso em relação aos sistemas convencionais de embalagens; nela podem ser incorporados aditivos que melhoram as propriedades sensoriais e nutricionais com segurança no uso (BIASI; ZANETTE, 2000, p. 39-44; BATISTA; TANADA-PALMU; GROSSO, 2005, p. 781-788); retarda a perda de peso e a desidratação dos produtos hortícolas, o que resulta em produtos túrgidos e comercializáveis por períodos mais longos de tempo (LENART; PIOTROWSKI, 1995, p. 195-200); as ceras e coberturas criam uma atmosfera modificada interna no produto, evitando a necessidade de estocagem em atmosfera controlada a qual implica em custos operacionais e equipamentos (KESTER; FENNEMA, 1986, p. 47-59).

O uso das coberturas apresenta também como vantagens a manutenção dos atributos sensoriais, como a manutenção da aparência. As películas de baixa permeabilidade a gases reduzem as taxas de escurecimento enzimático (AZEREDO; JARDINE, 2000, p. 74-82); o brilho superficial aumenta com o uso de ceras, resinas ou misturas, bem como pelo uso de óleos (CARVALHO FILHO; HONÓRIO; GIL, 2006, p. 180-184), o que melhora a aparência (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 338).

2.6.1 Uso de Biofilme à Base de Éster de Sacarose

Dentre as películas comestíveis destacam-se aquelas produzidas à base de éster de sacarose, que são derivadas de ácidos graxos, carboximetilcelulose sódica, mono e diglicerídios. No mercado internacional podem-se encontrar produtos a base

de éster de sacarose sob o nome de TAL-PROLONG[®] ou *Semperfresh*[®]. No Brasil o produto pode ser encontrado como TENSAC 1990[®]. Estes produtos têm apresentado resultados promissores em diversas frutas, mantendo a sua firmeza, reduzindo a incidência de fungos e distúrbios fisiológicos e evitando perdas elevadas de peso fresco (KLUGE; CANTILLANO; JORGE, 1995, p. 509-513). Os pesquisadores Dinamarca *et al.* (1989, p. 116-121) verificaram efeito benéfico da aplicação de ésteres de sacarose na manutenção da firmeza e cor da epiderme de ameixas.

Segundo Kester e Fennema (1986, p. 47-59) a aplicação de revestimento à base de éster de sacarose-carboximetilcelulose (CMC) em bananas verdes proporciona a redução da permeabilidade ao O₂ em cinco vezes e a permeabilidade ao CO₂ em menos de duas vezes, quando comparados com bananas não-revestidas. Estes resultados indicam que o revestimento é diferencialmente permeável ao oxigênio e ao dióxido de carbono. A composição interna de gases modificada das bananas revestidas diminuiu a taxa de respiração aeróbica e retardou a ascensão climatérica associada com o amadurecimento.

De acordo com Kluge, Cantillano e Jorge (1995, p. 509-513) a aplicação de revestimentos à base de éster de sacarose em ameixa antes do armazenamento refrigerado reduz a incidência de podridões causadas por fungos, reduz a desidratação interna da polpa e as perdas de peso das frutas, além de manter sua coloração. Os autores ainda concluíram que o revestimento evita perdas elevadas de acidez e aumentos excessivos na relação SST/ATT. Em pêssegos 'BR-6' armazenados por 20 dias a 0°C o revestimento à base de éster de sacarose evita o escurecimento de polpa (KLUGE *et al.*, 1998, 5p.). Em maçãs, foi verificado que aplicações pré-armazenamento com éster de sacarose mantiveram a firmeza de polpa e diminuíram a desidratação das frutas (DRAKE *et al.*, 1987, p. 1283-1285). Em pêras a aplicação de éster de sacarose, na dose de 1%, proporcionou a manutenção da acidez e da firmeza, além do atraso no desenvolvimento da coloração (MEHERIUK; LAU, 1988, p. 222-226).

Em estudo realizado por Tadini, Matai e Silvério ([19—]) foi utilizado éster de sacarose na avaliação da velocidade de amadurecimento de bananas. O tratamento mostrou-se eficiente em retardar a maturação devido à formação de uma fina camada protetora, acionando a diminuição das trocas gasosas com o ambiente. Os autores concluíram que este processo não tem efeitos adversos, já que o éster de

sacarose não migra para o interior do fruto; e também demonstraram que o produto é de fácil aplicação.

O éster de sacarose foi testado em tomates 'Santa Clara' em uma concentração de 2%, mostrando-se eficiente ao atrasar o desenvolvimento da coloração até nove dias e manter os frutos mais firmes ao final de 15 dias de armazenamento (KLUGE; MINAMI, 1997, p. 39-44).

2.6.2 Uso de Biofilme à Base de Pectina

Alguns revestimentos comestíveis utilizados em frutas e hortaliças apresentam outros polissacarídios como base de sua composição. Os polissacarídios importantes para obtenção de biofilmes são: alginatos, pectinatos, quitosanas, pululanas, elisanas e levanas (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 342-343). O revestimento de gel de pectina retarda a perda de água de alimentos recobertos, por sua ação como agentes sacrificantes (KESTER; FENNEMA, 1986, p. 47-59).

A pectina é um polissacarídio estrutural das células vegetais, composto de polímeros de ácido D-galacturônico com vários graus de metil-esterificação. A desesterificação química da pectina resulta em pectina de baixo teor de cálcio (MAIA *et al.*, 2000). A geleificação das pectinas de baixo grau de esterificação resulta da ligação iônica através de pontes de cálcio entre dois grupos carboxílicos pertencentes a cadeias diferentes, próximas fisicamente. Apresenta baixa permeabilidade ao O₂ e não é barreira adequada à umidade (PEREIRA *et al.*, 2006, p. 1116-1119).

Os filmes elaborados com pectinas são mais eficientes em produtos com baixo teor de umidade. Geralmente, utiliza-se pectina com baixo grau de metoxilação, cloreto de cálcio, um plasticizante e, algumas vezes, adicionam-se ácidos orgânicos. Apresentam baixa permeabilidade ao O₂ e não é uma barreira adequada à umidade. A permeabilidade dos filmes à base de pectina à temperatura de 25°C, com espessura aproximada de 0,036 mm é de 8,2 g mm⁻¹/m²mmHg⁻¹dia⁻¹ (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 344-345).

Para formação de biofilmes comestíveis à base de pectina, não foram encontrados trabalhos com recomendação de concentração ideal do produto para revestimento de frutas e hortaliças.

2.6.3 Uso de Biofilme à Base de Amido

O amido de milho normal é formado por 25% de amilose e 75% de amilopectina, aproximadamente. A amilose é uma cadeia linear de resíduos de D-glicose (ligações glicosídicas α 1 \rightarrow 4). A amilopectina é uma cadeia ramificada formada por unidades de glicose ligadas por ligações α 1 \rightarrow 4 e α 1 \rightarrow 6. Algumas variedades de milho apresentam teor de amilose acima de 85% (MAIA; PORTE; SOUZA, 2000, p. 105-128).

O grânulo de amido, constituído por dois polissacarídeos, a amilose e amilopectina, pode ser submetido ao processo de formação do gel, que consiste no aquecimento de uma solução de amido-água até temperatura de 60 - 70°C. Durante esse fenômeno ocorre a ruptura das estruturas cristalinas do grânulo de amido, o qual absorve água e entumece irreversivelmente, adquirindo tamanho maior que o original. Após a gelatinização do amido, quando a temperatura é reduzida à temperatura ambiente, ocorre um rearranjo das moléculas por ligações de hidrogênio, fator que favorece a recristalização a retrogradação (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004, p. 403-406).

A retrogradação do amido é um fenômeno que deve ser minimizado por se tratar da reconstrução de uma estrutura mais rígida devido às cadeias de amilose ficarem mais disponíveis para se rearranjarem durante a vida de prateleira do produto alimentício, resultando em maior perda de água do sistema e endurecimento do produto final (LOBO; LEMOS SILVA, 2003, p. 219-226).

As coberturas à base de amido vêm sendo muito pesquisadas na pós-colheita de frutas e hortaliças (VICENTINI; CASTRO; CÂMARA, 1999, p. 713-716; OLIVEIRA; CEREDA, 2003, p. 28-33; DAMASCENO *et al.*, 2003, p. 377-380; HOJO *et al.*, 2007, p. 184-190) por ser um excelente material para a elaboração de coberturas comestíveis, principalmente pela capacidade de formação de películas da

amilose, a qual apresenta estrutura linear apropriada (MAIA; PORTE; SOUZA, 2000, p. 105-128).

Os biofilmes produzidos de amido não apresentam resistência à passagem de vapor de água. No caso de filmes de amilose pura, as películas apresentam uma resistência ao transporte de oxigênio. As propriedades dos filmes à base de amido são citadas por Krochta e Mulder-Johnston (1997, p. 61-74), como sendo pobre a barreira à umidade, barreira moderada ao O₂ e propriedade mecânica (proteção a danos mecânicos) moderada. Quanto a permeabilidade ao vapor d'água em temperatura de 37,7°C e espessura aproximada de 1,19 mm apresenta 29,3 g.mm⁻¹/m² mmHg⁻¹.dia⁻¹ (GONTARD; GUILBERT, 1996, p. 3-15).

Muitos estudos vêm sendo realizados com o objetivo de demonstrar a viabilidade do uso de biofilmes de fécula de mandioca em diferentes concentrações na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças. O pesquisador Oliveira (1996, 73p.) concluiu que a película de fécula de mandioca proporciona ótimo brilho aos frutos tratados, mas o atributo limitante ainda continua sendo a perda de massa fresca. A aplicação de biofilmes de fécula de mandioca em couve-flor resultou em textura mais firme, menor teor de acidez titulável e redução da taxa de respiração, além de que as inflorescências recobertas com películas com 4% de concentração mostraram-se superiores as demais concentrações (VICENTINI, 1999, 85p.).

Em pimentões, o uso de película de fécula de mandioca, propiciou redução na perda de massa e manutenção da textura, com biofilme de 3% de concentração (VICENTINI *et al.*, 1999, p. 713-716). Em pesquisa realizada por REIS *et al.*, 2006, p. 487-493, com pepino japonês, a película reduziu significativamente a perda de massa das amostras mantidas sob refrigeração, principalmente a 4% de concentração, contrariando Vicentini e Cereda (1999, p. 127-130). A aplicação de película de fécula de mandioca na concentração mais elevada (4%) proporcionou ao pepino um aspecto melhor de conservação, tornando o produto mais atraente e com mais elasticidade.

Frutos de mamão Formosa 'Tainung 1' tiveram sua vida de prateleira prolongada em quatro dias com revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca a 1% e 3%, sem terem sua qualidade prejudicada em função do retardamento do processo de maturação (PEREIRA *et al.*, 2006, p. 1116-1119). Em pesquisa realizada com manga 'Surpresa' a fécula de mandioca retarda o desenvolvimento da coloração da casca e da polpa, o que melhora o aspecto da

fruta, além de reduzir a perda de água e prolongar a vida de prateleira de sete para doze dias (SCANAVACA JÚNIOR; FONSECA; PEREIRA, 2007, p. 67-71).

De acordo com Oliveira (1996, p. 28-33) a cobertura à base de fécula de mandioca causa a diminuição na perda de massa em mamão e em goiabas, estes resultados contrariam os obtidos por Vieites (1997, p. 93-110) que observou maiores perdas de massa em tomate, com a utilização de biofilme de amido. No estudo do comportamento pós-colheita de pepino do grupo caipira com fécula de mandioca natural, modificada e na mistura de ambas, em diversas concentrações, elas não se mostraram eficiente no prolongamento da vida de prateleira, embora não tenham conferido características indesejáveis. Os filmes de fécula natural nas concentrações de 3% e 5% conferiram brilho mais intenso ao pepino (VICENTINI; CEREDA, 1999, p. 127-130). A utilização de fécula de mandioca no recobrimento dos frutos de tomate não melhorou a conservação pós-colheita, mas também não foi prejudicial. A película não reduziu significativamente a perda de massa dos frutos, embora na concentração a 3% a perda de massa tenha sido menor que a apresentada pela testemunha e película a 2%. A aplicação de película de fécula de mandioca na concentração mais elevada (3%) propiciou que o fruto apresentasse um aspecto melhor de conservação, tornando o produto mais atraente (DAMASCENO *et al.*, 2003, p. 377-380).

2.7 QUALIDADE E ÍNDICES FÍSICO-QUÍMICOS

A qualidade não é um atributo único bem definido e sim, um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto hortícola que engloba propriedades sensoriais, valor nutritivo e multifuncional decorrentes dos componentes químicos, propriedades mecânicas, bem com a ausência ou presença de defeitos do produto. A qualidade “ótima” de um produto hortícola pode ser considerada como aquela atingida num determinado grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento, em que a combinação de atributos físicos, químicos e sensoriais tem o máximo de aceitação pelo consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 541).

Entre os principais fatores que influenciam a qualidade estão os fatores genéticos, a seleção de cultivares/híbridos, e os fatores ambientais na pré-colheita. A maturidade é um dos fatores que mais influencia a qualidade de frutas e hortaliças (CARMO, 2004, 127p.).

No período pós-colheita as transformações são mais rápidas à medida que aumenta a temperatura de exposição dos frutos. O tomate durante o período de amadurecimento apresenta uma série de transformações físico-químicas, caracterizadas por alterações fisiológicas e bioquímicas no fruto, como: mudança de cor, melhoria da aparência, redução da firmeza de polpa, perda de peso, aumento dos teores de sólidos solúveis totais, diminuição do pH, e diminuição dos teores de acidez titulável. Tais indicadores servem como parâmetro de qualidade do fruto, aos quais podem ser agregados outros indicadores, como presença de pesticidas e contagem de microrganismos, relacionados, respectivamente ao manejo durante a produção e a pós-colheita (FERREIRA, 2004, 321p.).

2.7.1 Perda de Peso

A perda de peso de frutas e hortaliças na pós-colheita ocorre principalmente devido a respiração e a transpiração (FERREIRA, 2004, p. 166-180). Segundo Bhowmik e Pan (1992) a respiração é a maior responsável pela perda de peso das frutas e hortaliças, mecanismo esse onde a água é perdida devido à diferença de pressão de vapor d'água entre a atmosfera circundante e a superfície do fruto. A redução de peso também ocorre devido à transpiração, com a eliminação de CO₂ para a atmosfera. Quando a perda d'água é alta pode alterar a aparência e a aceitabilidade do produto como alimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 671).

Em condições ambientais, a umidade do ar é menor do que a do fruto, aumentando o Déficit de Pressão de Vapor (DPV) e favorecendo a perda de água para o ambiente (KLUGE; MINAMI, 1997, p. 39-44; CORTEZ; HONÓRIO; MORETTI 2002, 428p.) de modo que numa situação inversa tomates estocados em alta umidade relativa (98%), a redução de peso é menor (BHOWMIK; PAN, 1992). A perda de peso pode ser também devido à atividade das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase, que aumenta a permeabilidade da parede celular, devido ao

amaciamento causado pela diminuição das forças coesivas que mantêm as células unidas (TAIZ; ZEIGER, 2004, p. 341-343). Cultivares de tomates analisados por Atta Aly *et al.* (1986, p. 183-190) apresentaram mais perda de peso em altas temperaturas, mas sem diferença significativa.

Alguma perda de peso é inevitável, mas aquela responsável pelo murchamento ou enrugamento deve ser evitada. O murchamento pode ser retardado, reduzindo-se a taxa de respiração, o que pode ser feito por aumento da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura (NUNES *et al.*, 2004, p. 348-440; LEMOS, 2006, 130p.), redução do movimento do ar e uso de embalagens protetoras (HOJO *et al.*, 2007, p. 184-190). Dentre as tecnologias desenvolvidas para manutenção da qualidade pós-colheita também pode ser citada o uso de filmes plásticos, ceras (BIASI; ZANETTE, 2000, p. 39-44) e filmes comestíveis (VICENTINI *et al.*, 1999, p. 713-716; OLIVEIRA; CEREDA, 2003, p. 28-33; BATISTA; TANADA-PALMU; GROSSO, 2005, p. 781-788).

Na pesquisa de Bhowmik e Pan (1992), a perda de água nos tomates foi associada com o encolhimento da pele, amolecimento, aparência menos atrativa dos frutos devido ao enrugamento da superfície que levou a perda da cor brilhante, (KLUGE; MINAMI, 1997, p. 39-44). A perda de água ocasiona o enrugamento dos tecidos, amaciamento da polpa e perda de massa fresca (FERREIRA, 2004, 231p.). A perda máxima aceitável de água para tomates é de 7%, acima desta faixa, ocorre perda de turgor celular e conseqüentemente murchamento dos tecidos, tornando o tomate inadequado para a comercialização. O teor médio de umidade de tomates é de 94,45% (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 487-488).

Trabalhos realizados com o uso de biofilmes de fécula de mandioca, com o objetivo de reduzir perda de peso, apresentaram resultados estatisticamente significativos (OLIVEIRA, 1996, 73p; CEREDA *et al.*, 1992, 102p). Em pesquisa realizada por Kluge, Cantillano e Jorge (1995, p. 509-513) o uso de biofilmes à base de éster de sacarose em ameixas reduziu a perda de peso por formar uma película que bloqueia os estômatos, impedindo a desidratação das frutas.

O percentual de perda de peso de tomate 'Débora' foi medido por Vieites *et al.* (1998, p. 399-402) para investigar o efeito da embalagem de polietileno e diferentes tipos de ceras na conservação pós-colheita de tomates. Os autores verificaram uma perda de peso de 8,36% no período de 21 dias de armazenamento, em temperatura ambiente. Enquanto que Wills e Ku (2002, p. 83-96) registraram

uma perda de peso de 3,8% em 10 dias de armazenamento a 20°C em tomates verdes maduros 'Clarion'.

Para tomates longa-vida, a perda de peso fresco durante armazenamento em temperatura ambiente (25°C) varia de 3,10% a 5,10% durante 15 dias de armazenamento (KLUGE; MINAMI, 1997, p. 39-44; DAMASCENO *et al.*, 2003, p. 377-380; CHIUMARELLI; FERREIRA, 2006, p. 381-385).

2.7.2 Coloração

De acordo com Giordano *et al.* (2000) a coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor; a cor é um parâmetro essencial para classificação dos frutos. Para tomates maduros, as características desejadas de coloração do fruto, deve ser cor vermelha intensa e uniforme, externa e internamente. Tomates com boa coloração apresentam teores de licopeno (pigmento responsável pela coloração vermelha) na faixa de 5 a 8 mg/100 gramas de polpa.

Os pigmentos são compostos químicos com coloração variada presente em frutas e hortaliças, agrupadas em quatro classes distintas: clorofilas, carotenóides, flavonóides (antocianinas) e betalaínas (distribuição muito limitada). Usualmente, com a evolução da maturação dos tecidos, há degradação da clorofila, tornando visíveis pigmentos pré-existentes e/ou ocorre síntese de novos pigmentos responsáveis pela coloração característica de cada espécie ou de cada cultivar. As mudanças no teor dos pigmentos presentes nos produtos hortícolas podem ser utilizadas como indicadores da qualidade do produto e do processo de envelhecimento, antes que as transformações de degradação se tornem visíveis (CHITARRA; CHITARRA, 2006, p. 178).

A coloração varia intensamente entre as cultivares, onde os produtos de cor forte e brilhante são os preferidos, embora a cor, na maioria dos casos, não contribua para um aumento efetivo do valor nutritivo ou da qualidade comestível do produto (BORGUINI, 2002, p. 47-48). A diferença de coloração entre as cultivares de uma mesma espécie deve-se às diferenças na concentração e proporção entre os pigmentos. É de interesse que haja uniformidade e intensidade de cor no produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 684).

A coloração dos frutos pode ser medida por colorimetria, através de um aparelho chamado colorímetro (ALMEIDA, 1995, 102p.). O colorímetro é um aparelho baseado na colorimetria, técnica de avaliação das cores refletidas pelos objetos, ou seja, os colorímetros captam a luz refletida dos objetos e através de uma célula fotossensível e um medidor indicam em escala numérica, uma leitura que é representada por **L** (representa o brilho), **a** (representa a variação da seção vermelha a verde do espectro de luz) e **b** (representa a variação da seção amarela ao azul do espectro de luz) (LEÃO; PEIXOTO; VIEIRA, 2006, p. 7-15).

De acordo com Almeida (1995, 102p.), de maneira geral, na determinação da cor do tomate ao longo do período de maturação, podem-se sugerir três estágios de cromaticidade. Um estágio inicial, quando o tomate apresenta-se com menos cromas, esse se refere ao período entre o primeiro e o oitavo dia de maturação; um estágio intermediário, quando o tomate apresenta-se com cromas um pouco mais elevados, o que se espera que ocorra entre o oitavo e o décimo quinto dia de maturação; e o estágio final, quando o tomate revela o maior cromas (a partir do décimo quinto dia de maturação).

Em pesquisa realizada com tomates, Borguini (2002, p. 47- 48) afirma que os resultados encontrados nas leituras do colorímetro correlacionam-se bem com a percepção dos julgadores no que se refere à cor subjetiva (sensorial).

2.7.3 Firmeza de Polpa

A firmeza é uma das sensações da textura de um fruto, ela relaciona-se com a força necessária para que o produto atinja uma dada deformação. Nos frutos “verdes”, o material péctico, encontra-se principalmente na forma de protopectina, insolúvel em água, que promove a resistência dos tecidos (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2001, p. 489-502). Com o processo de amadurecimento, o comprimento da cadeia polimérica diminui formando uma pectina solúvel em água e com pouca resistência, diminuindo a rigidez do fruto (LEMOS, 2006, 130p.). A mudança da textura de um fruto é um processo complexo onde ocorre além da redução do tamanho e distribuição dos polímeros das paredes celulares, mas também devido à perda de turgor celular, ação de enzimas hidrolíticas e mecanismos não enzimáticos

como a perda excessiva de água pela transpiração (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 678-679). Esse amolecimento ocorre em razão da diminuição das forças coesivas que mantêm as células unidas decorrentes da decomposição da protopectina pela ação das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase (FACHIN, 2003, 133p.).

A medição da firmeza da polpa visa o estabelecimento indireto das transformações na estrutura celular, tamanho das células e alterações bioquímicas na parede celular, que são os fatores responsáveis pela textura. A maturidade dos frutos, utilizando a rigidez da polpa como índice, correlaciona-se com a resistência do fruto. Na medida em que o fruto amadurece, a força exercida decresce e a deformação aumenta, decrescendo, portanto, a energia, visto que esta é proporcional ao produto de força e deformação (CHITARRA, 1998, p. 1-58).

Os métodos objetivos de avaliação da firmeza correspondem a uma expressão numérica das características com auxílio de instrumentos. As medições com penetrômetro são bem correlacionadas com a percepção humana de firmeza. Com isto esta técnica tem sido largamente aceita para muitos produtos (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 678).

De acordo com Resende *et al.* (1997, p. 92-98) a resistência do tomate à compressão, durante o amadurecimento, utilizando o penetrômetro, a ruptura dos tomates, conservados em temperatura ambiente, foi obtida por meio da adoção de uma força média de 12 kgf no primeiro dia e de 2,9 kgf no 15º dia de estocagem. Para Borguini (2002, 110p.) os valores de firmeza observados para as cultivares Carmem e Débora foram de 9,38 kgf a 10,28 kgf.

2.7.4 Sólidos Solúveis Totais (SST)

De acordo com Chitarra e Chitarra (2006, p. 212-213) os sólidos solúveis são a porções dos sólidos totais que se encontram dissolvidos na seiva vacular. É a fração que corresponde à obtida por subtração dos sólidos insolúveis em água (SAI) dos sólidos totais. Em frutas, correspondem principalmente aos açúcares, minerais e as pectinas, os quais se encontram em solução no vacúolo. Sendo compostos principalmente por açúcares, representam indiretamente o teor destes compostos no

produto. Faz-se a leitura com auxílio do refratômetro, expressando-se os resultados em percentagem ou graus Brix ($^{\circ}$ B).

Grande parte dos sólidos solúveis totais em tomate é composta por açúcares (glicose e frutose) formados a partir da hidrólise do amido, os quais constituem importantes componentes do sabor e doçura dos frutos através do equilíbrio com os ácidos orgânicos (GÓMES; CAMELO, 2002, p. 38-43).

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 um aumento no teor de sólidos solúveis, isto porque há concentração nos teores de açúcares no interior dos tecidos (KLUGE; MINAMI, 1997, p. 39-44).

O teor de sólidos solúveis no fruto, além de ser uma característica genética da cultivar/híbrido, é influenciado pela adubação, temperatura e irrigação. Os valores médios de Brix nos tomates são bastante baixos ($4,5^{\circ}$ B) (GIORDANO *et al.*, 2000). O teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento dos frutos através dos processos bioquímicos de degradação de polissacarídeos. As variações entre espécies são da ordem de 10% para frutos e 2% a 5% para olerícolas (FERREIRA, 2004, p. 166-180).

De acordo com Zambrano *et al.* (1996, p. 61-72) foram encontrados de 3,14% a 2,72% de açúcares redutores em tomate da cultivar Rio Grande e 3,07% a 2,63% na cultivar Walter quando os frutos foram colhidos no estágio verde maduro e maturados em salas, e frutos colhidos nos diferentes estádios de maturação da planta. A diferença pode ser explicada, pois cultivares pode conter níveis diferentes de açúcares e ácidos que determinam a intensidade da acidez e da doçura na percepção sensorial dos julgadores, de maneira que a percepção destes afeta também na avaliação da qualidade global do fruto.

Os índices de SST em tomates de mesa têm sido investigados por diversos autores. Os teores variam de $4,8^{\circ}$ Brix (JONES; SCOTT, 1983, p. 845-855); $4,5^{\circ}$ Brix (BHOWMIK; PAN, 1992); $4,44^{\circ}$ Brix (ZAMBRANO; MOYEJA; PACHECO, 1996, p. 61-72); $4,88^{\circ}$ Brix (LISIEWSKA; KMIECIK, 2000, p. 167-173); $4,03^{\circ}$ Brix a $5,0^{\circ}$ Brix (NYALALA; WAINWRIGHT, 1998, p. 151-154). Porém, esses valores foram maiores em comparação aos observados ($3,19^{\circ}$ Brix a $3,53^{\circ}$ Brix) por Kluge e Minami (1997, p. 39-44) e menores aos encontrados ($5,3^{\circ}$ Brix) por Artes, Sanches e Tijkskens (1998, p. 427-431).

Em pesquisa realizada por Azodanlou *et al.* (2003, p. 223-233) a qualidade de 28 cultivares de tomate de mesa cultivados no período de 1997 - 1999; foram avaliados através da análise sensorial, teste de consumidor, análise instrumental da textura e SST. Os valores de 4,3°Brix a 5,4°Brix encontrados nas amostras de 1999 levaram a uma significativa correlação entre o conteúdo de açúcar total em °Brix com a qualidade global atribuída pelos consumidores; enquanto que as amostras avaliadas em 1998 tiveram pouca correlação, atribuída à heterogeneidade dos frutos avaliados.

2.7.5 Acidez Total Titulável (ATT)

A acidez titulável é definida por Chitarra e Chitarra (2006, p. 16) como sendo o conjunto de compostos ácidos livres presentes nos tecidos vegetais, avaliados por titulação com auxílio de solução de NaOH 0,1N. A acidez total em frutos mede a quantidade de ácidos orgânicos que podem estar relacionados à adstringência do tomate (GIORDANO; SILVA, 2000, 168p.).

Os ácidos orgânicos presentes nos tecidos vegetais podem ser encontrados na forma livre ou esterificada e os ácidos fracos livres, na presença de sais de potássio. Com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação. A acidez pode ser utilizada, em conjunto com a doçura, como ponto de referência do grau de maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 680). Os ácidos orgânicos encontrados no tomate influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção da qualidade (OLIVEIRA *et al.*, 1999, 73p.).

Teoricamente o tomate é considerado um fruto de baixa acidez, aproximadamente 0,1% (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 680). Tomates vermelhos cv. Rio Grande e Walter colhido no estágio rosado por Zambrano *et al.* (1996, p. 61-72) apresentaram 0,45% e 0,46% de acidez, respectivamente, e as mesmas cultivares colhidas no estágio vermelho apresentaram 0,41% e 0,40%, respectivamente. De acordo com os valores encontrados para acidez titulável em tomate é possível observar que a acidez titulável dos frutos é dependente de vários fatores intrínsecos e extrínsecos da planta como, cultivares, condições

edafoclimáticas, tratos culturais (adubação, manejo do solo, raleio, irrigação, etc.) e fatores fisiológicos (área foliar, biossíntese orgânica, etc.) (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A acidez é usualmente determinada por titulometria. Os resultados podem ser expressos em mEq/100 mL de suco ou em percentagem do ácido principal, no caso do tomate o ácido cítrico, assumido como o único presente. Como os ácidos orgânicos encontram-se presentes em misturas complexas, a expressão dos resultados em mEq é mais correta (GIORDANO *et al.*, 2000).

Para os valores de acidez titulável Resende *et al.* (1997, p. 92-98) encontraram 0,33% a 0,41% de acidez titulável em tomate de mesa do grupo multilocular híbrido F1, 0,35% foram registrados por Gil, Conesa e Artés (2002, p. 199-207) em tomate cv. Durinta e o mesmo valor também encontrado por Lisiewska e Kmiecik (2000, p. 167-173) para a cv. Micra RS. Resultados também próximos em acidez titulável foram verificados por Sampaio e Fontes (1998, p. 136-139) em cultivar Santa Clara (0,29% a 0,33%) e em tomates vermelhos cv. Sunbeam (0,31%) amadurecidos a 20°C durante 11 dias (McDONALD; McCOLLUM; BALDWIN, 1999, p. 147-155). Tomates cv. Rio Grande e Walter, colhidos na planta no estágio rosado por Zambrano, Moya e Pacheco (1996, p. 61-72) apresentaram 0,45% e 0,46%, respectivamente e as mesmas cultivares colhidas no estágio vermelho apresentaram 0,41% e 0,40%, respectivamente. Maiores valores foram encontrados por Feltrin *et al.* (2002, p. 49-57) que registraram 0,77% em tomate híbrido cv. Rocio, no estágio vermelho e Wills e Ku (2002, p. 85-90) que encontraram 0,97% a 1,1% em tomate vermelho cv. Clarion.

2.7.6 Relação SST/ATT

Em muitas frutas, o equivalente entre os ácidos orgânicos e os açúcares é utilizado como critério de avaliação do *flavor*. Contudo, como são alguns constituintes voláteis, essa relação é mais indicativa do sabor, porque se utiliza a acidez titulável e não a acidez total, quando se estabelece essa relação. Além disso, alguns produtos insípidos, contendo acidez e teor de sólidos solúveis muito baixos, apresentam relação elevada entre esses componentes, o que pode conduzir a interpretação errônea da qualidade comestível. A relação aumenta com o

amadurecimento devido ao decréscimo na acidez, fato que permite uma relação elevada, em frutas contendo baixo teor de sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 681-682).

Tomates cv. Diva, estudados por Gómez e Camelo (2002, p. 38-43), armazenados em atmosfera controlada, apresentaram uma variação de 0,35% a 0,46% de acidez titulável, enquanto que a relação SST/ATT foi de 11,85 e 16,05, indicando frutos de baixa acidez e de boa qualidade. Valores semelhantes foram encontrados por McDonald, McCollum e Baldwin (1999, p. 147-155) em tomates vermelhos cv. Sunbeam (0,31%) amadurecidos a 20°C durante 11 dias. No entanto, Wills e Ku (2002, p. 85-90) encontraram uma relação de SST/ATT de 3,2 e 3,8 em tomates cv. Clarion verde maduros (dia zero) e vermelhos (14 dias) respectivamente, submetidos a 20°C indicando frutos de alta acidez e baixo teor de açúcares.

Conhecendo-se o teor de sólidos solúveis totais (SST) e de acidez titulável total (ATT) pode-se estabelecer, para as frutas, a relação SST/ATT (°Brix/% de ácido). Alto valor de correlação indica uma excelente combinação de açúcares e ácido que se correlacionam com sabor suave, enquanto que os valores baixos, com sabor ácido. Segundo Kader (1986, p. 99-104), frutos de alta qualidade contêm mais de 0,32% de acidez titulável, 3% de SST e relação SST/ATT maior que 10.

2.8 ANÁLISE SENSORIAL

Por definição, análise sensorial implica no uso dos sentidos e é realizada por pessoas treinadas, selecionadas com base na consistência e na habilidade de discriminar. Devido aos instrumentos que utiliza para a avaliação sensorial, é possível entender as limitações fisiológicas da equipe de julgadores e a sua impossibilidade de comparar muitas amostras numa mesma sessão de análise sensorial (CHIAPPINI *et al.*, 2005, p. 475-479).

Os métodos sensoriais ou métodos subjetivos são aqueles que possibilitam uma avaliação da impressão do indivíduo sobre a condição do produto e de sua qualidade. Os testes orientados ao consumidor avaliam a preferência, a aceitabilidade ou o grau com o qual se gosta ou desgosta do produto. Para

avaliadores não treinados existem diversos testes a serem utilizados; um deles são os testes hedônicos (FERREIRA, 2004, 231p.). Os testes hedônicos são realizados com auxílio de escalas de categorias que indicam o quanto um produto agrada ou desagrade ao consumidor. As escalas variam de extremos como “ruim” e “ótimo”. Desta forma, seleciona-se a categoria apropriada do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 657-658).

Em tomates de mesa a qualidade é determinada pela aparência (cor, aspecto visual, forma), firmeza, sabor, aroma e valor nutritivo. Os atributos como cor, tamanho, forma e defeitos externos do tomate determinam a escolha pelo consumidor (FERREIRA, 2004, 231p.). Os atributos de qualidade visuais são responsáveis pela decisão de compra do consumidor. A qualidade sensorial dos produtos hortícolas depende de muitos fatores, sobretudo a variedade, condições de cultivo, data de colheita, manuseio pós-colheita e métodos de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2006, p. 193).

A dificuldade, às vezes, de encontrar correlação entre aparência geral e açúcares totais se deve à grande heterogeneidade entre os frutos das amostras. A doçura e o aroma mostraram ser os mais importantes atributos da qualidade do tomate, pois o conteúdo de açúcares total revelou ser um bom parâmetro para distinguir os três níveis de qualidade dos frutos (AZODANLOU *et al.*, 2003, p. 223-233).

