



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE - PARAÍBA



DISSERTAÇÃO

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

**CONSERVAÇÃO DA MANGA (Mangifera indica L.) CV ESPADA EM
ATMOSFERA MODIFICADA SOB TEMPERATURAS DE
REFRIGERAÇÃO**

LIZ JULLY HILUEY CORREIA

**Campina Grande – Paraíba
Junho - 2005**

LIZ JULLY HILUEY CORREIA

**CONSERVAÇÃO DA MANGA (*Mangifera indica* L.) CV ESPADA EM
ATMOSFERA MODIFICADA SOB TEMPERATURAS DE REFRIGERAÇÃO**

*Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos
Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em
cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Mestre.*

Área de concentração: Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas

Orientadores:

Prof. Dra. Josivanda P. G. de Gouveia (UFCG/CTRN/UAEA)

Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida (UFCG/CTRN/UAEA)

**Campina Grande – Paraíba
Junho - 2005**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C824c Correia, Liz Jully Hiluey
Conservação da manga (*Mangifera indica L.*) cv espada em atmosfera modificada sob temperatura de refrigeração / Liz Jully Hiluey Correia. – Campina Grande, 2005.
132 f. : il. color

Referências
Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
Orientadora: Profa. Dra. Josivanda Palmeira Gomes de Gouveia

1. Manga Espada 2. Atmosfera Modificada 3. Refrigeração I. Título.

CDU 634.441(043)

DIGITALIZAÇÃO:

SISTEMOTECA - UFCG

Ao meu esposo

Allancleriston Alves Galdino

Sempre presente

Nessa trajetória....

*Aos meus pais, João Correia Filho e Xênia Fernandes Hiluey e aos meus
irmãos Eduardo, Pedro Ivo, Jade e Sofia. As minhas avós*

Marlene e Dulce e ao meu pai torto Jorge.

Em especial ao meu filho

Pedro H. C. Galdino,

Dedico

Quando acreditamos e amamos do fundo de nossa alma em algo, nos sentimos mais fortes que o mundo, e somos tomados de uma serenidade que vem da certeza de que nada poderá vencer nossa fé.

Esta força estranha faz com que sempre tomemos a decisão certa na hora exata quando atingimos nosso objetivo, ficamos surpresos com nossa capacidade

Paulo Coelho

AGRADECIMENTOS

À Deus , pela vida e fé na realização dos meus sonhos.

Aos Professores Dra. Josivanda Palmeira Gomes de Gouveia e Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida pela orientação, confiança, amizade correções e indispensáveis contribuições a este trabalho.

A Professora Dra. Márcia Roseane Targino de Oliveira, pela ajuda, incentivo e colaboração para minha entrada neste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa concedida no curso de mestrado.

Aos funcionários da UFCG Rivanilda, Luciene, Flávio, Antônio e Luizinho, pela dedicação e amizade.

A todos os colegas de curso, em especial Ozênia, Edilene, Hofsky, Cleidimário e Manassés.

Em especial a minha amiga Marina e a Michelly, pela dedicação e ajuda em grande parte do experimento.

Aos meus tios Toinho e Joanice pelo apoio, incentivo e admiração, nesse grande passo da minha vida profissional.

A minha sogra Carmelita e minha cunhada Kátia pela compreensão e apoio, nos momentos difíceis na escrita da dissertação.

A Maria Guilherme pelo incentivo, admiração e amizade.

Aos colegas de trabalho, pelo apoio e incentivo profissional.

A todos aqueles que, de forma direta e indireta, contribuíram na realização deste trabalho.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE SIMBOLOS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Aspectos gerais.....	4
2.1.1 Variação 'Espada'.....	5
2.2 Maturação.....	6
2.2.1 Características físico químicas.....	8
2.2.1.1 Rendimento do fruto.....	9
2.2.1.2 Cor.....	10
2.2.1.3 Firmeza.....	11
2.2.1.4 Sólidos solúveis totais e açúcares redutores.....	12
2.2.1.5 Acidez total titulável e pH.....	14
2.2.1.6 Relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável ou ratio.....	16
2.2.1.7 Vitamina C.....	17
2.3 Conservação pós-colheita.....	20
2.4 Refrigeração.....	21
2.5 Atmosfera modificada.....	24
2.5.1 Uso de filme plástico.....	28

3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Matéria-prima.....	33
3.2 Tratamento dos frutos.....	35
3.3 Variáveis analisadas.....	37
3.3.1 Rendimento do fruto.....	37
3.3.2 Cor da casca.....	37
3.3.3 Cor da polpa.....	37
3.3.4 Firmeza.....	38
3.3.5 Perda de massa fresca.....	38
3.3.6 Sólidos solúveis totais.....	38
3.3.7 Açúcares redutores.....	39
3.3.8 Acidez total titulável.....	39
3.3.9 pH.....	39
3.3.10 Relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável ou ratio.....	39
3.3.11 Teor de Vitamina C.....	40
3.4 Delineamento experimental.....	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 Maturação.....	41
4.1.1 Caracterização físico-química da manga espada fresca.....	41
4.1.1.1 Rendimento do fruto.....	42
4.1.1.2 Cor da casca.....	46
4.1.1.3 Cor da polpa.....	52
4.1.1.4 Firmeza.....	56
4.1.1.5 Perda de massa fresca.....	62

4.1.1.6 Sólidos solúveis totais.....	68
4.1.1.8 Acidez total titulável.....	71
4.1.1.9 pH.....	79
4.1.1.10 Relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável ou ratio.....	84
4.1.1.11 Teor de Vitamina C.....	87
5. CONCLUSÕES.....	94
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
7. SUGESTÕES.....	107
8. ANEXOS.....	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Influência de vários sistemas de armazenamento sobre a qualidade comestível de frutos e hortaliças.....	20
Figura 2.2 – Tipos de barreiras que podem ser utilizadas para modificar a atmosfera de armazenamento.....	26
Figura.3.1 - Operação de transporte.....	33
Figura.3.2 - Exposição no local de distribuição.....	34
Figura 3.3 – Frutos acondicionados em bandejas de tereftalato não revestido com filme plástico, grupo controle.....	35
Figura 3.4 – Frutos acondicionados em bandejas de tereftalato embalados em filme plástico de PVC esticável e auto-aderente, não perfurado (1) e em plástico perfurado (2).....	36
Figura 4.1 – Rendimento da casca, polpa e endocarpo da manga Espada’.....	42
Figura 4.2 – Valores do percentual de rendimento da manga Espada armazenada em atmosfera modificada sob temperaturas de refrigeração.....	43
Figura 4.3 – Curva de regressão linear da cor da casca de manga Espada.....	47
Figura 4.4 (a) – Relação temperatura x tratamento para o comportamento da cor da casca.....	50
Figura 4.4 (b) – Relação temperatura x período de armazenamento para o comportamento da cor da casca.....	51
Figura 4.4 (c) – Relação período de armazenamento x tratamento para o comportamento da cor da casca.....	51
Figura 4.5 – Curva de regressão linear da cor da polpa da manga espada.....	53
Figura 4.6 – Curva de regressão cúbica da cor da polpa da manga Espada.....	53
Figura 4.7 (a) e (b) - Comportamento da cor da polpa para os diferentes tratamentos e temperaturas, em relação ao período de armazenamento.....	56
Figura 4.8 – Firmeza da manga Espada armazenada em atmosfera modificada sob temperatura de refrigeração.....	57
Figura 4.9 (a), (b) e (c) - Comportamento da firmeza para os diferentes tratamentos e	

temperaturas.....	61
Figura 4.10 – Curva de regressão linear da perda de massa da manga Espada.....	63
Figura 4.11 (a), (b) e (c) - Comportamento da perda de massa (%) para os diferentes tratamentos e temperaturas.....	64
Figura 4.12 (a) e (b) - Comportamento dos açúcares redutores para os diferentes tratamentos e temperaturas associado ao período de armazenamento.....	74
Figura 4.13 – Curva de regressão linear da acidez da manga Espada.....	76
Figura 4.14 - Comportamento da acidez para os diferentes tratamentos e temperaturas associado ao período de armazenamento.....	77
Figura 4.15 – Curva de regressão quadrática do pH da manga Espada.....	80
Figura 4.16 (a), (b) e (c) - Comportamento do pH para os diferentes tratamentos e temperaturas associado ao período de armazenamento.....	81
Figura 4.17 – Curva de regressão quadrática da vitamina C da manga Espada.....	88
Figura 4.18 (a), (b) e (c) - Comportamento da vitamina C para os diferentes tratamentos e temperaturas associado ao período de armazenamento.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Características químicas de algumas variedades de mangueira de Lavras - MG.....	08
Tabela 2.2 – Características físicas de algumas variedades de mangueira de Lavras – MG.....	09
Tabela 3.1 - Cor da casca de mangas 'Espada' (Notas de 1 a 5).....	34
Tabela 4.1 - Valores médios da caracterização físico-químicas da manga Espada fresca.....	41
Tabela 4.2 - Valores médios encontrados para algumas das características físicas iniciais da polpa de manga Espada.....	43
Tabela 4.3 – Análise de variação do rendimento (%) para os diferentes tratamentos em função do período de armazenamento.....	44
Tabela 4.4 – Comparação entre as médias do rendimento para os diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo.....	45
Tabela 4.5 – Análise de variância da cor da casca para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.....	46
Tabela 4.6 – Comparação entre as médias da cor da casca (1 a 5) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo.....	47
Tabela 4.7 – Valores médios de cor da casca para interação temperatura x tratamento.....	48
Tabela 4.8 – Valores médios de cor da casca para interação temperatura x período de armazenamento.....	49
Tabela 4.9 – Valores médios de cor da casca para interação tratamento x período de armazenamento.....	49
Tabela 4.10 – Análise de variância da cor da polpa para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.....	52
Tabela 4.11 – Comparação entre as médias da cor da polpa (1 a 5) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo.....	54
Tabela 4.12 – Valores médios de cor da polpa para interação temperatura x período de armazenamento.....	54
Tabela 4.13 – Valores médios de cor da polpa para interação tratamento x período	

de armazenamento.....	55
Tabela 4.14 – Análise da firmeza (N) para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.....	57
Tabela 4.15 – Influência da temperatura, embalagem e período de armazenamento sobre a firmeza (N) da manga Espada.....	58
Tabela 4.16 – Influência da temperatura, embalagem sobre a firmeza (N) da manga Espada.....	59
Tabela 4.17 – Influência do tempo, e da temperatura de armazenamento sobre a firmeza (N) da manga Espada.....	59
Tabela 4.18 – Influência da embalagem e tempo de armazenamento sobre a firmeza (N) da manga Espada.....	60
Tabela 4.19 – Análise de variância da perda de massa para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.....	62
Tabela 4.20 – Comparação entre as médias da perda de massa (%) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo.....	64
Tabela 4.21 – Valores médios de perda de massa para interação temperatura x tratamento.....	66
Tabela 4.22 – Valores médios de perda de massa para interação temperatura x período de armazenamento.....	66
Tabela 4.23 – Valores médios de perda de massa para interação tratamento x período de armazenamento.....	67
Tabela 4.24 – Análise de variância da cor da casca para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.....	68
Tabela 4.25 – Comparação entre as médias dos sólidos solúveis totais (°Brix) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo.....	69
Tabela 4.26 – Valores médios da SST para interação temperatura x período de armazenamento.....	70
Tabela 4.27 – Análise de variância da cor da casca para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.....	71
Tabela 4.28 – Comparação entre as médias dos açúcares redutores (% glicose) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes	

períodos de tempo.....	72
Tabela 4.29 – Valores médios dos açúcares para interação temperatura x tratamento.....	73
Tabela 4.30 – Valores médios dos açúcares para interação temperatura x período de armazenamento.....	73
Tabela 4.31 – Variância da acidez total titulável (% ácido cítrico) para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.....	75
Tabela 4.32 – Comparação entre as médias da acidez total titulável (% ácido cítrico) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo.....	76
Tabela 4.33 – Valores médios da acidez para interação temperatura x período de armazenamento.....	78
Tabela 4.34 – Análise de variância do pH para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.....	79
Tabela 4.35 – Comparação entre as médias do pH para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo.	81
Tabela 4.36 – Valores médios do pH para interação temperatura x tratamento.....	80
Tabela 4.37 – Valores médios do pH para interação temperatura x período de armazenamento.....	83
Tabela 4.38 – Valores médios do pH para interação tratamento x período de armazenamento	84
Tabela 4.39 – Análise de variância do SS/ATT - Ratio para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.	85
Tabela 4.40 – Análise de variância do SS/ATT - Ratio para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.	85
Tabela 4.41 – Valores médios do SS/ATT - Ratio para interação temperatura x tratamento.....	86
Tabela 4.42 – Análise de variância da vitamina C para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.....	87
Tabela 4.43 – Comparação entre as médias do teor de vitamina C (mg/100g de polpa) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo.....	88
Tabela 4.44 – Valores médios da vitamina C para interação temperatura x	

tratamento.....	89
Tabela 4.45 – Valores médios de vitamina C para interação temperatura x período de armazenamento.....	89
Tabela 4.46 – Valores médios de vitamina C para interação tratamento x período de armazenamento.....	90
Tabela A – Influência do tratamento e da temperatura de armazenamento sobre a cor da casca da manga ‘Espada’.....	108
Tabela B – Influência do tratamento e da temperatura de armazenamento sobre a o teor de sólidos solúveis totais (SST) presentes na manga ‘Espada’.....	108
Tabela C – Influência do período de armazenamento e da temperatura de armazenamento sobre a o teor de sólidos solúveis totais (SST) presentes na manga ‘Espada’.....	108
Tabela D– Influência do período de armazenamento e da temperatura de armazenamento sobre a o conteúdo de açúcares redutores (AR) presentes na manga ‘Espada’.....	109
Tabela E – Influência do tratamento e da temperatura de armazenamento sobre a acidez total titulável (ATT) presentes na manga ‘Espada’.....	109
Tabela F – Influência do período de armazenamento e da temperatura de armazenamento sobre a acidez total titulável (ATT) presentes na manga ‘Espada’.....	109
Tabela G – Influência do tratamento e da temperatura de armazenamento sobre a relação SST/ATT (ratio) presentes na manga ‘Espada’.....	110
Tabela H – Influência do período de armazenamento e da temperatura de armazenamento sobre a relação SST/ATT (ratio) presentes na manga ‘Espada’.....	110

LISTA DE SIMBOLOS

FPVC – Filme de cloreto de polivinila (PVC)

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

T₁₀ - Temperatura de 10 °C

T₁₂ - Temperatura de 12 °C

T₁₄ - Temperatura de 14 °C

T_{amb.} - Temperatura ambiente

** - significativo ao nível de 1% de

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns - não significativo

F.V. - Fonte de variação

G.L. - Graus de liberdade

S.Q. - Soma de quadrado

Q.M. - Quadrado médio

F - Variável do teste F

MG - Média geral

CV% - Coeficiente de variação em %

DMS - desvio mínimo significativo

RESUMO

Manga (*Mangifera indica* L.) cv 'Espada' in natura no estágio de maturidade fisiológica, com casca verde - estágio 1 de desenvolvimento, foram acondicionadas individualmente, em bandejas de polietileno tereftalato (11,0 x 11,0 x 2,5 cm) de dimensões internas, revestidas externamente com embalagem plástica de cloreto de polivinila PVC esticável e auto-aderente não perfurado (FPVC) e com plástico perfurado (PP) sobrepostas em bandejas de polietileno tereftalato, armazenadas durante 35 dias a 10, 12, 14 °C e ambiente (76-85% UR), com análise a cada 7 dias de armazenamento. Frutos sem embalagem serviram de controle. Durante o período do experimento foram feitas avaliações da cor da casca e da polpa utilizando escala hedônica não estruturada; para mudança de coloração de verde a amarelo. Determinou-se também a perda de massa fresca, rendimento do fruto, firmeza, sólidos solúveis totais, açúcares redutores, acidez total titulável, pH, relação SST/acidez e vitamina C ao longo da armazenagem, visando identificar o tratamento que melhor conservou as características iniciais do produto e aumentou a vida útil da manga. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial. As análises foram realizadas em quadruplicata, para cada repetição, empregando a média entre ambas. A influência dos fatores (temperatura, embalagem e período de armazenamento) e suas interações sobre as respostas foram submetidas à análise de variância e comparadas as médias pelo teste de Tukey. Considerando-se os resultados obtidos pode-se concluir que o uso das embalagens FPVC esticável e auto-aderente não perfurado e PP, proporcionando uma atmosfera modificada, associada à baixa temperatura reduziu a perda de massa fresca, prolongou a vida útil dos frutos com manutenção da cor da casca e da polpa, não influenciou no aumento dos teores de acidez total titulável, sólidos

solúveis totais, açúcares redutores e pH, mas interferiu no aumento do teor de vitamina C. Os frutos sem embalagem e armazenados em condições ambiente obtiveram vida útil de 14 dias.

Palavras-chave: conservação a frio, filme PVC, plástico perfurado

ABSTRACT

Mango (*Mangifera indica* L.) type 'Espada' in nature in the apprenticeship of physiologic maturity, with green peel - apprenticeship 1 of development, they were conditioned individually, in trays of polyethylene tereftalato (11,0 x 11,0 x 2,5 cm) of internal dimensions, not covered externally with plastic packing of chloride of polyvinyl PVC with stretching not perforated (FPVC) and with perforated plastic (PP) put upon in trays of polyethylene tereftalato, stored for 35 days to 10, 12, 14 °C and atmosphere (76-85% UR), with analysis every 7 days of storage. Fruits without packing served as control. During the period of the experiment they were made evaluations of the color of the peel and of the pulp using not climbs hedonic structured; for change of green coloration to yellow. You was also determined the loss of fresh mass, revenue of the fruit, firmness, total soluble solids, sugars reducers, acidity total titrable, pH, relationship SST/acidez and vitamin C along the storage, seeking to identify the treatment that best conserved the characteristics initials of the product and it increased the useful life of the mango. The data were analyzed delineament entirely casualizado, willing in factorial outline. The analyses were accomplished in quadruplicate, for each repetition, using the average among both. The influence of the factors (temperature, packing and storage period) and your interactions on the answers were submitting to the variance analysis and compared the averages by the test of Tukey. Being considered the obtained results can be concluded that the use of the packing's FPVC with stretching not perforated and PP, providing a modified atmosphere, associated to the low temperature reduced the loss of fresh mass, it prolonged the useful life of the fruits with maintenance of the color of the peel and of the pulp, it didn't influence in the evolution of the tenors of acidity total titrable, total soluble solids, sugars reducers and pH, more it interfered in the evolution of the vitamin tenor C.

The fruits without packing and stored in conditions atmosphere they obtained useful life of 14 days.

Word-key: conservation to cold, film PVC, perforated plastic

1. INTRODUÇÃO

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma fruta tropical de grande importância econômica e muito apreciada por suas excelentes qualidades de sabor, aroma e exótica coloração, com volume de exportação crescente no Brasil nos últimos dez anos. Segundo Lucafó e Boteon (2001) em 1999, o Brasil, passou a ocupar a 2ª posição depois do México, principal exportador mundial, no ranking das exportações. Essa posição deve-se ao fato de quase não haver concorrente no mercado europeu entre os meses de setembro e dezembro, além de ter-se mostrado competitividade tanto em termos de preço, como em termos de qualidade no comércio internacional.

Segunda fruta mais importante, depois da banana, em termos de produção mundial e de área cultivada, mas estudos ainda estão sendo feitos no sentido de serem identificados índices de maturidade que permitam aumentar sua vida pós-colheita sem comprometer a qualidade.

Dentre os vários fatores que prejudicam o aumento da exportação de manga estão aqueles relacionados à sua alta perecibilidade, inviabilizando a competitividade do produto brasileiro no exterior. Por imposição dos importadores, os frutos devem chegar aos seus destinos com a máxima vida útil possível, daí os exportadores utilizarem o transporte marítimo sob refrigeração como alternativas, uma vez que, baixa temperatura faz com que o fruto resista a 14 dias de viagem para os mercados europeus e americanos, e o envio via transporte aéreo apesar de possibilitar uma viagem de curto tempo, possui custos proibitivos.

O Nordeste brasileiro oferece condições ideais para o cultivo das mais diversas espécies frutíferas, de modo que a fruticultura contribui para o desenvolvimento sócio-econômico da região (Sousa et al., 2002). Porém a escassez de estudos sobre técnicas de

conservação pós-colheita de frutas, compromete a qualidade da manga produzida no Brasil e as exportações.

Miller et al. (1983) afirma que a maioria das tecnologias pós-colheita para manga tem sido desenvolvida para controlar doenças, pragas e para proteção contra injúrias durante transporte e embalagem. Métodos de armazenamento com atmosfera controlada e modificada têm sido caracterizados por resultados variáveis em função da variedade, com alto custo para implantação e ocorrência de desordens fisiológicas.

A manutenção da qualidade dos frutos deve-se a técnicas de armazenamento pós-colheita que reduzem as taxas respiratórias e retardam o amadurecimento e prevenção de desordem. A perda de água e a decomposição natural do fruto podem ser evitadas pelo abaixamento da temperatura e modificação da atmosfera ambiente ou mesmo à combinação de ambos, imediatamente após a colheita.

Chitarra e Chitarra (1990) e Awad (1993) afirmam que o uso de filme de plástico à base de polietileno ou cloreto de polivinila (PVC), devido sua praticidade, custo relativamente baixo e alta eficiência, tem sido bastante utilizado, principalmente quando associado ao armazenamento refrigerado para evitar perdas da qualidade das frutas. Frutos tropicais podem ter vida pós-colheita prolongada, devido à redução da taxa respiratória, da produção de etileno e, conseqüentemente, diminuição do amadurecimento através da modificação da atmosfera.

A atmosfera modificada pode se formar e ser mantida com o uso de filmes poliméricos e ceras comestíveis. No caso de filmes, o uso eficiente depende do atendimento de algumas exigências básicas. A princípio, devem ter permeabilidade à água e a gases suficientemente baixas para reduzir a perda de umidade e manter a atividade respiratória a níveis que permitam conservar o fruto por mais tempo (Khader, 1992; Exama et al., 1993; Sass, 1993).

Estudos realizados com manga (Yantarasri et al., 1995; Baldwin et al., 1999), abacaxi (Chitarra e Silva, 1999), maçã Gala (Saftner, 1999), romã (Nanda et al., 2001) e ervilha (Pariasca et al., 2000) confirmam esta afirmativa.

Diante do exposto e pela importância das demandas dentro do sistema produtivo de fruteiras e do contexto de conservação pós-colheita da manga, o presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver tecnologia de pós-colheita baseada na variação da temperatura e UR associada à atmosfera modificada, de forma a controlar por mais tempo o amadurecimento da manga 'Espada'. e como objetivos específicos:

- Determinar o período de maturação da manga 'fresca', armazenada sob atmosfera modificada, variando-se a temperatura;
- Avaliar as transformações nas características, físicas (firmeza, perda de matéria fresca, rendimento), sensoriais (cor da casca, cor da polpa, aparência externa) nutricionais (vitamina C, açúcares redutores), físico-químicas (pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais) na manga 'Espada', durante o armazenamento sob temperatura de refrigeração;
- Prolongar a vida útil da manga Espada, e preservar sua qualidade em atmosfera modificada sob refrigeração, variando-se a temperatura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais

A manga, fruta nativa da Ásia tropical teve sua introdução no Brasil no século XVI, pelos navios portugueses Maciel et al. (2004). Atualmente é produzida em mais de 100 países. Segundo Yuem et al. (1984) é uma fruta tropical de grande importância econômica, e o segundo fruto tropical mais importante cultivado no mundo.

A mangueira (*Mangifera indica* L.) pertence à família Anacardiaceae, em geral, de acordo com Campbell e Melo citado por Pinto (1994) possui frutos que se dividem em dois grupos: o grupo indiano (frutos monoembriônicos, fortemente aromáticos, de coloração atraente e suscetíveis a antracnose) e o grupo indochinês (frutos poliembriônicos, com caroços longos e achatados, pouco aromáticos, geralmente amarelados e mediantemente resistentes à antracnose)

O gênero *Mangifera* possui 50 espécies, sendo a maioria originária do sudeste asiático (Pinto, 1994). Planta perene, de médio à grande porte, pode chegar a atingir 30 m de altura com copa densa e frondosa, sistema radicular vigoroso, muito sensível a geadas, e variavelmente de produção alternada Maciel et al. (2004).

As folhas são lanceoladas, coriáceas, com pedúnculo curto cuja coloração varia de verde-claro, amarronzada ou arroxeadas, na fase jovem, até verde-escuro quando maduras. As flores estão reunidas em panículas terminais ou laterais, de tamanho, forma, e coloração variáveis, dispostas isoladamente (terminal) ou agrupadas (laterais), em número de 200 a 3.000 panículas/planta, cada qual apresentado de 100 a 17.000 flores. Os frutos são drupas com características muito variáveis quanto ao tamanho, forma, peso e coloração da casca. A casca é coriácea e a polpa com vários tons de amarelo, com muita ou pouca fibra, curtas

ou longas, macias ou duras. As sementes também variam em forma e tamanho, podendo ser monoembriônicas e poliembriônicas (Silva et al., 2004).

Segundo Donadio (1996) a árvore apresenta hábitos de vegetação, florescimento e frutificação particulares em razão de fatores biológicos ligados à estrutura das flores, além de fatores fisiológicos e climáticos.

O Brasil está entre os nove principais países produtores de manga do mundo, existindo no país cerca de quinhentas variedades de mangas, entre as quais, Costa e Santiago (2002), citam as mais conhecidas, Espada, Rosa, Haden, Keitt, Kent, Tommy Atkins, Palmer e Van Dyke. A região Nordeste é a principal região produtora de manga do país com 53% da produção nacional (Pinto, 2002).

A qualidade da manga exportada ou apresentada nos balcões de atacadistas e varejistas no mercado interno representa o fator principal na escolha do consumidor. Esta escolha influencia diretamente na aquisição do comprador ou distribuidor e, na outra ponta da cadeia, na produção do mangicultor (Pinto, 2002).

Segundo Pina et al. (2003), no Brasil a manga é consumida principalmente na forma fresca e a ausência e deficiência de técnicas modernas e adequadas no manuseio, transporte e estocagem das frutas, associadas à sua alta perecibilidade, à falta de pessoal treinado e infra-estrutura para seu processamento e preservação, tem gerado uma perda em torno de 30% da produção e em alguns casos, em excesso de 50% .

2.1.1 Variedade 'Espada'

É uma das variedades mais antigas e comuns. A árvore é muito vigorosa, porte elevado e muito produtiva. O fruto é verde intenso ou amarelo esverdeado, de peso médio

(300 g), com casca lisa e espessa. A polpa tem muita fibra e coloração amarelada. Possui sabor de regular para o bom (em torno de 18° Brix) e tem lugar de destaque no mercado interno (Costa e Santiago, 2002).

2.2 Maturação

A maturação constitui a fase final do desenvolvimento dos frutos na qual as células atingem seu tamanho máximo e adquirem uma composição característica.

O desenvolvimento do fruto da mangueira segue um padrão de crescimento sigmoidal simples inicialmente rápido (Chitarra e Chitarra, 1990) evoluindo para um mais lento. No início, ocorrem sucessivas divisões celulares, alargamento celular, seguidos de maturação, amadurecimento e finalmente senescência, fazendo com que os frutos adquiram qualidade desejável para o consumo (Cocozza, 2003).

O grau de maturação ótimo para colheita depende do uso que se fará do produto (Chitarra e Chitarra, 1990). O ponto de colheita constitui-se em uma importante causa de perda pós-colheita em produtos hortícolas. Em goiabas, o ponto de colheita é reconhecido, na prática, pelo tamanho, consistência e coloração externa da fruta que, para um mesmo local, varia com a cultivar, época do ano, idade da planta, tratamentos culturais (Cavalini, 2004).

Medlicott et al. (1986) relataram que frutos de mangueira atingem seu completo desenvolvimento em tempos diferentes, o que dificulta a determinação de seu ponto ideal de colheita. Em função disso, têm-se estabelecido métodos destrutivos e não destrutivos, nem sempre de aplicabilidade prática no campo, para determinar o estágio adequado de maturação para colheita. Entretanto, aspectos externos da casca como fechamento das lenticelas, o ápice mais cheio e arredondado, formação de bicos em algumas variedades,

ausência de cera (Filgueiras e Chitarra 1988), forma (Medlicott et al., 1990), número de dias após floração 'Tommy Atkins', 'Haden' e 'Alphonso' (Medina et al., 1981), firmeza (compressão entre os dedos) e tamanho fornecem uma indicação aproximada.

Todavia esses índices variam entre todos os cultivares, bem como em função do cultivo e das condições climáticas do ano de crescimento, não podendo ser generalizados para todos os genótipos existentes. Geralmente, o método considerado adequado varia em função da região produtora e constitui-se de mais de uma variável (Lederman et al., 1998).

O estágio de maturação no qual o fruto é colhido determina sua qualidade e potencial de armazenamento (Cocozza, 2003). Quando colhidos imaturos, além da qualidade pobre, são muito susceptíveis às desordens fisiológicas. Porém quando colhidos muito maduros, entram rapidamente em senescência (Bleinroth et al., 1996).

Segundo Kluge et al. (2002) para que a colheita seja efetuada no momento correto, é necessário que se determine com precisão o estágio de maturação do fruto, lançando mão dos índices de maturação. Esses índices compreendem medidas físicas ou químicas que sofrem mudanças perceptíveis ao longo da maturação da fruta. Eles devem assegurar a obtenção de frutas de boa qualidade no que se refere às características sensoriais, além de um comportamento adequado durante o armazenamento.

Rocha et al. (2001) ao estudarem o uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga, correlacionou a maturidade com o conteúdo de amido, coloração da casca e da polpa, firmeza da polpa, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais e açúcares redutores e não-redutores, sendo constatado uma boa correlação entre a maturação e a degradação do amido bem como as demais variáveis.

2.2.1 Características físico-químicas

A manga é constituída principalmente de água, carboidratos, ácidos orgânicos, sais minerais, proteínas, vitaminas e pigmentos (ITAL, 1981), cujas principais características químicas para mangueiras de Lavras - MG são relacionadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Características químicas de algumas variedades de mangueira de Lavras – MG

Determinações	Ribeiro (2004)	Santos (2003)	Pfaffenbach et al. (2003)	Gonçalves (1998)
Vitamina C (mg/100g de polpa)	-	-	-	1,44
Acidez (% de ácido cítrico)	0,84	0,41	0,46	0,63
pH	4,37	4,11	4,2	4,38
Sólido solúveis (°Brix)	9,07	15,00	15,4	15,90
Açúcares Redutores (% de glicose)	3,88	3,88		3,09
Ratio (°Brix/acidez)	-	-	57,6	-

Durante a maturação, os frutos sofrem grandes transformações físicas e químicas que representam um extenso espectro de processo degradativos simultâneos ou seqüências, conduzindo ao aprimoramento dos atributos de qualidade, notadamente da pigmentação, da textura e do *flavor* (Lima, 2002).

As alterações físico-químicas ocorridas durante o amadurecimento devem ser observadas, pois são úteis na definição das condições de armazenamento e processamento das frutas. A seguir algumas das mudanças ocorridas:

- Sólidos solúveis, pH, açúcares totais, sacarose, carotenos e a intensidade do sabor aumentam
- Sólidos insolúveis, acidez e teor de amido diminuem
- Sólidos totais permanecem constantes

- A respiração e a transformação aumentam até um pico para então diminuir
- Alteração da coloração da polpa: de amarelo claro para amarelo escuro ou laranja

2.2.1.1 Rendimento do fruto

Sugai (2002) afirma que como são encontrados no Brasil diversos cultivares de mangaueira, estudos de caracterização física e química de manga de variedades regionais são de grande importância. A composição química e as características físicas das mangas variam com as condições de cultura, a variedade e o estágio de maturação (Cardello e Cardello, 1998).

Na literatura são encontrados poucos destes estudos. Um dos mais recentes foi realizado por Gonçalves et al. (1998) com mangas cultivadas em Lavras, no estado de Minas Gerais. Na tabela 2.2 são apresentados alguns dos resultados obtidos pelos autores.

Tabela 2.2 – Características físicas de algumas variedades de mangaueira de Lavras – MG

Variedades	Peso (g)	Casca (%)	Semente (%)	Polpa (%)
Amarelinha	169,97	10,47	2,41	69,96
Extrema	488,76	9,55	7,55	82,91
Hadem	368,57	10,06	8,58	82,35
Rubi	298,50	10,00	8,73	81,14
Sabina	264,33	11,70	18,95	69,34
Ubá	143,15	9,62	13,01	77,47

Fonte: Gonçalves et al. (1998)

2.2.1.2 Cor

A coloração dos frutos é um importante atributo de qualidade, não só por contribuir para uma boa aparência, mas também, por influenciar a preferência do consumidor (Cavalini, 2004).

Lima (2002) reafirma que apesar de nem todos os frutos mudarem de cor durante o amadurecimento, esta é uma das características mais associadas ao ponto de colheita e maturidade para o consumo. A época, a velocidade e a intensidade da mudança variam entre espécies e entre cultivares de uma mesma espécie. As mudanças mais representativas ocorrem ao nível de degradação da clorofila, mas também é resultado da síntese de pigmentos como carotenóides e antocianinas (Lima, 2002). A degradação da clorofila ocorre em função das mudanças de pH, de ácidos, do aumento dos processos oxidativos e da ação das clorofilases (Wills et al., 1998).

Os principais pigmentos no fruto são clorofila, carotenos, xantofilas e antocianinas, que são sintetizadas pela via dos fenilpropanóides (Lima, 2002). Os carotenóides podem ser determinados através da extração por solventes orgânicos e correlacionada com o uso de componentes da cor pelo colorímetro ou escalas subjetivas (Medlicott et al., 1992).

A cor da manga madura mostra uma ampla variação de mistura de cores, do verde para o vermelho, violeta e amarelo. A coloração externa do fruto é um importante fator para a preferência do consumidor.

A utilização da cor como índice de maturação, requer muito cuidado, isto porque, frutos localizados em certa posição na copa, que receberam raios solares durante boa parte do dia e adquirem coloração muito intensa, resultam em falsa indicação do estágio de maturação.

Uma vez que mudanças na cor do fruto podem ou não coincidir com o desenvolvimento de outras características associadas ao amadurecimento, geralmente não podem ser consideradas um meio seguro para avaliar a maturação.

A coloração dos frutos de acordo com Chitarra e Chitarra (1990) pode ser avaliada através de métodos objetivos (métodos mais modernos que utilizam instrumentos que medem a quantidade e a qualidade de luz refletida pela superfície do produto) e subjetivos (são estabelecidos padrões de nuance perceptíveis a olho nú).

2.2.1.3 Firmeza

A firmeza é uma das características pós-colheita mais importante, além da importância do ponto de vista econômico, já que afeta a qualidade do fruto, ela não apenas influencia a palatabilidade, mas também os métodos de colheita, manuseio e transporte, a resistência a doenças e a vida útil do fruto.

Alguns fatores são responsáveis pela firmeza. Os principais são a integridade da parede celular, a turgescência das células e as características anatômicas (Seymour e Gross citados por Lima, 2002). Mudanças em qualquer um deles resultam em amaciamento. Tais alterações são mais evidentes durante o amaciamento, podendo decorrer de mecanismos enzimáticos e/ou não-enzimáticos (Lima, 2002).

Segundo Lima (2002) o amaciamento é ocasionado por perda de turgescência, degradação do amido ou desestruturação da parede celular. A perda de turgescência é um processo não-fisiológico associado à desidratação pós-colheita, tendo maior importância durante o armazenamento. Naqueles frutos em que o amido constitui uma alta percentagem do peso fresco, sua degradação resulta em mudanças acentuadas na firmeza. Mas, em

geral, as alterações na firmeza durante o amadurecimento resultam, predominantemente, da desestruturação da parede celular. A velocidade com que estas transformações ocorrem depende do tipo de fruto e das condições nas quais é mantido, especialmente a temperatura (Johnston et al., 2001).

A firmeza pode ser avaliada por métodos subjetivos, através da compressão do produto com o polegar ou por um painel de análise sensorial, através da associação dos sentidos (Chitarra e Chitarra, 1990) ou através de aparelho denominado Penetômetro e as medidas de resistência de polpa variam dependendo da temperatura do fruto, do tamanho, carga da planta, porta-enxerto, nutrição, entre outros.

Em mangas, ocorre o amaciamento durante a maturação e o armazenamento, sendo este processo de especial interesse para a conservação e o processamento industrial. Estas modificações estão correlacionadas a hidrólise dos polissacarídeos da parede celular, à degradação enzimática da protopectina e à solubilização de conteúdos celulares e da parede celular (Brinson et al., 1988).

Com o amadurecimento de mangas, observa-se diminuição da firmeza dos frutos (Cocozza, 2003).

2.2.1.4 Sólidos solúveis totais e açúcares

Alves (1993) e Lima (1998) definem o conteúdo de sólidos solúveis totais (SST), como a percentagem de sólidos solúveis (SS) dissolvidos no suco extraído da polpa, SS tem sido utilizado como índice de maturidade para frutos como acerola, laranja, melão e uva.

Os sólidos representam os compostos solúveis em água presente nos frutos, como, vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas (Chitarra e Chitarra, 1990) são

constituídos na sua maior parte por açúcares (Alves, 1993). O teor de SS é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido e geralmente aumenta durante a maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (Chitarra e Chitarra, 1990).