A Análise Descritiva Quantitativa – ADQ é uma ferramenta que possibilita identificar e quantificar, em ordem de ocorrência, as propriedades sensoriais dos produtos e medir a intensidade percebida. Esse teste apresenta vantagem de fornecer um perfil sensorial completo do produto, pois avalia todos os atributos sensoriais presentes, quais sejam: aparência, aroma, cor, sabor, textura, aparência global, como também de permitir análise estatística dos resultados (ABNT, 1998).

Segundo Ferreira (2004, 231p.) a identificação dos atributos de qualidade do tomate, pela ADQ, torna-se uma ferramenta na seleção da tecnologia de colheita e pós-colheita que por sua vez estão associadas ao tipo e destino do produto. As práticas de ponto de maturação, manuseio, embalagem e transporte adequado são variáveis que podem ser monitoradas pelas características sensoriais do produto.

2.8.1 Seleção e Treinamento dos Julgadores

Para a realização de análise sensorial é necessário, segundo ABNT (1998), uma série de procedimentos, como seleção dos julgadores, treinamento, avaliação do desempenho da equipe, avaliação dos produtos e análise estatística. Para seleção de julgadores devem ser recrutados, em média 25 candidatos. Dentre os requisitos gerais para seleção e treinamento de julgadores, é fundamental a ausência de deficiências fisiológicas relacionadas com as propriedades sensoriais avaliadas, tais como anosmia³, ageusia⁴, prótese dentária, entre outros. São selecionados aqueles candidatos que têm habilidades em escrever, verbalizar as sensações, discriminar os atributos e de trabalhar em equipe (FERREIRA, 2004, p. 63-65).

Após o treinamento, usualmente se procede a uma nova seleção de julgadores, a fim de determinar os que conseguem discriminar, apresentam boa reprodutibilidade e produzem resultados consistentes com os demais membros da equipe (DUTCOSKY, 1996, 123p.)

³ Anosmia: deficiência de sensibilidade aos estímulos olfativos, podendo ser total ou parcial, temporária ou permanente (ABNT, 1993).

⁴ Ageusia: deficiência de sensibilidade aos estímulos gustativos, podendo ser total ou parcial, temporário ou permanente (ABNT, 1993).

2.8.2 Teste de Aceitabilidade

Os testes afetivos são utilizados quando se necessita conhecer o “status afetivo” dos consumidores com relação ao produto, e para isso se utiliza das escalas hedônicas (ABNT, 1998). Dos valores relativos de aceitabilidade se pode inferir a preferência, ou seja, as amostras mais aceitas são as mais preferidas e vice-versa (MEILGAARD *et al.*, 1991, 129p.). O princípio do teste de aceitabilidade, o provador recebe as amostras codificadas e é solicitado a avaliar os seus sentimentos com relação a cada amostra utilizando escalas (FIGURAS 1 e 2). As amostras serão avaliadas como um todo e avaliada a aceitação dos atributos (cor, sabor, aroma, acidez e textura) (FERREIRA *et al.*, 2000, p. 63-65). As escalas hedônicas são utilizadas nas análises sensoriais, pois são aquelas que expressam a opinião do provador, tendo por base a avaliação sensorial do produto. São consideradas as melhores escalas aquelas integradas por igual número de categorias positivas e negativas, que captam a opinião do provador (BORGUINI, 2002, p. 38-40).

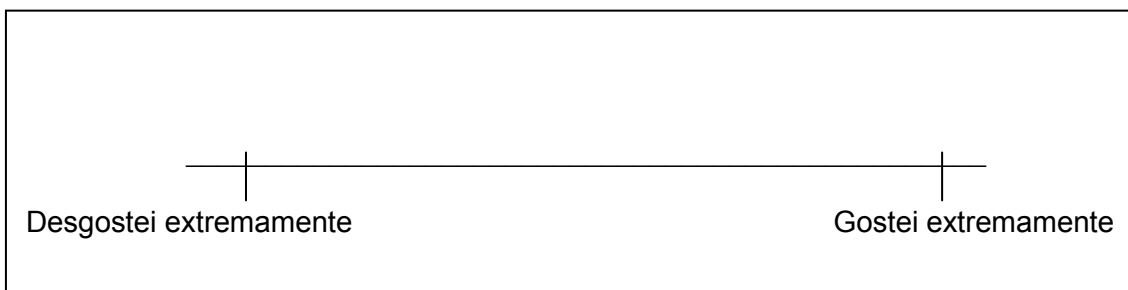


FIGURA 1 – ESCALA HEDÔNICA NÃO ESTRUTURADA DE 9 CM ENTRE AS ÂNCORAS
 FONTE: FERREIRA *et al.* (2000, 127p.).

- Certamente eu compraria
- Provavelmente eu compraria
- Talvez eu comprasse
- Talvez eu não comprasse
- Provavelmente eu não compraria
- Certamente eu não compraria

FIGURA 2 – ESCALA DE INTENÇÃO DE COMPRA
 FONTE: ADAPTADO DE FERREIRA *et al.* (2000, 127p.).

Além da avaliação da aceitabilidade, muitas vezes é útil saber quais os atributos (cor, sabor, aroma, acidez, firmeza) e com que intensidade para a aceitabilidade ou rejeição do produto em teste. Para isto, o uso de questionários ou espaço reservado para comentários do julgador, auxilia na avaliação mais detalhada da aceitabilidade de determinado produto (FERREIRA *et al.*, 2000).

2.8.3 Ficha de Avaliação

Ao se planejar um questionário para testes afetivos recomenda-se que as questões sejam claras e sigam mais ou menos uma similaridade. Preferencialmente deve-se usar o mesmo tipo de escala dentro de uma mesma seção do questionário e as questões devem seguir o modelo geral. Podem-se utilizar escalas hedônicas e de intensidade ideal numa mesma seção, porém distinguindo-se bem uma da outra. Outro ponto importante, as avaliações sensoriais solicitadas devem ser relativas aos atributos detectáveis na amostra e os termos usados para referenciar os atributos devem ser simples, de fácil compreensão, não técnicos e não dar margem a dupla interpretação (FERREIRA, *et al.*, 2000, 127p.). A questão sobre aceitação ou preferência global pode vir no início ou no final do questionário. Se a questão for de importância principal para o projeto deve vir no início do questionário, entretanto, se deseja saber como a avaliação específica dos atributos de interesse afeta a aceitabilidade ou preferência global do produto, deve vir no final.

3 METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO DO MATERIAL

A cultivar de tomate avaliada na pesquisa foi a ‘Dominador’ colhida em dois pontos de maturação, cultivada no sistema convencional no município de Reserva – Paraná a 938m de altitude, latitude 24° 26’ 42” sul e longitude 50° 45’ 39” oeste. O clima local é classificado como subtropical úmido Mesotérmico com verões frescos (média 22 °C), invernos (média 18 °C) e geadas freqüentes.

Os dois pontos de maturação (Figura 3) dos frutos foram:

- **PM1 - Vermelho-claro:** entre 60% e 90% da superfície do fruto, não mais do que 90% da soma de todas as áreas superficiais, possui coloração rósea ou avermelhada ou vermelha. O pericarpo interno radial dos frutos apresenta pontos de coloração amarela distribuídos ao acaso. O tecido locular apresenta coloração vermelho-intensa e consistência gelatinosa.
- **PM2 - Rosa-esverdeado:** entre 10% e 30% da superfície do fruto possui coloração avermelhada, rósea ou amarelada, ou combinação dessas. O tecido locular apresenta coloração avermelhado-intensa e consistência gelatinosa;



FIGURA 3 – COLORAÇÃO DOS FRUTOS DA CULTIVAR DOMINADOR SELECIONADO PARA APLICAÇÃO DE BIOFILMES COMESTÍVEIS: ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%); A) VERMELHO CLARO (PM1). B) ROSA-ESVERDEADO (PM2)
FONTE: BOLZAN, R.P. (2007)

3.2 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida no laboratório de Fitotecnia do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná – UFPR, localizado em Curitiba – Paraná no período de novembro a dezembro de 2007.

As condições de ambiente no laboratório de Fitotecnia e Fitossanitarismo para os meses de novembro a dezembro foram: temperatura média de $\pm 25^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar de $\pm 65\%$.

3.3 PREPARO DAS AMOSTRAS

Os biofilmes comestíveis foram aplicados 24 horas após a colheita. Os frutos foram lavados e deixados para secar no ambiente, sobre bancadas revestidas com papel *craft* durante duas horas. Após secos, os frutos foram submetidos aos diferentes tratamentos de biofilmes comestíveis e deixados secar durante uma hora em bancadas. Após a secagem os frutos revestidos foram acondicionados em bancadas revestidas com papel *craft* (Figura 4) e mantidos em condições ambientais de prateleira (temperatura média de $\pm 25^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar de $\pm 65\%$).



FIGURA 4 – ASPECTO VISUAL DOS FRUTOS DE TOMATE ‘DOMINADOR’, COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), COLOCADOS PARA SECAR SOBRE AS BANCADAS APÓS A APLICAÇÃO DE BIOFILMES COMESTÍVEIS (CURITIBA, 2007)
FONTE: BOLZAN, R.P. (2007)

3.4 APLICAÇÃO DE BIOFILMES

Os frutos do tomate 'Dominador' colhidos nos dois pontos de maturação (PM1 e PM2) foram revestidos com os seguintes biofilmes comestíveis:

- B1 – controle;
- B2 - éster de sacarose (1%);
- B3 - pectina (2%);
- B4 - fécula de mandioca (2%).

3.4.1 Controle

Os frutos avaliados como controle não sofreram nenhuma aplicação de biofilmes comestíveis durante todo período da pesquisa.

3.4.2 Biofilme Comestível à Base de Éster de Sacarose (1%)

O biofilme comestível à base de éster de sacarose 1% foi preparado a partir do produto fornecido pela Tensac do Brasil LTDA. Este produto é um agente surfactante derivado de açúcar. Os ésteres são produzidos por transesterificação entre ácidos graxos com sacarose. As propriedades do produto são: matéria ativa 80%, forma física cremosa, pH 5 -10, tensão superficial de 35dyn/cm a 25°C com concentração de 1,5%, índice de saponificação de 40 – 50, totalmente solúvel em água, não tóxico, 100% biodegradável e não iônico. Este produto não precisa de qualquer precaução especial para o uso.

O biofilme à base de éster de sacarose foi formado a partir de solução aquosa com concentração de 10 g/L (1% p.v) do produto Tensac 1990[®], conforme recomendação do fabricante, com agitação da solução até completa dissolução do produto. Os frutos foram submersos em banho de éster de sacarose (1%) durante aproximadamente cinco segundos, à temperatura ambiente. Após eram colocados

em bancadas para secar sob condições de ambiente por uma hora. O aspecto visual dos frutos recém tratados com éster de sacarose 1% pode ser observado na FIGURA 5.



FIGURA 5 – ASPECTO VISUAL DOS FRUTOS DE TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDOS COM ÉSTER DE SACAROSE (1%). (CURITIBA, 2007)
FONTE: BOLZAN, R.P. (2007)

3.4.3 Biofilme Comestível à Base de Pectina (2%)

O biofilme comestível à base de pectina (2%) foi formulado pelo produto comercial pectina cítrica em pó, adquirido no Mercado Municipal de Curitiba – Paraná.

A formulação do biofilme à base de pectina foi preparada a partir de solução aquosa contendo 2% de pectina, sendo utilizadas 40 g de pectina cítrica para dois litros de água. A solução foi preparada mediante aquecimento até 70°C e agitação constante, a seguir, resfriadas à temperatura ambiente. Os frutos foram imersos na suspensão por um minuto e colocados para secar naturalmente em bancadas forradas com papel *craft* à temperatura ambiente. O aspecto visual dos frutos tratados com pectina 2% pode ser observado na FIGURA 6.



FIGURA 6 – ASPECTO VISUAL DOS FRUTOS DE TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDOS COM PECTINA (2%) (CURITIBA, 2007)
FONTE: BOLZAN, R.P. (2007)

3.4.4 Biofilme Comestível à Base de Fécula de Mandioca (2%)

O biofilme comestível à base de fécula de mandioca foi formulado pelo produto comercial fécula de mandioca em pó, adquirido no Mercado Municipal de Curitiba – Paraná.

A formulação do biofilme comestível de fécula de mandioca foi obtida através da suspensão de 40 g do produto comercial em água, e o volume completado para dois litros, com aquecimento até 70°C e agitação constante até o ponto de geleificação. A seguir, a suspensão foi deixada em repouso até o resfriamento sob condições de ambiente. Os frutos foram imersos na suspensão por um minuto e colocados para secar naturalmente em bancadas forradas com papel *craft* à temperatura ambiente. O aspecto visual dos frutos tratados com fécula de mandioca 2% pode ser observado na FIGURA 7.



FIGURA 7 – ASPECTO VISUAL DOS FRUTOS DE TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDOS COM FÉCULA DE MANDIOCA (2%) (CURITIBA, 2007)
FONTE: BOLZAN, R.P. (2007)

3.5 ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS

Os frutos de tomate da cultura ‘Dominador’ avaliados nesta pesquisa foram armazenados em condições de prateleira, no laboratório de Fitotecnia durante os meses de novembro a dezembro, apresentando condições de ambiente de temperatura média de $\pm 25^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar de $\pm 65\%$.

Os frutos foram acondicionados em bancadas, forradas com papel *craft*, em uma única camada, sem sobreposição, em local ventilado e sem exposição direta do sol.

3.5.1 Período de Armazenamento

Os frutos de tomate da cultivar 'Dominador' colhidos nos dois pontos de maturação foram armazenados durante o mesmo período de 14 dias. As amostras para avaliação foram retiradas nos seguintes tempos:

- T0 – frutos recém-colhidos;
- T1 – frutos armazenados durante três dias;
- T2 – frutos armazenados durante sete dias;
- T3 – frutos armazenados durante onze dias;
- T4 – frutos armazenados durante quatorze dias.

3.6 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

3.6.1 Não-destrutivas

3.6.1.1 Perda por Murchamento

A perda por murchamento foi avaliada a partir do aspecto visual dos frutos de tomate 'Dominador', onde eram contabilizados aqueles que apresentavam sinal enrugamento da casca.

3.6.1.2 Perda de Peso

As perdas de peso foram determinadas, em gramas, com auxílio de balança analítica com precisão de 0,01 g. Foram avaliados os mesmos 16 frutos durante os 14 dias de armazenamento, sendo: dois pontos de maturação (vermelho-claro e

rosa-esverdeado), dois frutos/tratamento. As avaliações foram de caráter não-destrutivo, pois os mesmos frutos foram avaliados durante todo o período da pesquisa para acompanhamento da evolução da perda de peso. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial e o peso obtido a cada intervalo de tempo (0, 3, 7, 11 e 14 dias).

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

$$\% PP = ((PI - PF) / PI) \times 100$$

Onde:

% PP: porcentagem de perda de peso parcial acumulada

PI: peso inicial da amostra em um período determinado em gramas

PF: peso final da amostra no período seguinte a PI em gramas.

3.6.1.3 Coloração

Para a verificação das mudanças da coloração da casca dos frutos de tomate 'Dominador' foram avaliados 16 frutos durante todo o período de armazenamento, sendo: oito frutos do ponto de maturação PM1 e oito frutos do ponto de maturação PM2. As análises foram realizadas com o auxílio do colorímetro Miniscan XE Plus, um analisador compacto que mede a reflexão dos diferentes feixes de luz. Por meio deste aparelho pode-se obter a medida do espectro de luz refletida pelo tomate. As leituras do colorímetro foram dadas em **L**, **a** e **b**, onde **L** representa o brilho, **a** representa a variação da seção vermelha a verde do espectro de luz e **b** representa a variação da seção amarela ao azul do espectro de luz. O aparelho foi calibrado com placa branca padrão de cerâmica (**L** = 84,2; **a** = 10,1; **b** = 14,6). Foram feitas duas leituras na região externa dos frutos, com casca, em duas faces opostas da região equatorial, posicionando o colorímetro perpendicularmente ao fruto, e utilizada a média dos valores obtidos para fins estatísticos.

3.6.2 Destrutivas

3.6.2.1 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Para a determinação dos teores de sólidos solúveis totais do tomate 'Dominator' foram avaliados 16 frutos para cada período de armazenamento (0, 3, 7, 11 e 14 dias) sendo, oito frutos colhidos no ponto de maturação PM1 e oito frutos colhidos no ponto de maturação PM2 (dois frutos por tratamento). As análises foram realizadas com o auxílio de um refratômetro portátil (Atto WYT – 4). Antes de iniciar a medição, foi feita a calibragem do aparelho colocando-se uma gota de água destilada sobre o prisma, de modo que a escala aferisse em zero. A leitura foi feita direta e realizada com a colocação de uma gota de suco de tomate, obtido em centrífuga doméstica, sobre o prisma do aparelho. Os resultados foram expressos em graus brix (°B).

3.6.2.2 Acidez Total Titulável (ATT)

Para a determinação dos teores de acidez total titulável do tomate 'Dominator' foram avaliados 16 frutos em cada período de armazenamento (0, 3, 7, 11 e 14 dias) sendo, oito frutos colhidos no ponto de maturação PM1 e oito frutos colhidos no ponto de maturação PM2 (dois frutos por tratamento). As análises foram realizadas por titulometria de neutralização, utilizando-se 10 mL de suco do tomate, obtido por centrífuga doméstica. No momento da leitura, o suco foi colocado em um erlenmeyer de 250 mL e adicionou-se 90 mL de água destilada e duas a três gotas de fenolftaleína a 1%. A titulação foi realizada com bureta de 25 mL (manual), utilizando hidróxido de sódio 0,1 N, sendo que a velocidade de escoamento manteve-se constante e uniforme até a solução ficar totalmente rósea. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico por 100 gramas do fruto.

3.6.2.3 Relação SST/ATT

Para a determinação da relação de SST/ATT foram utilizados os resultados obtidos para os teores de sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total titulável (% de ácido cítrico) de uma mesma amostra, dividindo-se os valores entre si.

3.6.2.4 Firmeza de Polpa

Para determinação dos valores de firmeza do tomate 'Dominador' foram avaliados 16 frutos para cada período de armazenamento (0, 3, 7, 11 e 14 dias) sendo, oito frutos colhidos no ponto de maturação PM1 e oito frutos colhidos no ponto de maturação PM2 (dois frutos por tratamento). Os resultados de firmeza de polpa foram obtidos com o auxílio de um penetrômetro, com ponteira em aço de 8 mm de diâmetro, que através da compressão exercida, mede a força equivalente para vencer a resistência dos tecidos da polpa. A determinação foi realizada em frutos com casca em duas faces opostas da região equatorial, posicionando o pistão perpendicularmente à polpa. O pistão penetrou no tecido da polpa até a ranhura circular, cessando então a pressão. O aparelho foi calibrado anteriormente ao início da pesquisa. Os valores obtidos foram expressos em libras. Foi utilizada a média dos valores das duas leituras de cada fruto para fins estatísticos.

3.7 ANÁLISE SENSORIAL

3.7.1 Treinamento dos Julgadores

O treinamento dos julgadores foi realizado anteriormente as avaliações sensoriais da pesquisa com tomate 'Dominador. Foram convidados 40 participantes para preencherem uma ficha de seleção (ANEXO 1) considerando os quesitos: interesse em realizar a análise sensorial, disponibilidade de participar regularmente das análises durante a pesquisa e conhecimento sobre análise sensorial. No primeiro contato, foi explanado o objetivo do trabalho e importância da parceria. No segundo momento, foram abordados os conceitos da terminologia relativos às propriedades sensoriais, segundo as normas da ABNT (1993). Ao final, foram selecionados 25 julgadores tendo como critério a sensibilidade, percepção e assiduidade nos encontros, conforme a disponibilidade para frequentar as avaliações.

Os julgadores selecionados para a análise sensorial apresentavam idade entre 20 e 45 anos, alunos e funcionários do curso de agronomia, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, que apresentavam discernimento básico sobre qualidade de tomate de mesa.

Durante a sessão de treinamento foram empregadas amostras referências de tomate de mesa, cultivar Dominador, do mesmo material selecionado para a pesquisa. Para aquisição das amostras foram levados em consideração os defeitos encontrados, diferentes estádios de maturação, forma e tamanhos de maneira a proporcionar maior número possível de informações aos julgadores. Após a escolha das amostras, estas eram mantidas em temperatura ambiente até o momento da avaliação pelos julgadores, o que ocorreu no dia anterior à primeira análise sensorial.

Durante o período de treinamento dos julgadores, estes receberam explicações de como funcionava uma análise sensorial e qual era a importância de tal avaliação. Foram discutidos os parâmetros abordados e o que cada um deles representava no momento de realização da análise sensorial.

Para cada atributo (cor, aroma, sabor, acidez e firmeza) o julgador foi previamente treinado para dar seu parecer pela preferência (ruim a ótima) do fruto nas condições em que estavam no momento do consumo da amostra. Por exemplo, o atributo acidez recebia notas não pela quantidade de ácido que apresentava, e sim, e a presente acidez era entre ruim e ótima para o consumidor.

3.7.2 Procedimento de Análise

Foram realizadas sessões para avaliação dos períodos de armazenamento (0, 3, 7, 11 e 14 dias) de armazenamento dos frutos. As análises foram conduzidas, por um líder, em mesa retangular no Laboratório de Fitotecnia do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR. A avaliação foi conduzida individualmente e as amostras servidas em pratos plásticos descartáveis de cor branca em temperatura ambiente, que foram acompanhadas de água mineral, faca apropriada, guardanapo de papel e ficha ADQ dos termos a serem julgados.

Os julgadores receberam a ficha de avaliação (ANEXO 2, item 1) a ser utilizada na aplicação da análise descritiva do tomate de mesa, onde foi empregada uma escala não estruturada de 9 cm, com a descrição nos pontos extremos, ruim e ótimo.

As formas de apresentação das amostras foram divididas em duas etapas: na primeira etapa, os frutos recebidos pelos julgadores foram inteiros e sem higienização prévia, para avaliação da aceitabilidade de compra dos frutos tratados com biofilmes comestíveis (ANEXO 2, item 2). A segunda etapa da apresentação das amostras, os frutos foram higienizados em água corrente e secados. Os julgadores receberam oito amostras de $\frac{1}{4}$ de fruto para análise dos descritores cor, aroma, sabor, acidez e firmeza. A análise sensorial foi conduzida de maneira que cada julgador, na mesma sessão, avaliasse cada tratamento em duplicata, devidamente codificadas.

Juntamente com a ficha de ADQ, os julgadores receberam outra ficha (ANEXO 2, item 3) para preencher caso achassem necessário, dar suas opiniões sobre o que em particular mais gostaram ou menos gostaram na amostra recebida.

3.8 MÉTODOS EXPERIMENTAIS

Os resultados das análises físico-químicas e sensoriais levaram em consideração os seguintes parâmetros:

- Ponto de maturação: PM1 – vermelho-claro e PM2 – rosa-esverdeado;
- Biofilmes comestíveis: B1 - controle, B2 - éster de sacarose (1%), B3 - pectina (2%) e B4 - fécula de mandioca (2%);
- Período de armazenamento: T0 – recém-colhidos, T1 – três dias de armazenamento, T2 – sete dias de armazenamento, T3 – onze dias de armazenamento e T4 – quatorze dias de armazenamento.

3.8.1 Análises Físico-Químicas

3.8.1.1 Não-destrutivas

As análises físico-químicas não-destrutivas foram realizadas para perda de peso e mudança de coloração, onde para estes atributos os frutos selecionados foram os mesmos avaliados durante os 14 dias de armazenamento em temperatura ambiente.

Para a perda de peso foram avaliados 16 frutos, sendo oito frutos para cada ponto de maturação (PM1 e PM2) e dois frutos por tratamento (B1, B2, B3 e B4). Os frutos eram retirados da condição de armazenamento em prateleira, pesados e devolvidos ao mesmo local.

Para mudança de coloração da casca do tomate 'Dominador', foram utilizados 16 frutos, sendo oito frutos para cada ponto de maturação (PM1 e PM2) e dois frutos por tratamento (B1, B2, B3 e B4). Assim como os frutos utilizados para perda de peso, os frutos para coloração da casca eram retirados da condição de armazenamento em prateleira, realizada a leitura no cromatógrafo e devolvidos ao mesmo local.

3.8.1.2 Destrutivas

Um esquema dos frutos avaliados nas análises físico-químicas destrutivas e análise sensorial do tomate 'Dominador' revestidos com biofilmes comestíveis e armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias, podem ser observados no ANEXO 3.

3.9 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

3.9.1 Análises físico-químicas

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 8 repetições e distribuição fatorial (2x5x4): dois pontos de colheita, cinco períodos de armazenamento e quatro tratamentos. Os efeitos de interação significativos foram decompostos pelo modelo fatorial ortogonal e seus efeitos contrastados pelo teste F. Sendo os seguintes contrastes:

- B1 x B2, B3 e B4;
- B4 x B2 e B3;
- B2 x B3.

Os contrastes foram selecionados a partir da importância dos tratamentos, onde o tratamento controle (B1) foi comparado aos demais. O tratamento fécula de mandioca (2%) (B4) foi comparado às demais por ser o mais pesquisado para aplicação pós-colheita de frutas e hortaliças. Assim como o revestimento éster de sacarose (1%) foi comparado ao revestimento pectina (2%) pelo número de citações encontradas devido sua utilização pós-colheita em frutas e hortaliças.

Os efeitos de período de armazenamento foram analisados através da análise de variância com estudo de regressão por meio de polinômios ortogonais, sendo o ponto de máximo obtido por diferenciação sob modelo de mais alto grau de significância.

3.9.2 Análise Sensorial

O delineamento experimental utilizado foi de blocos aleatórios com 12 julgadores para cada ponto de maturação e distribuição fatorial (2x5x4): dois pontos de maturação (PM1 e PM2), cinco períodos de armazenamento (0, 3, 7, 11 e 14 dias), quatro tratamentos (controle, éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%)) e quatro repetições (julgadores). Os efeitos de interação significativos foram decompostos pelo modelo fatorial ortogonal e seus efeitos contrastados pelo teste F. Sendo os seguintes contrastes:

- B1 x B2, B3 e B4;
- B4 x B2 e B3;
- B2 x B3.

Os efeitos de contraste foram selecionados pelos mesmos motivos das análises físico-químicas.

Os efeitos principais e de interação foram avaliados por modelos lineares generalizados (McCULLAGH; NELDER, 1989, 511p.). A distribuição padrão utilizada foi a gama e função de ligação canônica recíproca. A verificação da significância dos efeitos foi feita através da estatística *deviance* assumindo-se independência das observações.

Para a análise multivariada as notas atribuídas pelos julgadores foram submetidas à análise fatorial ortogonal por meio de componentes principais segundo critério de Kaiser (1958, p. 187-200). A significância das variáveis foi verificada pela comunalidade, sendo superiores a 0,7 foram retidas para as análises fatoriais.

Para melhor visualização do efeito da correlação das variáveis por eixo, utilizou-se a transformação pelo método *Varimax* (JOHNSON; WICHERN, 1998, 81p.).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

4.1.1 Não-Destrutiva

4.1.1.1 Perda de Peso

As análises de regressões para o comportamento da perda de peso dos frutos de tomate 'Dominador' revestidos com biofilmes comestíveis, éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), colhido no ponto de maturação PM1 (FIGURA 8) e PM2 (FIGURA 9), armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias apresentaram comportamentos semelhantes, o mesmo comportamento foi observado para os frutos colhidos no PM2 (FIGURA 9), diminuindo o peso médio ao longo do período de armazenamento. Para os frutos colhidos no ponto de maturação PM1, apesar da diferença média de perda de peso entre os biofilmes e o controle, é possível observar a mesma tendência dos frutos perderem peso concomitantemente com o aumento da senescência. Este comportamento concorda com diversos autores que já relataram este comportamento (CHIUMARELLI; FERREIRA, 2006, p. 381-385; FERREIRA, 2004, 166-167; e BORGUINI, 2002, p. 46-54) em decorrência de processos metabólicos de degradação que ocorrem durante o período de senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 48-49). Resultados semelhantes foram observados por Kluge e Minami (1997, p. 39-44), em tomates 'Santa Clara' que observaram uma taxa média diária de perda de peso total, ao final de 15 dias de prateleira de 3,6% a 4,2%. Tal comportamento também foi observado por outros autores (OLIVEIRA, 1993, 73p. em goiabas, CASTRO; CEREDA, 1999; VICENTINI; CEREDA, 1999, p. 87-90 em couve-flor e VICENTINI, 1999, 55p. em pepino).

FIGURA 8 – REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DA PERDA DE PESO MÉDIO EM GRAMAS (g) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MADURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

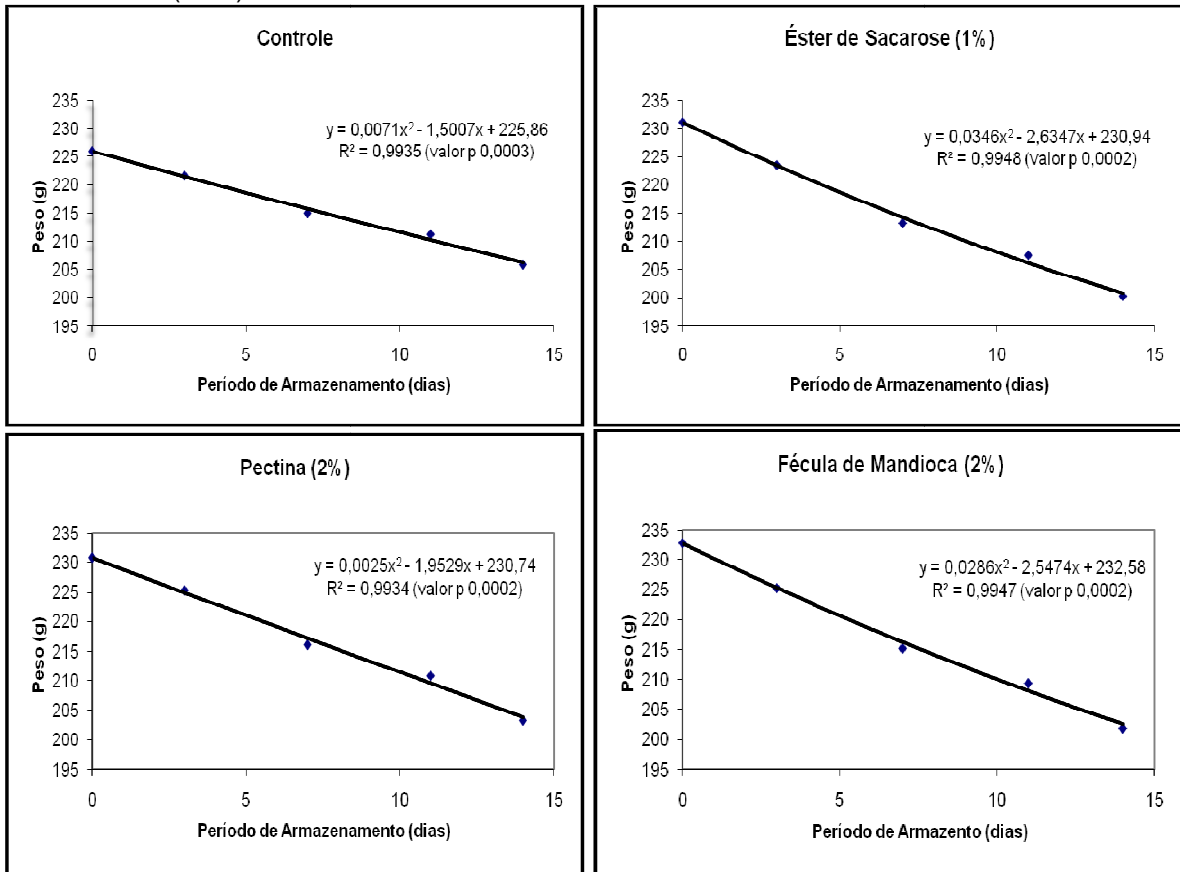
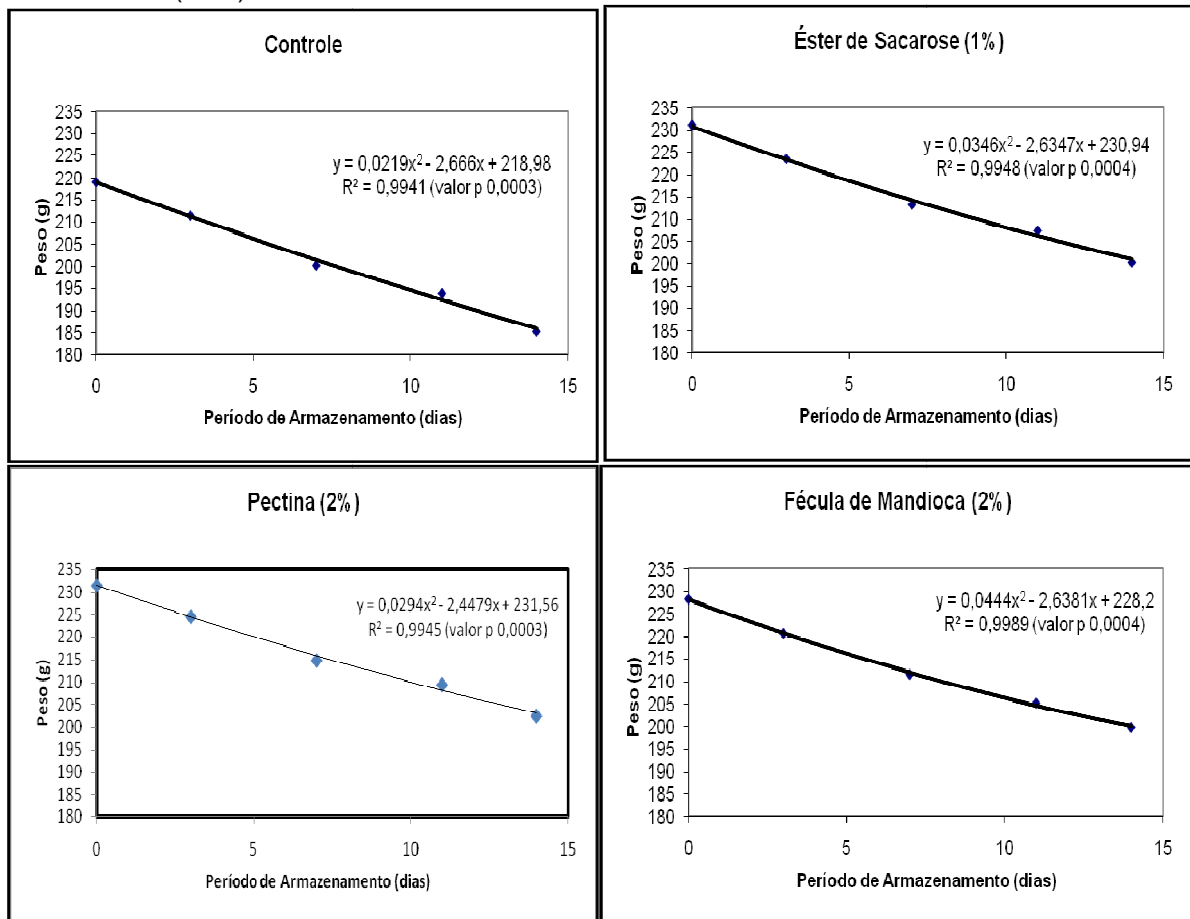


FIGURA 9 – REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DA PERDA DE PESO MÉDIO EM GRAMAS (g) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MADURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



A perda de peso do tomate pode estar relacionada à degradação das membranas celulares. Estas funcionam como barreiras seletivas ao movimento de compostos entre as células (TAIZ; ZEIGER, 2004). Na senescência, há uma perda progressiva da integridade dessas membranas, com perda da sua função no controle regulador dos eventos bioquímicos e fisiológicos das células. As membranas perdem a fluidez, tornando-se mais rígidas, o que pode alterar a atividade de enzimas associadas a elas e com os receptores nas membranas (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 48-107). A modificação na estrutura das membranas pode ocasionar a perda de peso em tomate não apenas pela perda de água, mas também é uma parte perdida na forma de calor e o restante retido pelas células na forma de ATP para utilização nos processos vitais.