O acréscimo nos teores de SS e açúcares são atribuídos, principalmente, à hidrólise de carboidratos de reserva acumulados durante o crescimento do fruto na planta, resultando na produção de sólidos solúveis totais (Lima, 2002).

A determinação do teor de SS normalmente é feita com o objetivo de se ter uma estimativa da quantidade de açúcares presentes nos frutos, embora, medidos através de refratômetro, incluam principalmente açúcares solúveis, além das pectinas, sais e ácidos. Normalmente é expressa em (°Brix), podendo-se converter em percentagem.

Dependendo da cultivar e do estágio de maturação do fruto, a percentagem de SS da manga pode variar de 6,65 a 21,9%, Lima (1997) determinou para manga variedade 'Tommy Atkins' no início da maturação aproximadamente 12,0% de SS. Silva et al. (1986) determinaram para mangas brasileiras das variedades Rosa, Coité, Jasmin, Espada e Itamaracá, nos estágios 'de vez' e 'maduro' valores de SS compreendidos entre 4,10 a 15,8%.

Pfaffenbach et al. (2003) determinaram para manga espada vermelha valores entre 15,4 a 16%. Simões et al. (2001) verificaram valores médios entre 7,54 imediatamente após a colheita e 14,09% aos 30 dias de armazenamento.

Os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma livre ou combinada são responsáveis pela doçura, pelo flavor, através do balaço com os ácidos, pela cor atrativa, como derivados das anticianidinas e pela textura, quando combinados adequadamente com polissacarídeos estruturais. O teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento dos frutos através de processos de biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos (Chitarra e Chitarra, 1990).

Dentre os açúcares presentes na polpa dos frutos, os principais são glicose, frutose e sacarose. O dissacarídeo sacarose é o principal açúcar não-redutor, enquanto a glicose e a frutose constituem os principais açúcares redutores, havendo, na maioria dos frutos, predomínio do primeiro. Durante o crescimento e a maturação, os teores de açúcares redutores aumentam tanto em frutos climatéricos quanto nos não-climatéricos Lima (2002).

Ferreira et al. (2000) mencionam que entre os carboidratos se encontram os açúcares, podem ser como as principais substâncias das frutas. Os diferentes grupos de frutas contêm a seguinte quantidade de açúcares: frutas com semente de 8 a 15%; frutas com caroço de 6 a 12%; uvas de 13 a 20% e as diversas espécies de laranjas de 3 a 13%.

Segundo Rocha et al. (2001) os teores de açúcares totais, redutores e não-redutores, aumentam durante a maturação. Bernades-Silva et al. (2003) em estudo sobre a evolução do teor de açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga, encontraram como únicos açúcares presentes durante as fases de desenvolvimento e de amadurecimento, a glicose, a frutose e a sacarose. Os teores de glicose permaneceram inalterados após a colheita e os valores de frutose aumentaram constantemente durante todo o período de amadurecimento considerado.

2.2.1.5 Acidez total titulável e pH

A acidez titulável de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos. O teor desses ácidos tende a diminuir durante o processo de maturação devido à oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos em decorrência da respiração (Brody, 1996).

As mudanças na acidez também são importantes no desenvolvimento do sabor característico dos frutos. Embora vários ácidos orgânicos sejam encontrados, geralmente

apenas um ou dois se acumulam em um mesmo tipo de fruto. Assim, a variação da acidez pode ser um indicativo do estágio de maturação do fruto, já que a acidez decresce em função do avanço da maturação (Cavalini, 2004).

Para a maioria dos frutos, o teor de ácido orgânico diminui com o amadurecimento devido à utilização no Ciclo de Krebs, durante o processo respiratório (Ulrich citado por Lima, 2002) e nas reações de síntese de novos compostos. É o que ocorre na acerola (Alves, 1993) e uva (Lima, 1998), entre outros.

O' Hare (1995) avaliou o efeito da temperatura na qualidade e composição de mangas Kensington, verificou que os teores de acidez titulável diminuíram conforme o amadurecimento dos frutos, de 1,3 para até 0,3 (% de ácido cítrico) em 20 dias de armazenamento a 13 °C, e de 1,2% para até 0,1% em 20 dias de armazenamento a 22 °C. Jerônimo (2000) armazenando a Palmer em diferentes embalagens nas temperaturas de 13 e 24 °C encontrou valores de 1,10 a 0,118% de ácido cítrico.

Silva et al. (1986) determinaram para mangas brasileiras das variedades Rosa, Coité, Jasmin, Espada e Itamaracá, nos estágios 'de vez' e 'maduro' valores de ATT compreendidos entre 2,97 a 0,18.

Em geral, o sabor de ácido está associado, principalmente, ao íon hidrogênio e ao grau de dissociação. Ácidos fortes (complementares dissociados) apresentam maior acidez do que soluções de um ácido fraco de normalidade equivalente. Neste sentido, o ácido cítrico tem se destacado por sua alta acidez relativa (Pangborn citado por Lima 2002).

Como consequência das alterações na ATT, o pH é concomitantemente modificado. A manga é considerada um fruto ácido, com maioria dos cultivares apresentando valores de pH abaixo de 4,5 (Berniz, 1984). Durante a acidez já há diminuição da acidez e conseqüentemente aumento do pH.

Silva et al. (1986) determinaram para mangas brasileiras das variedades Rosa, Coité, Jasmin, Espada e Itamaracá, nos estágios 'de vez' e 'maduro' valores de pH compreendidos entre 2,8 a 4,4.

Brunini et al. (2002) em estudos sobre as alterações em polpa congelada de manga 'Tommy Atkins', uma variação de 4,04 a 4,38, estes valores estão dentro do limite encontrado por Cardello e Cardello (1998) em mangas Haden (2,4 a 4,5). Pfaffenbach et al. (2003) encontraram em mangas variedade Espada vermelha valores crescentes de pH 4,2 após a colheita a 4,9 referentes há 28 dias em refrigeração e atmosfera modificada. Rocha et al. (2001) observou que o pH aumentou com o avanço da maturação.

A partir das citadas variações no conteúdo dos ácidos orgânicos e da sua concentração em relação aos açúcares, o sabor dos frutos e as propriedades do *flavor* da polpa podem ser significativamente afetados Pangborn citado por Lima (2002).

2.2.1.6 Relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável ou 'ratio'

A relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) são consideradas como um critério de avaliação do 'flavor' em frutos (Chitarra e Chitarra, 1990), pois relaciona a quantidade de açúcares e ácidos presentes, além de ser indicativa do nível de amadurecimento, pois esta relação tende a aumentar durante a maturação, devido ao aumento nos teores de açúcares e à diminuição dos ácidos (Cavalini, 2004).

Deve-se ter cuidado em estabelecer esta relação, porque frutas insípidas, contendo baixos teores de ácidos e SS, apresentam relação elevada, o que pode conduzir a interpretações errôneas quanto à qualidade desta fruta (Chitarra e Chitarra, 1990).

Indicativa de sabor, o ratio presente em mangas aumenta em função do aumento do SST e diminuição da ATT. Geralmente os valores podem variar em função do estágio de maturação, como observado por Salles e Tavares (1999) em cv. Tommy Atkins que encontraram um mínimo de 5,1 nos frutos colhidos aos 75 dias, após indução floral, até um máximo de 87,0 nos frutos colhidos aos 120 dias e armazenados por 39 dias, sendo 30 dias sob condições de refrigeração e por Moraes et al. (2000) em mangas Ubá, desde a 15ª semana após a floração até o completo amadurecimento (Cocozza, 2003).

A relação SST/ATT em frutos armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada, segundo Pfaffenbach et al. (2003) aumenta de 37,6 na colheita para 57,6 e 67,8 no período final de avaliação.

2.2.1.7 Teor de Vitamina C

A biossíntese do ácido ascórbico nos vegetais é um processo não completamente entendido. Segundo Cavalini (2004) essa biossíntese em plantas tem como precursor a D-manose e L-galactose.

Valores confiáveis para vitamina C têm sido baseados no teor de ácido ascórbico uma vez que o ácido dehidroascórbico (forma oxidada do ácido ascórbico que possui atividade de vitamina C presente em frutas e vegetais recém-colhidos) é particularmente instável. As formas oxidativas e reduzidas do ácido ascórbico possuem valores biológicos semelhantes, sendo necessária a determinação de ambos os ácidos para correta determinação do seu conteúdo.

A vitamina C das frutas e vegetais é o componente nutricional mais importante para o homem. No Brasil, a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C para adultos é de 60

mg (Brasil, 1998) e cerca de 90% das necessidades, advêm de frutos e vegetais, embora na maioria dos frutos seu teor não exceda a 0,3% (Chitarra e Chitarra, 1990).

A determinação do conteúdo de vitamina C em frutas e vegetais é muito importante, pois além de seu papel fundamental na dieta, é um antioxidante que algumas vezes, quando adicionado em frutas e seus derivados, aumenta o sabor e a estabilidade da cor (Czyhrinciw citado por Ciabotti, 2000); sua degradação pode favorecer o escurecimento não enzimático e causar apodrecimento estranho (Allan e Zaki; Bernhardt, et al. citados por Cardello e Cardello 1998). Além disso, a vitamina C é um importante indicador, pois sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento, indica que provavelmente os demais nutrientes também estão sendo preservados.

As mangas quando verdes são adstringentes, ácidas e ricas em vitamina C, entretanto, quando amadurecem são doces, ricas em pro-vitamina A, moderadas em vitamina C e altamente aromáticas (Lakshminarayana, 1985). Fonseca et al. (1969), analisando o teor vitamínico de seis variedades de mangas maduras cultivadas na Brasil, encontraram variações de 11 a 73 mg (100 g)⁻¹, enquanto em 50 variedades de mangas maduras produzidas na Flórida, os teores variaram entre 13 e 178 mg (100 g)⁻¹.

Lima (1997) encontrou para mangas Tommy Atkins concentrações de vitamina C variando de 47,9 a 9,3 mg 100⁻¹ g na polpa quando armazenadas durante 28 dias sob temperatura de 12 ± 2°C e umidade de 88 ± 3%. Evangelista et al (2002) observaram em mangas 'Tommy Atkins' aumento no teor de vitamina C do início do armazenamento (52,33 mg (100 g)⁻¹ ao 28° dia (98,98 mg (100 g)⁻¹), seguido de diminuição no 35° dia (92,43 mg (100 g)⁻¹) de armazenamento sob refrigeração, comportamento semelhante foi observado por Sousa et al. (2001).

Silva et al. (1986) determinaram para mangas brasileiras das variedades Rosa, Coité, Jasmin, Espada e Itamaracá, nos estágios 'de vez' e 'maduro' valores de vitamina C compreendidos entre 68,28 e 5,48 mg (100 g)⁻¹.

Yamashita et al. (2002) encontraram valores iniciais de vitamina C para manga Tommy Atkins armazenada individualmente em filme plástico (PVC), 36 ± 2 mg (100 g)⁻¹ e após 28 dias de armazenamento os frutos apresentaram teores de 22 ± 7 e 19 ± 5 mg (100 g)⁻¹, no controle e embalados, respectivamente.

Em mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob refrigeração associada com atmosfera modificada com filme plástico, constatou-se uma elevação nos teores de vitamina C até o 7º dia de armazenamento (61,43 mg (100 g)⁻¹), decrescendo até o final do armazenamento que deu-se no 42º dias (36,99 mg (100 g)⁻¹), para os frutos embalados com polietileno de baixa densidade – PEBD, constatou-se aumento do teor de vitamina C até o 14º dia do armazenamento (60,93 e 35,20 (mg (100 g)⁻¹) para os frutos armazenados até o 42º dia (Sousa et al., 2002).

Durante o amadurecimento o teor de vitamina C aumenta no fruto durante os estágios iniciais de desenvolvimento até a maturação total e, quando excessivamente maduro, o conteúdo diminui significativamente (Dhillon et al., Esteves et al. e Vazquez-Ochoa e Colinas-Leon citados por Azzolini, 2002). Vários autores encontraram diminuição da vitamina C durante o amadurecimento de mangas, de diferentes variedades (Cardello e Cardello, 1998).

2.3 Conservação pós-colheita

A qualidade de um fruto corresponde ao conjunto de atributos ou propriedades que os tornam apreciados como alimentos (Chitarra e Chitarra, 1990), podem ser entendidas como a ausência de defeitos ou grau de excelência, envolvendo aspectos sensoriais, nutricionais e de segurança alimentar.

Susceptibilidade a doenças, sensibilidade a baixas temperaturas de armazenamento e alta perecibilidade no manuseio da manga, limitam o transporte desse fruto a mercados distantes, o que conduziram ao desenvolvimento de pesquisas (Mitra et al., 1997), que proporcionassem condições que retardem ou inibam tanto o amadurecimento como a senescência, prolongando o período de armazenamento e outros aspectos relacionados à qualidade de frutos. Assim sendo, Bartsch, citado por Chitarra e Chitarra (1990) representou graficamente a influência de vários sistemas de armazenamento sobre a qualidade comestível de frutos e hortaliças, conforme figura 2.1.

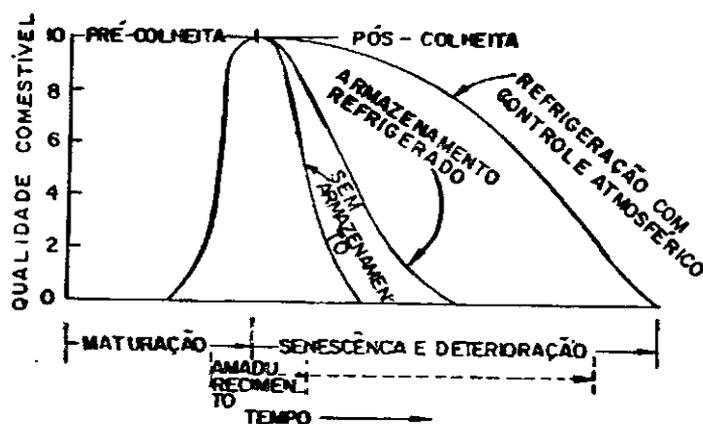


Figura 2.1 – Influência de vários sistemas de armazenamento sobre a qualidade comestível de frutos e hortaliças (de Bartsch, citado por Chitarra e Chitarra, 1990)

2.4 Refrigeração

As condições ideais de armazenamento correspondem àquelas em que os produtos podem ser acondicionados, pelo maior espaço de tempo possível, sem perda apreciável de seus atributos de qualidade, como sabor, aroma, firmeza, cor e teor de umidade. Dentre os métodos de conservação disponíveis, a refrigeração é o mais utilizado e eficiente para o armazenamento de frutos e hortaliças (Chitarra e Chitarra, 1990).

Com a redução da temperatura, a atividade das enzimas envolvidas nas reações de síntese e de degradação após a colheita também diminui (Wills et al, 1998); entretanto, este efeito não é uniforme para todas as mudanças fisiológicas e a temperatura ideal de armazenamento varia consideravelmente.

A conservação de manga tem sido amplamente estudada e o uso da refrigeração foi o primeiro tratamento empregado e atualmente continua sendo o tratamento mais eficiente que prolonga sua vida pós-colheita durante o armazenamento, permitindo a exportação por meios de transporte menos onerosos, possibilitando, dessa forma, a sua competição com os demais frutos no mercado internacional (Sampaio, 1980). Qualquer tratamento adicional a este, é benéfico no objetivo de aumentar a sua vida útil pós-colheita, quando se pretende alcançar o consumidor final.

Apesar do limite inferior para o metabolismo normal ser o ponto de congelamento dos tecidos, algumas espécies mostram sintomas de danos por frio mesmo em temperaturas superiores àquele ponto (Wills et al, 1998); Para aтемóia, (Wills et al, 1984); salienta que o uso de temperaturas inferiores a 15 °C incorreria em risco de danos daquela natureza.

As principais alterações fisiológicas associadas a danos por frio são: escurecimento da polpa, perda de sabor, danos superficiais (descoloração e depressões), manutenção ou aumento da firmeza da polpa, perda da capacidade de amadurecer, aceleração da senescência, etc. e a ocorrência destes danos depende da espécie, da cultivar, do estágio de maturação e das condições de cultivo.

A manga, sendo um fruto tropical, é altamente sensível a danos causados pelo frio (*Chilling Injury*), mesmo a temperaturas refrigeradas acima do ponto de congelamento, que são ligeiramente negativas para tecidos vegetais.

A faixa de temperatura para o amadurecimento de manga com melhor qualidade varia de 19 a 24 °C (Medlicott et al., 1986); no entanto, para ampliar o período de conservação, recomenda-se o emprego de temperaturas em torno de 13 °C e umidade relativa variável de 85 a 90%, como condições ideais para um grande número de cultivares, principalmente quando colhidos no pré-climatério (Bleinroth, 1981; Peacock, 1986).

Comparando-se o uso de refrigeração e o armazenamento a temperatura ambiente, Khader (1992) observou que mangas armazenadas a 15 °C apresentaram menor degradação de ácido ascórbico e de clorofila, síntese mais lenta de carotenóides, menor declínio da atividade da peroxidase e maiores valores de ATT. O autor cita, ainda, que a atividade da α -amilase foi reduzida, o que repercutiu em menores teores de SST. Em goiaba, por outro lado, Gonzaga Neto et al. (1999) obtiveram valores de SST mais altos nos frutos acondicionados a 10 °C.

Estudos realizados por Campbell et al. (1989) demonstraram que a refrigeração possibilitou menor perda de peso e melhor aparência em carambola. Alguns estudos realizados com graviola registraram que, na temperatura de 22 °C, os frutos amadureciam em até seis dias (Maciel et al., 2004; Mosca, 1996).

Seymour e Gross citados por Lima (2002), armazenaram mangas 'Amélie', 'Kent' e 'Sensation' a 12 °C por períodos superiores há 21 dias, colhidas em diferentes fases de maturação, observaram que a resposta dependeu do cultivar, do ponto de colheita e também da data de colheita. Verificaram que o amadurecimento foi retardado mais efetivamente nos frutos mais maduros principalmente para os 'Amélie'.

O grau de maturação, segundo Medlicott et al. (1990), exerce influência na conservação do fruto. Quando colhidos e estocados verdes, a 12 °C, durante 21 dias, apresentam melhor capacidade de armazenamento que os medianamente maduros e maduros. Os autores observaram ainda que a transferência de frutos verdes, após o armazenamento, para temperaturas de 25 °C torna-os impróprios para a comercialização, devido a desordens causadas pelo excesso de frio. Salles e Tavares (1999) avaliaram a vida útil pós-colheita de 'Tommy Atkins' colhidas em quatro estádios de maturação sob refrigeração e ambiente, onde somente aqueles frutos colhidos a partir de 105 dias tiveram o amadurecimento mais evidenciado; para os de 75 e 90 dias da colheita, a perda de massa foi maior. Mas, em geral, para aqueles mantidos sob refrigeração por 30 dias, o período de conservação foi estendido até 35 dias, levando-se em conta, o armazenamento ambiente.

Jerônimo (2000) avaliando o efeito de baixas temperaturas de armazenamento em mangas 'Tommy Atkins' e 'Parvin', verificou que frutos sem embalagem e armazenados a 13 °C tiveram a vida útil prolongada por 8 dias em relação aos frutos armazenados sob condição ambiente, mas aqueles armazenados a 5 °C não amadureceram e apresentaram sintomas de danos ao frio.

Sankat et al. (1994) armazenando mangas 'Julie' nas temperaturas de 6, 10, 14 e 28 °C por até 42 dias, determinaram que sob 21 dias de armazenamento a 10 °C, as mangas

se apresentaram com qualidade satisfatória sem mostrar sintomas excessivos de injúrias pelo frio.

Ketsa e Daengkanit (1999) armazenando mangas 'Nam Dokmai' por 21 dias a 4°C, observaram que os frutos com danos pelo frio apresentaram-se mais firmes do que aqueles que não sofreram esse dano, após sua remoção para o ambiente.

O período de armazenamento, em geral depende da atividade respiratória do produto, da suscetibilidade à perda de umidade e da resistência a patógenos (Chitarra e Chitarra, 1990). Os dois últimos são dependentes da umidade relativa do meio. Valores de umidade relativa altos favorecem o desenvolvimento de microrganismos e os baixos, a ocorrência de desordens fisiológicas e a desuniformidade de maturação, além da perda de turgescência.

De modo geral, frutos submetidos a baixa temperatura apresentam a maioria dos constituintes químicos com teores semelhantes aos frutos não refrigerados, com exceção feita ao β -caroteno e carotenóides totais, que apresentam teores menores nos frutos refrigerados e certa depreciação no flavor (Salunkhe e Desai, 1984; Vasquez-Salinas e Lakshminarayana, 1985; Medicott et al., 1986).

2.5 Atmosfera modificada

O uso de atmosfera modificada (AM) complementando a refrigeração tem aumentado bastante e contribuído significativamente para estender o tempo de vida de frutos e hortaliças, mantendo sua qualidade (Khader, 1995). Estudos realizados com manga

(Yantarasri et al., 1995; Baldwin et al., 1999), maçã Gala (Saftner, 1999), romã (Nanda et al., 2001) e o abacaxi (Chitarra e Silva, 1999) confirmam esta afirmativa.

A combinação de armazenagem refrigerada com embalagem é uma técnica para aumentar o tempo de armazenamento e a vida útil pós-colheita de produtos frescos perecíveis, como é o caso da manga, inclusive para que possam ser transportados por via marítima.

A atmosfera modificada pode ser resumida como presença de uma barreira artificial, à difusão de gases em torno do produto, que resulta em redução do nível O₂, aumento do nível de CO₂ alteração na concentração de etileno e vapor d'água e alterações em outros compostos voláteis (Lana e Finger, 2000). A redução na taxa respiratória é a razão primária dos benefícios dessa atmosfera.

Para melhor conservação dos frutos a técnica do armazenamento sob atmosfera modificada, que consiste no envolvimento dos frutos em filmes plásticos, acondicionamento dos mesmos em embalagens ou através de produtos químicos que formam uma película protetora sobre eles, como a cera e a parafina, visando à modificação da atmosfera ao seu redor (Cabral, 1983).

Khader (1985) através representou através da figura 2.2 tipos de barreiras que podem ser utilizadas para modificar a atmosfera de armazenamento.

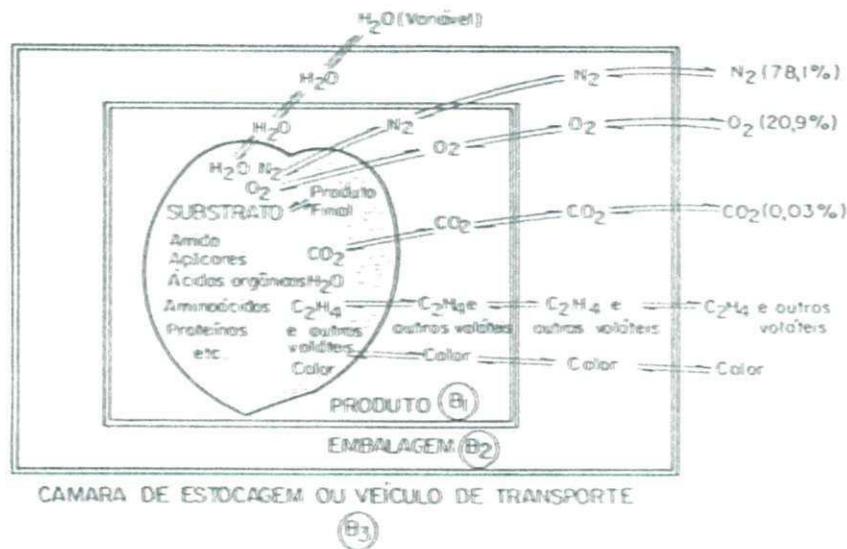


Figura 2.2 – Tipos de barreiras que podem ser utilizadas para modificar a atmosfera de armazenamento (Khader, 1985)

No caso de filmes, o uso eficiente depende do atendimento de algumas exigências básicas. A princípio, devem ter permeabilidade à água e a gases suficientemente baixa para reduzir a perda de umidade e a atividade respiratória a níveis que permitam conservar o fruto por mais tempo. Além disso, o material deve ser inodoro e ter alta massa molar, de modo que os ácidos, óleos e ceras naturais do fruto não possam dissolvê-lo.

Por sua vez, quando a modificação da atmosfera é obtida através de revestimentos, como ceras, observa-se um incremento na aparência do fruto, que adquire brilho mais intenso (Baldwin et al., 1999).

O benefício da AM mais observado é a redução da perda de matéria fresca. Com o uso desta técnica tem se conseguido menor perda de matéria fresca em abacaxi (Chitarra e Silva, 1999), ameixa (Kluge et al., 2002), berinjela (Henz e Silva, 1995), citros (Rodov et al.,

2000), goiaba (Gonzaga Neto et al., 1999), litchi (Zhang e Quantick, 1997), maçãs (Saftner, 1999), manga (Yantarasri et al., 1995) e romã (Nanda et al., 2001).

Outros efeitos incluem manutenção da firmeza (Chitarra e Silva, 1999; Nanda et al., 2001) e da cor (Gonzaga Neto et al., 1999).

Deve-se ressaltar, contudo, que a modificação da atmosfera não pode gerar níveis de CO₂ altos a ponto de induzir as vias fermentativas, o que resulta em acúmulo de succinato e/ou alanina e queda do pH e dos níveis de ATP intracelulares (Khader, 1993). O uso da AM deve, portanto, considerar os níveis de tolerância a CO₂ e os limites mínimos de O₂. Estes níveis variam entre espécies e até mesmo entre cultivares (Fernández-Trujillo et al. citado por Lima, 2002).

Dependendo do mecanismo pelo qual se estabelece a atmosfera no interior da embalagem pode-se ter armazenamento em atmosfera passiva (sem controle rígido das concentrações de O₂ e CO₂) ou (com controle) em atmosfera ativa (Lana e Finger, 2000).

Khader (1999) afirma que a redução do oxigênio e o aumento do dióxido de carbono, além de causarem uma diminuição da respiração e, conseqüentemente, do metabolismo das frutas também inibem a produção autocatalítica do etileno. Segundo o autor, dependendo da espessura do material de embalagem, pode ocorrer o desenvolvimento de *off flavors* (sabores estranhos ou fermentação), em conseqüência da respiração anaeróbica, que leva a um acúmulo de etanol e de acetaldeído, geralmente em teores de O₂ abaixo de 2% e teores de CO₂ acima de 20%.

Segundo Awad (1993) no interior das embalagens, a respiração dos frutos reduz a concentração de O₂ e aumenta a de CO₂, até níveis que dependem, sobretudo, do tipo, variedade, peso, estágio de maturação, temperatura dos frutos e das características da

película plástica (estrutura, densidade e espessura) que determinam sua permeabilidade aos diferentes gases (CO_2 , O_2 , C_2H_4).

De modo geral, modificando a composição atmosférica do ambiente de armazenamento pode-se reduzir a taxa respiratória, aumentando o período de conservação dos produtos (Chitarra e Chitarra, 1990).

2.5.1 Uso de filmes plásticos

A utilização de filmes poliméricos ou outros materiais de embalagens, como embalagens semi-rígidas devem promover uma atmosfera de O_2 e CO_2 que resulte na redução da respiração sem induzir processos de anaerobiose (Wiler, citado por Arruda, 2002).

Dentre os materiais de embalagens, o polietileno é o polímero mais utilizado na embalagem de alimentos em geral. Tem a mais simples composição química de todos os polímeros e geralmente o menor custo. Pode ser classificado como polietileno de baixa densidade quando esta propriedade varia de 0,915 a 0,939 g cm^{-3} , e o polietileno de alta densidade, quando esta é de 0,940 g cm^{-3} ou mais.

O cloreto de polivinil (PVC), filme de polietileno, caracteriza-se por apresentar boa barreira ao vapor d'água e permeabilidade relativa a O_2 e CO_2 (Zagory e Kerbel citados por Silva, 2004). Esse tipo de filme permite que a concentração de CO_2 proveniente da respiração aumente, e a concentração de O_2 diminua, à medida que é utilizado pelo

processo respiratório (Chitarra e Chitarra, 1990). Com isso, o metabolismo do fruto é reduzido e sua vida pós-colheita pode ser prolongada substancialmente.

As embalagens perfuradas propiciam uma ventilação, a qual origina uma atmosfera gasosa mais adequada, importante quando o armazenamento é realizado sob temperaturas mais elevadas. Embora a aparência dos frutos possa ser melhor nos filmes selados, há o risco do surgimento do "flavor" não característico (Carvalho et al., 2001).

Um aspecto altamente positivo do filme plástico é evitar a perda excessiva de água do produto. O polietileno de baixa densidade - PEBD é menos permeável que o PVC ao vapor de água, O₂ e CO₂, e mais eficiente em reduzir a perda de massa de frutos e raízes (Exama et al., 1993).

Church (2003) relata diversos filmes plásticos, incluindo principalmente em função de sua permeabilidade a gases, O₂, CO₂ e vapor d'água, os de alta, baixa e média permeabilidade.

Com o objetivo de avaliar a qualidade de mangas Haden durante o armazenamento refrigerado a 12 °C durante 10 e 20 dias, sob atmosfera modificada através do uso de filme plástico de cloreto de polivinila, Lima et al. (1990) observaram que o uso do filme não alterou as características químicas dos frutos, mas manteve os teores de vitamina C e a textura mais elevados.

A utilização de filmes plásticos de baixa densidade em mangas Keitt, a 20 °C com 67% de UR, por 4 semanas, foi estudada por Gonzalez-Aguilar et al. (1997), onde verificaram que sua utilização foi eficiente na redução da perda de massa, firmeza e coloração, mas não no conteúdo de sólidos solúveis totais.

O armazenamento de mangas Tommy Atkins, sob refrigeração associada à atmosfera modificada por filmes de cloreto de polivinila, polietileno de alta e baixa

densidade, reduziu a perda de massa, proporcionou a manutenção dos teores de sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais e acidez total titulável. A atmosfera modificada pelos filmes de polietileno reduziu as perdas na firmeza da polpa, possibilitando uma vida útil pós-colheita de 42 dias. Somente os filmes de cloreto de polivinila e de polietileno de baixa densidade retiveram a coloração da casca dos frutos até o final do armazenamento (Sousa et al., 2002).

Análises físicas (textura e coloração da polpa e casca) e químicas (sólidos solúveis, acidez total titulável e pH) indicaram um retardamento do processo de amadurecimento das mangas Tommy Atkins armazenadas sob refrigeração em atmosfera modificada (Alves et al., 1998).

Mangas Tommy Atkins foram individualmente envolvidos com filmes plásticos esticáveis, armazenados por 2 semanas a 12 °C e, em seguida, amadurecidos a 21 °C. A perda de massa dos frutos envolvidos em filmes plásticos Cryovac[®] D955 e Clysar[®] EHC-50 foi significativamente menor que a dos frutos não envolvidos, sem haver diferença significativa na textura e no desenvolvimento da cor (Miller et al., 1986).

Jerônimo (1997) verificou que a perda de massa de mangas Parvin, acondicionadas em bandejas de isopor, recobertas com filme plástico de cloreto de polivinila esticável, armazenadas a 13 e 25 °C, foi reduzida em até 9,86 e 5,72%, respectivamente, em 10 dias de armazenamento, em relação à perda de massa dos frutos sem proteção.

Yamashita et al. (1997) estudando o comportamento fisiológico de mangas 'Keitt', embaladas individualmente em filme de copolímero termoencolhível (D-955) e filmes plásticos de polietileno de baixa densidade, verificaram que os frutos armazenados por cinco semanas a 12 e 17 °C e então amadurecidos a 22 °C apresentaram menor perda de massa em relação aos frutos sem proteção. O filme D-955 foi mais efetivo que o de baixa

densidade, em aumentar a vida útil dos frutos (de 21 para 33 dias), devido provavelmente à maior permeabilidade.

Jerônimo (2000) concluiu que a embalagem que melhor manteve as características de qualidade das mangas foi à bandeja de acetato revestida com filme plástico de cloreto de polivinila, que prolongou a vida útil da Tommy Atkins de 22 para 26 dias e da Palmer de 22 para 24 dias em condições de refrigeração. Em condições ambientais, a mesma embalagem prolongou a vida útil da Tommy Atkins de 8 para 16 dias e da Palmer, de 8 para 12 dias.

Singh et al. (1998) conduziram estudo com embalagem perfurada de polietileno em mangas 'Amrapali' e concluíram haver controle da perda de massa, sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais, vitamina C e β -caroteno, com esse tratamento.

Ramos (1994) utilizando embalagens de saco plástico de polietileno associadas ao tratamento hidrotérmico e a refrigeração na conservação pós-colheita de mangas Tommy Atkins verificou que a vida útil dos frutos aumentou de 13 dias (frutos sem embalagem e sem tratamento térmico) para 17 dias e que o uso de refrigeração permitiu aumentar a vida útil para 21-24 dias, sem prejudicar o metabolismo dos frutos, cujo amadurecimento ocorreu normalmente.

Mercado-Ruiz et al. (2001) embalando mangas da variedade Kent em bolsas de polietileno, observaram atraso no amadurecimento com vida útil de 3 semanas a 13 °C mais 3 dias a 20 °C.

Melo Neto et al. (1999) verificaram a combinação de armazenagem frigorificada com sacos plásticos na conservação e aumento da vida útil pós-colheita da manga Palmer e concluiu que o filme de polipropileno perfurado foi o que apresentou melhor resultado, pois não afetou as características de qualidade do produto durante o período de armazenamento.

A embalagem de mangas do cultivar Kensington Pride em atmosfera modificada por sacos de polietileno encolhíveis, após tratamento com cloreto de cálcio 4%, aumentou

significativamente a incidência de danos na casca do fruto, em relação aos frutos que receberam esse tipo de embalagem sem o tratamento de cloreto de cálcio (Yuen et al. citado por Coccozza, 2003).

A literatura cita o emprego de diferentes filmes plásticos (polietileno, polipropileno, diversos copolímeros de alta permeabilidade) para embalar individualmente mangas de diversas cultivares, como Tommy Atkins (Miller et al., 1983, 1986) Palmer (Melo Neto et al. 1999) e Keitt (Yamashita et al., 1997).

A correta especificação da embalagem para frutas e hortaliças requer otimização de parâmetros físicos, químicos bioquímicos e ambientais, sendo, portanto um problema complexo, cuja solução envolve testes experimentais (Sarantópoulos et al. citados por Arruda, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (DEAg), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); em Campina Grande, PB.

3.1 Matéria-prima

Foram adquiridas 288 mangas tipo 'Espada' provenientes da cidade de Assu – RN, da safra de 2004 e comercializada na Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas (EMPASA), comércio atacadista/varejista de Campina Grande, PB.

Essa manga foi escolhida por ser uma das mais consumidas na forma 'in natura' no estado da Paraíba e em vários outros estados do Nordeste brasileiro e não possuir estudos sobre a sua conservação pós-colheita (Figuras 3.1 e 3.2).

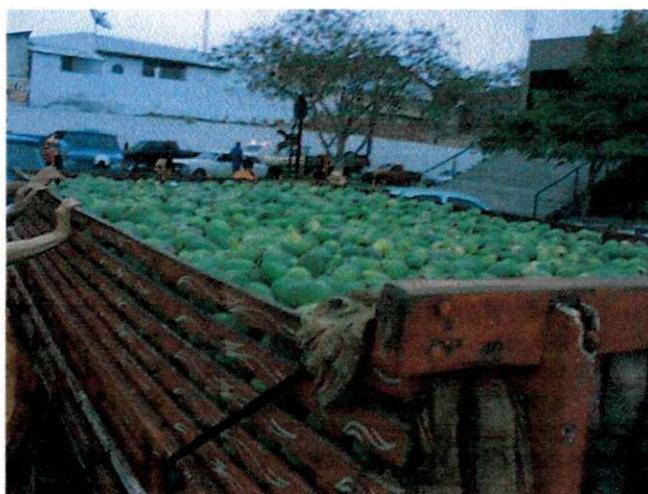


Figura.3.1: Operação de transporte



Figura 3.2: Exposição no local de distribuição

Foram selecionadas para o estudo as mangas que se apresentaram no estágio 1 de desenvolvimento, descrito na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Cor da casca de mangas 'Espada' (Notas de 1 a 5)

Desenvolvimento da cor da casca durante o amadurecimento do fruto		
1		A cor normal do fruto depois da colheita é principalmente verde escuro.
2		Quando a maturidade se faz presente, os frutos são mais verdes que amarelo.
3		Os frutos apresentam quantidades iguais de verde e amarelo.
4		Nesta etapa o fruto são mais amarelo que verde.
5		É a etapa em que os frutos apresentam-se totalmente amarelos.

Fonte: Pfaffenbach et al. (2003)

3.2 Tratamento dos frutos

Na unidade de comercialização os frutos foram pré-selecionados, através de análise visual de acordo com seus atributos de qualidade, como cor, uniformidade, grau de maturação e ausência de injúrias ou doenças e massa média de 180 g.