Para o PM1, o controle apresentou diferença estatística significativa de (5%), para menor perda de peso comparado aos demais revestimentos. Na TABELA 1

pode-se observar os níveis de probabilidade dos contrastes para perda de peso do tomate 'Dominador'. É possível que o uso de biofilmes não consiga reduzir a perda de peso na fase de pós-colheita de tomates colhidos no PM1. Este efeito pode estar relacionado devido a baixa eficiência de alguns filmes como barreira para reter o vapor d'água, tal qual citado para os biofilmes à base de polissacarídios (MAIA; PORTE; SOUZA, 2000, p. 111-114). Ao contrário, nos frutos colhidos no PM2 foi observada maior perda de peso para o controle; os biofilmes que apresentaram a menor perda de peso médio foram pectina (2%) e fécula de mandioca (2%). Pode-se concluir que o ponto de maturação do tomate influencia na perda de água dos frutos tratados com biofilmes, mas seriam necessários testes mais específicos quanto à atividade da água e as propriedades de cada um dos biofilmes comestíveis utilizados.

TABELA 1 – NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE PARA PERDA DE PESO EM GRAMAS (g) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM OS BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), ÉSTER DE SACAROSE (2%) E FÉCULADA DE MANDIOCA, COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	CONTRASTE	PROBABILIDADE
PM1	B1 vs B2, B3 e B4	0,0026
	B4 vs B2 e B3	0,0001
	B2 vs B3	0,0001
PM2	B1 vs B2, B3 e B4	0,0001
	B4 vs B2 e B3	0,2164
	B2 vs B3	0,0001

NOTA: B1 Controle; B2 Éster de sacarose (1%); B3 Pectina (2%); B4 Fécula de mandioca (2%);

Para os frutos colhidos no PM1 armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias, o biofilme à base de fécula de mandioca (2%), foi o menos efetivo na redução de perda de peso entre os revestimentos, havendo perda de água excessiva no decorrer do armazenamento e maturação acelerada dos frutos. Estas observações discordam dos dados obtidos por Oliveira (1996), onde o uso de película à base de fécula de mandioca 5% retardou a perda de peso em frutos de goiaba, quando comparados com a testemunha. Entre os fatores que reduzem a taxa de permeabilidade ao vapor de água de películas comestíveis, melhorando sua barreira à umidade, destacam-se o aumento de espessura das películas e a adição

de compostos lipídicos (COMA *et al.*, 2001, p. 470-475; DIAB *et al.*, 2001, p. 988-1000).

Quando se observa o efeito dos biofilmes nos diferentes pontos de maturação é possível verificar que quando os tomates foram colhidos no estágio mais avançado de maturação (PM1) (TABELA 2) no controle ocorreu menor perda de porcentagem de peso ao final de 14 dias de armazenamento em condições de temperatura ambiente. Entretanto, quando os frutos foram colhidos em um estágio mais precoce de maturação (PM2) a maior perda de peso ocorreu justamente no controle. Isso demonstra claramente uma resposta diferenciada dos frutos de tomate ao biofilme de acordo com o ponto de maturação. É sabido que durante o amadurecimento dos frutos, diversas reações metabólicas ocorrem, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005, p. 48-107) o tomate apresenta atividade respiratória tipo ascensão temporária, onde a taxa de respiração aumenta temporariamente e o completo amadurecimento ocorre após o pico respiratório de forma que frutos mais verdes apresentam os processos de transferência bioquímica e fisiológica mais lenta. Desta forma, é possível supor que os biofilmes foram mais eficientes em reduzir a perda de peso dos frutos mais verdes, por estes apresentarem a parede celular mais rígida (BRAVERMAN; BERK, 1980, 358p.) e menor velocidade dos processos metabólicos (HARDENBURG; WATADA; WANG, 1986, 130p.).

TABELA 2 - PORCENTAGEM DE PERDA DE PESO MÉDIA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATUAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTODE MATURAÇÃO	BIOFILME COMESTÍVEL	PERDA DE PESO (%)				
		PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
		0	3	7	11	14
PM1	Controle	0	1,90	4,94	6,85	9,49
	Éster de Sacarose (1%)	0	2,00	5,84	8,29	11,59
	Pectina (2%)	0	2,35	6,49	9,21	12,97
	Fécula de Mandioca (2%)	0	3,21	7,78	10,84	14,72
PM2	Controle	0	3,50	8,92	12,59	17,43
	Éster de Sacarose (1%)	0	3,28	7,98	11,05	14,84
	Pectina (2%)	0	3,02	7,46	10,76	13,94
	Fécula de Mandioca (2%)	0	3,35	7,59	10,93	13,92

4.1.1.2 Coloração

As análises de regressões para os fatores que determinam a mudança da coloração dos frutos de tomate 'Dominator' revestidos com biofilmes comestíveis à base de éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), colhidos nos pontos de maturação PM1 e PM2 e armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias podem ser observadas nas FIGURAS 10 e 11 para a variável **L**, nas FIGURA 12 e 13 para a variável **a** e nas FIGURA 14 e 15 para a variável **b**. Em todas as figuras é possível observar que os biofilmes independentemente do ponto de maturação não afetaram o comportamento da coloração durante o amadurecimento e senescência. Apenas para os frutos colhidos no PM2 revestidos com fécula de mandioca (2%) o comportamento do parâmetro **L** apresentou diferença nos resultados do comportamento da coloração, com valores médios decrescentes ao longo do período de armazenamento. Este resultado por ter ocorrido pelo fato de que alguns biofilmes comestíveis à base de polissacarídeos possuem propriedades que melhoram a coloração dos frutos revestidos devido a criação de uma eficiente barreira ao oxigênio.

FIGURA 10 – REGRESSÃO PARA A VARIÁVEL LUMINOSIDADE (L) DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

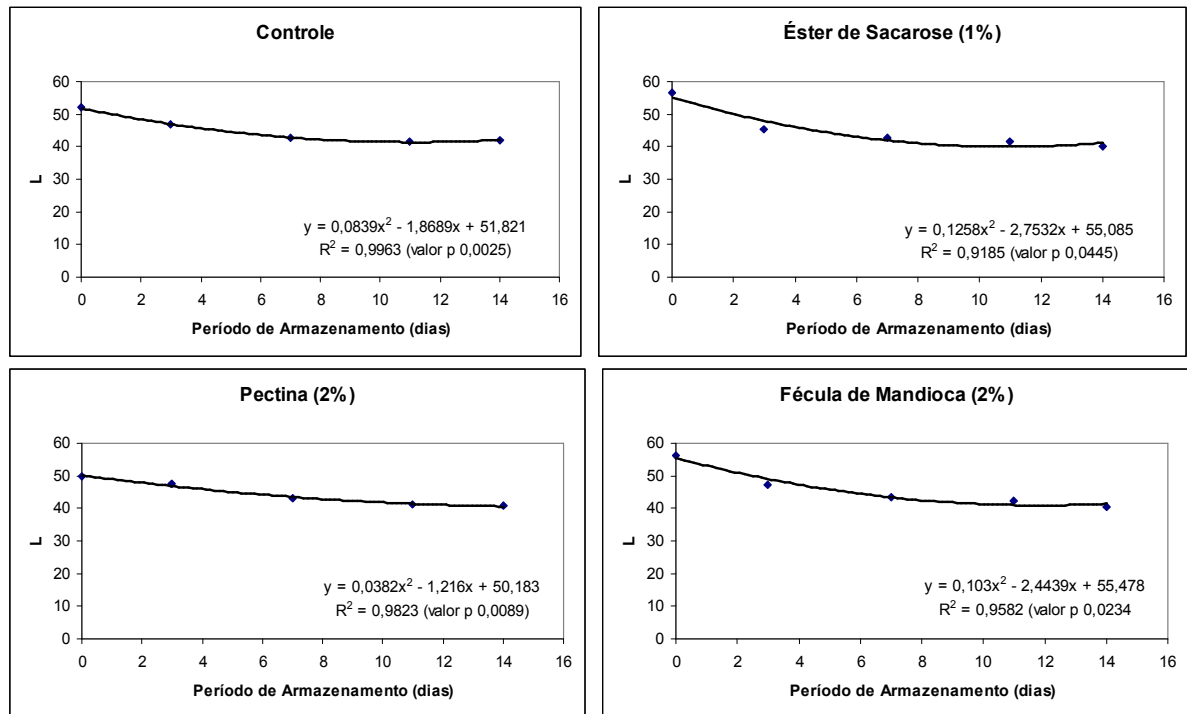


FIGURA 11 – REGRESSÃO PARA A VARIÁVEL LUMINOSIDADE (L) DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

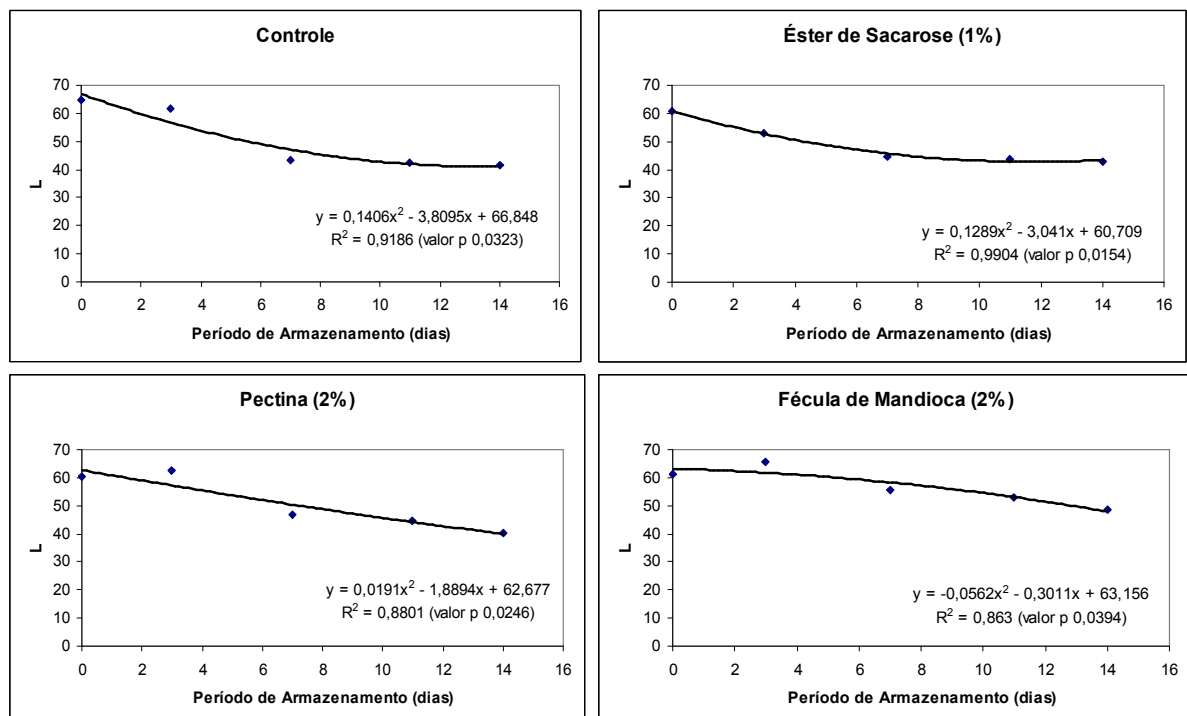


FIGURA 12 – REGRESSÃO PARA A VARIÁVEL VERDE/VERMELHO (a) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

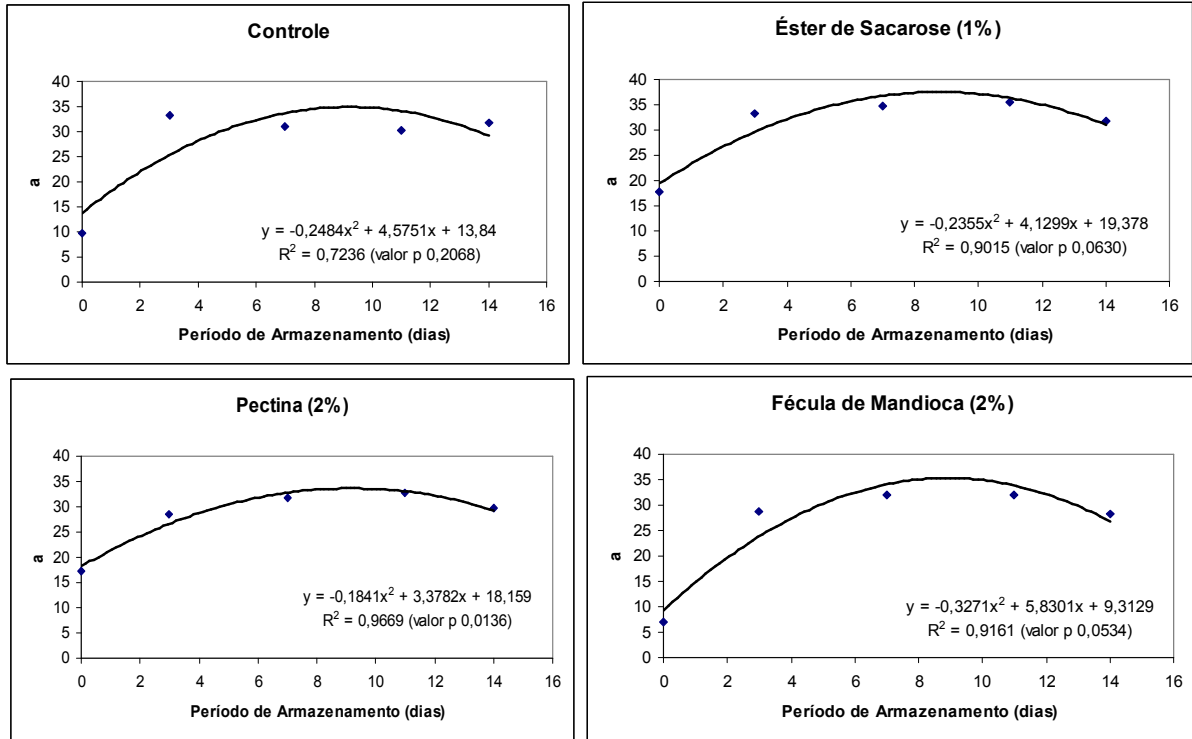


FIGURA 13 – REGRESSÃO PARA A VARIÁVEL VERDE/VERMELHO (a) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

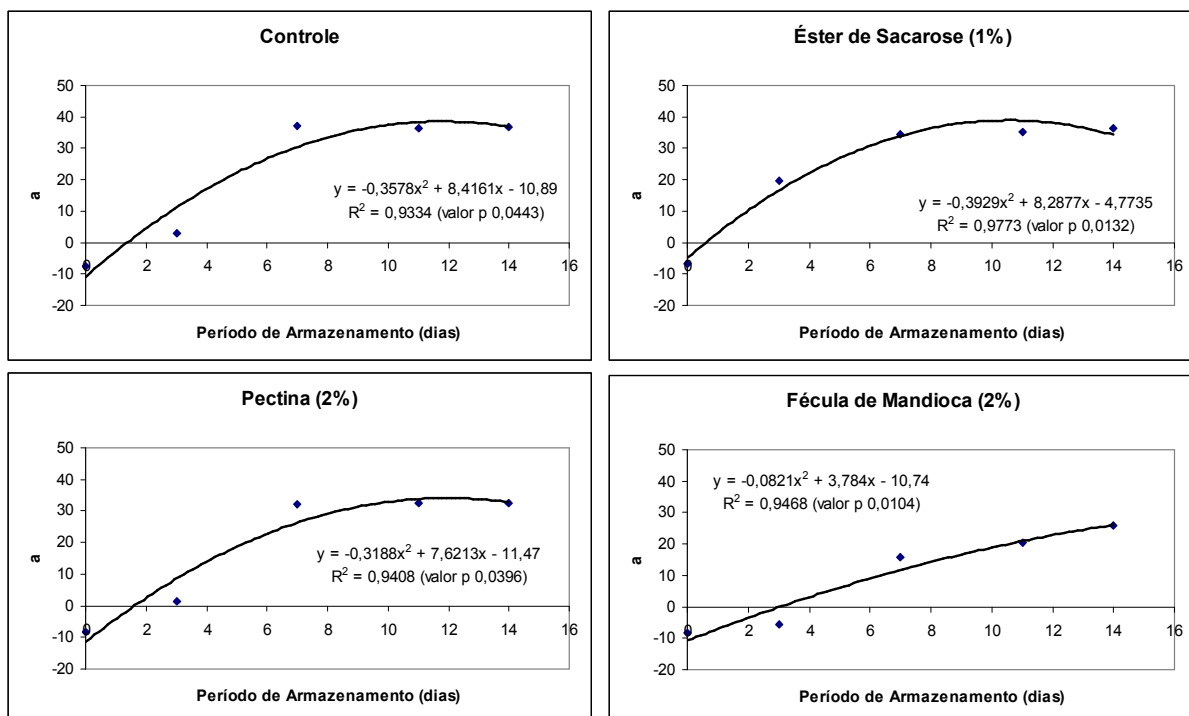


FIGURA 14 – REGRESSÃO PARA A VARIÁVEL AZUL/AMARELO (b) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

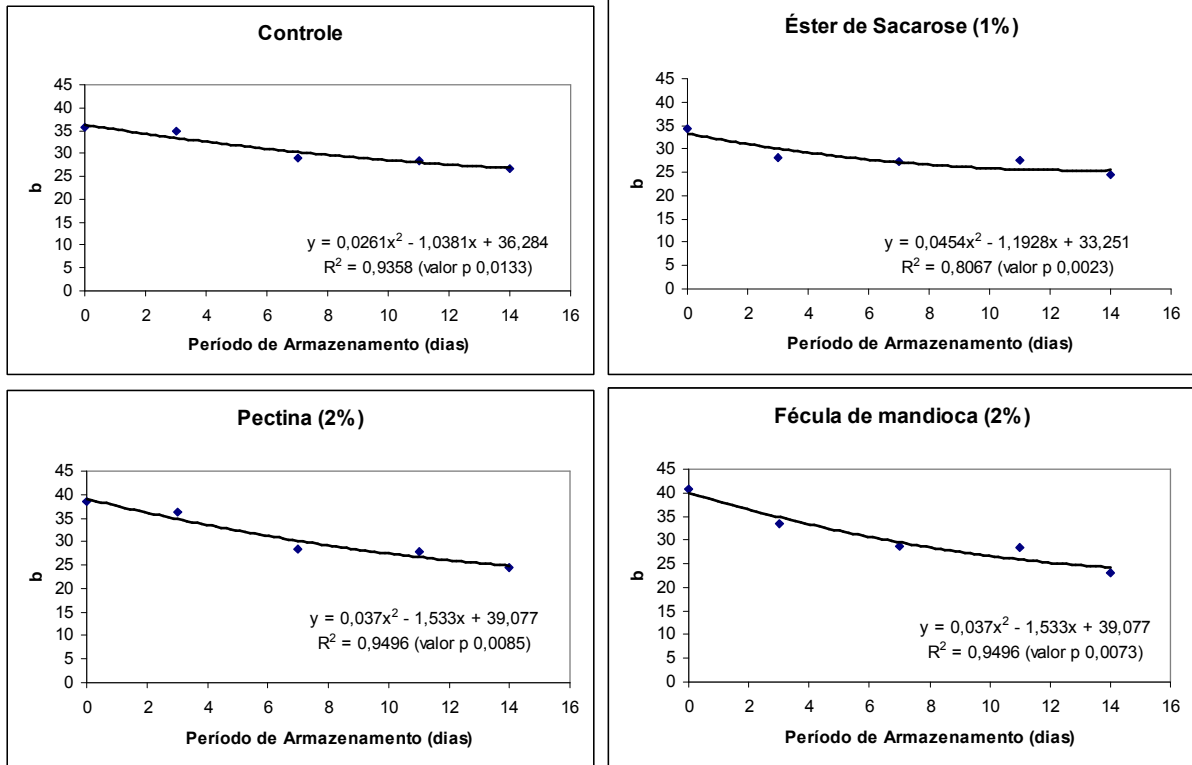
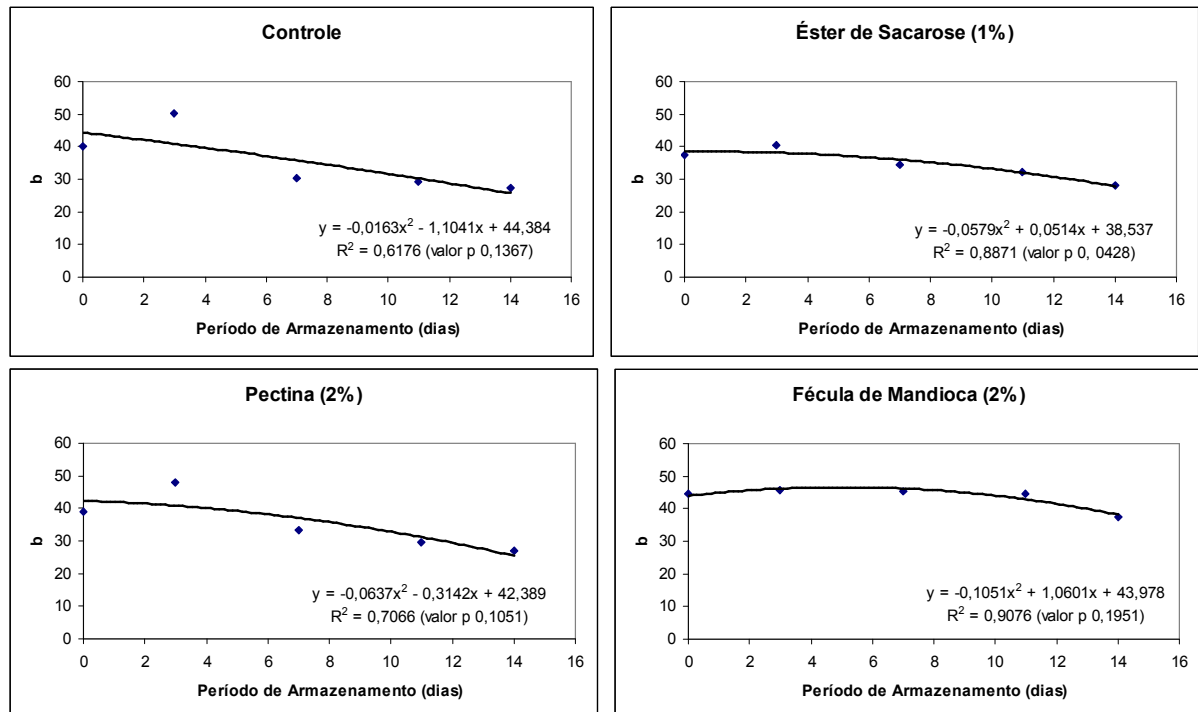


FIGURA 15 – REGRESSÃO PARA A VARIÁVEL AZUL/AMARELO (b) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



As variáveis **L** e **a**, associadas à coloração dos frutos, não foram influenciadas pelos revestimentos de biofilmes comestíveis, embora tenham sido afetadas pelo período de armazenamento e pelo ponto de maturação (ANEXO 4). No ANEXO 5, observa-se a diminuição gradativa dos valores médios de **L**, indicando escurecimento dos frutos. Observou-se, ainda, aumento no valor médio de **a** (verde/vermelho) com o armazenamento dos tomates. Durante o armazenamento, a coloração dos tomates foi alterada passando da cor vermelha clara para vermelha escura no PM1, e para o PM2, os valores de **L** também apresentaram diminuição gradativa com o período de armazenamento, e aumento nos valores de **a**. Os parâmetros **a** e **b** são utilizados para determinar a coloração de frutos. Para os pontos de maturação PM1 e PM2, o comportamento do parâmetro **b** também foi similar, diminuindo os valores com o período de armazenamento. Comportamentos similares foram encontrados por Hojo *et al.* (2007, p. 184-190) em pimentões e Reis *et al.* (2006, p. 487-493) em pepino japonês.

De acordo com a análise de variância para mudança dos parâmetros de coloração (**L**, **a** e **b**) do tomate 'Dominador' (ANEXO 4) os revestimentos com biofilmes comestíveis não apresentaram diferenças estatísticas significativas na alteração da coloração dos frutos de tomate, quando comparados ao controle. De acordo com Azeredo (2003, p. 271) as modificações na coloração das frutas ocorrem devido a processos degradativos. Elas correspondem a um dos principais critérios de julgamento para identificação do amadurecimento de frutas.

4.1.2 Destrutivas

4.1.2.1 Firmeza de Polpa

As análises de regressões para o comportamento da firmeza do tomate 'Dominador', colhidos nos pontos de maturação PM1 (FIGURA 16) e PM2 (FIGURA 17), tratados com biofilmes comestíveis e armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias apresentaram comportamento diferenciado no PM1. Os frutos de tomate durante a senescência apresentam diminuição da firmeza de polpa concomitantemente com a maturação do fruto, para os frutos revestidos com biofilmes este comportamento foi semelhante. Isto é justificado pelo amaciamento dos tecidos, uma das principais transformações no amadurecimento de frutos carnosos, como o tomate, tendo influência acentuada tanto na qualidade como no período de conservação, e relação direta com os componentes químicos das paredes celulares (TOIVONEN; BRUMMELE, 2008, p. 2-11).

As reduções da firmeza de polpa do tomate estão relacionadas à degradação das hemiceluloses e as pectinas por uma variedade de enzimas encontradas naturalmente na parede celular. Glucanases e enzimas afins podem hidrolisar a estrutura básica de hemiceluloses. RNAs mensageiros para expansina são expressos em fruto de tomateiro em amadurecimento, sugerindo que eles exercem um papel na degradação da parede. Os frutos em amadurecimento expressam níveis altos de pectina metil esterase, que hidrolisa os ésteres de metil de pectinas. Essa hidrólise torna a pectina mais suscetível à hidrólise subsequente por pectinas e

enzimas afins, cuja presença, assim como a de enzimas afins na parede da célula, indica que as paredes são capazes de modificações significativas durante o desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2004, p. 361). Resultados semelhantes foram encontrados por KLUGE; MINAMI, (1997, p. 39-44); (VILAS BOAS *et al.*, 2000, p. 1447-1453); (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2001, p. 489-502); (BORGUINI, 2002, p. 46-54); (FERREIRA, 2004, 166-167); e (CHIUMARELLI; FERREIRA, 2006, p. 381-385).

FIGURA 16 – REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DA FIRMEZA DE POLPA MÉDIA EM LIBRAS (lb) DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

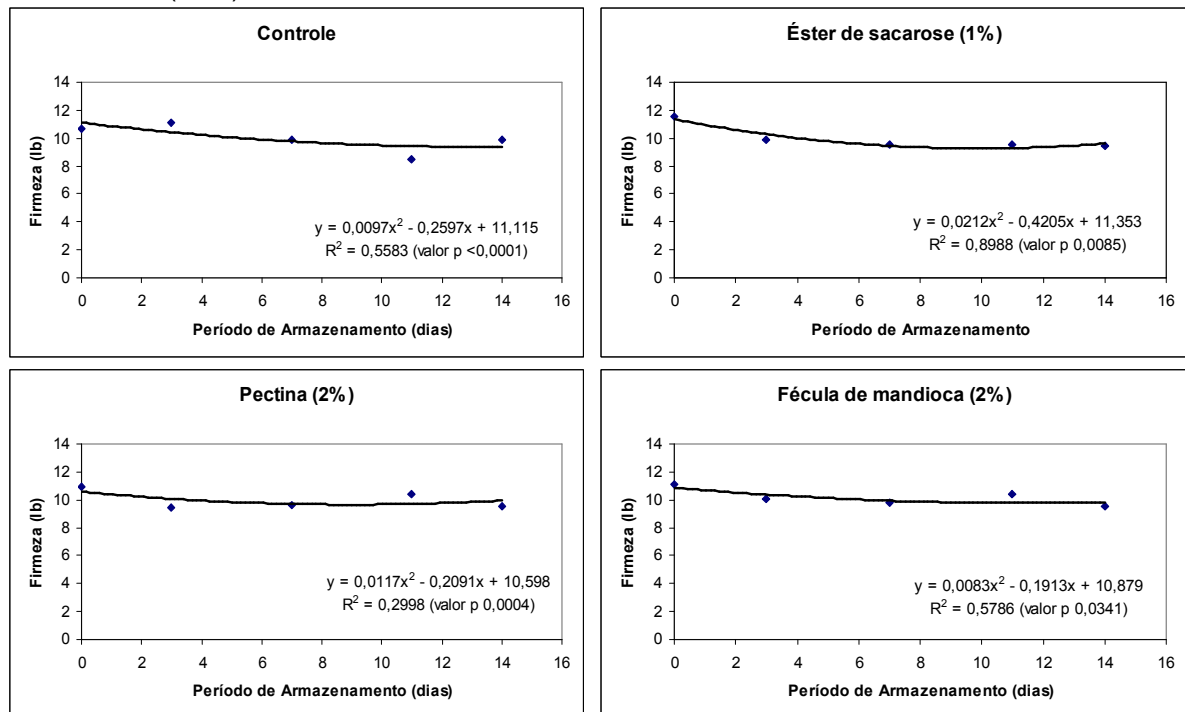
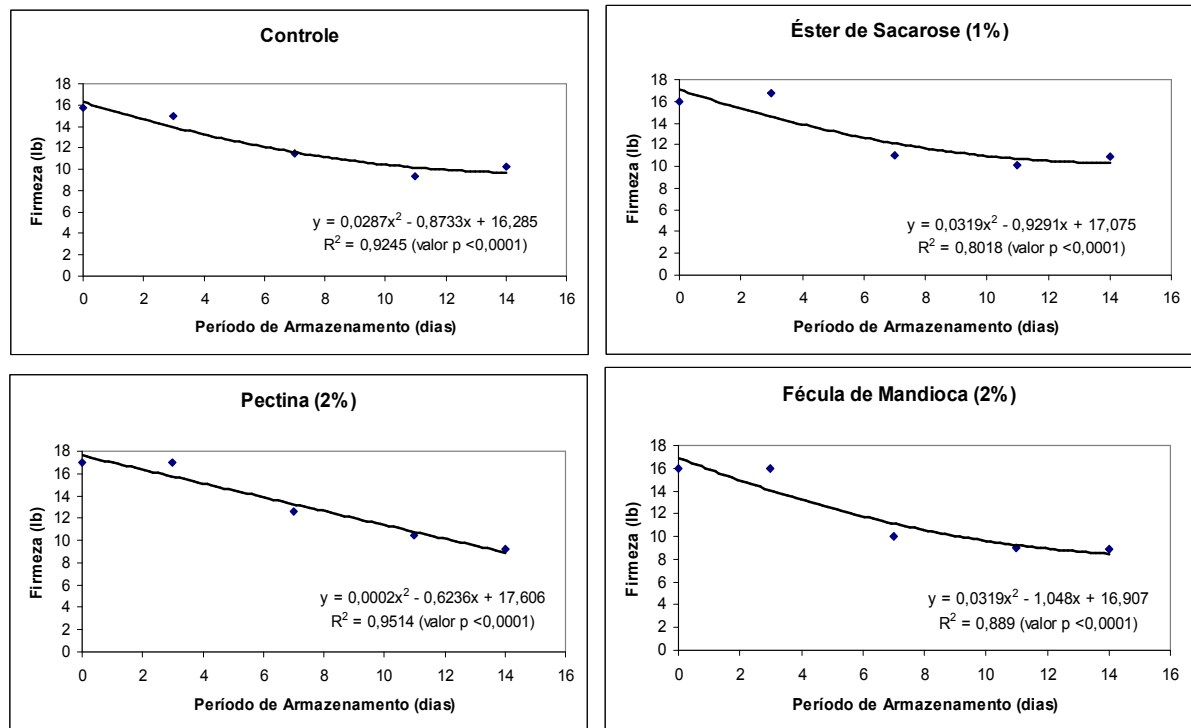


FIGURA 17 – REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DA FIRMEZA DE PÓLPA MÉDIA EM LIBRAS (lb) DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



Para o tomate ‘Dominador’ colhido no ponto de maturação PM2 o comportamento da firmeza durante o período de 14 dias de armazenamento em temperatura ambiente foi similar ao ponto de maturação PM1, onde os valores foram diminuindo com o amadurecimento dos frutos.