Transportados para o laboratório, os frutos foram submetidos a uma nova seleção quanto aos atributos de qualidade, em seguida foram lavados com auxílio de uma escova, para retirada das sujeiras maiores, posteriormente foram submetidas uma a uma, em água corrente e em seguida imersas em solução de 100 ppm de cloro ativo, por 10 min. Após secagem com papel toalha descartável, os frutos foram selecionados aleatoriamente para composição dos seguintes tratamentos:

- frutos acondicionados em bandejas de polietileno tereftalato (11 x 11 x 2,5 cm) não revestidas com filme plástico, que corresponde ao grupo controle - SE
- frutos acondicionados em bandejas de tereftalato (11 x 11 x 2,5 cm) de dimensões internas, revestidas externamente com filme plástico de cloreto de polivinila (PVC) esticável e autoaderente não perfurado – FPVC
- frutos acondicionados em bandejas de tereftalato (11 x 11 x 2,5 cm) de dimensões internas, revestidas externamente com plástico perfurado - (PP).

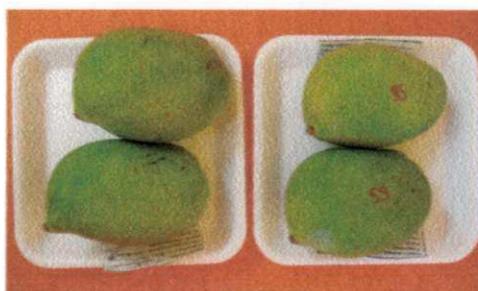


Figura 3.3 – Frutos acondicionados em bandejas de tereftalato não revestido com filme plástico, grupo controle.



Figura 3.4 – Frutos acondicionados em bandejas de tereftalato embalados em filme plástico de PVC esticável e autoaderente, não perfurado (1) e em plástico perfurado (2)

Em seguida os frutos foram armazenados em condições ambientais do LAPPA e em câmaras de laboratório sob refrigeração, as quais continham um termopar na parte interna da câmara e um leitor de temperatura digital na parte externa. Foram colocados termopares adicionais em cada câmara com o respectivo leitor como controle, a leitura e o registro da temperatura e umidade relativa foi realizado três vezes por dia.

Antes da armazenagem e durante o período de armazenamento, em intervalos regulares de sete dias, as mangas foram avaliadas quanto a 11 características descritas a seguir. O final do armazenamento deu-se a partir de condições mínimas dos frutos para consumo 35 dias).

Para a avaliação das características, os frutos foram descascados manualmente com auxílio de faca de aço inoxidável, em que foram separadas e retiradas do endocarpo, pesada casca, polpa e caroço para determinação do rendimento. A polpa foi homogeneizada com auxílio de liquidificador. As características avaliadas foram:

3.3 Variáveis analisadas

3.3.1 Rendimento do fruto

O rendimento expresso em percentagem (%) foi determinado pesando-se a casca, a polpa, e o caroço, metodologia descrita por Gonçalves (1998).

3.3.2 Cor da casca

No fruto inteiro, avaliou-se a cor da casca através de escala subjetiva de notas variando de 1 a 5, onde registrou-se a nota correspondente ao estágio de maturação de acordo com Tabela 3.1. Metodologia descrita por Pfaffenbach et al. (2003).

3.3.3 Cor da polpa

Retirou-se do fruto uma fatia lateral paralela a posição de repouso da semente com faca de aço inoxidável, na região mais espessa da polpa, e em cada porção avaliou-se a cor da polpa através de escala subjetiva de notas variando de 1 a 5, onde registrou-se a nota correspondente ao estágio de maturação de acordo com Tabela 3.1 sugerida por Pfaffenbach et al. (2003).

3.3.4 Firmeza

Foi determinada como sendo a resistência à penetração, usando-se o Penetômetro *Fruit Pressure Teste* modelo FT 327 (3-27Lbs), com pluger de 8 mm de diâmetro, sendo a casca removida com auxílio de descascador manual, tomando-se quatro leituras por fruta em lados opostos na região equatorial. O dispositivo de medição utilizado do penetômetro foi um cilindro, de acordo com Sousa et al. (2002).

3.3.5 Perda de massa fresca

A média da percentagem de massa fresca ao longo do período de armazenamento foi determinada em balança semi-analítica com precisão de $\pm 0,0001$ g, da marca OHANS – Analytical Standard, utilizando-se a relação entre o peso em cada dia de avaliação e o peso inicial de acordo com Coccoza (2003).

3.3.6 Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis foi obtido através de leitura direta em refratômetro com correlação de temperatura, através de tabela proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (1985) e os resultados expressos em °Brix.

3.3.7 Açúcares redutores

A determinação de açúcares totais e redutores foram obtidos por titulação de oxiredução, através da metodologia descrita por Cecchi (2003) e os resultados expressos em % de glicose.

3.3.8 Acidez total titulável

Na determinação da acidez titulável empregou-se a metodologia descrita por Cecchi (2003) e, os resultados expressos em mg (100 g)⁻¹ de ácido cítrico.

3.3.9 pH

A determinação do pH foi feita através da metodologia descrita por Cecchi (2003).

3.3.10 Relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável ou ratio

O ratio foi determinado através da relação entre os teores de sólidos solúveis e acidez titulável em obediência a metodologia descrita por Coccoza (2003).

3.3.11 Teor de Vitamina C

Foi determinado por titulometria, de acordo com metodologia descrita pela AOAC (1992) e os resultados expressos em mg de vitamina C por 100 g de polpa.

3.4 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial. As análises foram realizadas em quadruplicata, para cada repetição, empregando-se a média entre ambas.

Os fatores foram: temperatura (10, 12, 14 °C e temperatura ambiente e UR \pm 76 a 85%), tratamento (EPVC, PP) e períodos de armazenamento (0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias). Os dados foram submetidos à análise de variância e comparado as médias pelo teste de Tukey, utilizando-se o *software* Assistat, (Silva e Azevedo, 1996).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Maturação

4.1.1 Caracterização físico-química da manga fresca

Na Tabela 4.1 são apresentados os resultados médios da caracterização físico-química da manga Espada fresca.

Tabela 4.1 - Valores médios da caracterização físico-químicas da manga Espada fresca

Determinações	Valor médio
Vitamina C (mg (100 ⁻¹ g) de polpa)	3,74
Acidez (% de ácido cítrico)	1,07
pH	1,43
Sólido solúveis (°Brix)	14,79
Açúcares Redutores (% de glicose)	1,79
Ratio (°Brix/acidez)	30,50

O valor do teor de vitamina C da manga espada armazenada é de 3,74 mg.100 g⁻¹, o que se traduz em 38.50% a mais dos encontrados na literatura para outras variedades de manga como a 'Sabina' (1,44 mg.100 g⁻¹) estudada por Gonçalves (1998). Por tratar-se de um importante indicador, e sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento, indica provável preservação dos demais nutrientes Bender (1978).

Igualmente deu-se com a acidez (1,07% de ácido cítrico) que é dada pela presença dos ácidos orgânicos, quando comparados aos obtidos por Ribeiro (2004), Santos (2003), Pfaffenbach (2003), Gonçalves (1998), valores estes que foram 0,84; 0,41; 0,46; 0,63 respectivamente e que traduz em média 54,67% a mais dos citados anteriormente e 17,69% a menos do encontrado por O' Hare (1995) que foi de 1,3 para mangas Kensington.

4.1.1.1 Rendimento do fruto

Na figura 4.1 tem-se o rendimento médio da manga Espada quanto ao peso médio e percentual de polpa, endocarpo e casca constituintes da fruta. Verifica-se que mais de 50% do fruto é constituído de polpa e que casca, endocarpo e perda no corte constituem 43,13% do restante do fruto.

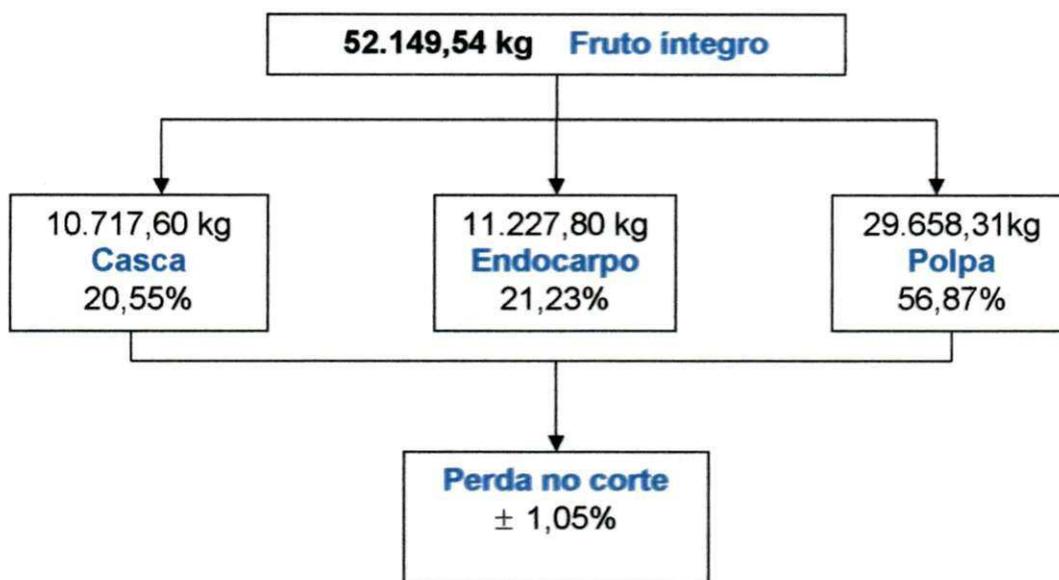


Figura 4.1 – Rendimento da casca, endocarpo e polpa da manga Espada.

Ao longo do período de armazenamento foi observada na figura 4.2 uma diminuição constante do rendimento de polpa e conseqüentemente um aumento no rendimento da casca e endocarpo, respectivamente. Fato que se deve, provavelmente, a perda de líquido da polpa devido às atmosferas a que foram submetidas às mangas.

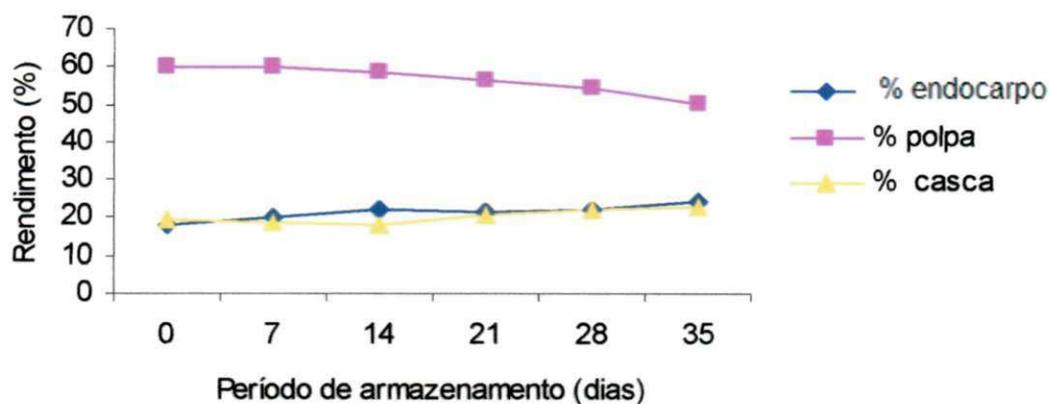


Figura 4.2 – Valores do percentual de rendimento da manga Espada armazenada em atmosfera modificada sob temperaturas de refrigeração

Mediante os resultados contidos na tabela 4.2, o peso médio da manga (199,09g) apresenta-se superior em 14,63 e 28,10% quando comparado com os dados obtidos por Gonçalves (1998) para mangas das variedades Amarelinha e Ubá, quando comparada com os obtidos também por Gonçalves (1998) para manga variedade Sabina apresenta valores inferiores 24,68%.

Tabela 4.2 - Valores médios encontrados para algumas das características físicas iniciais da polpa de manga Espada

Determinações	Valor médio	Sousa (2002)	Gonçalves(1998)		
			Variedades		
			Sabina	Amarelinha	Ubá
Peso (g)	199,09	-	264,33	169,97	143,15
Casca (%)	20,55	-	11,70	10,47	9,62
Endocarpo (%)	21,23	-	18,95	2,41	13,01
Polpa (%)	56,87	-	69,34	69,96	77,47
Perda de matéria fresca (%)	7,55	5,95	-	-	-

O rendimento do fruto quanto à casca e endocarpo 20,55 e 21,23%, respectivamente foram superiores aos observados por Gonçalves (1998) 11,70 e 18,95% para manga Sabina, 10,47 e 2,41% para Amarelinha e 9,62 e 13,01% para Ubá. Para o rendimento da polpa 56,87% apresentou-se inferior aos obtidos também por Gonçalves (1998) 69,34; 69,69 e 77,47%, respectivamente.

Pela análise de variância o rendimento do fruto, apresentou diferença significativa durante todo o período de armazenamento para os fatores período de armazenamento e tratamento, bem como para a interação entre estes em todos os tratamentos, para $p < 0,01$ pelo teste F, de acordo com os dados da Tabela 4.3 e Tabela 4.4.

Tabela 4.3 – Análise de variação do rendimento (%) para os diferentes tratamentos em função do período de armazenamento

Fonte de variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamento	2	194662,65	9731,33	40741.9431**
Período de armazenamento	5	81,42	16,28	68.1719**
Tratamento x Período de armaz.	10	626,01	62,60	262.0883**
Resíduo	54	12,90	0,24	
CV (%)		35,37		

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade

S.Q. – Soma dos Quadrados

Q.M. – Quadrado médio

Tabela 4.4 – Comparação entre as médias do rendimento para os diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo

	Média de tratamento	Tempo (dias)	Média de tempo
EPVC	23,03 b	0	32,50 c
PP	56,87 a	7	33,52 b
SF	21,04 c	14	33,26 b
		21	35,89 a
		28	33,15 b
		35	33,57 b
DMS1 = 0.34007		DMS2 = 0.58910	
MG= 33,64861		CV% = 1,45244	

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Embalagem PVC

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

O pH é um fator intrínseco ao produto (Magalhães et al., 1996) e o valor médio obtido para os frutos frescos apresentou 33,33% a menos dos valores encontrados na literatura para outras variedades de manga, citados por Ribeiro (2004), Santos (2003), Pfaffenbach (2003), Gonçalves (1998) e Silva (1996) que foram de 4,37; 4,11; 4,20; 4,38 e 2,8 a 4,4; respectivamente.

Os sólidos solúveis totais (°Brix) representam um importante fator tanto para o consumo *in natura* como para indústria, seu valor médio apresentou 14,79% a menos aos obtidos por Santos (2003), no entanto, quando comparados com Ribeiro (2004) para manga Tommy Atkins e Pfaffenbach (2003) para manga Espada vermelha (9,07 e 7,54) °Brix, a diferença entre os dados representa (38,67 e 49,02%) respectivamente.

Os açúcares redutores, determinados na polpa de manga foram menores que os obtidos por Ribeiro (2004), Santos (2003), Gonçalves (1998) (3,88; 3,88 e 3,09 % de glicose) e representam em média cerca de 50,55% de diferença. Os açúcares estão presentes nos frutos na forma livre ou combinada e são responsáveis pela doçura, pelo “flavor”.

A relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável apresentaram valores aproximados aos obtidos por Santos (2003) 36,59 (°Brix/acidez) e diferença significativa aos encontrados por Ribeiro (2004), Pfaffenbach (2003), e Gonçalves (1998) cerca de (65,57;

46,26; e 17,25%) respectivamente. A relação é considerada como um critério de avaliação do 'flavor' em frutos (Chitarra e Chitarra, 1990), além de ser indicativa do nível de amadurecimento.

Em resumo as diferenças observadas devem-se principalmente a variedade de manga estudada, uma vez que a literatura é unânime em afirmar que as mesmas variam com o tipo de tecido, cultivar, condições de armazenamento, entre outros. Ademais para manga espada não se encontrou na literatura pesquisada trabalhos realizados com esta finalidade.

4.1.1.2 Cor da casca

Pela análise de variância para a cor da casca do fruto, verifica-se que houve diferença significativa durante todo o período de armazenamento para os fatores temperatura, período de armazenamento e tratamento, bem como para a interação entre estes, para $p < 0,01$ pelo teste F. O desdobramento da análise de regressão indicou efeito linear ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 4.5) cuja representação gráfica encontra-se na figura 10.

Tabela 4.5 – Análise de variância da cor da casca para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.

Fonte de variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Temperatura	3	190,54	63,51	273,01**
Tratamento	2	12,250	6,12	26,33**
Período de armazenamento	5	100,53	20,11	86,43**
Temperatura x tratamento	6	6,47	1,08	4,64**
Temperatura x período de armazen.	15	271,07	18,07	77,68**
Tratamento x Período de armazen.	10	33,25	3,32	14,29**
Temperatura x tratamento x período de armazen.	30	67,36	2,25	9,65**

Resíduo	216	50,25	0,23	
CV (%)		21,94		
Regressão linear	1	20,22	20,22	19,68**

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade S.Q. – Soma dos Quadrados Q.M. – Quadrado médio

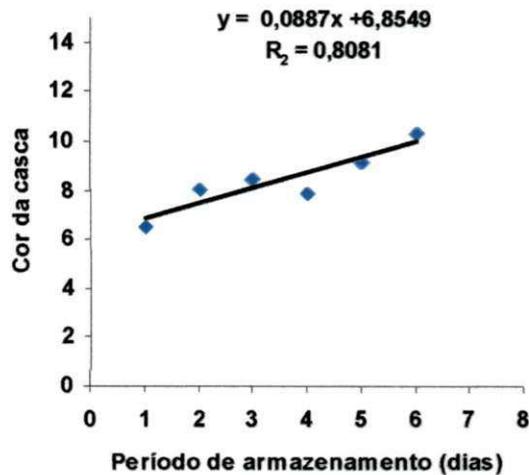


Figura 4.3 – Curva de regressão linear da cor da casca de manga Espada

A análise dos resultados da variável cor da casca, apresentados na Tabela 4.6, mostram que esta variável apresentou, durante o período de armazenamento, oscilações significativas entre os valores iniciais e finais, para todos os tratamentos.

Tabela 4.6 – Comparação entre as médias da cor da casca (1 a 5) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo

Média de temperatura	Média de tratamento	Tempo (dias)	Média de tempo
T ₁ 2,29 c	EPVC 1,97 c	0	1,31 e
T ₂ 2,56 b	PP 2,16 b	7	2,04 cd
T ₃ 3,07 a	SF 2,47 a	14	2,19 c
T ₄ 0,88 d		21	1,88 d
		28	2,54 b
		35	3,23 a

DMS1 = 0,21

DMS2 = 0,16

DMS3 = 0,28

MG=2,20

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

T₁ - 10°C

T₂ - 12°C

T₃ - 14°C

T₄ - 27,5°C

EPVC – Embalagem PVC

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

Aplicando o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 4.4.2) nota-se que existe diferença entre as temperaturas e os tratamentos, onde as médias gerais para cor da casca foram de 2,29; 2,56; 3,07; 0,87 e 1,97; 2,16; 2,47 respectivamente para as temperaturas 1, 2, 3 e 4 e os tratamentos EPVC, PP e SF.

A cor da casca variou ao 35º dias de armazenamento em todas as temperaturas e tratamentos, o que pode ser observado na Tabela 4.6, 4.7 e 4.8.

Tabela 4.7 – Valores médios de cor da casca para interação temperatura x tratamento

Cor da casca (1 a 5)			
Tratamento (embalagem)			
Temperatura	EPVC	PP	SE
T	2,08 bB	2,08 cB	2,67 bA
T ₂	2,12 bC	2,58 bB	3,00 abA
T ₃	2,79 aB	3,21 aA	3,21 aA
T ₄	0,88 cA	0,75 dA	1,00 cA

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 0,36 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 0,33 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Na Tabela 4.8 observa-se, diferença significativa a partir do sétimo dia de armazenamento até o final do período experimental e que se define claramente entre as

diferentes temperaturas em que os frutos foram submetidos a comportamentos semelhantes, observado na Tabela 4.9, onde os frutos embalados com plástico perfurado apresentaram maior índice de cor verde até aproximadamente o vigésimo primeiro dia, tratamento mais eficiente para nomear a cor dos frutos quando comparados com os demais.

Tabela 4.8– Valores médios de cor da casca para interação temperatura x período de armazenamento

Cor da casca (1 a 5)						
Tempo (dias)						
Temperatura	0	7	14	21	28	35
T	1,00 bD	1,50 bD	2,33 cBC	2,08 bC	2,83 bB	4,00 bA
T ₂	1,00 bE	1,67 bD	2,92 bB	2,25 bC	3,33 bB	4,17 bA
T ₃	1,00 bE	2,00 bD	3,05 aBC	3,17 aC	4,00 aB	4,75 aA
T ₄	2,50 aB	3,00 aA	0,00 dC	0,00 cC	0,00 cC	0,00 cC

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 0,51 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 0,57 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Tabela 4.9 – Valores médios de cor da casca para interação tratamento x período de armazenamento

Cor da casca (1 a 5)						
Tempo (dias)						
Tratamento	0	7	14	21	28	35
EPVC	1,06 bC	2,00 bB	2,25 aB	1,44 bC	2,19 bB	2,88 bA
PP	1,88 aC	1,19 cD	2,06 aC	2,06 aC	2,56 abB	3,19 bA
SE	1,00 bD	2,94 aB	2,25 aC	2,12 aC	2,88 aB	3,62 aA

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 0,40 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 0,49 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Miller et al. (1986) não observaram associação entre o desenvolvimento da cor (degradação da clorofila) e síntese de carotenóides, com o amolecimento do fruto. Assim, os eventos que ocorrem durante o amadurecimento seriam independentes.

A coloração da externa do fruto é um importante fator para a preferência do consumidor, uma vez que a cor da casca mais amarelada indica um estágio de maturação mais adiantado.

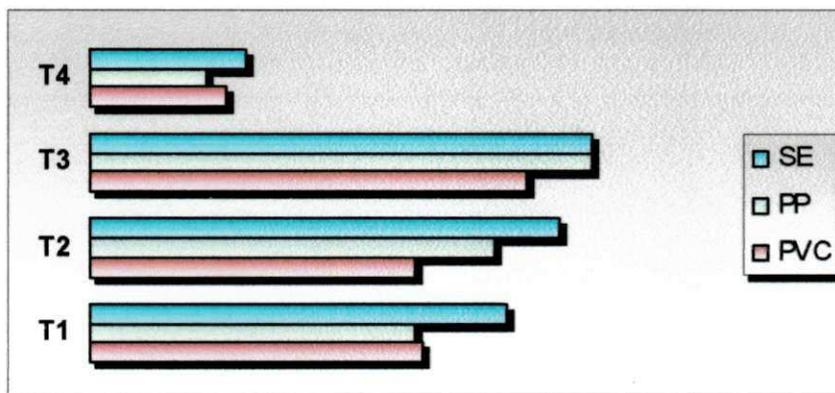


Figura 4.4 (a) – Relação temperatura x tratamento para o comportamento da cor da casca.

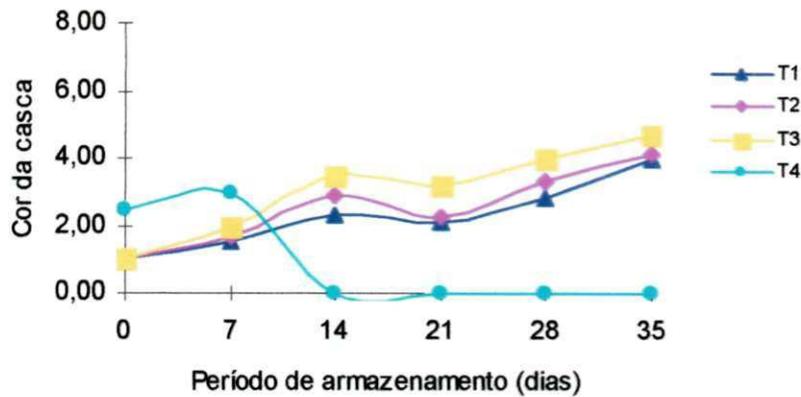


Figura 4.4 (b) – Relação temperatura x período de armazenamento para o comportamento da cor da casca.

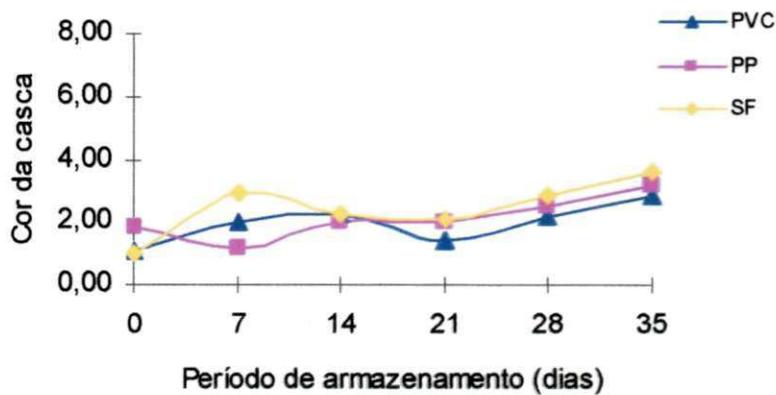


Figura 4.4 (c) – Relação período de armazenamento x tratamento para o comportamento da cor da casca.

Pelas Figuras 4.4 (a), (b) e (c) os frutos com filme PVC obtiveram maior índice de retardamento da cor verde para amarela, seguido pelo PP e SE – testemunha, já a temperatura de 10°C foi a mais eficiente quando se trata de retardar a coloração verde da casca, seguida pela temperatura de 12 e 14°C.

4.1.1.3 Cor da polpa

Pela análise de variância para a cor da polpa do fruto, verifica-se que houve diferença significativa durante todo o período de armazenamento para os fatores temperatura e tratamento, bem como para as interações temperatura x período de armazenamento e tratamento x período de armazenamento, já as interações temperatura x tratamento x período de armazenamento, e temperatura x tratamento não foram significativas, para $p < 0,01$ pelo teste F, de acordo com os dados da Tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Análise de variância da cor da polpa para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento

Fonte de variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Temperatura	3	180,09	60,03	215,22**
Tratamento	2	11,36	5,68	20,37**
Período de armazenamento	5	124,23	24,86	89,07**
Temperatura x tratamento	6	3,50	0,58	2,09 ns
Temperatura x período de armazen.	15	291,09	19,41	69,57**
Tratamento x Período de armazen.	10	10,22	1,02	3,66**
Temperatura x tratamento x período de armazen.	30	5,75	0,19	0,69 ns
Resíduo	216	60,25	0,28	
CV (%)		24,11		
Regressão linear	1	21,54	21,54	53,49**
Regressão cúbica	1	8,52	8,52	21,16**

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade

S.Q. – Soma dos Quadrados Q.M. – Quadrado médio

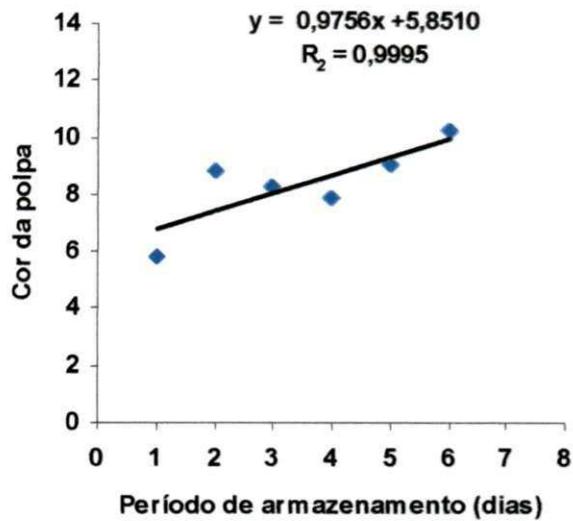


Figura 4.5 – Curva de regressão linear da cor da polpa da manga espada

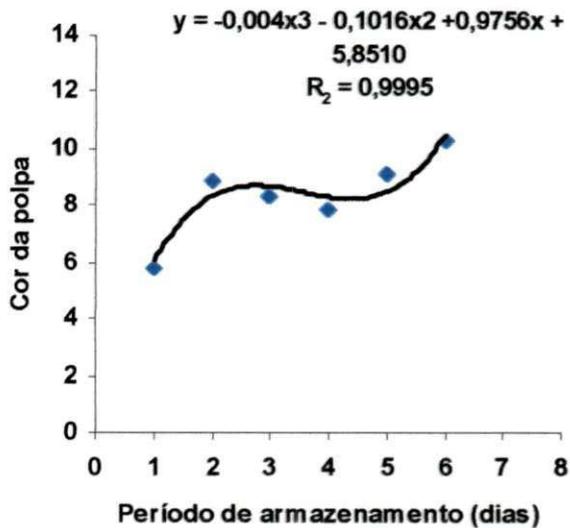


Figura 4.6 – Curva de regressão cúbica da cor da polpa da manga Espada

A análise dos resultados da variável cor da casca, apresentados na Tabela 4.11 mostra que esta variável apresentou, durante o período de armazenamento, oscilações significativas entre os valores iniciais e finais, para todos os tratamentos.

Os valores médios da cor da polpa encontrados para as quatro temperaturas variaram de 0,89 a 3,01, e para os três tratamentos 1,93 a 2,41. A intensidade da cor da polpa foi mantida por um tempo maior à temperatura de 12 °C, nos frutos embalados com PVC. Cardello (1998) durante o armazenamento de manga Haden a 20 °C obteve resultados semelhantes, a coloração amarelada da polpa aumentou significativamente, durante o armazenamento.

Tabela 4.11 – Comparação entre as médias da cor da polpa (1 a 5) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo

Média de temperatura	Média de tratamento	Tempo (dias)	Média de tempo
T ₁ 2,35 b	EPVC 1,93 b	0	1,04e
T ₂ 2,51 b	PP 2,24 a	7	2,40 bc
T ₃ 3,01 a	SE 2,41 a	14	2,10 cd
T ₄ 0,89 c		21	1,90 d
		28	2,50 b
		35	3,21 a
DMS1 = 0,23		DMS2 = 0,18	DMS3 = 0,31
MG=2,19			

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

T₁ - 10°C

T₂ - 12°C

T₃ - 14°C

T₄ - 27,5°C

EPVC – Embalagem PVC

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

Tabela 4.12 – Valores médios de cor da polpa para interação temperatura x período de armazenamento

Temperatura	Cor da polpa (1 a 5)					
	Tempo (dias)					
	0	7	14	21	28	35
T	1,00 aE	1,58 bDE	2,42 bBC	2,17 bCD	2,92 bB	4,00 bA
T ₂	1,08 aE	1,75 bD	2,58 bBC	2,33 bCD	3,17 bB	4,17 abA
T ₃	1,00 aE	2,00 bD	3,42 aBC	3,08 aC	3,92 aB	4,67 aA
T ₄	1,08 aB	4,25 aA	0,00 cC	0,00 cC	0,00 cC	0,00 cC

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 0,56 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 0,62 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Tabela 4.13 – Valores médios de cor da polpa para interação tratamento x período de armazenamento

Cor da polpa (1 a 5)						
Tempo (dias)						
Tratamento	0	7	14	21	28	35
EPVC	1,12 aC	2,00 bB	2,06 aB	1,44 bC	2,12 bB	2,81 bA
PP	1,00 aD	2,25 bBC	2,19 aBC	2,12 aC	2,69 aAB	3,19 abA
SE	1,00 aD	2,94 aB	2,06aC	2,12 aC	2,69 aB	3,62 aA

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 0,44 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 0,54 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Conforme Tabelas 4.5.12 e 4.5.13, a cor da polpa apresentou diferença significativa entre os diferentes períodos de armazenagem, no entanto, só a partir do décimo quarto dia para as temperaturas de 14 e 27,5°C, respectivamente, observa-se diferença estatística entre as médias. Para os frutos tratados com embalagens que propiciaram modificação na atmosfera, somente houve diferença significativa pelo teste t os frutos embalados com filme PVC após o vigésimo primeiro dia de armazenamento.

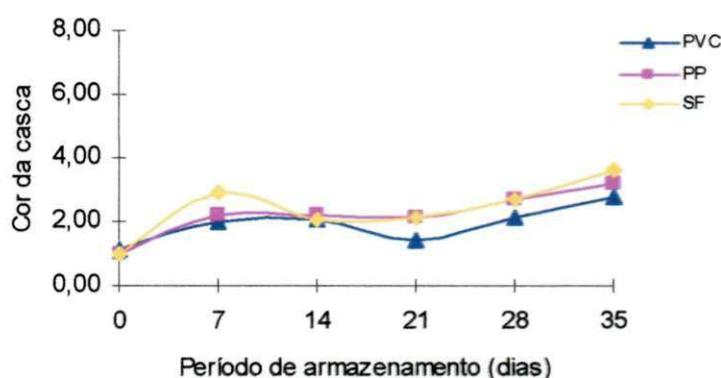
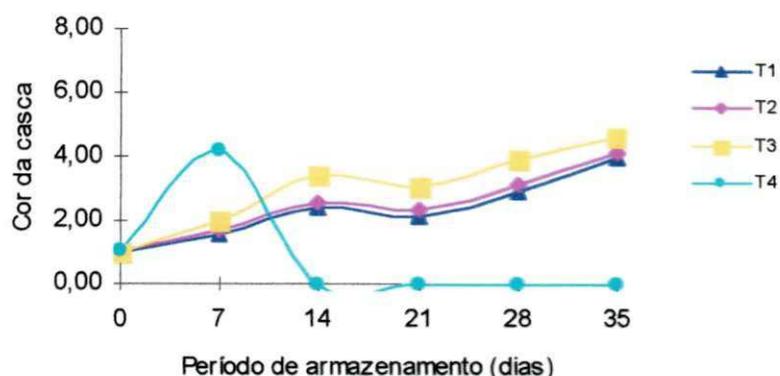


Figura 4.7 (a) e (b) - Comportamento da cor da polpa para os diferentes tratamentos e temperaturas, em relação ao período de armazenamento.

De acordo com a Figura 4.7 (a) e (b) os frutos embalados com filme PVC armazenados a temperatura de 14°C apresentaram a coloração da polpa retardada quando comparada com os demais tratamentos.

4.1.1.4 Firmeza

A análise de variância (Tabela 4.14) revelou efeito significativo para todos os fatores e suas interações. Por ser período de armazenamento um fator quantitativo, procedeu-se o desdobramento das interações, Temperatura (T) x Período de armazenamento (P) e Tratamento (t) x Período de armazenamento (P), através da regressão polinomial, na qual

obteve efeito linear significativo para as mudanças ocorridas na concentração de ácidos orgânicos durante o desenvolvimento do fruto.

Tabela 4.14 – Análise da firmeza (N) para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento

Fonte de variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Temperatura (T)	3	1727,78	575,93	175,82**
Tratamento (t)	2	2340,14	585,03	178,5980**
Período de armazenamento (P)	4	2340,14	585,03	178,60**
T x t	6	375,20	31,27	10,33**
T x P	12	83,26	10,41	9,55**
t x P	8	136,05	5,67	3,18**
T x t x P	24	589,63	3,28	1,73*
Resíduo	180			
CV (%)		22,67		
Regressão linear	1	271,85	8,70**	

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

ns = não significativo G.L. – Grau de liberdade S.Q. – Soma dos Quadrados Q.M. – Quadrado médio

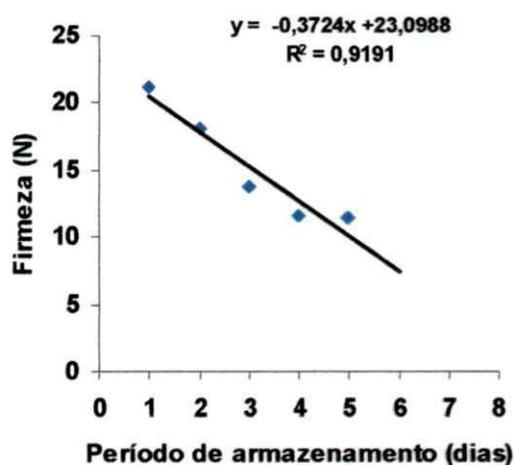


Figura 4.8 – Firmeza da manga Espada armazenada em atmosfera modificada sob temperatura de refrigeração

As alterações na firmeza da manga é um importante indicador de amadurecimento e a perda da consistência é consequência da solubilização das substâncias pécticas por ação enzimática, principalmente a poligalacturonase, e β galactosidase (Roe Brummer, 1981).

Verificou-se mediante os dados da Tabela 4.14 que a embalagem com PVC é estatisticamente superior em conservar a firmeza da manga Espada em 11,8% (média), frente às embalagens PP e SE que não diferiram estatisticamente entre si. Quanto ao tempo de armazenamento a significância deu-se do período inicial de armazenamento até o 14° dia em 54,39% (média).

As quatro temperaturas de armazenamento (Tabela 4.15 e Tabela 4.16) diferiram estatisticamente entre si, sendo a temperatura de 14°C a que melhor conservou a resistência do fruto a pressão externa. O decréscimo da firmeza no decorrer do tempo de armazenamento ocorreu provavelmente devido à ação das enzimas PME (pectinametilesterase) e PG (poligalacturonase) que atuam em nível de parede celular. A atividade dessas enzimas promove solubilização das substâncias pécticas da parede celular e, conseqüentemente, o amaciamento dos frutos.