De acordo com a análise de variância houve diferença estatística significativa entre os pontos de maturação *versus* período de armazenamento e os revestimentos à base de biofilmes comestíveis ao qual o tomate ‘Dominador’ foi submetido (ANEXO 6). Os efeitos contrastados pelo teste F (TABELA 3) demonstram que os frutos colhidos no PM1 não apresentaram diferença estatística significativa do controle com os demais frutos revestidos com biofilmes, até o 7º dia de armazenamento. Ao 11º dia de armazenamento o controle apresentou diferença estatística significativa dos demais revestimentos entre as médias dos valores obtidos (TABELA 4). Os valores médios de firmeza de polpa menores para o controle, podem estar relacionados à acelerada ação de hidrolases sobre a parede celular (VICENTINI *et al.*, 1999, p. 713-176). Resultados semelhantes foram obtidos por Chiumarelli e Ferreira (2006, p. 381-385) em tomate ‘Débora’ e Kluge e Minami

(1997, p. 39-44) em tomate ‘Santa Clara’. Este comportamento provavelmente está relacionado com a diminuição da atividade das enzimas em virtude da diminuição do ritmo respiratório, induzido pela modificação da atmosfera originada pelos biofilmes aplicados, retardando o processo de senescência do fruto.

TABELA 3 – NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE PARA FIRMEZA EM LIBRAS (lb) DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	CONTRASTE	3 DIAS	7 DIAS	11 DIAS	14 DIAS
PM1	B1 vs B2, B3 e B4	0,1575	0,5785	0,0176	0,4825
	B4 vs B2 e B3	0,0614	0,7422	0,5815	0,9638
	B2 vs B3	0,6093	0,8706	0,2562	0,8752
PM2	B1 vs B2, B3 e B4	0,0001	0,8129	0,3801	0,3694
	B4 vs B2 e B3	0,0001	0,0478	0,0470	0,0710
	B2 vs B3	0,0001	0,1357	0,6284	0,0336

NOTA: B1 Controle; B2 Éster de sacarose (1%); B3 Pectina (2%); B4 Fécula de mandioca (2%);

Os frutos de tomate colhidos no ponto de maturação PM1, revestidos com biofilmes, não apresentaram diferença estatística significativa quando comparados ao controle, porém este comportamento, não foi observado para os frutos colhidos no ponto de maturação PM2, que apresentaram resultados estatisticamente significativos à utilização de biofilmes. O biofilmes pectina (2%) foi o que apresentou melhor manutenção da firmeza até o 11º dia de armazenamento (TABELA 4). Estes resultados podem ter ocorrido devido ao fato que filmes a base de pectinatos serem uma boa barreira ao oxigênio e ao dióxido de carbono em produtos frescos, porém, os melhores resultados são esperados em produtos de baixa umidade (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 342-345).

Para o PM2, resultados estatisticamente significativos foram observados ao 3º dia de armazenamento do tomate ‘Dominador’, onde o controle apresentou valores médios menores para a firmeza (TABELA 4), indicando a aceleração do processo de senescência. A partir deste período de armazenamento, os frutos não se diferenciaram mais do controle. Resultados semelhantes foram encontrados por Lemos (2006, p. 76-84) que conclui que o filme de fécula de mandioca em todas as suas concentrações, não é efetivo na prevenção do amaciamento após 20 dias de

armazenamento, sendo que os frutos de pimentão ‘Magali’ do controle foram os que apresentaram os melhores resultados.

TABELA 4 - VALORES MÉDIOS DE FIRMEZA (lb) DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	BIOFILME COMESTÍVEL	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
		0	3	7	11	14
PM1	Controle	10,70	10,10	9,93	8,52	9,87
	Éster de Sacarose (1%)	11,57	9,87	9,55	9,55	9,45
	Pectina (2%)	10,97	9,45	9,63	10,45	9,55
	Fécula de Mandioca (2%)	11,10	10,05	9,77	10,37	9,52
PM2	Controle	16,00	15,00	11,42	9,32	10,20
	Éster de Sacarose (1%)	16,00	16,80	11,05	10,10	10,87
	Pectina (2%)	17,00	17,00	12,62	10,45	9,22
	Fécula de Mandioca (2%)	16,00	16,00	10,00	8,98	8,85

Esta diferença de resposta do uso dos biofilmes comestíveis em diferentes pontos de maturação pode estar relacionada ao fato que medida que o fruto vai atingindo a sua maturidade, as substâncias pécticas da parede celular vão sendo solubilizadas, transformando a pectina insolúvel (protopectina) em pectina solúvel, resultando no amaciamento ou perda de firmeza (FERREIRA, 2004, p. 36-38). Esse amolecimento ocorre em razão da diminuição das forças coesivas que mantêm as células unidas decorrentes da decomposição da protopectina pela ação das enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) (FANCHIN, 2003, 133p.) Nos frutos do tomateiro, as atividades da PG e PME aumentam no início do amadurecimento e senescência (LANA; FINGER, 2000, 34p.), sendo que a PME apresenta sua máxima atividade entre o estágio de maturação rósea a vermelho-claro (PM1), enquanto que a PG inicia sua atividade no estágio de maturação verde-rosado a rosa-esverdeado (PM2) e o pico ocorre no estágio vermelho maduro. Com isto, frutos do PM1 encontravam-se no ponto de máximo climatérico, que ocorre na fase crítica de vida do fruto, tornando ineficiente a aplicação de biofilmes. Já os frutos do PM2, revestidos com biofilmes por se encontrarem no início da maturação foram eficientes em retardar a decomposição da protopectina pela ação das enzimas PG e PME. Resultados semelhantes quanto à firmeza de frutos em diferentes estádios de maturação foram obtidos por Ferreira (2004, 231p.).

4.1.2.2 Sólidos Solúveis Totais (SST)

As curvas e equações de regressão do teor de SST de frutos de tomate 'Dominador' revestidos com biofilmes comestíveis, armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias podem ser observadas para o ponto de maturação PM1 na FIGURA 18 e para o ponto de maturação PM2 na FIGURA 19. Comportamento similar de aumento dos teores de SST durante o amadurecimento de tomates, foi observado por Kluge e Minami (1997, p. 39-44); Santos Júnior *et al.* (2003, p. 749-757); Damasceno *et al.* (2003, p. 377-380) e Chiumarelli e Ferreira (2006, p. 381-385), que relacionaram este aumento no teor de SST ao acúmulo de açúcares e o aumento da ATT à formação de ácidos no processo de degradação da parede celular, que ocorre durante o processo de amadurecimento.

Resultados semelhantes foram obtidos em pimentões por Hojo *et al.* (2007, p.184-190) que observaram um incremento de 4,07 °Brix para 5,13 °Brix durante oito dias de armazenamento em temperatura ambiente. Normalmente, o teor de SST aumenta durante o processo de amadurecimento, seja por biossíntese ou degradação de polissacarídeos (TAIZ; ZEIGER, 2004, p. 361). O fato que geralmente favorece a elevação dos SST é a perda de peso, que faz concentrar os teores no interior dos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 556).

FIGURA 18 – REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DO TEOR MÉDIO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

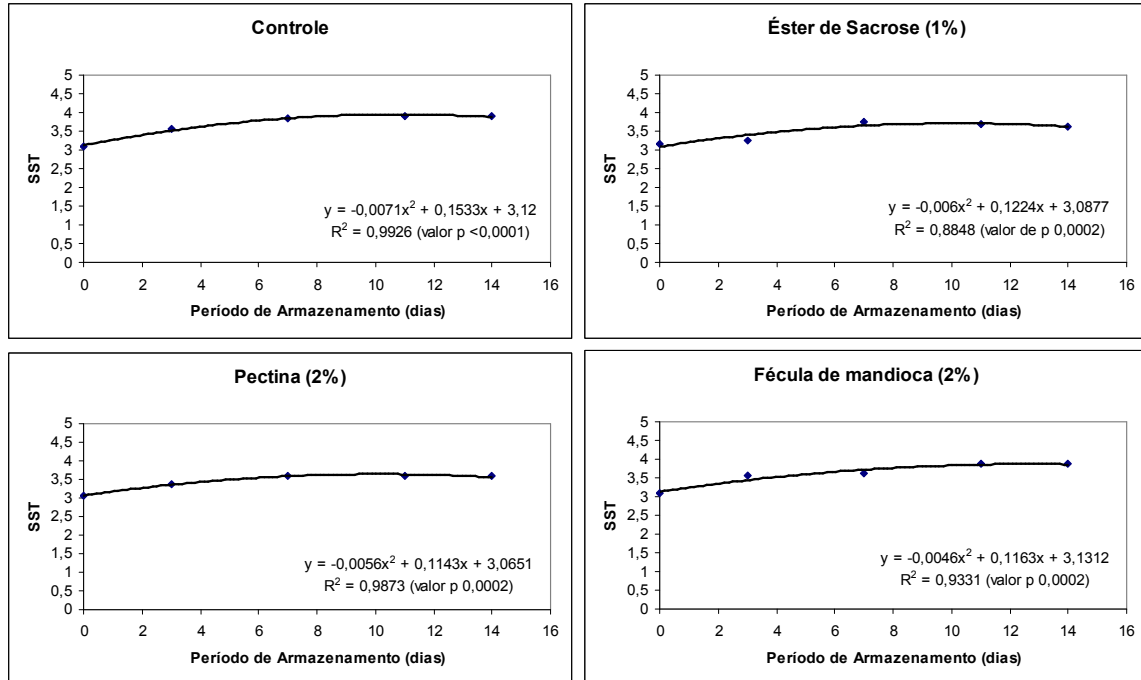
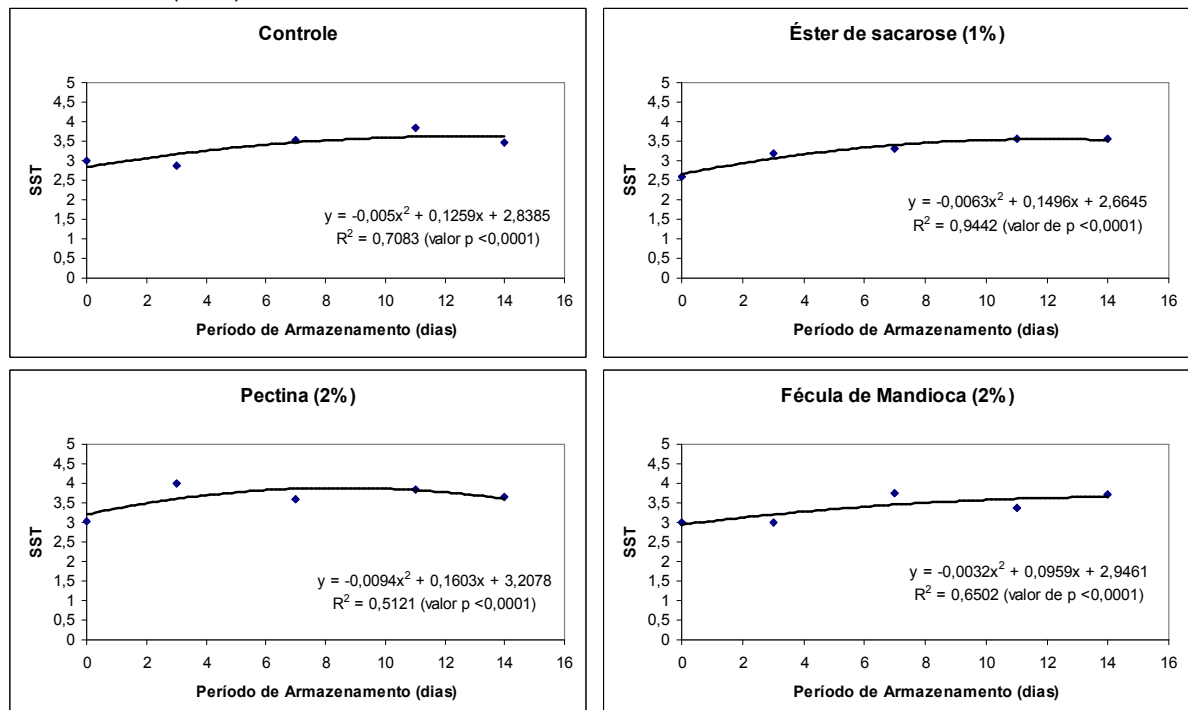


FIGURA 19 – REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DO TEOR MÉDIO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



De acordo com a análise de variância (ANEXO 6) houve diferença estatística significativa entre o ponto de maturação, período de armazenamento e os biofilmes aplicados ao fruto. Pelo efeito dos contrastes (TABELA 5) o PM1 apresentou diferença estatística significativa apenas no 14º dia de armazenamento.

TABELA 5 – NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE NOS TEORES DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE 1%; PECTINA 2%; FÉCULA DE MANDIOCA 2% ENTRE O PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	CONTRASTE	3	7	11	14
PM1	B1 vs B2, B3 e B4	0,4306	0,1846	0,1757	0,0435
	B4 vs B2 e B3	0,2297	0,7404	0,1060	0,0202
	B2 vs B3	0,5801	0,3921	0,3160	0,8405
PM2	B1 vs B2, B3 e B4	0,0001	0,8844	0,0610	0,2687
	B4 vs B2 e B3	0,0001	0,0214	0,0296	0,3634
	B2 vs B3	0,0001	0,0481	0,0729	0,5653

NOTA: B1 Controle; B2 Éster de sacarose (1%); B3 Pectina (2%); B4 Fécula de mandioca (2%);

Para os frutos colhidos no PM1 ao comparar os resultados dos teores de SST dos frutos revestidos com biofilmes comestíveis e o controle, os resultados inferiores ao 14º dia de armazenamento para os biofilmes comestíveis éster de sacarose (1%) e pectina (2%) (TABELA 6), podem estar indicando a redução da velocidade de maturação dos frutos revestidos. Os revestimentos à base de éster de sacarose e pectina reduzem a permeabilidade ao CO₂, alterando a composição interna de gases, reduzindo a taxa de respiração aeróbica e retardando a ascensão climática associada com o amadurecimento (KESTER; FENNEMA, 1986). Resultados semelhantes foram encontrados por Meheriuk e Lau (1988, p. 222-226) em pêras e por Baldwin *et al.* (1998, p. 1321 - 1331) em laranjas, que empregando filmes comestíveis de CMC – carboximetilcelulose, semelhante ao éster de sacarose, retardaram o amadurecimento pela diminuição do transporte de oxigênio.

Para os frutos colhidos no ponto de maturação PM2, os biofilmes éster de sacarose (1%) e pectina (2%) apresentaram valores médios dos teores de SST superiores ao controle até o 3º dia de armazenamento (TABELA 6), demonstrando que esta cobertura no início do período de armazenamento não foi capaz de retardar o processo de amadurecimento nas circunstâncias em que foram utilizadas, pode-se dizer que este tipo de cobertura promoveu a aceleração do processo de

amadurecimento dos frutos, quando observado o parâmetro sólidos solúveis totais. Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho Filho, Honório e Gil (2006, p. 180-184). Como ao final do período de armazenamento os resultados não apresentaram diferenças significativas entre teores médios de SST dos tomates colhidos no PM2, pode-se supor que para frutos colhidos em ponto de maturação mais verdes o uso de biofilme à base de pectina (2%) e fécula de mandioca (2%) durante os sete primeiros dias de armazenamento, pode auxiliar no incremento do sabor dos frutos.

TABELA 6 – VALORES MÉDIOS DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST) DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	BIOFILMES COMESTÍVEIS	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
		0	3	7	11	14
PM1	Controle	3,10	3,55	3,85	3,91	3,90
	Éster de Sacarose (1%)	3,15	3,26	3,75	3,70	3,61
	Pectina (2%)	3,05	3,38	3,60	3,60	3,58
	Fécula de Mandioca (2%)	3,08	3,56	3,62	3,88	3,86
PM2	Controle	3,00	3,10	3,53	3,83	3,48
	Éster de Sacarose (1%)	2,60	3,20	3,31	3,55	3,55
	Pectina (2%)	3,03	4,00	3,60	3,83	3,65
	Fécula de Mandioca (2%)	3,01	3,00	3,75	3,83	3,73

Em trabalhos realizados avaliando a qualidade da fécula de mandioca como revestimento, Vicentini *et al.* (1999, p. 713-716) não observaram efeitos importantes do biofilme de fécula de mandioca sobre o teor de SST em pimentões ‘Valdor’, embora Vieites *et al.* (1997, p. 93-110) e Park, Chinnan e Chewfelt (1994, p. 568-570) tenham encontrado bons resultados com o uso de biofilmes de fécula de mandioca em tomates, contribuindo, assim, para a manutenção da qualidade dos frutos, ocasionado pela diminuição do metabolismo.

É importante ressaltar a diferença estatística significativa entre os revestimentos de biofilmes comestíveis utilizados, onde éster de sacarose (1%), com valores médios inferiores aos demais revestimentos até o 11º dia de armazenamento em temperatura ambiente (TABELA 6). O biofilme à base de éster de sacarose proporciona uma fina camada sobre a casca, provavelmente diminuindo a troca de

gases com o ambiente, conseqüentemente diminuindo a respiração e maturação das mesmas. Resultados semelhantes foram obtidos por Tadini, Matai e Silvério ([19_]) em bananas.

4.1.2.3 Acidez Total Titulável (ATT)

Os resultados obtidos pela análise de regressão para o comportamento da ATT do tomate 'Dominador' revestido com biofilmes comestíveis, colhidos no ponto de maturação PM1 (FIGURA 20) e PM2 (FIGURA 21), armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias mostraram-se similares, quando comparados ao controle. Isto indica que a ATT dos frutos de tomate 'Dominador' apresentam padrão de comportamento quadrático, durante o armazenamento. A concentração de ácidos orgânicos usualmente declina em decorrência de sua utilização como substrato na respiração ou da sua transformação em açúcares (FERREIRA, 2004, p. 45-46). As transformações variam de acordo com as condições de armazenamento e têm papel importante nas características de sabor e do aroma (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 55-57).

FIGURA 20 - REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DO TEOR MÉDIO DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

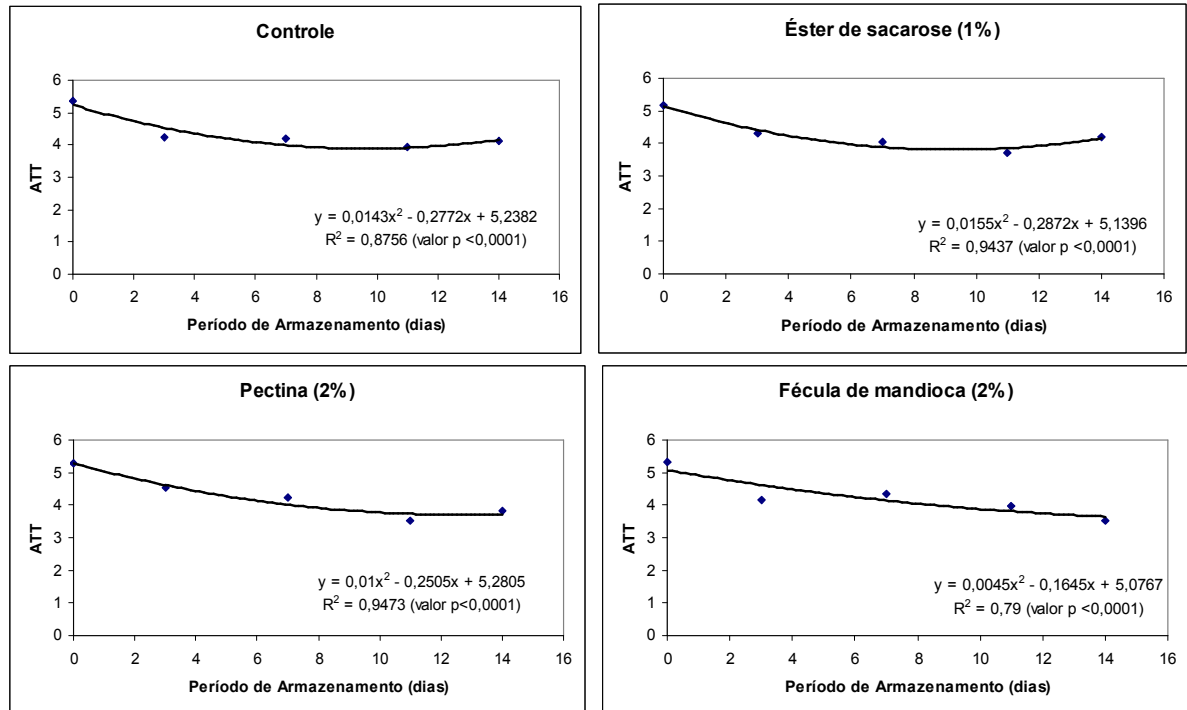
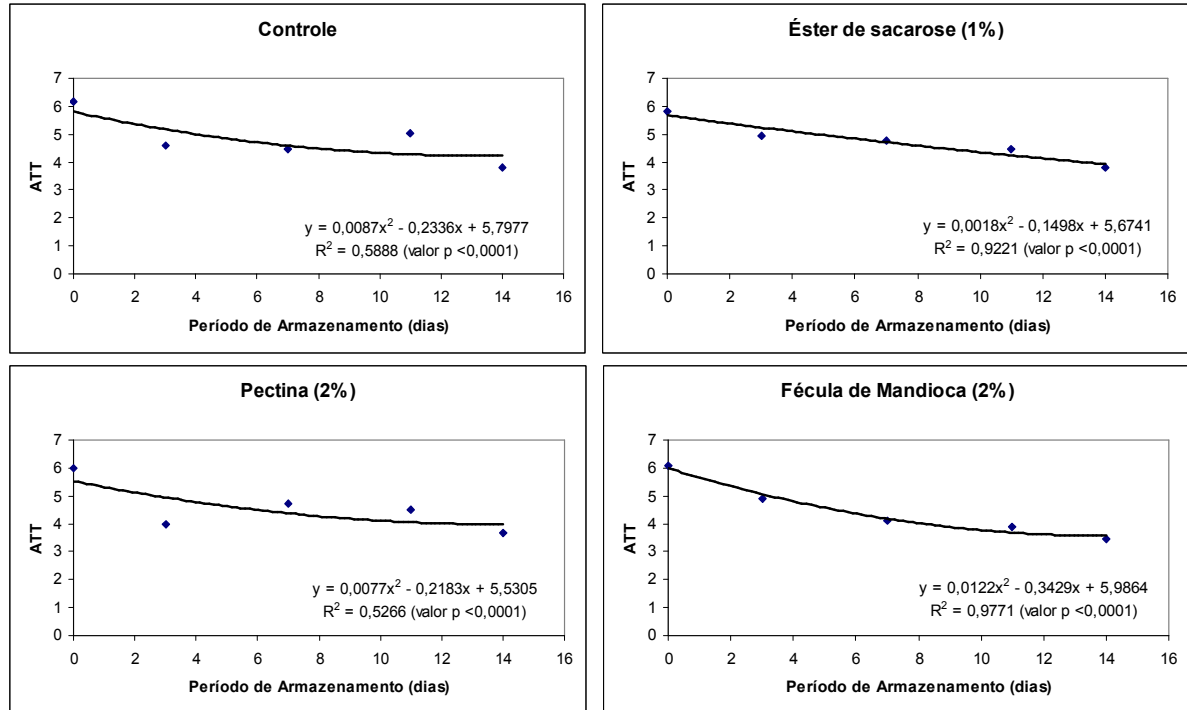


FIGURA 21 - REGRESSÃO DO COMPORTAMENTO DO TEOR MÉDIO DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



Através da análise de variância (ANEXO 6) foi possível observar que houve diferença estatística significativa entre pontos de colheita, período de armazenamento e biofilmes utilizados no tomate 'Dominador'. Na análise dos contrastes obtida pelo teste F (TABELA 7) o PM1 não observou diferenças estatísticas significativas entre os revestimentos com biofilmes e o controle. Para o PM2, o contraste entre controle e revestimento de biofilmes apresentou diferença estatística significativa na resposta dos teores de ATT do tomate 'Dominador' (TABELA 8). Esta diferença na resposta aos revestimentos, pode estar ligada à taxa respiratória dos frutos, pois frutos colhidos em estágio de maturação diferentes, apresentam comportamento diferenciado. A maturação dos frutos pode ter ocasionado a diminuição dos valores de ATT durante o período de armazenamento para os biofilmes éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%). No processo normal de maturação do tomate de mesa ocorre a redução da acidez em decorrência do processo respiratório ou da conversão dos ácidos orgânicos em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 55-57).

TABELA 7 – NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE NOS TEORES DE ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMETÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	CONTRASTE	3 DIAS	7 DIAS	11 DIAS	14 DIAS
PM1	B1 vs B2, B3 e B4	0,6158	1,0000	0,3485	0,1759
	B4 vs B2 e B3	0,2273	0,3703	0,0796	0,0278
	B2 vs B3	0,4051	0,5395	0,4533	0,1103
PM2	B1 vs B2, B3 e B4	0,3853	0,6810	0,0001	0,3317
	B4 vs B2 e B3	0,0001	0,0056	0,0031	0,1734
	B2 vs B3	0,0001	0,7908	0,7600	0,5590

NOTA: B1 Controle; B2 Éster de sacarose (1%); B3 Pectina (2%); B4 Fécula de mandioca (2%);

Os frutos colhidos no ponto de maturação PM2, obtiveram diferenças estatísticas significativas no 11º dia de armazenamento (TABELA 7). O controle apresentou os valores médios (TABELA 8) para os teores de ATT maiores quando comparado aos demais revestimentos. De acordo com (MAIA; PORTE; SOUZA, 2000, p. 121), frutos em avançado estágio de maturação podem originar picos de produção de ácido orgânicos, devido ao fato do extravasamento do suco celular pelo rompimento das células, com isto, é possível que o controle se encontrasse em tais condições as quais justificam o alto valor do teor de ATT ao 11º dia de armazenamento.

O efeito do contraste (TABELA 7) também apresentou diferença estatística significativa quando comparado o biofilme fécula de mandioca (2%) aos demais revestimentos. Para este caso os valores de ATT obtidos pelo revestimento fécula de mandioca (2%) foram menores que os demais. Considerando-se que houve tendência de diminuição da ATT ao longo do armazenamento, o que sugere a síntese de ácidos orgânicos, o biofilme de fécula de mandioca (2%) foi efetivo na redução dos teores de ATT a partir do 11º dia de armazenamento. Durante o período de armazenamento do 7º ao 11º dia, o biofilme fécula de mandioca (2%) apresentou valores médios de ATT menores que os demais revestimentos e o controle (TABELA 8). Estes resultados sugerem que o biofilme fécula de mandioca (2%) acelerou o processo de conversão dos ácidos orgânicos em açúcares.

TABELA 8 – VALORES MÉDIOS OBTIDOS PARA A ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (% DE ÁCIDO CÍTRICO) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

BIOFILME COMESTÍVEL	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	3	7	11	14
Controle	0,615	0,460	0,446	0,505	0,382
Éster de Sacarose (1%)	0,583	0,492	0,477	0,445	0,380
Pectina (2%)	0,601	0,400	0,471	0,451	0,366
Fécula de Mandioca (2%)	0,608	0,495	0,413	0,391	0,345

Em condições normais de maturação de tomate, há aumento dos teores de ATT. Quando se observa a TABELA 07 ao 11º dia de armazenamento, os biofilmes éster de sacarose (1%) e pectina (2%) apresentam valores médios mais elevados que o biofilme fécula de mandioca (2%) e controle, o que possivelmente indique a redução da velocidade de maturação dos frutos revestidos por esses biofilmes. Estes resultados podem ter ocorrido devido ao fato que revestimentos à base de éster de sacarose e pectina apresentam diferenciamento quanto a permeabilidade do oxigênio e ao dióxido de carbono, tornando a composição interna de gases do fruto revestido modificada, ocasionando a diminuição da taxa de respiração aeróbica e retardando a ascensão climatérica associada com o amadurecimento (MAIA; PORTE; SOUZA, 2000, p. 121). Resultados semelhantes foram encontrados por Meheriuk e Lau (1988, p. 222-226) em pêras e por Baldwin *et al.* (1995, p. 1321-1331) em laranjas, que empregando filmes comestíveis de CMC retardaram o amadurecimento pela diminuição do transporte de oxigênio.

Nos frutos colhidos no PM2 as avaliações realizadas a partir do 3º dia de armazenamento até o final da pesquisa (TABELA 7 e 8) demonstraram que os maiores valores médios para o teor de ATT foram obtidos pelo biofilme fécula de mandioca (2%) e isto pode ter ocorrido devido ao fato de que revestimento a base de polissacarídios apresentem algumas limitações quanto às propriedades de barreira ao vapor d'água e em alguns casos, pode não haver efeito apreciável no prolongamento da vida de prateleira para determinados produtos (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 342-343).

4.1.2.4 Relação SST/ATT

A análise de regressão para o comportamento da relação SST/ATT para o tomate 'Dominador, revestidos com biofilmes comestíveis á base de éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), colhidos nos pontos de colheita PM1, esta apresentada na FIGURA 22 e para o ponto de maturação PM2, apresentada na FIGURA 23, submetidos a condições de armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias, apresentaram comportamento similar nos dois pontos de maturação e para todos os revestimentos a que foram submetidos, com comportamento quadrático crescente. Onde os valores da relação SST/ATT obtiveram aumentos dois valores ao longo do período de armazenamento. Estes resultados são esperados, pois as relações entre os atributos, tendem ser de aumento dos valores de SST e diminuição dos valores de ATT durante a senescência dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 681). Resultados semelhantes foram obtidos por Kluge e Minami (1997, p. 39-44), Borguini (2002, p. 49) e Ferreira (2004, 118-120).

FIGURA 22 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DA RELAÇÃO SST/ATT MÉDIA DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1), ARMAZENADOS EM TEMPERTURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

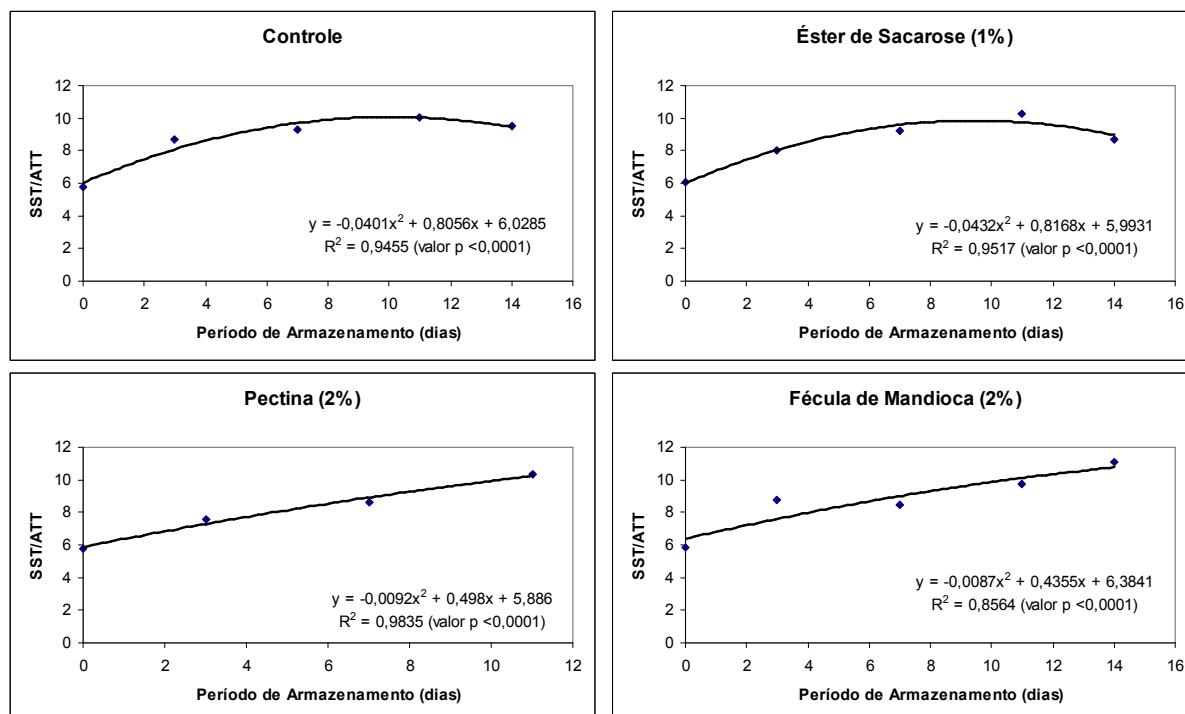
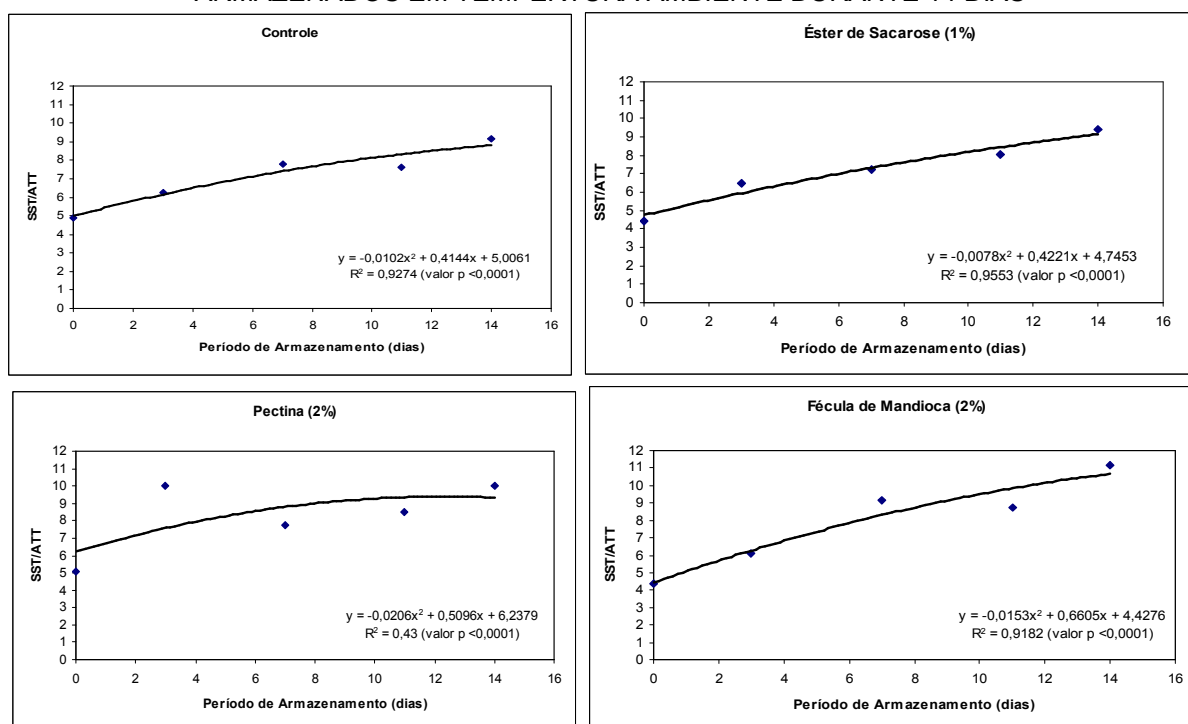


FIGURA 23 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DA RELAÇÃO SST/ATT MÉDIA DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERTURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



Os resultados mostram aumento da relação SST/ATT de acordo com o aumento do período de armazenamento em ambos os pontos de maturação avaliados. O alto valor na relação SST/ATT indica uma excelente combinação de açúcar e ácido que se correlacionam com sabor suave dos frutos de tomate nos diferentes estádios de maturação (FERREIRA, 2004). Para Kader *et al.* (1978, p. 6-13), frutos de alta qualidade contêm mais de 0,32% de acidez titulável, 3°Brix de SST e relação SST/ATT maior que 10.