Tabela 4.15 – Influência da temperatura, embalagem e período de armazenamento sobre a firmeza (N) da manga Espada

	Temperatura	Embalagem	Tempo (dias)	Tempo
T ₁₀	7,80 c	FPVC	8,83 a	0
T ₁₂	9,35 b	PP	7,37 b	7
T ₁₄	11,01 a	SE	7,75 b	14
T _{amb.}	3,77 d			21
				28
				35

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

DMS1 = 0,86

DMS2 = 0,68

DMS3 = 0,18

FPVC – Filme PVC

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

Tabela 4.16 – Influência da temperatura, embalagem sobre a firmeza (N) da manga Espada

Firmeza (N)			
Temperatura	Tratamento (embalagem)		
	EPVC	PP	SE
T ₁₀	7,54 cB	6,81 cB	9,05 aA
T ₁₂	10,19 bA	8,51 bB	9,35 aAB
T ₁₄	13,23 aA	11,02 aB	8,77 aC
T _{amb.}	4,34 dA	3,14 dA	3,84 bA

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

DMS/colunas = 1,48

DMS/linhas = 1,35

Na interação temperatura x período de armazenagem, observou-se que a degradação acentua-se também após o décimo primeiro dia de acordo com o apresentado na Tabela 4.17. Pode-se sugerir que a maior degradação e, ou, desorganização de componentes estruturais seja maior a partir do décimo quarto dia após o armazenamento, em frutos embalados com plástico perfurado e os frutos controle, que no vigésimo primeiro dia tornou-se mais evidente, pelas diferenças significativas encontradas e apresentadas na Tabela 4.18.

Tabela 4.17 – Influência do tempo, e da temperatura de armazenamento sobre a firmeza (N) da manga Espada

Firmeza (N)					
Temperatura	Tempo (dias)				
	7	14	21	28	35
T ₁₀	12,80 bA	9,78 aB	5,75 bC	5,52 bC	5,15 bC
T ₁₂	17,48 aA	10,18 aB	5,96 bC	6,44 bC	6,54 bC
T ₁₄	13,79 bA	11,39 aB	10,43 aB	9,77 aB	9,67 aB
T _{amb.}	9,23 cA	7,46 bA	2,16 cB	0,00 cC	0,00 cC

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

DMS/colunas = 1,92

DMS/linhas = 2,04

Tabela 4.18 – Influência da embalagem e tempo de armazenamento sobre a firmeza (N) da manga Espada

Tratamento (embalagem)	Firmeza (N)				
	Tempo (dias)				
	7	14	21	28	35
EPVC	13,20 aA	9,88 aB	8,21 aC	6,54 aC	6,49 aC
PP	12,21 aA	9,23 aB	5,20 bC	5,01 bC	4,69 bC
SF	14,06 aA	10,10 aB	5,01 bC	4,76 bC	4,83 bC

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

DMS/linha = 1,51

DMS/coluna = 1,77

FPVC – Filme PVC

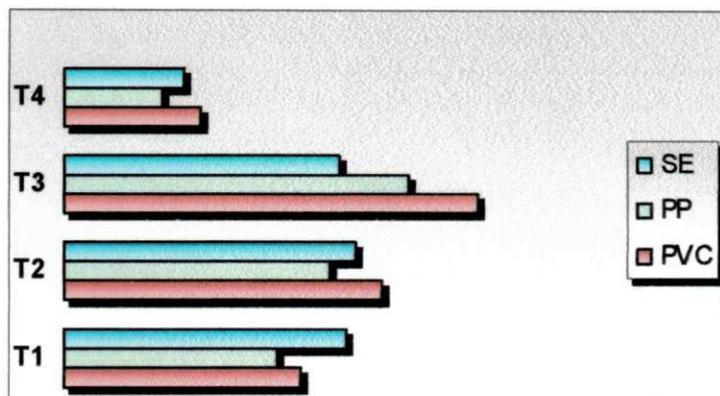
PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

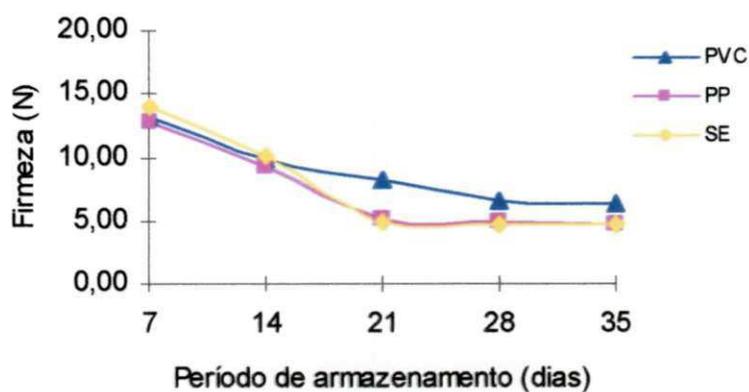
De acordo com a Tabela 4.18 a firmeza da polpa apresentou diferença significativa entre os tratamentos até o 14° dia de armazenamento. Constatou-se a maior firmeza para os frutos sem filme – testemunha (14,06 N) no 7° dia de armazenamento, decrescendo até os 35 dias (4,83 N). Nos frutos tratados com PP o comportamento foi o mesmo apresentado pela testemunha, no entanto, entre o 14° e 21° dia de armazenamento a testemunha apresentou uma perda de resistência de (49,61%), comportamento semelhante observado para os frutos embalados com PP (56,31%). Nos frutos em atmosfera modificada pelo filme PVC, a firmeza permaneceu praticamente estável de (6,54 N) aos 28 dias de armazenamento para (6,49 N) aos 35 dias, comportamento semelhante obtido por Sousa (2002) ao armazenar manga 'Tommy Atkins' em atmosfera modificada sob refrigeração.

Constatou-se que os frutos embalados em atmosfera modificada com filme PVC apresentaram menor perda da resistência durante o período de armazenamento que os demais tratamentos. A diferença mínima significativa entre os tratamentos foi (0,68%). Na figura 4.9 tem-se o comportamento da firmeza para os diferentes tratamentos e temperatura

(a)



(b)



(c)

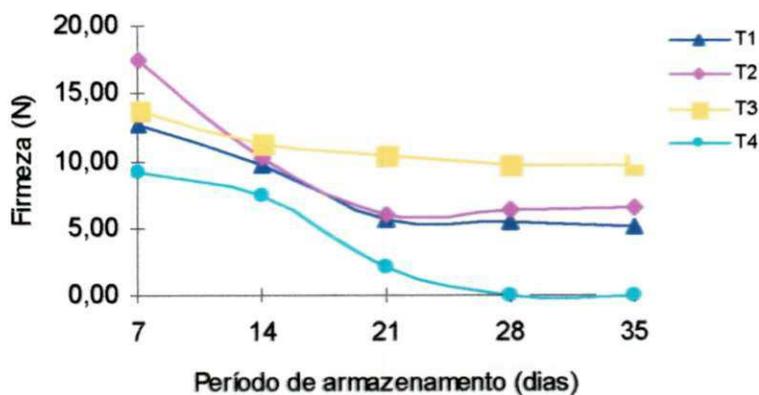


Figura 4.9 (a), (b) e (c) - Comportamento da firmeza para os diferentes tratamentos e temperaturas

A firmeza dos frutos foi decrescente desde a saída dos frutos das câmaras, estabilizando-se aproximadamente a partir do vigésimo primeiro dia. Nota-se que os diferentes períodos de refrigeração não foram suficientes para deter o processo de amolecimento da polpa de manga Espada em um dos tratamentos.

Na Figura 4.9, observa-se que para as embalagens em função das temperaturas de armazenamento, a firmeza apresentou maior resistência à temperatura de 14 °C seguida pela temperatura de 12 e 10°C e a ambiente, e que a firmeza em função da temperatura de armazenagem após 14 dias apresentou uma queda brusca de resistência.

O uso do filme PVC e a temperatura de 14°C promoveram, portanto, uma retenção maior da firmeza da polpa, nas mangas, provavelmente devido à menor desidratação apresentada pelos frutos. Porém a ausência de diferença em termos de firmeza de polpa, entre os frutos dos diferentes tratamentos, a partir de vinte um dias, deve-se ao processo adiantado de amadurecimento, conforme constatado visualmente.

4.1.1.5 Perda de massa fresca

Pela análise de variância houve interação entre as diferentes temperaturas, os tratamentos e períodos de armazenamento para a manga após 7° dias de armazenamento, em nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey, no entanto, a interação tratamento x período de armazenamento somente foi significativo a ($p \leq 0,05$). O desdobramento da análise de regressão indicou efeito linear ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 4.19) cuja representação gráfica encontra-se na Figura 4.10.

Tabela 4.19 – Análise de variância da perda de massa para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento

Fonte de variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Temperatura	3	3537,05255	1179,01752	154,7148**
Tratamento	2	1172,29279	586,14640	76,9162**
Período de armazenamento	4	2494,23220	623,55805	81,8254**
Temperatura x tratamento	6	408,42163	68,07027	8,9324**
Temperatura x período de armaz.	12	746,56259	62,21355	8,1639**

Tratamento x Período de armaz.	8	142,72398	17,84050	2,3411*
Temperatura x tratamento x período de armazen.	24	690,96164	28,79007	3,7779**
Resíduo	180	1371,70587	7,62059	
CV (%)		22,76		
Regressão linear	1	163,15	163,15	9,50**

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade

S.Q. – Soma dos Quadrados Q.M. – Quadrado médio

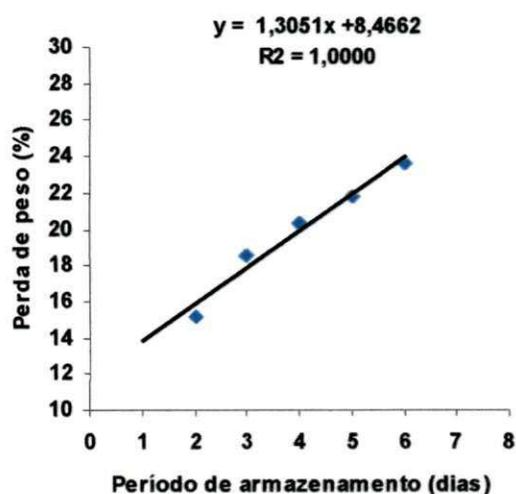


Figura 4.10 – Curva de regressão linear da perda de massa da manga Espada

Comparando os valores médios obtidos de perda de massa para os todos os frutos, testemunha (9,65%), plástico perfurado (8,24%) e PVC (4,77%), verifica-se que os frutos embalados com filme PVC, apresentaram a menor perda de massa quando comparado com os demais tratamentos.

Tabela 4.20 – Comparação entre as médias da perda de massa (%) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo

	Média de temperatura	Média de tratamento	Tempo (dias)	Média de tempo
T ₁	12,45 b	EPVC 9,18c	7	7,19 e
T ₂	7,26 d	PP 12,70 b	14	10,39 d
T ₃	10,88 c	SE 14,51 a	21	12,32 c
T ₄	17,92a		28	14,05 b
			35	16,69 a
DMS1 = 1,31		DMS2 = 1,03	DMS3 = 1.55	MG=12,13

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

T₁ - 10°CT₂ - 12°CT₃ - 14°CT₄ - 27,5°C

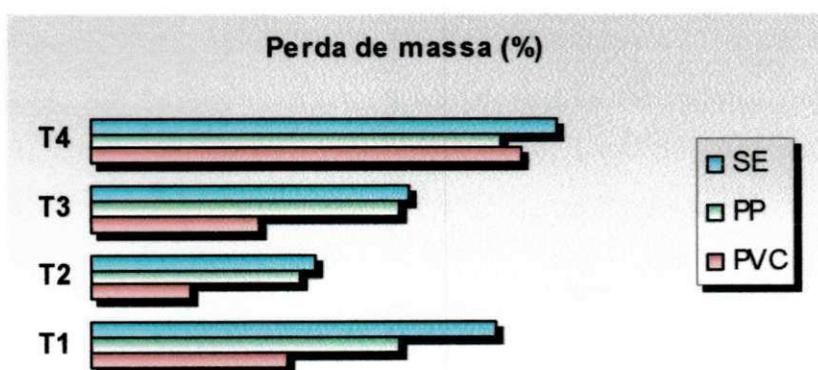
EPVC – Embalagem PVC

PP – Plástico perfurado

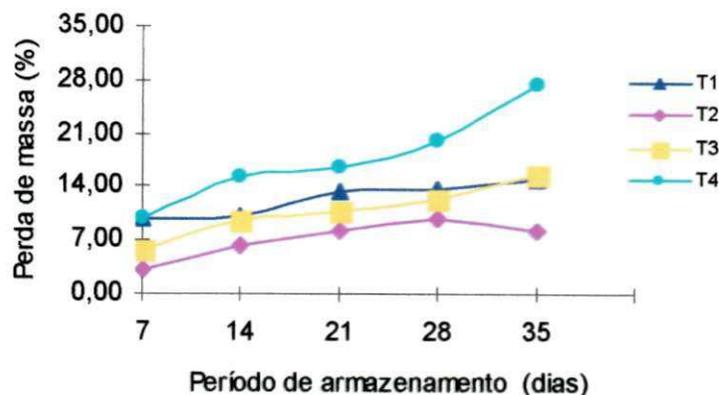
SE – Sem embalagem

Após o período inicial de armazenagem, as perdas de massa foram de, aproximadamente 7,19; 7,74; 7,76; 8,74 e 6,34% para todos os tratamentos. Os frutos em atmosfera modificada, armazenados a 10, 12, 14 e 27,5 °C apresentaram perda de massa média (12,45; 7,26; 10,88 e 17,92%). Os frutos embalados com filme PVC a 12°C apresentaram-se como o melhor tratamento (4,06%) quando comparada com os demais tratamentos e temperaturas, de acordo com a Tabela 4.20.

(a)



(b)



(c)

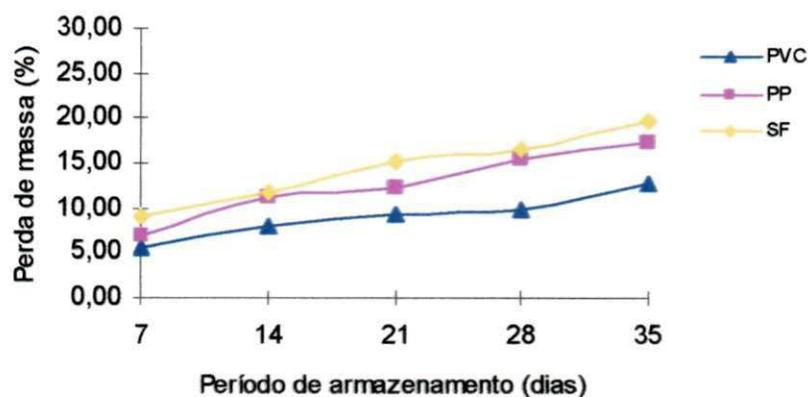


Figura 4.11 (a), (b) e (c) - Comportamento da perda de massa (%) para os diferentes tratamentos e temperaturas.

O uso das embalagens reduziu de forma significativa a perda de massa das mangas, conforme Figura 4.11 (a) e (c), resultado semelhante observado Yamashita et al., (1997), estudando o comportamento fisiológico de mangas 'Keitt', embaladas individualmente em filme de copolímero termoencolhível (D-955) e filmes plásticos de polietileno de baixa densidade, verificaram que os frutos armazenados por cinco semanas a 12 e 17 °C e então amadurecidos a 22 °C, apresentaram menor perda de massa em relação aos frutos sem

proteção, comportamento semelhante obtido no desenvolvimento do experimento para os frutos armazenados as temperaturas de 12 e 14°C, respectivamente.

Singh et al., (1998) conduziram estudo com embalagem perfurada de polietileno em mangas 'Amrapali' e concluíram haver controle da perda de massa, com esse tratamento.

Tabela 4.21 – Valores médios de perda de massa para interação temperatura x tratamento

Perda de massa (%)			
Temperatura	Tratamento (embalagem)		
	EPVC	PP	SE
T	8,01 bC	12,69 bB	16,64 bA
T ₂	4,06 cB	8,56 cA	9,16 dA
T ₃	6,94 bB	12,67 bA	13,04 cA
T ₄	17,72 aAB	16,87 aB	19,18 aA

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 2,26 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 2,06 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Tabela 4.22 – Valores médios de perda de massa para interação temperatura x período de armazenamento

Perda de massa (%)					
Temperatura	Tempo (dias)				
	7	14	21	28	35
T	9,83 aB	10,29 bB	13,44 bA	13,65 bA	15,02 bA
T ₂	3,21 bC	6,41 cB	8,25 cAB	10,02 cA	8,41 cAB
T ₃	5,67 bC	9,53 bB	10,95 bcB	12,41 bcB	15,86 bA
T ₄	10,04 aD	15,34 aC	16,66 aC	20,12 aB	27,47 aA

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem
 DMS/colunas = 2,92 (letras minúsculas)
 DMS/linhas = 3,11 (letras maiúsculas)
 DMS – desvio mínimo significativo

Tabela 4.23 – Valores médios de perda de massa para interação tratamento x período de armazenamento

Tratamento	Perda de massa (%)				
	Tempo (dias)				
	7	14	21	28	35
EPVC	5,65 bC	8,10 bBC	9,46 cB	9,84 bB	12,86 cA
PP	6,90 abC	11,24 aB	12,37 bB	15,62 aA	17,36 bA
SE	9,02 aD	11,84 aC	15,14 aB	16,68 aB	19,85 aA

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem
 DMS/colunas = 2,31 (letras minúsculas)
 DMS/linhas = 2,69 (letras maiúsculas)
 DMS – desvio mínimo significativo

No sétimo dia, frutos embalados com filme PVC tinham cerca de 4,38% de perda de massa e os com PP e SE – testemunha, cerca de 6,00 e 8,43%. Os frutos embalados com PVC a 10°C no vigésimo primeiro dia de armazenamento, já apresentavam valor superior a 5,00% de perda de massa, que seria máximo aceitável pelo consumidor, pois os frutos até este percentual de perda, ainda tem um aspecto firme e atrativo. A diferença entre os frutos com filme PVC, PP e SE foi significativo a partir do 14° dia de armazenagem aproximadamente (Tabela 4.23), conseqüência de menor desidratação e metabolismo dos

frutos PVC devido à promoção de uma eficaz barreira à perda de água e às trocas gasosas com o meio.

Miller et al. (1986) verificaram que frutos não revestidos com flime plástico tiveram uma perda de massa bem mais acentuada que frutos revestidos. De acordo com todos estes resultados, Yantarasri et al. (1995) também encontraram efeitos benéficos de revestimentos plásticos na redução de perda de massa de frutos das variedades 'Nan Dork Mai' e 'Keitt', sendo esta redução maior quanto menor a superfície perfurada do revestimento.

4.1.1.6 Sólidos solúveis totais

Pelo teste Tukey, houve interação entre as diferentes temperaturas e períodos de armazenamento para a manga após 7° dias de armazenamento, a nível de 1% de probabilidade, bem como para a interação tratamento x período de armazenamento, no entanto para os tratamentos a interação somente foi significativo a ($p \leq 0,05$). Não houve significância entre temperatura x tratamento; tratamento x período de armazenamento e temperatura x tratamento x período de armazenamento, conforme Tabela 4.24.