Na FIGURA 23 pode-se observar que para o revestimento fécula de mandioca (2%) que a curva de regressão foi mais acentuada que nos demais biofilmes e controle, contribuindo para a melhoria do *flavor*, esta mudança do comportamento pode ter ocorrido pelo fato que o biofilme fécula de mandioca proporcionou as melhores condições para aumento dos teores de SST (TABELA 6) e ATT (TABELA 8) dos frutos, atribuídas à alta síntese de ácido ou reduzida perda de acidez.

De acordo com a análise de variância a relação de SST/ATT (ANEXO 6) houve diferença estatística significativa entre o ponto de maturação *versus* período de armazenamento e biofilmes, pela análise do efeito de contraste (TABELA 9) esta diferença só foi significativa para o ponto de maturação PM2.

TABELA 9 – NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE NA RELAÇÃO SST/ATT MÉDIA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%) PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENAMENTO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	CONTRASTE	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
		0	3	7	11	14
PM1	B1 vs B2, B3 e B4	0,1670	0,4718	0,3930	0,8219	0,6379
	B4 vs B2 e B3	0,3096	0,25187	0,4317	0,2647	0,0013
	B2 vs B3	0,0077	0,6738	0,3988	0,9611	0,2187
PM2	B1 vs B2, B3 e B4	0,4499	0,0001	0,6130	0,0405	0,0671
	B4 vs B2 e B3	0,2785	0,0001	0,0026	0,2595	0,0188
	B2 vs B3	0,1543	0,0001	0,4380	0,2650	0,3698

NOTA: B1 Controle; B2 Éster de sacarose (1%); B3 Pectina (2%); B4 Fécula de mandioca (2%);

Os frutos colhidos no ponto de maturação PM2 apresentaram diferença estatística significativa no 11º dia de armazenamento em relação ao controle. Na TABELA 10 é possível observar que o controle apresentou valores médios menores que os biofilmes éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%).

Frutos que apresentam relação SST/ATT próximas a 10 ou superiores, são aqueles que ao paladar relacionam as melhores condições de *flavor* (MINAMI; HAAG, 1989, 397p.). Nessas condições o controle apresentou valores de 3,83 °Brix e 0,505 % de ácido cítrico e o biofilme fécula de mandioca (2%) valores de 3,38 °Brix e 0,391% de ácido cítrico.

TABELA 10 – VALORES MÉDIOS DA RELAÇÃO SST/ATT DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATUAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

		RELAÇÃO SST/ATT				
		PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
PONTO DE MATURAÇÃO	BIOFILME COMESTÍVEL	0	3	7	11	14
PM1	Controle	5,75	8,70	9,30	10,02	9,53
	Éster de Sacarose (1%)	6,08	8,01	9,26	10,30	8,72
	Pectina (2%)	5,76	7,60	8,66	10,33	9,53
	Fécula de Mandioca (2%)	5,82	8,77	8,47	9,76	11,80
PM2	Controle	4,88	6,25	7,81	7,64	9,13
	Éster de Sacarose (1%)	4,46	6,46	7,26	8,02	9,39
	Pectina (2%)	5,05	6,00	7,73	8,52	10,01
	Fécula de Mandioca (2%)	4,37	6,09	8,19	8,71	11,17

Na TABELA 9, o efeito dos contrastes apontaram diferença estatística significativa para os frutos do PM2 ao 3º dia de armazenamento. Esta diferença pode ser observada na TABELA 10, onde os frutos do controle e os revestidos com o biofilme éster de sacarose (1%) apresentaram os maiores valores da relação SST/ATT neste período de armazenamento. Durante a maturação dos frutos há uma tendência de aumento da relação devido às alterações sofrida pelos processos de degradação de açúcares e ácidos orgânicos, desta maneira pode-se entender que nestes casos os frutos apresentavam-se mais maduros que os revestidos com pectina (2%) e fécula de mandioca (2%).

4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Nas condições da pesquisa a maturação dos frutos de tomate 'Dominador' ocorreu conforme os padrões já observados por diversos autores. Para o ponto de maturação vermelho-claro (PM1), os revestimentos à base de biofilmes comestíveis quase não apresentaram resultados estatisticamente significativos para a sua utilização, quando comparados aos resultados do controle. O biofilme éster de sacarose (1%) mostrou-se mais eficiente na redução de perdas por murchamento.

Para os frutos colhidos no ponto de maturação rosa-esverdeado (PM2), apesar dos biofilmes éster de sacarose (1%) e pectina (2%) apresentarem os melhores resultados quanto aos atributos químicos (SST e ATT) para a redução da velocidade de maturação dos frutos. O biofilme fécula de mandioca (2%) no revestimento dos frutos, melhorou a conservação pós-colheita do tomate 'Dominador', e apresentou no conjunto dos atributos a melhor relação que caracteriza o *flavor* (relação SST/ATT) e menor número de frutos descartados devido ao aspecto de desidratação.

A película reduziu significativamente a perda de peso durante os 14 dias de armazenamento em temperatura ambiente. A aplicação do biofilme comestível fécula de mandioca (2%) proporcionou ao fruto um aspecto melhor de conservação, o que possivelmente tornaria o produto mais atraente devido menor número de frutos com murchamento e possivelmente melhor sabor, quando relacionado com a relação SST/ATT, por apresentar os maiores valores deste atributo, devido ao teor mais baixo de acidez total titulável e a relação SST/ATT de 11,07 proporcionando ao fruto uma excelente combinação de açúcar e ácido os quais se correlacionam com sabor suave dos frutos nos diferentes estádios de maturação.

4.3 ANÁLISE SENSORIAL

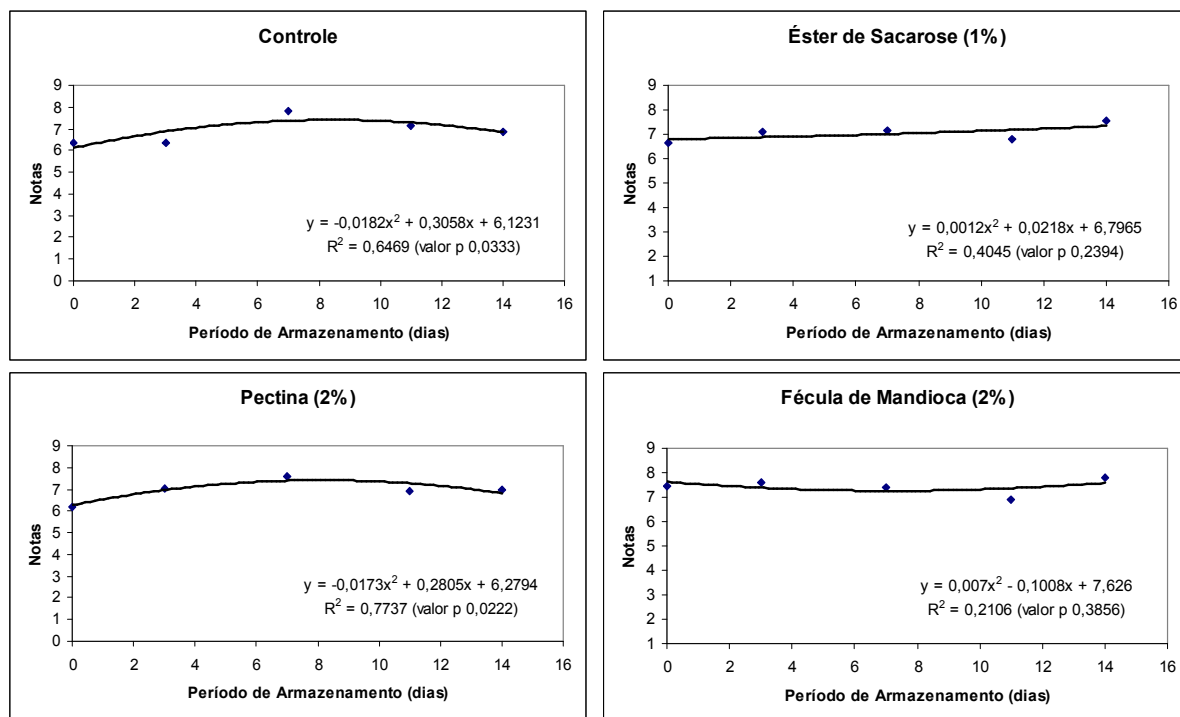
4.3.1 Análise Descritiva Quantitativa – ADQ

4.3.1.1 Cor

De acordo com a análise de regressão para o comportamento da cor atribuído pelos julgadores da análise sensorial de tomates ‘Dominador’ colhidos nos pontos de colheita PM1 e PM2, revestidos com biofilmes comestíveis à base de éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias, o comportamento do atributo obteve padrões diferentes para os frutos colhidos no PM1 (FIGURA 24). O biofilme comestível pectina (2%) se comportou da mesma forma que o controle, resultado esperado para a coloração de tomate, onde as notas atribuídas pelos julgadores iniciam mais baixas logo após a colheita, devido a pouca coloração vermelha, com aumento durante o período de armazenamento e decréscimo de acordo com o avanço da maturação, por apresentar aspecto de fruto muito maduro.

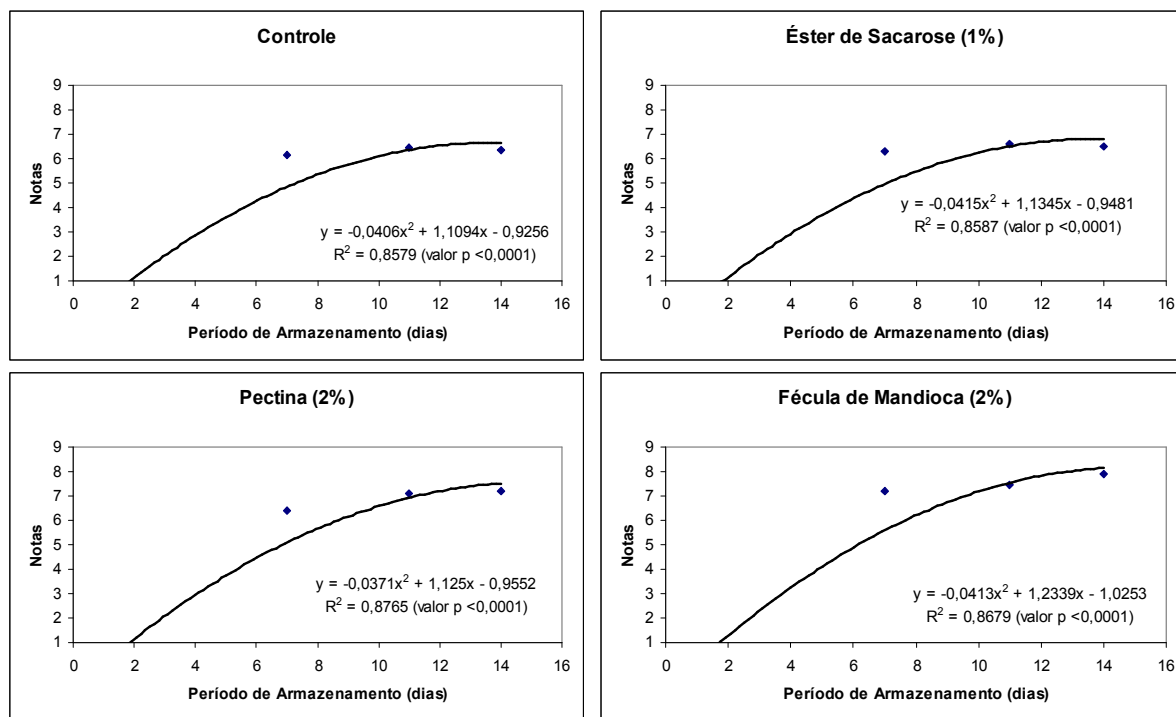
Neste ponto de maturação PM1, os frutos revestidos com éster de sacarose (1%) e fécula de mandioca (2%) apresentaram decréscimo das notas até o 7º dia de armazenamento e tendência de aumento ao final do período de armazenamento. Esta diferença pode ter ocorrido pelo fato destes biofilmes retardarem a mudança da coloração, que para o controle e o biofilme pectina (2%) ocorreu ao 7º dia de armazenamento, e éster de sacarose (1%) e fécula de mandioca a partir do 11º dia de armazenamento, o que pode ser entendido como um retardo na velocidade de maturação dos frutos.

FIGURA 24 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) AO ATRIBUTO COR DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



Para os frutos colhidos no PM2 (FIGURA 25), o comportamento do tomate ‘Dominador’ durante os 14 dias de armazenamento em temperatura ambiente, os frutos revestidos com biofilmes comestíveis apresentaram comportamento similar ao controle, onde as notas médias atribuídas pelos julgadores foram aumentando de acordo com o período de armazenamento.

FIGURA 25 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) AO ATRIBUTO COR DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



As diferenças estatísticas significativas, para o atributo sensorial cor só foram encontradas quando analisadas individualmente as fontes de variação (ANEXO 7); tendo diferença significativa o uso de biofilmes comestíveis e o período de armazenamento. Quando se observa o contraste para o atributo cor, os resultados indicam que os biofilmes comestíveis (TABELA 11) aplicados no ponto de maturação PM1 a maior média de notas foi atribuída ao biofilme fécula de mandioca (2%). As notas inferiores dadas ao controle pelos julgadores pode ser a identificação de sintoma de fruto “passado”, quando comparadas aos demais frutos revestidos com os biofilmes, os julgadores comentam em suas avaliações individuais, que os frutos do controle ao final do período de 14 dias de armazenamento apresentavam manchas na casca, diminuindo seu valor atrativo. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005, p. 67-72) o mecanismo de morte celular dos frutos pode ser identificado pelas necroses, que correspondem à morte em decorrência de dano físico, com o colapso das membranas e não apresenta sinais de mudanças nucleares, os quais são partes do processo de senescência. Desta forma, a presença de manchas na casca dos frutos, foi identificada pelos julgadores como um aspecto negativo na qualidade pós-colheita do tomate ‘Dominador’.

TABELA 11 – NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE PARA O ATRIBUTO COR, DA ANÁLISE SENSORIAL DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS. PR > X² DISTRIBUIÇÃO GAMA

CONTRASTE	PROBABILIDADE > F
B1 vs B2, B3 e B4	0,0218
B4 vs B2 e B3	0,0006
B2 vs B3	0,6089

NOTA: B1 Controle; B2 Éster de sacarose (1%); B3 Pectina (2%); B4 Fécula de mandioca (2%);

De acordo com as notas atribuídas pelos julgadores para os frutos colhidos no ponto de maturação PM1 e PM2, os mesmos preferiram à cor dos frutos revestidos com fécula de mandioca (2%). Os demais biofilmes comestíveis também apresentaram notas médias superiores ao controle (TABELA 12). Estas notas podem estar relacionadas pelo fato dos biofilmes, especialmente os de baixa permeabilidade a gases, como a fécula de mandioca, reduzir as taxas de escurecimento enzimático. De fato alguns autores obtiveram redução nas taxas de escurecimento enzimático em frutas como resultado da adição de coberturas à base de polissacarídios (HOWARD; DEWI, 1995, p. 142-144; ZHANG; QUANTICK, 1997, p. 195-202; JIANG; LI, 2001, p. 139-143). Além da redução das taxas de escurecimento enzimático, outros efeitos importantes são atribuídos na aparência de frutas tratadas com biofilmes como o brilho e melhor integridade estrutural conferidos pelas películas comestíveis tornam os produtos mais atraentes para o consumidor (KESTER; FENNEMA, 1986).

TABELA 12 – MÉDIA DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AO ATRIBUTO COR, NA ANÁLISE SENSORIAL ADQ DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	BIOFILME COMESTÍVEL	COR
PM1	Controle	6,90
	Éster de Sacarose (1%)	7,03
	Pectina (2%)	6,92
	Fécula de Mandioca (2%)	7,45
PM2	Controle	6,32
	Éster de Sacarose (1%)	6,47
	Pectina (2%)	6,89
	Fécula de Mandioca (2%)	7,52

A análise de variância (ANEXO 7) apontou diferença estatística significativa do atributo sensorial cor do tomate ‘Dominador’ para o período de armazenamento de 14 dias em temperatura ambiente. A TABELA 13 apresenta as notas médias atribuídas pelos julgadores ao longo do período de armazenamento em ambos os pontos de maturação PM1 e PM2, pois estes não apresentaram diferença estatística significativa entre si.

TABELA 13 – MÉDIA DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AO ATRIBUTO COR, NA ANÁLISE SENSORIAL ADQ DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

NOTAS MÉDIAS DE COR	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	3	7	11	14
	6,57	6,95	7,24	6,93	7,30

A partir dos resultados obtidos pela análise sensorial, para o atributo cor, os julgadores demonstram tendência de preferência por frutos vermelho-maduro, com notas médias de 7,07 para os frutos colhidos no PM1 e de 6,78 para os frutos colhidos no PM2 independente do biofilme submetido, por apresentarem características sensoriais superiores às do tomate colorido (rosa-esverdeado e rósea), levando a crer que o consumidor tem preferência pelo fruto quando ele atinge a coloração vermelha e se encontra com textura adequada.

As análises realizadas para cor dos frutos do tomate ‘Dominador’ durante 14 dias de armazenamento em temperatura ambiente possivelmente não apresentaram

diferença significativa para o período de armazenamento, mesmo havendo mudanças detectadas pelo colorímetro na análise físico-química, devido ao fato que as avaliações sensoriais foram de caráter pontual. Isto quer dizer, que pelo fato dos julgadores receberem a amostra apenas relativa a determinado período de armazenamento e tais amostras serem homogêneas (padrão do ponto de colheita), os julgadores não conseguiram perceber a mudança da coloração; e possivelmente os julgadores apresentem uma memória sensorial curta impossibilitando a comparação com frutos do período anterior.

4.3.1.2 Aroma

De acordo com a análise de regressão para o comportamento do aroma atribuído pelos julgadores da análise sensorial ADQ de tomates 'Dominador' colhidos nos pontos de colheita PM1 e PM2, revestidos com biofilmes comestíveis à base de éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias, não foi significativa (ANEXO 08) para nenhum modelo estatístico, com notas variando muito entre os julgadores, dificultando a padronização do comportamento. Esta dificuldade de percepção do aroma pelos julgadores pode ser devido ao fato de tomates possuírem aproximadamente 400 compostos-chaves relacionados com aroma e sabor, contudo, a característica do aroma em tomate não está firmemente estabelecida, por serem pouco perceptíveis (BALDWIN *et al.*, 1998, p. 906-915). O comportamento do atributo aroma para o ponto de maturação PM1 pode ser observado na FIGURAS 26 e para o ponto de maturação PM2 na FIGURA 27 ao longo do período de armazenamento.

FIGURA 26 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) ATRIBUTO AROMA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

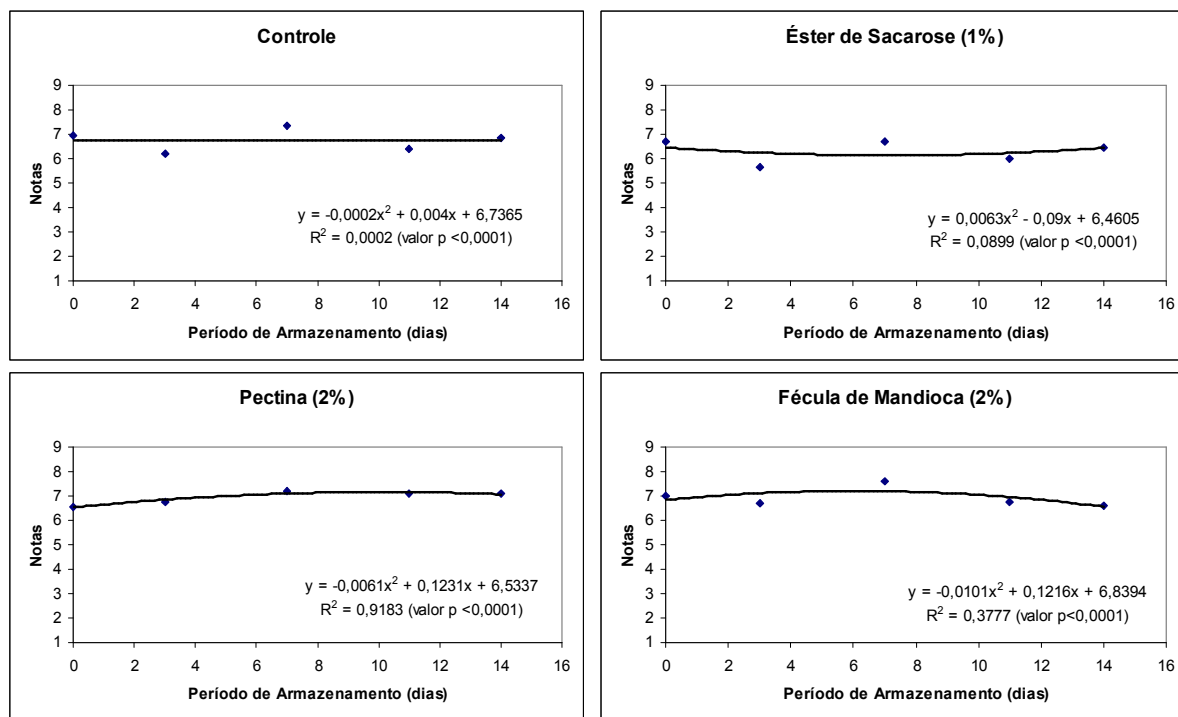
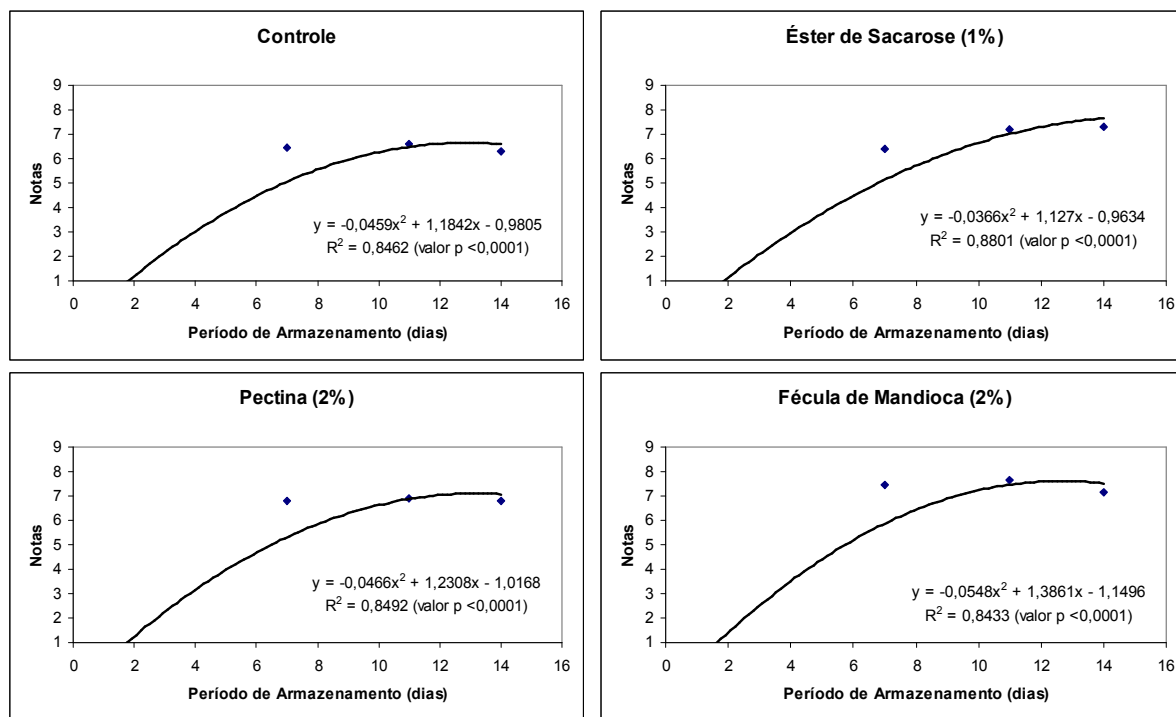


FIGURA 27 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) ATRIBUTO AROMA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



A análise de variância (ANEXO 7) apresentou diferença estatística significativa (5%) entre os biofilmes comestíveis. No PM1, não houve diferença significativa entre o controle e os biofilmes (TABELA 14), apenas o PM2 apresentou diferença significativa entre o controle e os biofilmes comestíveis utilizados, sendo, 6,44; 6,96; 6,84 e 7,40, controle, éster de sacarose (1%), pectina (2%), fécula de mandioca (2%), respectivamente. O biofilme fécula de mandioca (2%) pode ter obtido melhores notas médias para o atributo aroma, por ser uma película com boas propriedades de barreira ao oxigênio e aromas, podendo haver aumentado a estabilidade sensorial do fruto (KESTER; FENNEMA, 1986).

TABELA 14 – NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE PARA O ATRIBUTO AROMA, NA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA 2% COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS. PR > X² DISTRIBUIÇÃO GAMA

CONTRASTE	PM1	PM2
B1 vs B2, B3 e B4	0,7814	0,0182
B4 vs B2 e B3	0,1731	0,0938
B2 vs B3	0,0103	0,7033

NOTA: B1 Controle; B2 Éster de sacarose (1%); B3 Pectina (2%); B4 Fécula de mandioca (2%).

Os pontos de maturação PM1 e PM2 apresentaram diferença estatística significativa do atributo aroma para ponto de maturação *versus* período de armazenamento. As melhores notas para o PM2 atribuídas pelos julgadores no 11º dia de armazenamento, e para o PM1 no 7º dia de armazenamento (TABELA 15). Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira (2004, p.150-152) em tomates orgânicos e convencionais, que na média geral das avaliações do aroma pelos julgadores não foi evidenciado grandes diferenças. O aroma característico do tomate sugerido por Baldwin *et al.* (1998, p. 906-915) foi percebido pelos julgadores, recebendo nota de 5,12 a 6,93.

As alterações mais comuns do aroma na fase de pós-colheita estão relacionadas com o grau de maturação da fruta (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 564-568), que ocorrem devido modificações pela produção de compostos voláteis com odores indesejáveis, como consequência de estresses e desordens fisiológicas advindas do manuseio ou armazenamento impróprio (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 683-684).

TABELA 15 – VALORES MÉDIOS OBTIDOS PARA O ATRIBUTO AROMA (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
	0	3	7	11	14
PM1	6,81	6,32	7,19	6,56	6,75
PM2	-	-	6,77	7,07	6,85

NOTA: a análise sensorial para o ponto de maturação PM2, não foi realizada nos períodos de armazenamento zero e três dias, devido imaturidade dos frutos amostrados.

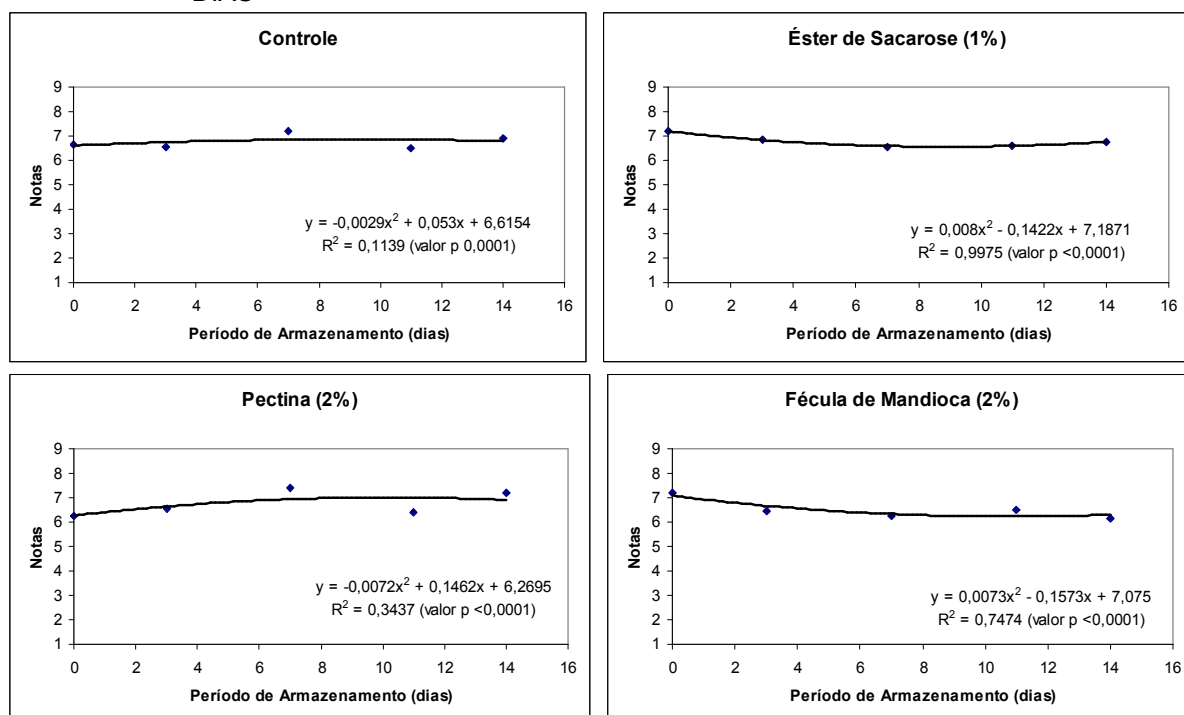
Indiferente do ponto de maturação dos frutos ou dos biofilmes comestíveis utilizados como revestimento, em todos os casos as notas atribuídas pelos julgadores demonstraram que o aroma do tomate 'Dominador' armazenado em temperatura ambiente durante 14 dias é considerado normal, ou seja, os julgadores não perceberam em suas avaliações nenhum traço de mudança dos compostos voláteis para odores indesejáveis.

O que se observa é que para os frutos colhidos no PM2 os julgadores demonstraram através das notas a preferência pelos frutos revestidos com o biofilme comestível fécula de mandioca (2%), sendo, 6,44; 6,96; 6,84 e 7,40 para controle, éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%) respectivamente, possivelmente pelo fato de que biofilmes à base de polissacarídios apresentarem boas propriedades de barreira ao oxigênio e aroma, com isto, podendo aumentar a estabilidade sensorial dos alimentos. Segundo Azeredo (2003, p. 267-278) o uso do biofilme à base de fécula de mandioca não compromete a qualidade do aroma dos frutos, pois não provoca a oxidação de compostos voláteis ou perdas por migração através do revestimento.

4.3.1.3 Sabor

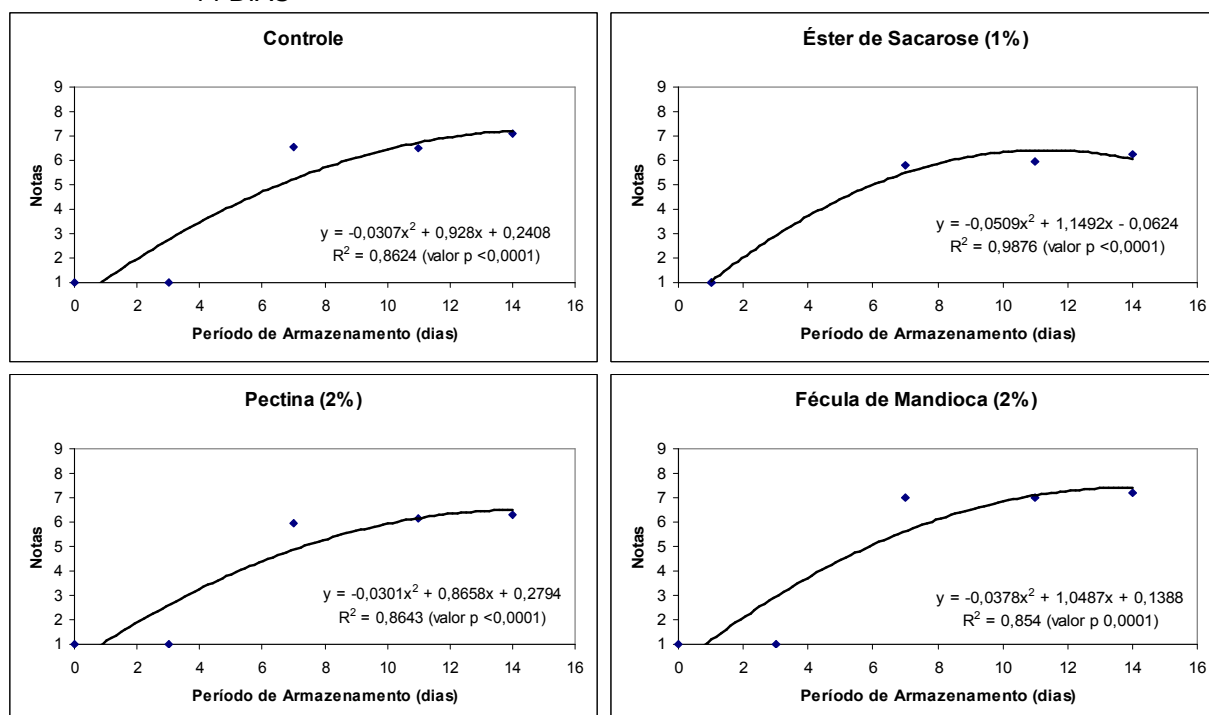
A análise de regressão para o comportamento do sabor, atribuído pelos julgadores da análise sensorial ADQ do tomate 'Dominador' colhido nos pontos de maturação PM1 é apresentada na FIGURA 28 e para o PM2 na FIGURA 29, revestidos com biofilmes comestíveis à base de éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias. Os frutos controle e biofilme pectina (2%), colhidos no PM1, não se adaptaram a nenhum modelo de comportamento (ANEXO 8) durante o período de armazenamento, com notas quase tendendo a linearidade, diferentemente dos biofilmes éster de sacarose (1%) e fécula de mandioca (2%), que obtiveram notas decrescentes durante o período de três a sete dias de armazenamento, e aumento no final do período da pesquisa.

FIGURA 28 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) PARA O ATRIBUTO SABOR DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



Para o ponto de maturação PM2 todos os biofilmes comestíveis obtiveram comportamento similar ao controle. Com notas crescentes concomitantemente com o período de armazenamento. Esses resultados são os esperados no caso de frutos climatéricos, aonde o amadurecimento dos frutos, conduz a um aumento na doçura devido ao aumento no teor de açúcares simples, decréscimo da acidez e da adstringência, respectivamente, pela redução nos teores de ácidos e fenólicos e aumento nas características do *flavor*, principalmente pela emissão de compostos voláteis (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 556-560).

FIGURA 29 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) PARA O ATRIBUTO SABOR DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



De acordo com o ANEXO 7 os resultados da análise de variância para o atributo sabor apontaram diferença estatística significativa entre os pontos de maturação e os revestimentos de biofilmes comestíveis aplicados ao tomate ‘Dominador’, porém o efeito do contraste para os biofilmes comestíveis utilizados, não apresentaram diferença estatística significativa com o controle para os pontos de maturação PM1 e PM2. Apenas houve diferença significativa entre os biofilmes fécula de mandioca (2%) *versus* éster de sacarose (1%) e pectina (2%) (TABELA 16).

TABELA 16 – NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DOS CONTRASTES PARA O ATRIBUTO SABOR, NA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%); PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS. $PR > X^2$ DISTRIBUIÇÃO GAMA

CONTRASTE	PM1	PM2
B1 vs B2, B3 e B4	0,7031	0,2234
B4 vs B2 e B3	0,2356	0,0006
B2 vs B3	0,8699	0,6613

NOTA: B1 Controle; B2 Éster de sacarose (1%); B3 Pectina (2%); B4 Fécula de mandioca (2%).

A atribuição, pelos julgadores de maior nota referente ao sabor (TABELA 17) dos frutos com menor acidez, parece atestar que houve uma percepção dos julgadores, com relação à acidez. Tal fato comprova a tendência, de preferência por alimentos pouco ácidos, observada no comportamento do consumidor brasileiro. Esses dados concordam com os obtidos por Borguini (2002, p. 56-57) em tomates orgânicos e convencionais. O amadurecimento de frutas, em geral, conduz a um aumento na doçura devido ao aumento no teor de açúcares simples, decréscimo da acidez e da adstringência, respectivamente, pela redução nos teores de ácidos e fenólicos e aumento nas características do *flavor*, principalmente pela emissão de compostos voláteis. Em frutas climatéricas, como o tomate, o pico da evolução dos componentes voláteis coincide grosseiramente com o pico da atividade respiratória (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 556).

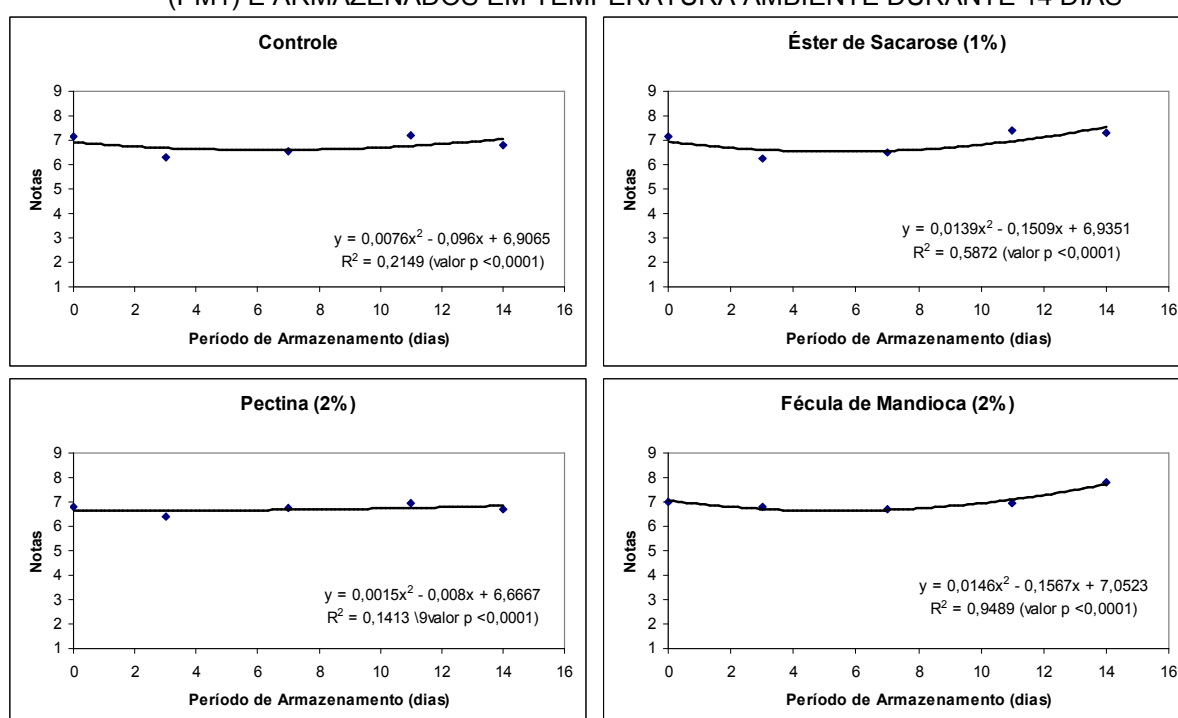
TABELA 17 – VALORES MÉDIOS ATRIBUÍDOS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL ADQ PARA O ATRIBUTO SENSORIAL SABOR DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	BIOFILME COMESTÍVEL	NOTA MÉDIA
PM1	Controle	6,77
	Éster de sacarose (1%)	6,80
	Pectina (2%)	6,75
	Fécula de Mandioca (2%)	6,51
PM2	Controle	6,71
	Éster de sacarose (1%)	6,01
	Pectina (2%)	6,14
	Fécula de Mandioca (2%)	7,05

4.3.1.4 Acidez

De acordo com a análise de regressão obtida da análise sensorial do atributo acidez por ADQ pelos julgadores da análise sensorial de tomates 'Dominador' colhidos nos pontos de colheita PM1 (FIGURA 30) e PM2 (FIGURA 31), revestidos com biofilmes comestíveis à base de éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias apresentaram comportamentos semelhantes, onde as notas dos julgadores foram aumentando durante o período de armazenamento.

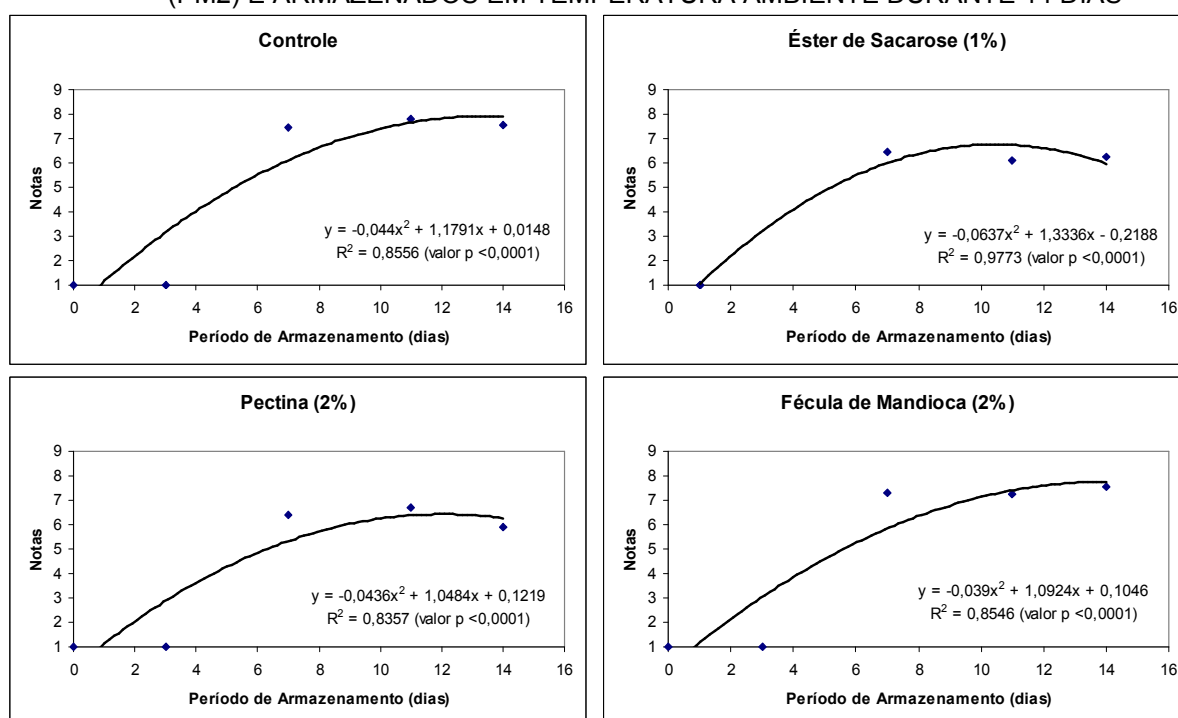
FIGURA 30 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) PARA O ATRIBUTO ACIDEZ DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



No ponto de maturação PM1, o biofilme éster de sacarose (1%) apresentou comportamento diferenciado dos demais biofilmes observados (FIGURA 30), com tendência de aumento das notas concomitantemente com o avanço da maturação (TABELA 18). A aplicação de éster de sacarose (1%) pareceu interferir mais na respiração do que na transpiração dos frutos, pelo fato que o efeito do biofilme

ocorreu sobre os parâmetros de qualidade, mais notadamente sobre a acidez, que está ligada à taxa respiratória das frutas. Desta forma, ao aplicar o revestimento à base de éster de sacarose, forma-se uma atmosfera modificada ao redor do fruto, diminuindo a concentração de O_2 e aumentando os níveis de CO_2 , resultando na diminuição do metabolismo respiratório (MAIA; PORTE; SOUZA, 2000, p. 107-128).

FIGURA 31 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) PARA O ATRIBUTO ACIDEZ DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



A análise de variância apontou resultado estatisticamente significativos entre o ponto de maturação e biofilmes comestíveis (ANEXO 7). Através dos contrastes (TABELA 18), pode-se observar que para o PM1 não houve diferença significativa entre os biofilmes; entretanto, para o PM2 o biofilme fécula de mandioca (2%) e o controle apresentaram diferença significativa de 5%, obtendo notas médias pelos julgadores de 7,38 e 7,62, respectivamente. Os demais biofilmes, éster de sacarose (1%) e pectina (2%) obtiveram notas médias para acidez de 6,27 e 6,33, respectivamente. O controle pode ter recebido notas maiores pelos julgadores devido ao fato de apresentar maturação acelerada, quando comparada aos demais biofilmes. Como já foi comentado anteriormente, os consumidores brasileiros dão

preferência a frutos com menor acidez (TABELA 19), (CARVALHO FILHO; HONÓRIO; GIL, 2006, p. 180-184).

TABELA 18 – NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE PARA O ATRIBUTO ACIDEZ, DA ANÁLISE SENSORIAL ADQ, DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%); PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS SPONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS. PR > X² DISTRIBUIÇÃO GAMA

PONTO DE MATURAÇÃO	CONTRASTE		
	B1 vs B2, B3 e B4	B4 vs B2 e B3	B2 vs B3
PM1	0,7969	0,2889	0,4380
PM2	0,0009	0,0002	0,8498

NOTA: B1 Controle; B2 Éster de sacarose (1%); B3 Pectina (2%); B4 Fécula de mandioca (2%).

Os revestimentos com biofilmes comestíveis apresentaram diferença estatística significativa para o atributo acidez, apenas nos frutos colhidos no ponto de maturação PM2 e as notas médias atribuídas pelos julgadores podem ser observadas na TABELA 19. Assim como nos demais atributos já avaliados (cor, aroma e sabor), o biofilme com fécula de mandioca (2%) apresentou as melhores notas médias dos julgadores da ADQ. Na literatura não são encontrados trabalhos que relacionam revestimento à base de biofilmes comestíveis com a acidez frutos na análise sensorial de tomates.

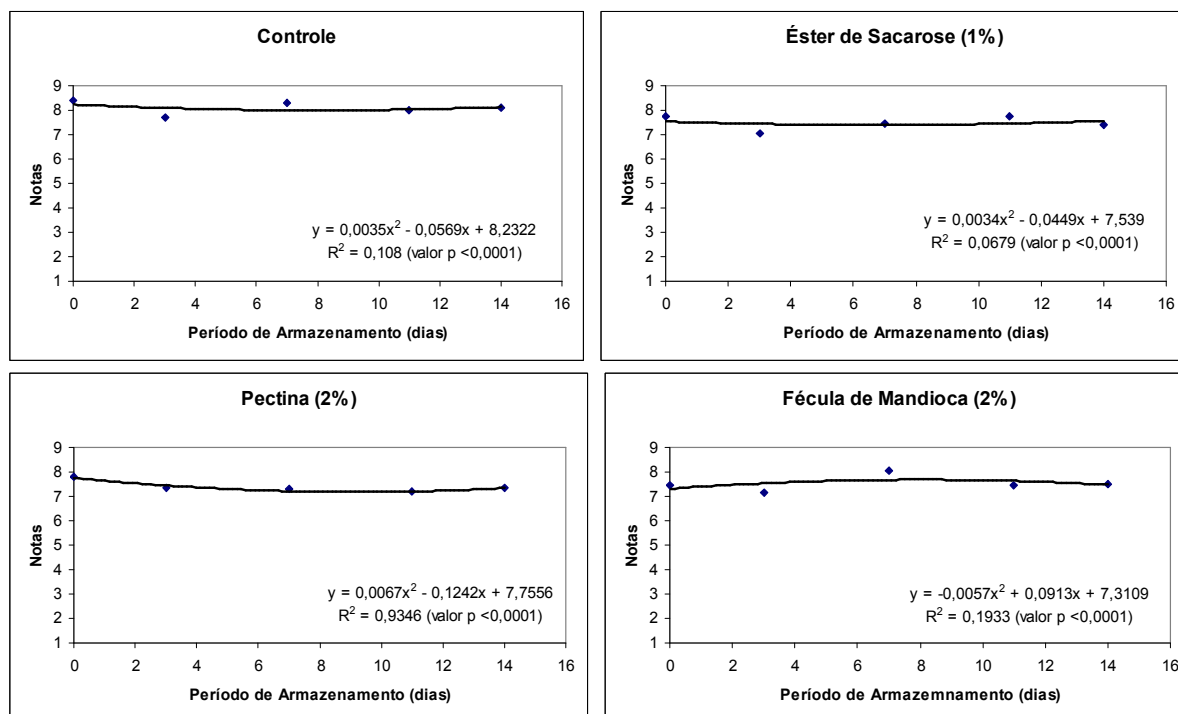
TABELA 19 – MÉDIA DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AO ATRIBUTO ACIDEZ, NA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	BIOFILME COMESTÍVEL	ACIDEZ
PM1	Controle	6,82
	Éster de Sacarose (1%)	6,90
	Pectina (2%)	6,72
	Fécula de Mandioca (2%)	7,03
PM2	Controle	7,62
	Éster de Sacarose (1%)	6,27
	Pectina (2%)	6,33
	Fécula de Mandioca (2%)	7,38

4.3.1.5 Firmeza de Polpa

De acordo com a análise de regressão para o comportamento da firmeza de polpa atribuído pelos julgadores da análise sensorial de tomates 'Dominador' colhidos nos pontos de colheita PM1 (FIGURA 32) e PM2 (FIGURA 33), revestidos com biofilmes comestíveis à base de éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias, não foi estatisticamente significativos para nenhum modelo estatístico. Porém, a tendência da firmeza de polpa dos frutos colhidos no ponto de maturação PM1, pelas notas atribuídas pelos julgadores da análise sensorial foi se manter linear, sem grandes variações durante o período de armazenamento (ANEXO 8).

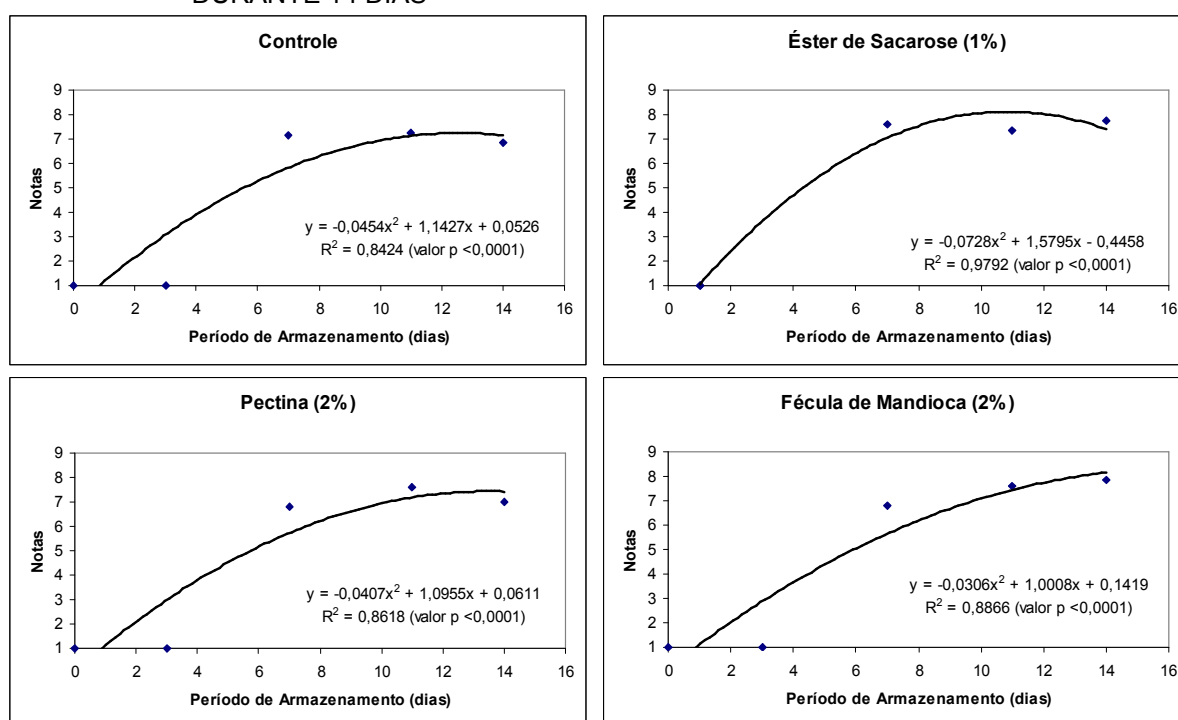
FIGURA 32 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL ADQ PARA O ATRIBUTO FIRMEZA DE POLPA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADOS EM TEMPERTURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



Pelo comportamento das curvas de regressão da firmeza de polpa dos frutos do tomate 'Dominador' colhido no ponto de maturação PM1, revestidos com biofilmes comestíveis, armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias é

possível perceber que os julgadores da análise sensorial apresentaram dificuldade de percepção a mudanças da firmeza de polpa ao longo do período de armazenamento. Esta dificuldade ocorreu possivelmente pelo fato deste fruto ser um tomate longa-vida estrutural, o que lhe confere maior firmeza, e que durante os 14 dias de prateleira esta firmeza de polpa do fruto manteve-se ideal para o consumidor.

FIGURA 33 – REGRESSÃO PARA O COMPORTAMENTO DAS NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL ADQ, PARA O ATRIBUTO FIRMEZA DE POLPA DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS



Para os frutos do controle, colhidos no PM2, o padrão de comportamento das notas atribuídas à firmeza de polpa pelos julgadores da análise sensorial ADQ, apresentam o ponto máxima ao 11º dia de armazenamento, onde foram obtidas as melhores notas médias para a firmeza de polpa, com queda a partir deste período (ANEXO 8). Os biofilmes pectina (2%) e fécula de mandioca (2%) apresentaram comportamento similar ao controle. Apenas o biofilme éster de sacarose (1%) apresentou notas médias crescentes concomitantemente com o avanço da maturação do tomate 'Dominador' (TABELA 20). O comportamento diferenciado do revestimento à base de éster de sacarose (1%) pode estar relacionado com a

diminuição da atividade das enzimas em virtude da diminuição do ritmo respiratório, induzido pela modificação da atmosfera originada pelo revestimento aplicado. Resultados semelhantes foram observados por Kluge e Minami (1997, p. 39-44) testaram diferentes concentrações de éster de sacarose em tomates 'Santa Clara' armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias, de maneira que os frutos não tratados reduziram sua firmeza ao longo do período de armazenamento. Estes resultados demonstram a preferência do consumidor por consumir frutos de tomate em ponto de maturação mais avançados do que foi colhido no ponto de maturação PM2.

Pela análise de variância (ANEXO 7) para a análise sensorial do atributo firmeza de polpa, foi constatada diferença estatística significativa entre ponto de maturação *versus* biofilmes comestíveis e ponto de maturação *versus* período de armazenamento.

A firmeza de polpa do tomate apresentou resultados estatisticamente significativos entre ponto de maturação *versus* biofilmes comestíveis. Na TABELA 20 o efeito dos contrastes demonstram que o controle apresentou diferença estatística significativa de 1% com os demais biofilmes para frutos colhidos no ponto de maturação PM1. As notas atribuídas pelos julgadores para controle, éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca foram 8,11; 7,49; 7,40 e 7,50, respectivamente. Para os frutos colhidos no PM2, não houve diferença estatística significativa entre os biofilmes.

TABELA 20 – NÍVEL DE PROBABILIDADE DO EFEITO DO CONTRASTE PARA O ATRIBUTO FIRMEZA DE POLPA NA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ), DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE 1%; PECTINA 2%; FÉCULA DE MANDIOCA 2% COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS. PR > X² DISTRIBUIÇÃO GAMA

CONRASTE	PM1	PM2
B1 vs B2, B3 e B4	0,0001	0,2375
B4 vs B2 e B3	0,6949	0,7326
B2 vs B3	0,6222	0,1531

NOTA: B1 Controle; B2 Éster de sacarose (1%); B3 Pectina (2%); B4 Fécula de mandioca (2%).

O valor das notas médias atribuídas para a firmeza de polpa na análise sensorial do tomate 'Dominador', colhido no ponto de maturação PM1, onde o controle apresentou as melhores notas (TABELA 21), pode estar relacionado com a

menor perda de água que estes frutos obtiveram durante o período de armazenamento, como pode ser observado pela TABELA 2, que demonstra que os frutos não tratados foram os que perderam menor porcentagem média de peso. A perda de firmeza de polpa do frutos é devido à degradação das paredes celulares, hidrólise do amido e perda excessiva de água (FERREIRA, 2004, p. 147). Tomates expostos a temperaturas elevadas têm seu metabolismo ativado com elevação da taxa de respiração e aumento da atividade das enzimas pectinolíticas, pectinoesterase e poligalacturonase; principalmente a última que tem sua atividade aumentada no início do amadurecimento e senescência, sendo responsável pela degradação das paredes celulares que leva à redução da firmeza do fruto.

TABELA 21 – VALORES MÉDIOS DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AO ATRIBUTO FIRMEZA DE POLPA, NA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PONTO DE MATURAÇÃO	BIOFILME COMESTÍVEL	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
		0	3	7	11	14
PM1	Controle	8,40	7,71	8,29	8,00	8,10
	Éster de Sacarose (1%)	7,75	7,04	7,47	7,73	7,40
	Pectina (2%)	7,79	7,36	7,29	7,18	7,34
	Fécula de Mandioca (2%)	7,45	7,17	8,05	7,43	7,52
PM2	Controle	.*	-	7,13	7,27	6,84
	Éster de Sacarose (1%)	-	-	7,61	7,33	7,75
	Pectina (2%)	-	-	6,80	7,59	7,00
	Fécula de Mandioca (2%)	-	-	6,80	7,60	7,85

NOTA: *A análise sensorial para o ponto de maturação PM2, não foi realizada nos períodos de armazenamento 0 e 3 dias, devido imaturidade das amostras.

Os valores inferiores das notas médias do atributo firmeza de polpa, para os frutos colhidos no PM1, avaliados pelos julgadores da análise sensorial, podem ser devido ao fato que o uso de biofilmes comestíveis pode iniciar um processo de fermentação interna, com perda da estrutura celular, o que induz a um processo de perda de firmeza (Reis *et al.*, 2006, p. 487-493).

4.3.2 Ordem de Classificação dos Atributos Sensoriais

A análise multivariada classificou os atributos sensoriais utilizados (cor, aroma, sabor, acidez e firmeza de polpa) em ordem de percepção dos julgadores durante a análise sensorial dos frutos. Desta maneira, o atributo firmeza de polpa foi o atributo melhor percebido na análise sensorial por ADQ, seguidos pela sabor e acidez que se correlacionam entre si (TABELA 22), seguido pelo aroma e cor.

TABELA 22 – ESCORES FATORIAIS OBTIDOS PELA ANÁLISE MULTIVARIADA DOS ATRIBUTOS DA ANÁLISE SENSORIAL DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

ATRIBUTO	ESCORE FATORIAL 1	ESCORE FATORIAL 2
Sabor	0,97173	-0,10299
Acidez	0,96791	0,23570
Cor	0,71791	0,66143
Aroma	0,44635	0,88784
Firmeza de Polpa	0,18194	-0,97932

A significância das variáveis foi verificada pela comunalidade, sendo de 0,9528; 0,9874; 0,9548; 0,9923 e 0,9921 para cor, aroma, sabor, acidez e firmeza de polpa respectivamente. Isto indica que todos os atributos avaliados na análise sensorial do tomate ‘Dominador’ colhidos nos pontos de maturação PM1 e PM2, revestidos com biofilmes comestíveis, éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), são percebidos pelos consumidores como atributos importantes na avaliação dos frutos de tomate ‘Dominador’ colhidos nos pontos de maturação vermelho-claro (PM1) e rosa-esverdeado (PM2).

4.3.3 Considerações Sobre a Análise Sensorial - ADQ

Através da análise sensorial realizada no tomate 'Dominador' colhido nos pontos de maturação PM1 e PM2, revestidos com biofilmes comestíveis éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias, foi possível determinar que os atributos sensoriais, cor, aroma, sabor, acidez e firmeza, são atributos importantes para o consumidor no momento de determinar a qualidade de um tomate. E que em ordem de percepção sensorial do consumidor, são classificados como: sabor, acidez, cor, aroma e firmeza de polpa.

Os biofilmes comestíveis utilizados para recobrimento dos frutos não apresentaram diferenças estatísticas significativas para os frutos colhidos no ponto de maturação vermelho-claro (PM1). Para os frutos colhidos no ponto de maturação rosa-esverdeado (PM2) o biofilme fécula de mandioca (2%), propiciou as melhores notas para os atributos cor, aroma, e acidez.

Os biofilmes comestíveis oferecem potencial de aplicações em tomate, podendo ser utilizada para aumentar a estabilidade física e química de tal produto. Além disso, podem aumentar sua aceitação por meio da melhoria da aparência por apresentar menor perda por murchamento e retenção de suas propriedades de sabor e firmeza de polpa, sugerindo uma tendência que o consumidor procure tomates de mesa mais doce e de melhor qualidade sensorial.

4.3.4 Aceitabilidade de Compra

Com relação aos atributos considerados durante a compra de tomate, os resultados apresentados mostram que a aparência e cor são os atributos que recebem maior número de citações entre os julgadores. A aceitabilidade dos tomates tratados com biofilmes comestíveis pode ser observada nos GRÁFICO 1 para o ponto de maturação PM1 e GRÁFICO 2 para o ponto de maturação PM2.

Para o PM1 os julgadores, não houve diferença significativa entre os biofilmes armazenados durante 14 dias em temperatura ambiente, quanto às opções de compra (certamente eu compraria, provavelmente eu compraria e talvez eu comprasse), o controle apresentou maior média de aceitação com 87,83% seguido de fécula de mandioca (2%), pectina (2%) e éster de sacarose (1%), com 85,71; 83,60 e 83,07%, respectivamente (GRÁFICO 1). Para o controle, esses resultados podem ter ocorrido devido ao fato do revestimento proporcionar a menor perda de peso (TABELA 2) e menor número de frutos descartados por murchamento (TABELA 26), mantendo-se mais firmes. Para o biofilme fécula de mandioca (2%), os resultados satisfatórios obtidos na aceitabilidade do produto, pode estar relacionados com o bom desempenho que a película obteve nos frutos de tomate, quanto sua eficiência em manter melhor a aparência e brilho dos frutos, próximos aos dos frutos frescos. Para os demais biofilmes, éster de sacarose (1%) e pectina (2%), os resultados inferiores aos demais revestimentos, podem estar relacionada com a sua baixa eficiência como barreira a perda de água, o que proporcionou aos frutos submetidos a esses biofilmes, aspecto visual inferior aos demais.

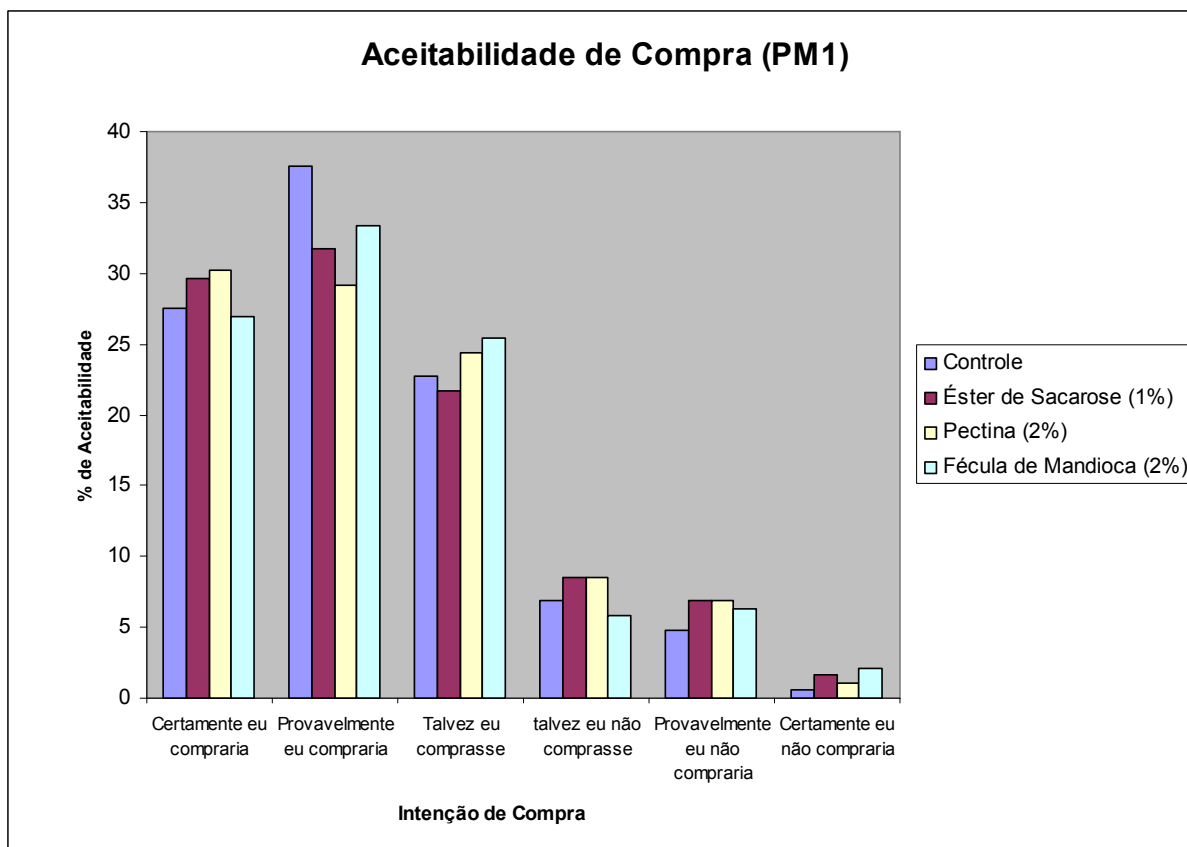


GRÁFICO 1 – PORCENTAGEM MÉDIA DA ACEITABILIDADE DOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%) COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

Para o PM2 a aceitabilidade de compra não apresentou diferença estatística significativa quanto à avaliação dos julgadores da análise sensorial, para a aceitabilidade de compra, que levaram em consideração os aspectos visuais dos frutos revestidos com biofilmes comestíveis, onde foi obtida porcentagem de aceitação de 82,90% para os frutos do controle e o biofilme fécula de mandioca (2%), porém o biofilme fécula de mandioca (2%) obteve maior número de julgadores optando pela intenção de compra “certamente eu compraria”, com 19,74% e 15,79% para o controle. Assim como no PM1, o biofilme fécula de mandioca (2%) obteve os melhores resultados, provavelmente pela sua eficiência na melhoria da aparência e pelo brilho e melhor integridade estrutural conferidas pela película comestível, tornando o produto mais atraente para o consumidor. Resultados semelhantes foram obtidos por Baldwin *et al.* (1999, p. 906-915) em análise sensorial de mangas.

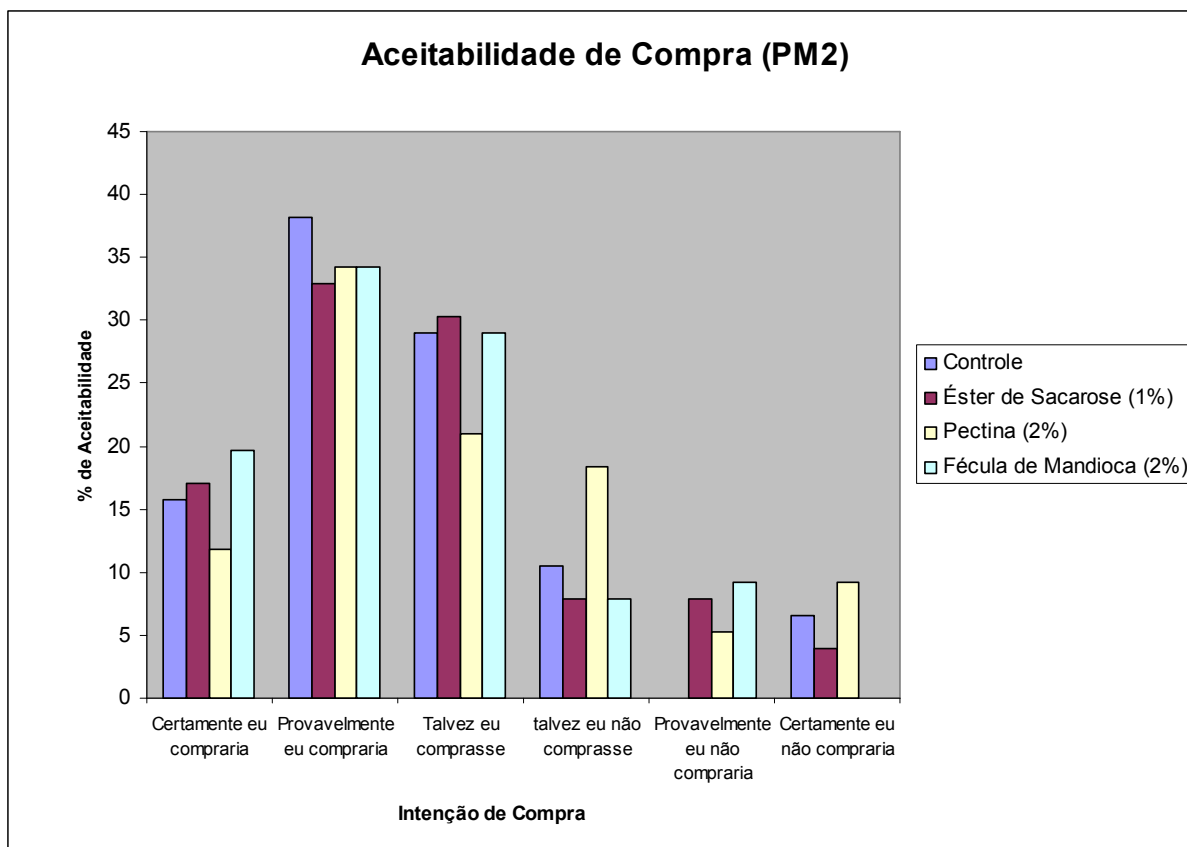


GRÁFICO 2 – PORCENTAGEM MÉDIA DA ACEITABILIDADE DOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL (ADQ) DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR', REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DA MANDIOCA (2%) COLHIDO NO PONTO DE MADURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

A aceitabilidade de compra dos frutos revestidos com biofilmes comestíveis armazenados durante 14 dias em temperatura ambiente, obteve diferença estatística significativa para os pontos de colheita. Para o PM1 a média de aceitabilidade para compra dos frutos foi de 85,04% e para o PM2 78,29%. Esta diferença provavelmente pode ter ocorrido, devido ao fato, dos consumidores terem preferência por frutos mais maduros e vermelhos. A análise de variância univariada da análise sensorial apontou esta preferência. Outro fato que pode explicar a aceitabilidade inferior para o ponto de maturação PM2, é que os frutos com o mesmo período de armazenamento, 14 dias de armazenamento, os frutos colhidos no PM2, ainda não apresentavam a coloração intensa do vermelho, diminuindo a aceitabilidade dos julgadores.

4.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS

Nas análises físico-químicas realizadas no tomate 'Dominador' tratado com biofilmes comestíveis à base de éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), colhidos nos pontos de maturação PM1 e PM2, armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias, apresentaram diferença nos resultados para cada um dos pontos de maturação. Para os frutos colhidos no PM1, revestidos com os biofilmes comestíveis não houve respostas significativas quanto a redução da velocidade de maturação dos frutos. Para os frutos deste ponto de maturação é possível que o pico de produção de etileno já houvesse ocorrido antes da aplicação dos revestimentos, por se tratar de um fruto com processo respiratório do tipo ascensão temporária (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 81), onde a taxa respiratória aumenta temporariamente e o completo amadurecimento ocorre após o pico respiratório. O grande aumento na produção de etileno no início do amadurecimento dos frutos climatéricos, como o tomate, é considerado como o fator iniciador das modificações na cor, no aroma, na textura e no *flavor*, bem como de outros atributos bioquímicos e fisiológicos.

Ao contrário do ocorrido aos frutos colhidos no PM1, os frutos do PM2 apresentaram os melhores resultados das análises físico-químicas e sensoriais para aqueles frutos revestidos com o biofilme comestíveis. O uso de fécula de mandioca (2%) proporcionou na média, resultados que forneciam indicativo de retardo da velocidade de maturação dos frutos. O desempenho deste biofilme nos frutos colhidos no ponto de maturação PM2 pode ter ocorrido devido ao fato que os frutos rosa-esverdeados antecederem o pico climatérico, e que a aplicação de tal revestimento anteriormente ao pico de produção de etileno, pode ter proporcionado condições que retardaram a maturação do fruto, provavelmente devido a formação de uma atmosfera modificada capaz de proporcionar a redução da velocidade de respiração e conseqüentemente o retardo das reações de degradação pós-colheita.

A TABELA 23 demonstra um resumo comparativo dos atributos físico-químicos dos frutos de tomate 'Dominador' revestidos com o biofilmes biofilme fécula de mandioca (2%) e o controle para os frutos colhidos no ponto de maturação PM1. Desta forma é possível observar a redução das transformações bioquímicas e

fisiológicas ocorridas durante o processo de maturação dos frutos, armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias.

TABELA 23 – RESUMO COMPARATIVO DOS RESULTADOS OBTIDOS NA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILME COMESTÍVEL FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

BIOFILME COMESTÍVEL	ATRIBUTOS DE QUALIDADE			
	Murchamento (%)	Perda de Peso (%)	ATT (% de ácido cítrico)	SST/ATT
Controle	30,00	17,43	0,382	9,13
Fécula de Mandioca (2%)	17,14	13,92	0,345	11,17

O biofilme fécula de mandioca (2%) proporcionou resultados satisfatórios no controle da velocidade de maturação do tomate ‘Dominador’ possivelmente pelo fato que revestimentos à base de polissacarídeos, quando aplicados na forma de gel, agem como sacrificantes (KESTER; FENNEMA, 1986), ou seja, a umidade do gel evapora antes da desidratação do fruto revestido. De acordo com Banker (1966, p. 81) observa-se, às vezes, relação inversa a permeabilidade ao vapor de água e a permeabilidade ao oxigênio, então certos filmes de polissacarídeos podem promover proteção efetiva dos alimentos quanto às alterações provocadas pela ação do oxigênio.

Com relação às características sensoriais do tomate ‘Dominador’ revestido com os biofilmes comestíveis éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), colhidos nos pontos de maturação PM1 e PM2, armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias, comportaram-se de forma semelhante aos atributos físico-químicos. Os frutos colhidos no PM1 não obtiveram respostas significativas ao uso de biofilmes para a redução da velocidade de maturação dos frutos. Este efeito possivelmente ocorreu devido ao mesmo fato das mudanças bioquímicas e fisiológicas dos atributos físico-químicos, devido ao fruto encontrarem-se provavelmente no pico climatérico anteriormente a aplicação dos revestimentos.

Para os frutos colhidos no PM2, a grande maioria dos atributos sensoriais obtidos na ADQ, apresentou melhores notas médias atribuídas pelos julgadores para o biofilmes fécula de mandioca (2%) quando comparado ao controle e os demais biofilmes (TABELA 24).

TABELA 24 – RESUMO COMPARATIVO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NA ANÁLISE SENSORIAL ADQ DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM O BIOFILME COMESTÍVEL FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

BIOFILME COMESTÍVEL	ATRIBUTOS SENSORIAIS			
	Cor	Aroma	Sabor	Firmeza
Controle	6,32	6,44	6,71	7,09
Fécula de Mandioca (2%)	7,52	7,40	7,05	7,42

O biofilme fécula de mandioca (2%) pode ter ocasionado resultados positivos para melhor aceitação dos julgadores pela capacidade desta matéria-prima ser uma das mais adequadas na elaboração de biofilmes comestíveis, por formar películas resistentes e transparentes, eficientes barreiras à perda de água, proporcionando bom aspecto e brilho intenso, tornando o fruto comercialmente atrativo. Outro fator importante é que os biofilmes de polissacarídios apresentam redução do escurecimento enzimático, proporcionando brilho e melhor integridade estrutural (AZEREDO, 2003, p. 267-278).

Os resultados satisfatórios do biofilme fécula de mandioca (2%) na análise sensorial ADQ não se devem apenas a melhoria da aparência. Para os frutos colhidos no ponto de maturação PM2, existe uma correlação entre os atributos físico-químicos e sensoriais, que tornaram o produto mais atrativo ao consumido (TABELA 25).

TABELA 25 – PROBABILIDADE DE CORRELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS COLHIDO NO PONTO DE MATURAÇÃO ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

ATRIBUTO FÍSICO-QUÍMICO	ATRIBUTO SENSORIAL				
	COR	AROMA	SABOR	ACIDEZ	FIRMEZA
SST	ns	ns	ns	ns	ns
ATT	ns	ns	0,0423	ns	0,0305
SST/ATT	ns	ns	0,0180	ns	0,0389
FIRMEZA	ns	0,0439	ns	ns	ns

NOTA: ^{ns} Resultado estatístico não-significativo a 5% de probabilidade.

A firmeza de polpa avaliada pela análise físico-química não apresentou correlação com a firmeza de polpa da análise sensorial. Isto pode ter ocorrido pelo fato que o penetrômetro, aparelho utilizado na análise físico-química consegue

detectar variações da firmeza de polpa durante o período de armazenamento, que não podem ser percebidas pelos julgadores da análise sensorial.

Em muitas frutas, o equivalente entre os ácidos orgânicos e os açúcares é utilizado como critério de avaliação do *flavor*. Contudo, segundo Chitarra e Chitarra (2005, p. 560-562) como alguns constituintes são voláteis, essa relação é mais indicativa do sabor, porque utiliza-se a acidez titulável e não a acidez total, quando se estabelece essa relação. Além disso, alguns produtos insípidos, contendo acidez e teor de sólidos solúveis muito baixos, apresentam relação elevada entre os componentes, o que pode induzir interpretações errôneas da qualidade comestível. Outro fator importante é que a percepção pelos julgadores da acidez é relativa e não reflete apenas o teor de ácido porque pode ser mascarado pelo teor de sólidos solúveis totais.

Os valores dos atributos discutidos (aroma e sabor) são compatíveis com os valores registrados para sólidos solúveis totais e acidez titulável das análises físico-químicas que estão diretamente relacionados com o aroma e sabor (MOURA; SARGENT; OLIVEIRA, 1999, p. 135-142; FELTRIN *et al.*, 2002, p. 49-57; FERREIRA, 2004, p. 167-181). Auerswald *et al.* (1999, p. 323-334) observaram que maiores conteúdos de açúcares redutores e acidez titulável influenciam na intensidade de muitos atributos sensoriais (aroma, sabor e acidez) independente de estágio de maturação, manejo na época de colheita, irrigação, cultivares, composição do solo (FELTRIN *et al.*, 2002, p. 49-57) e do período de estoque quando ocorre a diminuição da acidez e perda do *flavor*.

A menor eficiência dos biofilmes comestíveis éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%) podem estar ligados ao fato que apesar de possuírem boa barreira aos gases oxigênio e dióxido de carbono, quando o fruto tratado apresenta alta umidade, como o tomate, esta propriedade é reduzida; neste caso, as cadeias das macromoléculas tornam-se móveis, aumentando a permeabilidade ao oxigênio. O resultado disto pode ser observado na TABELA 2, quando os frutos do PM2 obtiveram maior perda de peso quando tratados com éster de sacarose (1%) e pectina (2%). Chitarra e Chitarra, (2005) afirmam que filmes elaborados com pectinas são mais eficientes em produtos com baixo teor de umidade.

Outro fator importante para proporcionar resultados estatisticamente significativos da qualidade dos frutos revestidos pelos biofilmes comestíveis é a

perda de peso e perda de fruto devido murchamento. Pela quantificação dos tomates 'Dominador' tratados com biofilmes comestíveis armazenados em temperatura ambiente durante 14 dias, descartados por danos causados por enrugamento (TABELA 26), é possível observar que para o PM1, o controle, mesmo apresentando menores valores médios de perda de peso (TABELA 2), obteve maior número de frutos descartados devido o dano de enrugamento da casca. Resultados semelhantes foram obtidos por Kluge *et al.* (1998, p. 4-6) em pêssegos 'BR-6' revestidos com éster de sacarose, os quais obtiveram redução no período de armazenamento, porém valores médios de perda de peso semelhante ao de frutos não-revestidos.

O uso de biofilmes comestíveis em frutas e hortaliças apresenta efeitos importantes na aparência e melhora a integridade estrutural dos frutos, tornando os produtos mais atraentes para o consumidor (BALDWIN *et al.*, 1999, p. 906-915). Estes resultados são mais bem obtidos por películas de baixa permeabilidade a gases como os polissacarídios. O descarte de frutos (TABELA 26) colhidos no ponto de maturação PM1 devido à perda por murchamento, obteve maior descarte para o controle, com 22,85% de frutos descartados ao final dos 14 dias de armazenamento. O biofilme éster de sacarose (1%) apresentou menor número de frutos descartados ao final da pesquisa, com 11,42% de descarte. Para os frutos tratados com éster de sacarose (1%) este menor número de frutos descartados, pode ser devido o biofilme manter a melhor integridade estrutural, pois tal revestimento retarda a perda de água de alimentos recobertos, por sua ação como agente sacrificante (KESTER; FENNEMA, 1986). Este comportamento não se repete para frutos colhidos no PM2, onde o biofilme fécula de mandioca (2%) apresentou menor número de frutos descartados durante o período de armazenamento (17,14%). O controle ao final do período de armazenamento obteve 30% dos frutos descartados por murchamento. Para este ponto de maturação, a pectina (2%), que obteve os melhores resultados para o PM1, obteve o maior número de frutos descartados (41,42%) ao final da pesquisa.

TABELA 26 – PORCENTAGEM DE FRUTOS DESCARTADOS POR PERDA POR MURCHAMENTO DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’, REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS, ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

		PERDA DE FRUTOS POR MURCHAMENTO (%)				
		PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)				
PONTO DE MATURAÇÃO	BIOFILME COMESTÍVEL	0	3	7	11	14
PM1	Controle	0	0	1,42	7,14	22,85
	Éster de Sacarose (1%)	0	0	0	4,28	11,42
	Pectina (2%)	0	0	0	7,14	21,42
	Fécula de Mandioca (2%)	0	0	0	11,42	17,14
PM2	Controle	0	0	8,57	25,71	30,0
	Éster de Sacarose (1%)	0	1,42	8,57	8,57	25,71
	Pectina (2%)	0	0	18,57	21,42	41,42
	Fécula de Mandioca (2%)	0	0	0	11,42	17,14

Durante a pós-colheita os frutos podem responder de várias maneiras aos estímulos das condições ambientais durante o seu ciclo vital, o ponto de maturação também está relacionado ao comportamento dos frutos durante o período de prateleira. Nesta fase, as reações bioquímicas são predominantemente de decomposição e envolvem processos oxidativos com danos por radicais livres, peroxidação lipídica nas membranas celulares e degradação das paredes celulares, apresentando como consequência destas transformações o murchamento. Durante a respiração dos frutos na fase de pós-colheita, são utilizados como fonte de carbono e produção de energia matérias orgânicas de reserva (carboidratos, lipídios e proteínas) e a redução dessas reservas, causam a deterioração, notadamente o aumento da transpiração com murchamento e perda da textura. O uso dos biofilmes comestíveis, como os à base de polissacarídios, pode ter retardado o processo de senescência, diminuindo o murchamento dos frutos tratados.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), perdas de umidade superiores a 7%, correspondem a danos na pós-colheita de tomate, que reduzem o valor de comercialização dos frutos e ocasionam murchamento permanentes. Desta forma, o tempo de prateleira dos frutos colhidos no PM1, seria de 12 dias para o controle, dez dias para o biofilme éster de sacarose (1%), oito dias para o biofilme pectina (2%) e apenas seis dias para o biofilme fécula de mandioca (2%) (TABELA 2). Para os frutos colhidos no PM2, a vida de prateleira seria de seis dias para os biofilmes éster de sacarose (1%), pectina (2%) e fécula de mandioca (2%), e a vida de prateleira do

controle de cinco dias de armazenamento, devido à elevada perda de turgescência dos frutos.

A perda de peso se relaciona com a perda de água, causa principal da deterioração, resultando não somente em perdas quantitativas, mas também na aparência e nas qualidades texturais. Vicentini *et al.* (1996, 138p.) relatam a baixa eficiência da película de fécula de mandioca em prevenir a perda de peso quando aplicada em pimentão, entretanto Cereda *et al.* (1992, 107p.) trabalhando com mamão, obtiveram resultados satisfatórios. Chitarra e Chitarra (2005, p. 342-343) afirma que o uso de biofilmes deve ser submetido a testes específicos para cada produto, e em alguns casos, pode não haver efeito apreciável no prolongamento da vida de prateleira ou na manutenção da qualidade, por exemplo, em tomates.

4.5 QUALIDADE DO TOMATE 'DOMINADOR'

As propriedades sensoriais do tomate de mesa são importantes tanto para a avaliação da qualidade do produto pelos consumidores como para procedimento de compra. O ponto de maturação do tomate influencia na vida de prateleira e no processo de amadurecimento, que por sua vez interfere diretamente na qualidade do produto que chega ao consumidor (FERREIRA, 2004, p. 156-157).

Atributos como cor, tamanho, forma e presença de defeitos externos do fruto determinam à escolha do consumidor, porém, nenhum destes atributos sozinhos garante a qualidade sensorial do fruto. A qualidade do tomate está relacionada ao estágio de maturação do fruto, pois é ele que define o momento da colheita. O ponto de maturação rosa-esverdeado (PM2) é considerado o primeiro indicador visual para o índice de maturação. A cor é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 672) que por sua vez está relacionada à aparência, ao teor de açúcares, acidez, textura, sabor e succulência (BALDWIN *et al.*, 1998, p. 906-915) e decorrentes do processo de maturação.

Os teores de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e relação SST/ATT, tiveram comportamento similar (TABELA 27) para os tomates colhidos nos pontos de maturação PM1 e PM2. Os teores de SST apresentaram pequeno aumento no ponto de maturação rosa-esverdeado (PM2) para o ponto de maturação vermelho-claro, assim como o tomate no ponto de maturação vermelho-claro (PM1) para o ponto de maturação vermelho. Os valores médios foram de 3,55 °Brix para PM1 e 3,39 °Brix para o PM2.

TABELA 27 – COMPORTAMENTO DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO FRUTO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

ATRIBUTO	PONTO DE MATURAÇÃO PM1					PONTO DE MATURAÇÃO PM2				
	Período de Armazenamento (dias)					Período de Armazenamento (dias)				
	0	3	7	11	14	0	3	7	11	14
SST (°Brix)	3,10	3,55	3,85	3,91	3,90	3,00	2,87	3,53	3,83	3,48
ATT (% ác cítrico)	0,538	0,422	0,421	0,392	0,412	0,615	0,460	0,446	0,505	0,382
SST/ATT	5,75	8,70	9,30	10,02	9,53	4,88	6,25	7,81	7,64	9,13
FIRMEZA (lb)	10,70	11,10	9,93	8,52	9,87	16,0	15,00	11,42	9,32	10,20
PERDA DE PESO (%)	0	1,39	4,32	6,14	8,57	0	3,75	8,96	12,76	16,59

Um dos fatores que pode ter favorecido a elevação dos teores dos SST do tomate colhido no PM2 foi à perda de peso (TABELA 2) a qual concentrou os teores de açúcares no interior dos tecidos (KLUGE; MINAMI, 1997, p. 39-44; GÓMEZ; CAMELO, 2002, p. 38-43) como também as reações de amadurecimento que provocam a quebra do amido para açúcares simples, pelo aumento do teor de açúcares redutores do tomate e dissolução das matérias pécticas. Tomates ‘Santa Clara’ submetidos à vida de prateleira a temperatura de 22°C a 23°C e 80 a 90% de umidade relativa apresentaram similar comportamento no teor de SST que apresentou significativa queda, com valores menores de 4,0 °Brix a partir de oitavo dia de experimento (MORETTI *et al.*, 2002, p. 465-469). No caso do tomate ‘Dominador’, colhido no ponto de maturação PM2, foi registrado uma queda do teor de SST no 14º dia de armazenamento e no tomate colhido no ponto de maturação PM1 não ocorreu, possivelmente em razão das perdas de açúcares na respiração, que contrabalançou os aumentos devido à perda de peso e/ou à degradação de polissacarídios (KLUGE, MINAMI, 1997, p. 39-44) o que pode ser ratificado na redução gradativa do teor de ATT nos diferentes pontos de maturação.

Conhecendo-se o teor de SST e de ATT, foi calculada a relação SST/ATT para os dois pontos de maturação do tomate ‘Dominador’, que pode ser visualizado na TABELA 27. Os resultados mostram aumento da relação SST/ATT nos frutos do ponto de maturação PM2 e menor aumento da relação para os frutos do ponto de maturação PM1. No entanto, o alto valor na relação SST/ATT indica uma excelente combinação de açúcar e ácidos que se correlacionam com sabor suave (ZAMBRANO; MOYEJA; PACHECO, 1996, p. 61-72) dos frutos nos diferentes

pontos de maturação. Para Kader *et al.* (1978, p. 6-11), frutos de alta qualidade contêm mais de 0,320% de acidez titulável, 3°Brix e relação SST/ATT maior que 10; condição esta que foi obtido pelo fruto do PM1 ao 11° dia de armazenamento.

Durante o período de armazenamento em temperatura ambiente, 14 dias, houve perda de peso significativamente menor nos frutos colhidos no PM1 em relação aos colhidos no PM2. Outros autores como Wills e Ku (2002, p. 85-90) encontraram menor perda de peso (3,8%) em 10 dias de armazenamento a 20°C em tomates rosa-esverdeado 'Clarion' enquanto que Browmik e Pan (1992) registraram perda de peso de 9,8% em tomates 'Sunrise' submetidos a quatro semanas de 12°C e 85% de umidade relativa, valores ainda maiores foram encontrados por Nayalala e Wainwright (1998, p. 151-154) que encontraram 13,96% de perda de peso em tomates 'Money Marker' ao submeterem a 18°C a 25 °C por 28 dias.

Esta perda de peso resultou em 22,85% de descarte segundo para os frutos colhidos no PM1 e 30% para os frutos colhidos no ponto de maturação PM2 (TABELA 27) ao final dos 14 dias de armazenamento em temperatura ambiente. Segundo Chitarra e Chitarra (2005, p. 487-488), este descarte de frutos seria ainda maior se levado em consideração o máximo de perda de peso de 7%.

Na análise sensorial pela ADQ a classificação da percepção dos atributos (TABELA 22) torna-se uma ferramenta na seleção da tecnologia de colheita e pós-colheita que por sua vez estão associadas ao tipo de destino do produto. As práticas de ponto de colheita, manuseio, embalagem e transporte adequado são variáveis que podem ser monitoradas pelas características sensoriais do produto.

O valor da cor da superfície do tomate colhido no ponto de maturação PM1 até o final do período de armazenamento e do ponto de maturação PM2 até o 11° dia de armazenamento, apresentou acréscimo de acordo com o tempo de armazenamento, como pode ser observado na TABELA 28, o que significou a evolução da coloração dos frutos de vermelho-claro para vermelho (PM1) e rosa-esverdeado para vermelho-claro (PM2). Batu (2004, p. 471-475) também verificou maiores notas à medida que o tomate 'Liberto' e 'Criterium' mudavam da cor verde para vermelha, em função da degradação de clorofila por clorofilases.

TABELA 28 - NOTAS MÉDIAS ATRIBUÍDAS PARA OS ATRIBUTOS SENSORIAIS PELOS JULGADORES DA ANÁLISE SENSORIAL ADQ DO FRUTO DO TOMATE 'DOMINADOR' COLHIDO NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADO EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

ATRIBUTO	PONTO DE MATURAÇÃO PM1					PONTO DE MATURAÇÃO PM2				
	Período de Armazenamento (dias)					Período de Armazenamento (dias)				
	0	3	7	11	14	0	3	7	11	14
Cor	6,33	6,37	7,83	7,12	6,86	-*	-	6,16	6,45	6,35
Aroma	6,95	6,18	7,36	6,42	6,83	-	-	6,45	6,58	6,29
Sabor	6,66	6,56	7,19	6,54	6,91	-	-	6,55	6,52	7,09
Acidez	7,13	6,31	6,56	7,21	6,80	-	-	7,47	7,80	7,57
Firmeza	8,40	7,71	8,29	8,00	8,10	-	-	7,13	7,27	6,84

NOTA: *A análise sensorial para o ponto de maturação PM2, não foi realizada nos períodos de armazenamento zero e três dias, devido imaturidade dos frutos amostrados.

A diferença significativa entre as médias das notas atribuídas pelos julgadores para o atributo cor para os diferentes pontos de maturação, de 7,07 para o PM1 e 6,78 para o PM2, mostrou que a evolução da cor vermelho-claro para vermelho refletiu na preferência dos julgadores a frutos no ponto de maturação vermelho.

Os atributos sensoriais aroma e sabor nos pontos de maturação PM1 e PM2 (ANEXO 7) não apresentaram perda estatisticamente significativas do ponto de maturação vermelho-claro (PM1) para vermelho. A perda de aroma (TABELA 28) pode ser conseqüência do tempo de prateleira. Nessa fase pode ter ocorrido a perda dos compostos voláteis, responsáveis pelo aroma característico (AZODANLOU *et al.*, 2003, p. 223-233), os quais estão relacionados com o teor de açúcares, ácidos, e compostos voláteis, tanto para os frutos colhidos no ponto de maturação PM1 (ANEXO 9) quanto para os frutos colhidos no ponto de maturação PM2 (ANEXO 10). Feltrin *et al.* (2002, p. 49-57) observaram que maiores conteúdos de açúcares redutores e acidez titulável influenciam na intensidade de muitos atributos sensoriais (aroma e *flavor*) independente do ponto de maturação e do período de armazenamento, quando ocorre a diminuição da acidez e perda do *flavor*.

Na preferência dos julgadores houve uma redução de 3,90% em relação ao sabor do PM1 do 7º dia de armazenamento para o 14º dia de armazenamento e para o PM2 um aumento de preferência de 8,04% do 11º dia de armazenamento para o 14º dia de armazenamento (TABELA 28).

A firmeza de polpa está relacionada com o grau de maturação dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005, p. 678). Os tomates no PM1 foram identificados como melhor firmeza ao longo do período de armazenamento (TABELA 28) e obteve

melhores notas atribuídas pelos julgadores no período zero de armazenagem (recém-colhido) com valores de 10,7lb. Para o PM2 os valores das notas médias atribuídas pelos julgadores para firmeza foram todas inferiores ao PM1. Os frutos de PM2 foram ressaltados pelos julgadores como “muito firmes” nos comentários da análise sensorial ADQ, favorecendo a redução das notas. A firmeza apresentou diferença significativa quanto ao ponto de maturação (ANEXO 7) sendo a nota média para o ponto de maturação PM1 de 7,62 e do ponto de maturação PM2 7,30.

A vida de prateleira dos frutos do PM1 e PM2 foi de 14 dias com perda de peso significativamente menor para os frutos colhidos no PM1 (TABELA 2) e número variado de frutos descartados devido à perda por murchamento (TABELA 26). Os frutos do PM1 obtiveram ao final do período de armazenamento 8,57% de perda de peso (TABELA 2) e 22,85% de frutos descartados (TABELA 26) com média dos atributos sensoriais de 7,1 para o ponto de maturação PM2 houve perda de peso ao final do período de armazenamento de 16,59% (TABELA 2), número de frutos descartados de 30% (TABELA 26). De acordo com Chitarra e Chitarra (2004, p. 487-488) tomates com perda de peso acima de 7% inviabilizam a comercialização dos frutos, mas segundo os resultados obtidos, o tomate ‘Dominador’ apresenta grau de aceitabilidade de compra superior a este valor, pois os frutos do ponto de maturação PM2 seria 100% descartados antes de 7º dia de armazenamento, porém as notas atribuídas pelos julgadores discordam desta afirmativa.

Os resultados demonstraram tendência dos frutos colhidos no ponto de maturação vermelho apresentar características sensoriais superiores às de tomates colhidos no ponto de maturação rosa-esverdeado, levando a crer que o ideal para o consumidor é quando o fruto atinge a coloração vermelha e se encontra com maior firmeza, o que ocorreu no PM1 quando recém colhido com nota média atribuída pelos julgadores de 8,4 e para o ponto de maturação PM2 ao 11º dia de armazenamento em temperatura ambiente.

É importante ressaltar que os resultados obtidos para o tomate ‘Dominador’ nesta pesquisa não podem ser considerados como absolutos, pois as características físico-químicas e sensoriais podem ser alteradas por diversos fatores como condições climáticas, região de plantio, adubações, manejo, ponto de maturação, entre outros. Para isto, são necessárias análises de qualidade, específica para cada situação diferente de plantio.

5 CONCLUSÕES

- Os frutos colhidos no ponto de maturação vermelho-claro quando avaliados o conjunto dos atributos físico-químicos e sensoriais não apresentam resultados que justifiquem a utilização de biofilmes comercialmente;
- A análise sensorial ADQ demonstraram que o biofilme fécula de mandioca (2%) melhor manutenção da qualidade dos atributos sensoriais, para os frutos de tomate 'Dominador' colhidos no ponto de maturação rosa-esverdeado (PM2), proporcionando melhor sabor e melhor aparência, devido à manutenção da cor, brilho e integridade da estrutura do fruto, resultando em aceitabilidade de 82,90% pelo consumidor de tomate de mesa;
- Os frutos do ponto de maturação vermelho-claro (PM1) apresentarem características sensoriais superiores às do tomate colhido no ponto de maturação rosa-esverdeado (PM2), levando a crer que o ideal é consumir o fruto quando ele atinge a coloração vermelha e se encontra com maior firmeza de polpa, o que ocorreu aproximadamente ao 7º dia de armazenamento para o PM1 e ao 11º de armazenamento para o PM2 em temperatura ambiente;
- A análise sensorial realizada em períodos de armazenamento distintos e homogeneidade dos frutos, não refletem a realidade do mercado consumidor, de forma que este oferece variedade de frutos em diferentes pontos de maturação;
- O perfil do consumidor do tomate 'Dominador' apresentou melhor percepção dos julgadores da análise sensorial na ordem dos atributos: firmeza, sabor, acidez, aroma e cor, sugerindo uma tendência que de preferência dos consumidores por tomates firmes e mais doces;

- A vida-de-prateleira de ambos os pontos de maturação é de 14 dias em temperatura ambiente. O momento ideal de consumo é de sete dias para os frutos do ponto de maturação PM1 e onze dias para os frutos do ponto de maturação PM2, devido às condições sensoriais deste fruto e baixo murchamento;
- O tomate 'Dominador' colhido no ponto de maturação vermelho-claro (PM1) é mais indicado para mercados consumidores próximos por apresentar as melhores características físico-químicas e sensoriais ao 7º dia de prateleira em temperatura ambiente. Os frutos colhidos no ponto de maturação rosa-esverdeado (PM2) é mais indicado para mercados consumidores distantes por apresentarem melhor aceitação entre os julgadores da análise sensorial ADQ no período entre o 7º e o 11º dia de prateleira em temperatura ambiente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Sugere-se que em novos estudos de biofilmes comestíveis sejam adicionadas substâncias para diminuir a permeabilidade ao vapor de água, gás carbônico e oxigênio desses revestimentos para aumentar a vida-de-prateleira dos frutos;
- Sugere-se que as análises sensoriais devam ser revistas de maneira que durante as avaliações, o julgador receba amostras simultaneamente de todos os períodos de armazenamento, para melhorar a eficiência dos resultados sensoriais;

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14140**: alimentos e bebidas – análise sensorial – teste de análise descritiva quantitativa (ADQ). Rio de Janeiro, 1998.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14140**: alimentos e bebidas – análise sensorial – teste de análise descritiva quantitativa (ADQ). Rio de Janeiro, 1993.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2001. 521 p.

AGRISTAR, e-mail recebido por Renata Padilha Bolzan. Curitiba, 15 nov. 2007. 1f.

ALMEIDA, C. Determinação da firmeza e cor do tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), visando o estabelecimento de correlações entre medidas sensoriais e físicas ao longo do tempo de maturação. Campinas, 1995. 102p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de engenharia Agrícola, Universidade de Campinas.

ALVARENGA, M.A.R. Cultivares In: ALVARENGA, M.A.R. (Ed.) **Tomate. Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004b. p. 37-60.

ALVARENGA, M.A.R. Origem, Botânica e Descrição da Planta. In: ALVARENGA, M.A.R. (Ed.) **Tomate. Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004a. p. 13-24.

ALVARENGA, M.A.R.; SOUZA R.A.M. de. Comercialização, colheita, classificação e embalagens. ALVARENGA, M.A.R. (Ed.) **Tomate. Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. p. 369-388.

ANDRADE JÚNIOR, V.C.A.; MALUF, W.R.; AZEVEDO, S.M.; GOMES, L.A.A.; FARIA, M.V. Avaliação do potencial agrônomo e da firmeza pós-colheita de frutos em híbridos de tomateiro. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 489-502, mai./jun 2001.

ARTÉS, F.; SÁNCHEZ, E.; TIJSKENS, L.M.M. Quality and shelf life of tomatoes improved by intermittent warming. **Lebensm. Wiss. U.-Technol.** v.31, p 427-431.

AUERSWALD, H.; SCHWARZ, D.; KORNELSON, C.; KRUMBEIN, A.; BRÜCKNER, B. Sensory analysis, sugar and acid content of tomato at different EC values of the nutrient solution. **Scientia Horticulturae**, v. 82, p. 227-242, 1999.

ATTA ALY, M.A.; BELTAGY, A.S.; HOBSON, G.E. Comparison between three tomato lines in ACC content, loss in firmness and weight. **Acta Horticulture**, n. 190, p. 183-190, 1986.

AZEREDO, H.M.C. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 267-278, jul./dez. 2003.

AZEREDO, H.M.C; JARDINE, J.G. Desidratação osmótica de abacaxi aplicada à tecnologia de métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n.1, p. 74-82, 2000.

AZODANLOU, R.; DARBELLAY, C.; LUISIER, J.; VILLETZAZ, J.; AMADO, R. Development of a model for quality assessment of tomatoes and apricots. **Lebensm.-Wiss. U.-Technol.** V. 36, p. 223-233, 2003.

BALDWIN, E.A.; SCOTT, J.W.; EINSTEIN, M.A.; MALUNDO, T.M.M.; CARR, B.T.; SHEWFELT, R.L.; TANDON, K.S. Relationship between sensory and instrumental analysis for tomato flavor. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 123, n. 5, p. 906-915. 1998.

BANKS, N.H. Studies of the banana fruit surface in relation to the effects of Tal-Prolong coating of exchange. **Scientia Horticulturae**, v. 24, n. 3-4, p. 279-286, 1984.

BATISTA, J.A.; TANADA-PALMU, P.S.; GROSSO, C.R.F. Efeito da adição de ácidos graxos em filmes à base de pectina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 781-788, out.-dez., 2005.

BATU, A. Determination of acceptable firmness and colors values of tomatoes. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 471-475, 2004.

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, 1992.

BIASI, L.A.; ZANETTE, F. Ácido giberélico isolado ou associado com cera na conservação pós-colheita de lima ácida "Tahiti". **Scientia Agrária**, v. 1, n. 1, p. 39-44, 2000.

BORGUINI, R.G. **Tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) orgânico: O conteúdo nutricional e a opinião do consumidor**. Piracicaba, 2002. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência e Tecnologia de alimentos) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ.

CAMARGO FILHO, W.P. de. DONADELLI, A. SUEYOSHI, M.L.S.; CAMARGO, A.M.M.P. de. Evolução de tomate no Brasil, **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 41-69, 1994.

CAMARGO, A.M.M.P. de.; CAMARGO, F.P.de.; ALVES, H.S.; CAMARGO FILHO, W,P.de. Desenvolvimento do sistema agroindustrial do tomate. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 6, jun. 2006.

CANÇADO JÚNIOR, F.L. et al. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para a mesa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 219, p. 7-18, 2003.

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, R.A.; SOBRAL, P.J.A.; MENEGUELLI, F.C. Elaboração de biofilmes a base de gelatina. **In: Workshop sobre biopolímeros Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 1997, p. 94-97.**

CARVALHO FILHO, C.D.; HONÓRIO, S.L.; GIL, J.M. Qualidade pós-colheita de cerejas cv. Ambrunés utilizando coberturas comestíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 28, n. 2, p. 180-184, ago. 2006.

CEREDA, M.P.; BERTOLLINI, A.C.; EVANGELISTA, R.M. Uso do amido em substituição às ceras na elaboração de "filmes" na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7., Recife, 1992. Anais. Recife, 1992. p.102.**

CHEN, S.; NUSSINOVITCH, A. Permeability and roughness determinations of wax-hydrocolloid coatings, and their limitations in determining citrus fruit overall quality. **Food Hydrocolloids**, v. 15, n. 2, p. 127-137, 2001.

CHEN, P.; YAZDANI, R. Prediction of apple bruising due to impact of different surfaces. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 34, n. 3, p. 956-961, 1991.

CHIAPPINI, C.C.J.; BARBOSA, A.B.; FIGUEIREDO, S.C.; LEITE, S.G.F. Validação de um desempenho experimental para testes sensoriais comparativos com muitas amostras. **Ciência, Tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 475-479, jun.-set. 2005.

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

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

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliça: Glossário.** Lavras: UFLA, 2006. 256p.

CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M.D. Qualidade pós-colheita de tomates 'Débora' com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 381-385, jul./set. 2006.

COMA, V.; SEBTI, I.; PARDON, P.; DESCHAMPS, A.; PICHAVANT, F.H. Antimicrobial edible packaging based on cellulosis ethers, fatty acids, and nisin incorporation to inhibit *Listeria innocua* and *Staphylococcus aureus*. **Journal of Food Protection**, v. 64, n. 4, p. 470-475, 2001.

CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.I. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas – Embrapa, 2002, 428p.

DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P.V.S. de; MORO, E.; MACEDO JÚNIOR, E.K.; LOPES, M.C.; VICENTINI, N.M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 377-380, set./dez. 2003.

DELLA VECCHIA, P.T.; KOCK, P.S. Tomates longa-vida: O que são, como foram desenvolvidos? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 3-4, 2000.

DIAB, T.; BILIADERIS, C.G. GERASOPOULOS, D.; SFAKIOTAKIS, E. Physicochemical properties and application of pullulan edible films and coating in fruit preservation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. V. 81, n. 10, p. 988-1000, 2001.

DINAMARCA, E.A.; MITCHELL, F.G.; KADER, A.A. Use of sucrose esters as delaying agents of ripe and plums. **Revista Frutícola**, v. 10, n. 3, p. 116-121, 1989.

DOMARCO, R.E.; SPOTO, M.F.; BLUMER, L.; WALDER, J.M.M. Sinergia da radiação ionizante e do aquecimento na vida de prateleira da uva 'Itália'. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, out./dez. 1999.

DONHOWE, I.G.; FENNEMA, O.R. The effect of relative humidity gradient on water vapor permanence of lipid and lipid-hydrocolloid bilayer films. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 69, n. 11, p. 1081-1087, 1992.

DRAKE, S.R.; FELLMAN, J.K.; NELSON, J.W. Postharvest use of sucrose polyesters for extending the shelf life of stored 'Golden delicious' apples. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 5, p. 1283-1285, 1987.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 1. ed. Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA. **A cultura do tomateiro (para mesa)**. Brasília: Embrapa – SPI, 1993. 92p.

FACHIN, D. **Temperature and pressure inactivation of tomato pectinases: a Kinetic study**. 2003. 133p. Proefschrift (Doctoraats in de Toegepaste Biologische Wetenschappen door). Katholieke Universiteit Leuven.

FELTRIN, D.M.; LOURENÇÃO, A.L.; FURLANI, P.R.; CARVALHO, C.R.L. Efeitos de fontes de potássio na infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B e nas características de frutos de tomateiro sob ambiente protegido. **Bragantina**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 49-57, 2002.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; FONTES, P.C.R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 564-570, dez. 2002.

FERREIRA, M.D.; CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; TAVARES, M. Avaliação física do tomate de mesa 'Romana' durante manuseio na pós-colheita. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 321-327, jan./abr. 2006.

FERREIRA, M.D.; FRANCO, A.T.O.; NOGUEIRA, M.F.F.; ALMEIDA, R.V.C.de; TAVARES, M. Avaliação da etapa de colheita em tomates de mesa cv. Débora. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 7, n. 2, p. 173-178, jul./dez. 2004.

FERREIRA, S.M.R. **Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. 231f. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2004.

FERREIRA, S.M.R.; FREITAS, R.J.S. de; LARAZZI, E.N. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de mesa. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 329-335, jan./fev. 2004.

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

FIGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed.: Viçosa: UFV, 2003, 421p.

FONTES, P.C.R.; SILVA, D.J.H. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa: Aprenda fácil, 2002. 197p.

GAMEIRO, A.H.; CAIXETA FILHO, J.V.; ROCCO, C.D.; RANGEL, R. Estimativa de perdas no suprimento de tomates para processamento industrial no estado de Goiás. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 7, p. 7-16, 2007.

GIANARDO, L.B.; RIBEIRO, C.S.C. Origem, botânica e composição química do fruto. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. (Ed.) Tomates para processamento Industrial. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia, 2000 (Embrapa Hortaliças)

GIL, M.I.; CONESA, M.A.; ARTÉS, F. Quality changes in fresh cut tomato as affected by modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, v. 25, p. 199-207, 2002.

GIORDANO, L.B.; SILVA, J.B.C.; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: **Tomate para processamento industrial**, Brasília, Embrapa Hortaliças. 168p. 2000.

GÓMES, F.A.; CAMELO, A.F.L. Qualidade póscolheita de tomates armazenados em atmosferas controladas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 38-43, mar. 2002.

GONTARG, N.; GUILBERT, S. Bio-packaging coating for maintaining bio-organic avocado and mango quality. **Acta Horticulturae**, Boletim SBCTA. v. 30, p. 3-15, 1996.

GUALBERTO, R.; BRAZ, L.T.; BANZATTO, D.A. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 81-88, jan. 2002.

HALSEY, L.H. Preliminary studies of bruising of "turning" and "pink" tomatoes caused by handling practices. **Florida State Horticulture Society**, Lake Alfred, v. 68, p. 240-243, 1955.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks**. Washington: USDA, 1986. 130p. (Agriculture Handbook, 66)

HOJO, E.T.D.; CARDOSO, A.D.; HOJO, R.H.; VILAS BOAS, E.V.B.; ALVARENGA, M.A.R. Uso de películas de fécula de mandioca e PVC na conservação pós-colheita de pimentão. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 184-190, jan.-fev., 2007.

HOWARD, L.R.; DEWI, T. Sensory, microbiological and chemical quality of longan fruit. **Food chemistry**, v. 60, n. 1, p. 142-144, 1995.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola** – dezembro 2003. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br/bda/> Acesso em: 25 nov. 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola** – dezembro 2006. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br/bda/> Acesso em: 25 nov. 2007.

JIANG, Y.; LI, Y. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. **Food Chemistry**. V. 73, n. 2, p. 139-143, 2001.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4 ed. New Jersey, USA: Prentice Hall, 1998. 81p.

JONES, R.; SCOTT, S.J. Improvement of tomato flavor by genetically increasing sugar and acid contents. **Euphytica**, v. 32, [s.n], p. 845-855, 1983.

KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A.; ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticulture Science**, v. 103, n.1, p. 6-13, 1978.

KADER, A.A. Biochemical and physiological basic for effects of controlled and modified atmosphere vegetables. **Food Technology**. v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.

KAISER, H.F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v. 23, p. 187-200, 1958.

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.; CANTILLANO, R.F.F.; JORGE, R.O. eficiência de ésteres de sacarose em ameixas (*Prunus Salicina*, lindl.) 'Santa Rosa' refrigeradas. **Scientia agrícola**, v. 52, n. 3, p. 509-513, set./dez. 1995.

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

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; HOFFMANN, A.; BILHALVA, A.B.; FACHINELLO, J.C. Efeito de ésteres de sacarose sobre pêssago 'BR-6' refrigerados. 1998.

KLUGE, R.A.; RODRIGUES, D.S.; MINAMI, K. Aquecimento intermitente de tomates: efeito sobre injúrias pelo frio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 4-6, jan. 1998.

KROCHTA, J.M.; de MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challengers and opportunities. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 2, p. 61-74, Feb. 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.

LANA, M.M.; MOITA, A.W.; NASCIMENTO, E.F. do; SOUZA, G.S.de; MELO, M.F.de. Metodologia para quantificação e caracterização das perdas pós-colheita de tomate no varejo. **Embrapa Hortaliças**. Embrapa n. 30, p. 1-6, out.1999.

LEÃO, D.S.; PEIXOTO, J.R.; VIEIRA, J.V. Teor de licopeno e de sólidos solúveis totais em oito cultivares de melancia. **Journal Bioscience**. Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 7-15, Sept./Dec., 2006.

LEMOS, O.L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão 'Magali R'**. Vitória da conquista, 2006. 130f. Dissertação (Mestrado em Agronomia em Fitotecnia) – Universidade estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

LENART, A.; PIOTROWSKI, D. Drying characteristics of osmotically dehydrated fruits coated with semipermeable edible films. **Drying Technology**, v. 6, n. 6, p. 195-200, 1995.

LICHTER, A.; ZUTKHY, Y.; SONEGO, L.; DVIR, O.; KAPLUNOV, T.; SARIG, P.; BEN-ARIE, R. Ethanol controls postharvest decay of table grapes. **Postharvest biology and Technology**, v. 24, p. 301-308, 2002.

LISIEWSKA, Z.; KMIĘCIK, W. Effect of storage period and temperature on the chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes. **Food Chemistry**, v.70, p. 167-173, 2000.

LOBO, A.R.; LEMOS SILVA, G.M. de. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 219-226, abr./jun., 2003.

LURIE, S.; HANDROS, A.; FALLIK, E.; SHAPIRA, R. Reversible inhibition of tomato fruit gene expression at high temperature. Effects on tomato fruit ripening. **Plant Physiology**, Washington, v. 110, n. 4, p. 1207-1214, Apr. 1996.

MAIA, L.H.; PORTE, A.; SOUZA, V.F.de. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira à umidade e oxigênio. **B. CEPPA**, Curitiba, v.18, n.1, p.105-128, jan./jun. 2000.

MARCOS, S.K; JORGE, J.T. Desenvolvimento de tomate de mesa, com uso do método QFD (Desdobramento da Função Qualidade), comercializado em um supermercado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 490-496, set. 2002.

McCULLAGH, P.; NELDER, J.A. **Generalized linear models**. 2 ed. London: Chapman e Hall, 1989. 511p.

McDONALD, R.C.; McCOLLUM, T.G.; BALDWIN, E.A. Temperature of water heat treatments influences tomato fruit quality following low-temperature storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 16, p. 147-155, 1999.

MEHERIUK, M. GIRALD, L.; MOYLS, L.; BEVERIDGE, H.J.T.; MCKENZIE, D.L.; HARRISON, J.; WEINTRAUB, S.; HOCKING, R. Modified atmosphere packaging of "Lampins" sweet cherry. **Food Research International**, Kidlington, v. 28, n. 3, p. 239-244, 1995.

MEHERIUK, M.; LAU, O.L. Effect of two polymeric coating on fruit quality of 'Bartlett' and 'd'anjo'. **Journal of the American Society for Horticultural science**, v. 113, n. 2, p. 222-226, 1988.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, C.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation**, 2 ed., New York: CRC Press, 1991. 129p.

MELO, P.C.T.; MIRANDA, J.E.C.; COSTAS, C.P. Possibilidades e limitações do uso de híbridos F1 de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 4-6, nov. 1988.

MELO, P.C.T.; VILELA, N.J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**. v. 23, n. 1, p. 154-157, jan.-mar., 2005.

MEREDITH, F.I.; ROBERTSON, J.A.; HORVAT, R.J. Changes in physical and chemical parameters associated with quality and postharvest ripening of harvester peaches. **Journal of Agriculture and food Chemistry**, v. 37, p. 537, 1972.

MINAMI, K.; HAAG, P.H. **O tomateiro**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1989, 397p.

MOHSEIN, N.N. Physical properties of plants and animal materials. 2 ed. Nova York: Gordon and Breach Publisher, 1986.

MORETTI, C.L.; SARGENT, S.A.; BALABAN, M.O.; PUSCHMANN, R. nariz eletrônico: Tecnologia não destrutiva para a detecção de desordens fisiológicas causadas por impacto em frutos de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 1, p. 20-23, mar, 2000.

MORETTI, C.L.; SARGENTE, S.A.; HUBER, D.J.; PUSCHMANN, R. Armazenamento sob atmosfera controlada de tomates com injúrias internas de impacto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 465-469, set. 2002.

MOURA, M.L.; SARGENT, S.A.; OLIVEIRA, R.F. Efeito da atmosfera controlada na conservação de tomates colhidos em estágio intermediários.

MUNHOZ, M.P.; WEBER, F.H.; CHANG, Y.K. Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 403-406, jul./set. 2004.

NYALALA, S.P.O.; WAINWRIGHT, T. The self life of tomato cultivars at different storage temperatures. **Tropical Science**, v. 38, p. 151-154, 1998.

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. 348-440, 2004.

OLIVEIRA, M.A. de. Utilização de filmes de fécula de mandioca como alternativa à cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de goiaba (*Psidium guayava*). Piracicaba, 1996. 73p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, M.A.; CEREDA, M.P. Pós-colheita de pêssego (*Prunus pérsica* L. Batsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa a cera comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 28-33, dez. 2003.

OLIVEIRA, W.R.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; PELUZIO, J.M.; FONTES, P.C.R. Distribuição da produção de frutos nos cachos de cinco cultivares de tomateiro em dois sistemas de condução. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 42, n. 244, p. 644-657, 1995.

PARK, H.J.; CHINNAN, M.S.; SHEWELT, R.L. Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 3, p. 568-570, 1994.

PEREIRA, M.E.C.; SILVA, A.S.da.; BISPO, A.S. da R.; SANTOS, D.B dos. SANTOS, S.B.dos.; SANTOS, V.J. dos. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 116-1119, nov./dez. 2006.

REIS, k.C. dos.; ELIAS, H.H.S.; LIMA, L.C.O.; SILVA, J.D.; PEREIRA, J. Pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) submetido ao tratamento com fécula de mandioca. **Ciências Agrotecnicas**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 487-493, mai./jun. 2006.

RESENDE, J.M.; CHITARRA, M.I.F.; MALUF, W.R.; CHITARRA, A.B. Qualidade pós-colheita em genótipos de tomate do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 92-98, 1997.

SAMPAIO, R.A.; FONTES, P.C.R. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio em solo coberto com polietileno preto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n.2, p. 136-139, nov. 1998.

SANSAVINI, S. Current and future trends in European fruit research. **Hortscience**, Alexandria, v. 31, n. 1, p. 18-24, Feb. 1996.

SANTOS JÚNIOR, A.M. dos.; MALUF, W.R.; FARIA, L.C.O.; CAMPOS, K.P. de; LIMA, H.C. de; ARAÚNO, F.M.M.C. de. Comportamento pós-colheita das características químicas, bioquímicas e físicas de frutos de tomateiros heterozigotos nos locos *Alcoçaba* e *Ripening inhibitor*. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. v. 27, n. 4, p. 749-757, jul./ago. 2003.

SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I.V.B. Manga: produção e comercialização. Vitória da Conquista: DFZ/UESB. 110p. 1992.

SAPRU, V. LABUZA, T.P. Dispersed phase concentration effect on water vapor permeability in composite methyl cellulose – stearic acid edible films. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 18, n. 5, p. 359-368, 1994.

SCANAVACA JÚNIOR, L.; FONSECA, N.; PEREIRA, M.E.C. Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de manga 'Surpresa'. **Revista Brasileira de fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 29, n. 1, p. 67-71, abr. 2007.

SHIGEMATSU, E.; EIK, N.M.; KIMURA, M.; MAURO, M.A. Influência de pré-tratamentos sobre a desidratação osmótica de carambolas. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 536-545, jun./set. 2005.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia. – Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

TADINI, C.C.; MATAI, P.H.dos S.; SILVÉRIO, L.G. Estudo da velocidade de amadurecimento de bananas variedade nanica (*Musa cavendishii*) imersas em banho de éster de sacarose. [(19_)].

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. (3 ed.). Porto Alegre: Artmed, 2004.

TOIVONEN, P.M.A.; BRUMMELL, D.A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 1-14, 2008.

TSUNECHIRO, A.; UENO, L.H.; PONTARELLI, C.T.G. Avaliação econômica das perdas de hortaliças e frutas no mercado varejista de São Paulo. **Agricultura em São Paulo**. São Paulo, v. 41, t. 2, p. 1-15, 1994.

VALVERDE, J.M.; VALERO, D.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; GUILLÉN, F.; CASTILLO, S.; SERRANO, M. Novel Edible coating based on *Aloe vera* gel to maintain table grape quality and safety. **American Chemical Society**, v. 53, p. 7807-7813, 2005.

VICENTINI, N.M.; CEREDA, M.P.; CÂMARA, F.L. Utilização de películas de fécula de mandioca para a conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annum* L.) In: Congresso Latino Americano de Raízes Tropicais, 1 e Congresso Brasileiro de Mandioca, 9, São Paulo: Centro de raízes tropicais, Universidade Estadual Paulista, 1996. p. 138.

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

VICENTINI, N.M.; CASTRO, T.M.R.; CÂMARA, F.L de A. Revestimentos de fécula de mandioca, perda de massa e alterações de cor de frutos de pimentão. **Scientia Agrícola**, piracicaba, v. 56, n. 3, p. 713-716, jul.-out., 1999.

VICENTINI, N.M.; CEREDA, M.P. Uso de filmes de fécula de mandioca em conservação pós-colheita de pepino (*Cucumis sativus* L.) **Brazilian Journal of Food Technology**, v.3, n. 1-2, p. 127-130, 1999.

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.

VIEITES, R.L.; NEVES, L.T.B.C.; SILVA, A.P. Utilização da embalagem de polietileno e de diferentes tipos de ceras, em condições de ambiente e sob refrigeração, na conservação do tomate. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1, 1998, Rio de Janeiro. **Anais: Alimentos, População e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira Ciência e Tecnologia de Alimentos – Regional Rio de Janeiro, 1998. p. 399-402.

VILAS BOAS, E.V. de B. Maturação pós-colheita de híbridos de tomate heterozigotos no loco alçoçaba. 1998. 105 p. Tese (Doutorado em ciências dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

WILLS, R.B.H et al. Quality evaluation. In: _____. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Kensington: New South Wales University Press, 1981. p. 83-96.

WILLS, R.B.H.; KU, V.V.V. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green to tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v.26, p. 85-90, 2002.

WILLS, R.B.H.; McGLASSON, W.B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables and ornamentals. 4. ed. Australia, Cab. International. 262p. 2004.

ZAMBRANO, J.; MOYEJA, J.; PACHECO, L. Efecto del estado de madurez en la composición y calidad de frutos de tomate. **Agronomía Tropical**, v. 46, n. 1, p. 61-72, 1996.

ZHANG, D.L.; QUANTICK, P.C. Effect of chitosan coating on enzymatic browning and decay during post-harvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 12, n. 2, p. 195-202, 1997.

ANEXOS

ANEXO 1 – FICHA DE ISELEÇÃO PARA ANÁLISE SENSORIAL

INSCRIÇÃO DE AVALIADORES PARA ANÁLISE SENSORIAL

NOME: _____

TELEFONE PARA CONTATO: _____

1. Gosta de Tomate:

 Sim Não

2. Fuma:

 Sim Não

3. Sofre de rinite:

 Sim Não

4. Seu olfato é:

 Excelente Bom Ruim

5. Seu paladar é:

 Excelente Bom Ruim

6. Apresenta disponibilidade de proceder a avaliação:

- 06/11
- 20/11
- 04/12
- 18/12
- 01/12
- 15/12
- 29/12

 Sim Não

ANEXO 2 – PLANILHA DA ANÁLISE SENSORIAL ADQ

PLANILHA DE ANÁLISE SENSORIAL ADQ – TOMATE

Nome: _____ Data: __/__/__ Nº. amostra: _____

1. Indique o quando você apreciou os atributos abaixo do produto que consumiu.

ATRIBUTO COR

RUIM _____ ÓTIMO

ATRIBUTO AROMA

RUIM _____ ÓTIMO

ATRIBUTO SABOR

RUIM _____ ÓTIMO

ATRIBUTO ACIDEZ

RUIM _____ ÓTIMO

ATRIBUTO FIRMEZA

RUIM _____ ÓTIMO

2. Indique qual o grau de aceitabilidade da amostra que você recebeu.

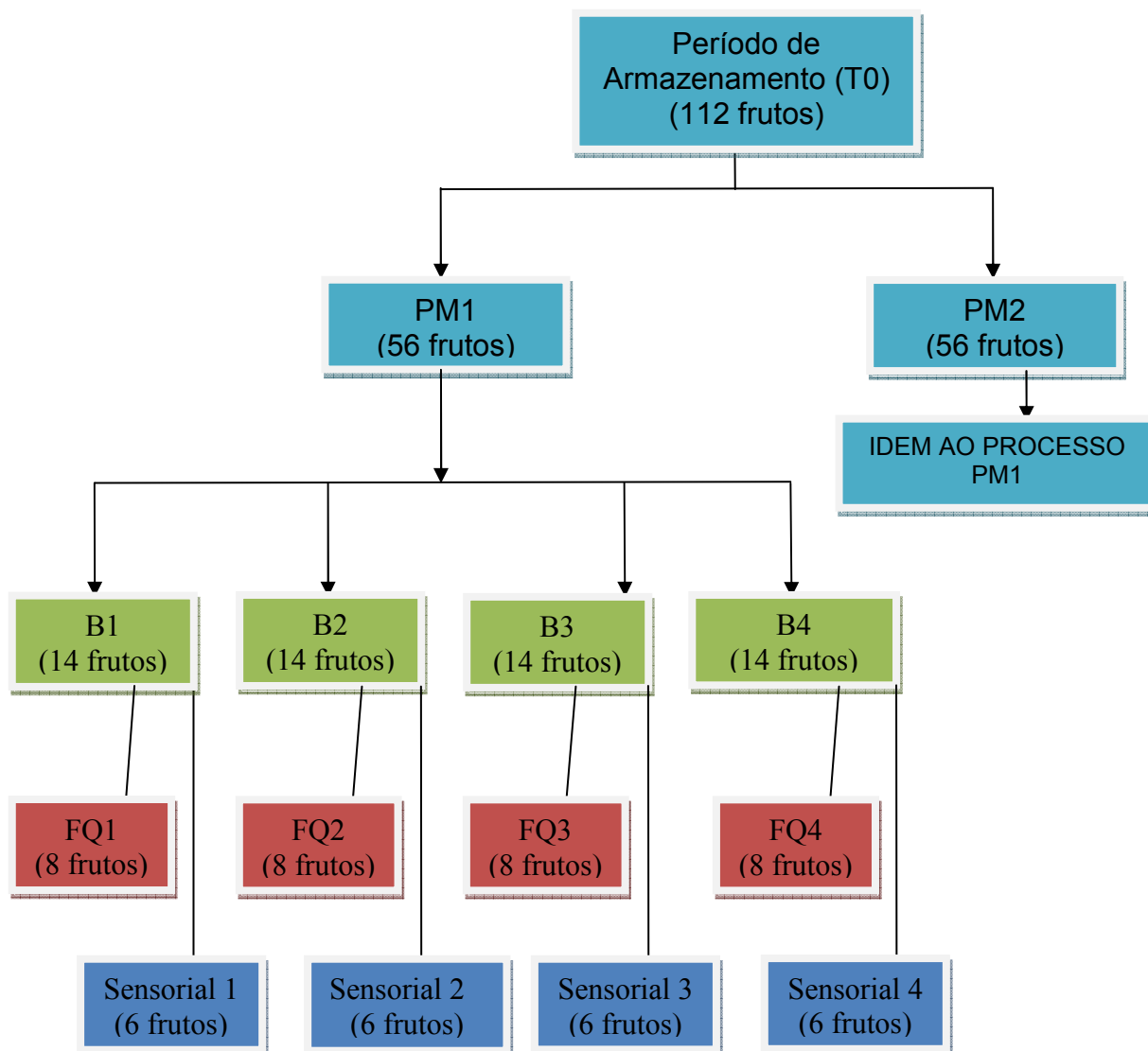
- () Certamente eu compraria
- () Provavelmente eu compraria
- () Talvez eu compraria
- () Talvez eu não compraria
- () Provavelmente eu não compraria
- () Certamente eu não compraria

Comentários: Por favor, indique o que em particular você mais gostou ou menos gostou neste produto (use palavra ou frase):

Mais gostei:

Menos gostei:

ANEXO 3 – FLUXOGRAMA DO DESTINO DOS FRUTOS DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE 1%, PECTINA 2% E FÉCULA DE MANDIOCA, ARMAZENADOS DURANTE 14 DIAS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE AS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIA (0,3,7,11 E 14 DIAS DE ARMAZENAMENTO)



B1 – Controle; B2 – Éster de sacarose 1%; B3 – Pectina 2%; B4 – Fécula de mandioca 2%.
 T0 – período de armazenamento referente a fruto recém-colhido;
 PM1 – Ponto de maturação vermelho-claro;
 PM2 – Ponto de maturação rosa-esverdeado
 FQ1 – Análises físico-químicas realizadas nos frutos do controle;
 FQ2 - Análises físico-químicas realizadas nos frutos com éster de sacarose 1%;
 FQ3 - Análises físico-químicas realizadas nos frutos com pectina 2%;
 FQ4 - Análises físico-químicas realizadas nos frutos com fécula de mandioca 2%;
 Sensorial 1 – análise sensorial realizada com frutos do controle;
 Sensorial 2 - análise sensorial realizada com frutos revestidos com éster de sacarose 1%;
 Sensorial 3 - análise sensorial realizada com frutos revestidos com pectinas 2%;
 Sensorial 4 - análise sensorial realizada com frutos revestidos com fécula de mandioca 2%.

ANEXO 4 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS PARÂMETROS DE COLORAÇÃO L, a E b, OBTIDOS POR COLORÍMETRO DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	L	a	b
Ponto de Maturação (PM)	1	0,0001	0,0004	0,0001
Período de Armazenamento (T)	3	0,0409	0,0606	0,0158
Biofilme (B)	4	0,0001	0,0001	0,0001
Média Geral		48,55	22,99	33,77
CV (%)		7,25	33,4	11,34

ANEXO 5 – VALORES MÉDIOS OBTIDOS PARA OS PARÂMETROS DE COLORAÇÃO L, a e b, OBTIDOS POR COLORÍMETRO DO TOMATE ‘DOMINADOR’ REVESTIDO COM OS BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2), ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

PM	PA (DIAS)	PARÂMETRO DE COLORAÇÃO	CONTROLE	ÉSTER DE SACAROSE (1%)	PECTINA (2%)	FÉCULA MANDIOCA (2%)
PM1	0	L	51,98	56,51	49,79	56,40
		a	9,87	17,63	17,32	6,95
		b	35,71	34,42	38,60	40,80
	3	L	46,72	45,27	47,72	47,43
		a	33,15	33,32	28,42	28,64
		b	34,81	28,00	36,22	33,52
	7	L	42,76	42,59	43,06	43,51
		a	30,95	34,82	31,79	32,07
		b	29,03	27,24	28,35	28,78
	11	L	41,80	41,80	41,31	42,56
		a	30,37	35,50	32,73	32,10
		b	28,49	27,54	27,96	28,27
14	L	41,90	40,07	40,81	40,57	
	a	31,85	31,85	29,72	28,21	
	b	26,82	24,34	24,46	22,97	
PM2	0	L	64,71	60,65	60,38	61,39
		a	-7,53	-6,61	-8,47	-8,41
		b	40,01	37,42	38,98	44,44
	3	L	61,59	53,15	62,39	65,66
		a	3,11	19,65	1,45	-5,50
		b	50,35	40,66	48,02	45,63
	7	L	43,41	44,79	46,65	55,71
		a	37,24	34,36	31,99	15,79
		b	30,29	34,38	33,36	45,53
	11	L	42,48	43,86	44,54	52,97
		a	36,40	35,21	32,35	20,28
		b	29,11	32,10	29,59	44,56
14	L	41,43	43,00	40,45	48,44	
	a	36,72	36,27	32,52	25,78	
	b	27,41	28,21	27,12	37,40	

PM – Ponto de Maturação.

PM1 – Ponto de Maturação vermelho-claro;

PM2 – Ponto de Maturação rosa-esverdeado;

PA – Período de Armazenamento.

ANEXO 6 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	SST	ATT	SST/ATT	FIRMEZA
Ponto de Maturação (PM)	1	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Período de Armazenamento (T)	4	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Biofilme (B)	3	0,0018	0,0046	0,0029	0,649
PM X T	4	0,9817	0,0001	0,0001	0,0001
PM X B	3	0,0001	0,219	0,0005	0,0005
T X B	12	0,0003	0,0011	0,0001	0,051
PM X T X B	12	0,0001	0,0001	0,0001	0,0172
Média geral		8,04	9,08	14,21	11,72
CV (%)		3,47	4,48	8,09	11,36

ANEXO 7 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS ATRIBUTOS SENSORIAS OBTIDOS POR ANÁLISE SENSORIA ADQ DO TOMATE 'DOMINADOR' REVESTIDO COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	COR	AROMA	SABOR	ACIDEZ	FIRMEZA
Julgador (J)	1	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0549
Ponto de maturação (PM)	4	0,0323	0,2160	0,1404	0,9467	0,0083
Período de Armazenamento (T)	3	0,0116	0,4081	0,46	0,0682	0,8422
PM x T	4	0,4786	0,0112	0,8303	0,2775	0,0211
Biofilme (B)	3	0,0007	0,0144	0,4821	0,0034	0,0641
PM x B	12	0,192	0,0616	0,0044	0,0024	0,0112
T x B	12	0,773	0,9802	0,8017	0,9402	0,4776
PM x T x B		0,5784	0,4638	0,7448	0,8322	0,9109
Média Geral		6,69	6,63	6,72	7,16	7,73
CV (%)		28,69	24,11	28,25	22,99	17,85

ANEXO 8 – RESULTADO DOS MODELOS DE AJUSTE DO COMPORTAMENTO PARA ATRIBUTOS SENSORIAIS DO TOMATE DOMINADOR REVESTIDOS COM BIOFILMES COMESTÍVEIS ÉSTER DE SACAROSE (1%), PECTINA (2%) E FÉCULA DE MANDIOCA (2%), COLHIDOS NOS PONTOS DE MATURAÇÃO VERMELHO-CLARO (PM1) E ROSA-ESVERDEADO (PM2) E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 14 DIAS

BIOFILME COMESTÍVEL	MODELO MATEMÁTICO	PONTO	ATRIBUTOS SENSORIAIS				
			COR	AROMA	SABOR	ACIDEZ	FIRMEZA
B1	M1	MÁXIMO	0,0333	0,7905	0,4402	0,3882	0,2393
		MÍNIMO	14 dias	-	-	-	-
	M2	MÁXIMO	0,0488	0,8861	0,6647	0,6817	0,2227
		MÍNIMO	-	-	-	-	-
	M3	MÁXIMO	0,0744	0,9567	0,8429	0,6597	0,2916
		MÍNIMO	-	-	-	-	-
B2	M1	MÁXIMO	0,0976	0,7357	0,5539	0,0956	0,9845
		MÍNIMO	-	-	-	-	-
	M2	MÁXIMO	0,2394	0,8295	0,6782	0,0382	0,9354
		MÍNIMO	-	-	-	-	-
	M3	MÁXIMO	0,2783	0,9342	0,8492	0,0382	0,3960
		MÍNIMO	-	-	-	-	-
B3	M1	MÁXIMO	0,0939	0,2602	0,0306	0,0282	0,6903
		MÍNIMO	-	-	14 dias	3 dias	-
	M2	MÁXIMO	0,0222	0,5109	0,0941	0,7354	0,8787
		MÍNIMO	7 dias	-	-	-	-
	M3	MÁXIMO	0,0401	0,7186	0,1650	0,8506	0,8339
		MÍNIMO	-	-	-	-	-
B4	M1	MÁXIMO	0,6549	0,1379	0,0831	0,3133	0,2036
		MÍNIMO	-	-	-	-	-
	M2	MÁXIMO	0,9049	0,2072	0,2215	0,2727	0,1282
		MÍNIMO	-	-	-	-	-
	M3	MÁXIMO	0,3856	0,3706	0,3479	0,3876	0,2512
		MÍNIMO	-	-	-	-	-