Tabela 4.24 – Análise de variância da cor da casca para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.

Fonte de variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Temperatura	3	5423,60	1807,87	116,92**
Tratamento	2	137,54	68,77	4,45*
Período de armazenamento	4	2153,52	538,38	34,82**
Temperatura x tratamento	6	185,42	30,90	2,00 ns
Temperatura x período de armaz.	12	1616,10	134,68	8,71**
Tratamento x Período de armaz.	8	225,47	28,18	1,82 ns
Temperatura x tratamento x período de armaz.	24	412,25	17,18	1,11 ns
Resíduo	180	2783,27	15,46	
CV (%)		29,09		

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade

S.Q. – Soma dos Quadrados Q.M. – Quadrado médio

Comparando os valores médios obtidos de SST para os tratamentos, verificou-se que as testemunha apresentam maior teor de SST (13,23 °Brix) seguido dos frutos em atmosfera modificada PVC (12,12 °Brix) e plástico perfurado (11,78 °Brix) respectivamente.

Os frutos em atmosfera modificada, armazenados em PVC a 10°C apresentaram SST média (15,91 °Brix) a maior encontrada quando comparada com os demais tratamentos e temperaturas, de acordo com as Tabelas 4.25 e 4.26.

Tabela 4.25 – Comparação entre as médias dos sólidos solúveis totais (°Brix) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo

	Média de temperatura	Média de tratamento	Tempo (dias)	Média de tempo	
T ₁	15,91 a	EPVC	12,12 ab	0	14,94 ab
T ₂	14,40 ab	PP	11,78 b	7	16,64 a
T ₃	13,53 b	SE	13,23 a	14	13,47 b
T ₄	5,68 c			21	10,29 c
				28	11,27 c
				35	7,66 d
DMS1 = 1,55		DMS2 = 1,23		DMS3 = 2,11	
				MG=12,38	

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

T₁ - 10°C T₂ - 12°C T₃ - 14°C T₄ - 27,5°C

EPVC – Embalagem PVC

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

Tabela 4.26 – Valores médios da SST para interação temperatura x período de armazenamento

Temperatura	SST (°Brix)					
	Tempo (dias)					
	0	7	14	21	28	35
T	15,10 aA	16,26 aA	17,36 aA	15,10 aA	16,05 aA	15,57 aA
T ₂	15,07 aA	17,08 aA	16,36 aA	13,40 aA	15,71 aA	8,76 bB
T ₃	14,79 aAB	17,42 aA	16,69 aAB	12,66 aB	13,31 aAB	6,28 bC
T ₄	14,79 aA	15,80 aA	3,47 bB	0,00 bB	0,00 bB	0,00 cB

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 3,80 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 4,23 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Tanto as mangas embaladas em atmosfera modificada como as testemunhas apresentaram aumento no teor de SST em função do tempo; entretanto, os frutos testemunha apresentaram um aumento maior (14,8 a 19,8 °Brix), seguido pelos frutos armazenados com plástico perfurado (13,4 a 17,8 °Brix) e PVC (12,4 a 17,6 °Brix) constatando-se que as embalagens reduziram a atividade metabólica do fruto, retardando o seu amadurecimento.

Do conjunto de valores a para as quatro temperaturas, nota-se uma tendência de diminuição dos SST com o aumento de temperatura. A média dos resultados estar dentro da faixa de valores determinada por Donidio (1996) para mangas variedade espada (15,4 e 16,0 °Brix), e (6,65 a 21,9%) dependendo da cultivar e estágio de maturação do fruto (Cocozza, 2003), resultado semelhante observado por Yamashita et al. (1997), estudando o comportamento fisiológico de mangas 'Keitt', embaladas individualmente em filme de copolímero termoencolhível (D-955) e filmes plásticos de polietileno de baixa densidade, verificaram que os frutos armazenados por cinco semanas a 12 e 17 °C e então amadurecidos a 22 °C, apresentaram aumento no teor de SST em função do tempo (12 a 17

°Brix). O aumento significativo nos teores de sólidos solúveis com o avanço da maturação dos frutos deve-se à transformação das reservas acumuladas durante a formação e o desenvolvimento dos mesmos em açúcares solúveis, conforme Jerônimo & Kaneshiro (2000). Por outro lado, a diferença mostrada entre o teor de SST do tratamento-testemunha e dos frutos em atmosfera modificada deve-se a inibição do processo respiratório resultante do acúmulo de CO₂ e diminuição do O₂ no interior da embalagem, provocando um retardamento no processo de maturação dos frutos, conforme Chitarra & Chitarra (1990).

Os valores médios dos SST para interação temperatura x período de armazenamento diferem estatisticamente pelo teste t após o décimo quarto dia de armazenagem e a temperatura ambiente (27,5°C).

4.1.1.7 Açúcares redutores

Para os açúcares redutores, houve interação entre as diferentes temperaturas e períodos de armazenamento para a manga após 7° dias de armazenamento, pelo teste Tukey a nível de 1% de probabilidade, bem como para a interação tratamento x período de armazenamento, no entanto para os tratamentos e a interação tratamento x período de armazenamento não houve significância., conforme Tabela 4.27.

Tabela 4.27 – Análise de variância da cor da casca para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.

Fonte de variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Temperatura	3	80,420	26,81	133,55**
Tratamento	2	1,02	0,51	2,55 ns
Período de armazenagem	5	21,32	4,26	21,25**
Temperatura x tratamento	6	16,62	2,77	13,80**
Temperatura x período de armazen.	15	43,73	2,92	14,52**
Tratamento x Período de armazen.	10	3,06	0,31	1,53 ns
Temperatura x tratamento x	30	17,06	0,57	2,83**

período de armazen.			
Resíduo	216	43,36	0,20
CV (%)		34,04	

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade S.Q. – Soma dos Quadrados Q.M. – Quadrado médio

Os valores médios obtidos para açúcares redutores quando comparando com os tratamentos submetidos, verificou-se que os frutos em atmosfera modificada PVC (1,37 % de glicose/100 g amostra) apresentam maior teor de açúcares seguido pelo plástico perfurado (1,34% de glicose/100 g amostra) e a testemunha (1,23 % de glicose/100 g amostra), respectivamente.

Os frutos em atmosfera modificada, armazenados em PVC a 10 °C apresentaram valores médios para açúcares redutores (1,84 de glicose/100 g amostra) a maior encontrada quando comparada com os demais tratamentos e temperaturas, de acordo com a Tabela 4.27, apresentando para todos os tratamentos apresentou melhor resultado.

Tabela 4.28 – Comparação entre as médias dos açúcares redutores (% glicose) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo

Média de temperatura	Média de tratamento	Tempo (dias)	Média de tempo
T ₁ 1,84 a	EPVC 1,37 a	0	1,72 a
T ₂ 1,62 b	PP 1,34 a	7	1,67 a
T ₃ 1,36 c	SE 1,23 a	14	1,09 b
T ₄ 0,45 d		21	1,03b
		28	1,18 b
		35	1,22 b
DMS1 = 0,19	DMS2 = 0,15	DMS3 = 0,27	MG = 1,32

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

T₁ - 10°C

T₂ - 12°C

T₃ - 14°C

T₄ - 27,5°C

EPVC – Embalagem PVC

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

Tabela 4.29 – Valores médios dos açúcares para interação temperatura x tratamento

Açúcares (% glicose)			
Tratamento (embalagem)			
Temperatura	EPVC	PP	SE
T	1,84 aAB	1,64 aB	2,03 aA
T ₂	1,38 bB	1,65 aAB	1,83 aA
T ₃	1,74 aA	1,55 aA	0,78 bB
T ₄	0,54 cA	0,51 bA	0,30 cA

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 0,33 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 0,30 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Tabela 4.30 – Valores médios dos açúcares para interação temperatura x período de armazenamento

Açúcares (% glicose)						
Tempo (dias)						
Temperatura	0	7	14	21	28	35
T	1,66 aB	1,71 aB	1,43 aB	1,45 abC	1,89 aB	2,89 aA
T ₂	1,79 aA	1,92 aA	1,54 aAB	1,58 aAb	1,76 aA	1,13 bB
T ₃	1,79 aAB	1,97 aA	1,37 aBC	1,10 bC	1,07 bC	0,85 bC
T ₄	1,64 aA	1,06 bB	0,00 bC	0,00 cC	0,00 cC	0,00 cC

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 0,47 (letras minúsculas)

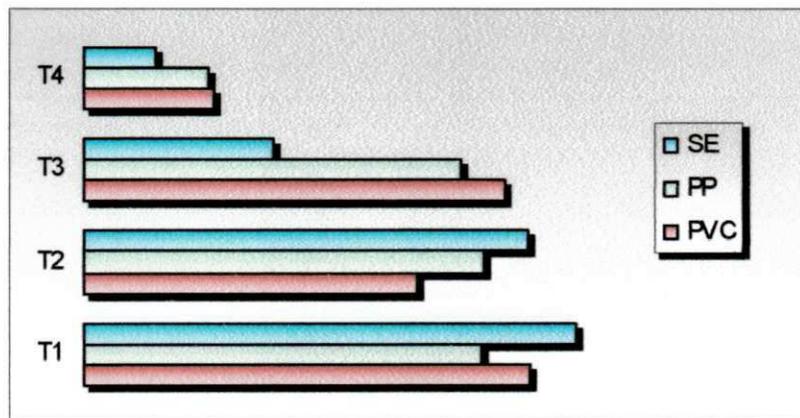
DMS/linhas = 0,53 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Na Tabela 4.29 os valores médios dos açúcares redutores para interação temperatura x tratamento, diferem estatisticamente para os frutos tratados com filme PVC a todas as temperaturas de armazenamento, para os frutos tratados com PP e SE – testemunha diferiram a 27,5°C e 14 e 27,5°C respectivamente.

Ao se aplicar o teste Tukey ao nível de 5% (Tabela 4.9.4 e 4.9.5) constata-se que existe uma tendência de manutenção dos açúcares redutores, embora existam oscilações significativas ao longo do período de armazenamento. Este fato pode ser mais bem observado na figura 4.12. Este resultado diverge dos resultados encontrados por Righetto (1995) que obteve um leve decréscimo de açúcares redutores em suco de maracujá puro armazenado ao longo de 8 meses.

(a)



(b)

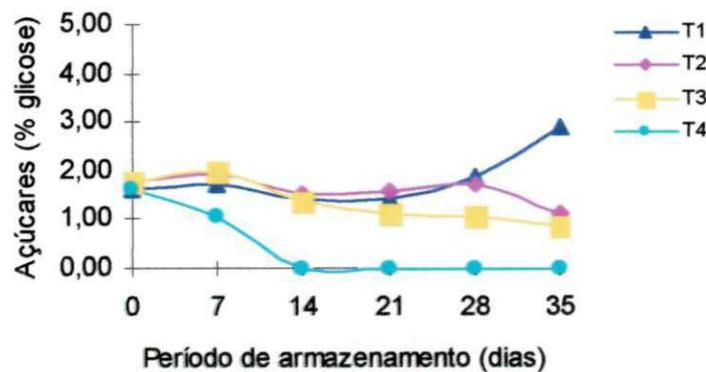


Figura 4.12 (a) e (b) - Comportamento dos açúcares redutores para os diferentes tratamentos e temperaturas associado ao período de armazenamento.

4.1.1.8 Acidez total titulável

A análise de acidez para diferentes temperaturas e tratamentos em função do período de armazenamento, apresentou significância ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey para as variações temperatura e período de armazenamento, e para sua interação. O desdobramento da análise de regressão indicou efeito linear ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 4.31) cuja representação gráfica encontra-se na Figura 4.13.

Tabela 4.31 – Variância da acidez total titulável (% ácido cítrico) para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.

Fonte de variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Temperatura	3	7.76895	2.58965	53.3201**
Tratamento	2	0.11629	0.05814	1.1972 ns
Período de armazenamento	5	22.49035	4.49807	92.6139**
Temperatura x tratamento	6	0.37018	0.06170	1.2703 ns
Temperatura x período de armazen.	15	3.76791	0.25119	5.1720**
Tratamento x Período de armazen.	10	0.87059	0.08706	1.7925 ns
Temperatura x tratamento x período de armazen.	30	1.63625	0.05454	1.1230 ns
Resíduo	216	10.49069	0.04857	
CV (%) 37,94				
Regressão linear	1	35,96	35,96	14,82**

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade S.Q. – Soma dos Quadrados Q.M. – Quadrado médio

Segundo Chitarra (1999), uma uva e uma maçã apresenta pico em sua acidez à medida que o fruto torna-se maduro, enquanto na laranja, há decréscimo até o completo amadurecimento. Igualmente durante o armazenamento, a concentração dos ácidos orgânicos usualmente declinam em decorrência da sua utilização na respiração ou

transformação em açúcares e as transformações variam de acordo com o tipo de tecido, cultivar, maturação, condições de armazenamento, entre outros.

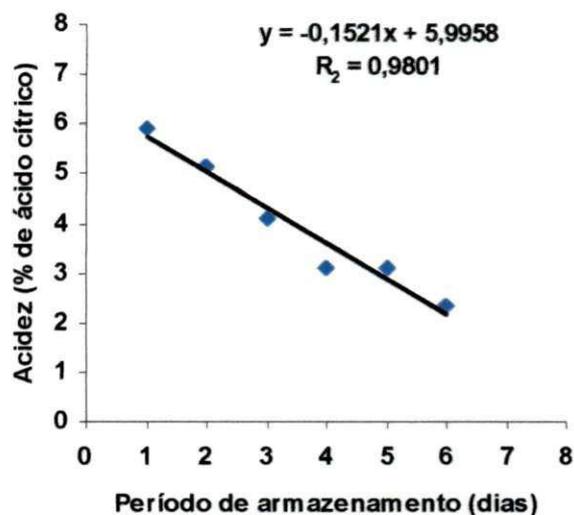


Figura 4.13 – Curva de regressão linear da acidez da manga Espada

Tabela 4.32 – Comparação entre as médias da acidez total titulável (% ácido cítrico) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo

Média de temperatura	Média de tratamento	Tempo (dias)	Média de tempo
T ₁ 0,76 a	EPVC 0,55 a	0	1,07 a
T ₂ 0,65 b	PP 0,601 a	7	0,81 b
T ₃ 0,60 b	SE 0,59 a	14	0,56 c
T ₄ 0,31 c		21	0,40 d
		28	0,40 d
		35	0,25 e
DMS1 = 0,10		DMS2 = 0,08	DMS3 = 0,13
MG=0,58			

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

T₁ - 10°C

T₂ - 12°C

T₃ - 14°C

T₄ - 27,5°C

EPVC – Embalagem PVC

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

Conforme Tabela 4.32 os frutos embalados com filme PVC encontraram maior declínio da acidez, enquanto os frutos embalados com PP o declínio foi menor, comportamento semelhante encontrado por Yantarosri et al (1995) utilizando filme PVC como revestimento de manga 'Nam Dork Mai'.

A acidez titulável (AT) dos frutos de todos os tratamentos diminui significativamente após o décimo quarto dia para os frutos armazenados a temperatura de 12, 14 e 27,5°C, conforme apresentado na Figura 20 e Tabela 4.33. Ao avanço do período de armazenamento a acidez dos frutos apresentou um decréscimo de aproximadamente 50 % do valor inicial, e a temperatura 10°C apresentou um decréscimo mais uniforme que as demais.

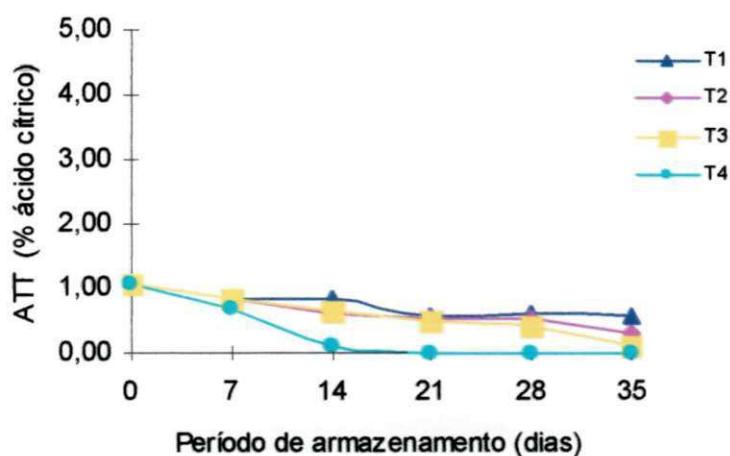


Figura 4.14 - Comportamento da acidez para os diferentes tratamentos e temperaturas associado ao período de armazenamento

Tabela 4.33 – Valores médios da acidez para interação temperatura x período de armazenamento

		Acidez (% ácido cítrico)					
		Tempo (dias)					
Temperatura		0	7	14	21	28	35
T		1,07aA	0,84 aABC	0,86 aAB	0,56 aD	0,63 aBCD	0,58 aCD
T ₂		1,07aA	0,833 aAB	0,63 bBC	0,54 aCD	0,54 aCD	0,30 bD
T ₃		1,07aA	0,86 aAB	0,65 abBC	0,50 aC	0,42 aC	0,10 bcD
T ₄		1,07aA	0,69 aB	0,12 cC	0,00 bC	0,00 bC	0,00 cC

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o

Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 0,23 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 0,26 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Os frutos armazenados a temperatura de 10°C diminuíram a acidez de 1,07 a 0,58 (% ácido cítrico) após 35 dias de armazenamento, de 1,07 a 0,30 e 0,10 (% ácido cítrico) após 35 dias de armazenamento a 12 e 14°C. Comportamento semelhante observado por O' Hare (1995) ao avaliar o efeito da temperatura na qualidade e composição de mangas 'Kensington'; por Jerônimo (2000) armazenando a 'Palmer' em diferentes embalagens nas temperaturas de 13° e 24°C; e por Silva et al. (1986) em mangas brasileiras das variedades 'Rosa', 'Coité', 'Jasmin', Espada e 'Itamaracá', nos estágios 'de vez' e 'maduro'.

Para vários autores a variação da acidez pode ser um indicativo do estágio de maturação do fruto, já que o teor de ácido orgânico diminui com o amadurecimento devido à utilização no Ciclo de Krebs, durante o processo respiratório e nas reações de síntese de novos compostos, comportamento este observado para frutos como acerola, manga e uva, entre outros.

4.1.1.9 pH

Os dados da análise de variância apresentam efeito significativo dos fatores temperatura e período de armazenamento, bem como as interações temperatura x período de armazenamento e tratamento x período de armazenamento. A análise de regressão indicou efeito quadrático, e cúbico ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 4.34) cuja representação gráfica encontra-se na figura 4.15.

Tabela 4.34 – Análise de variância do pH para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.

Fonte de variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Temperatura	3	248,59	82,86	121,11**
Tratamento	2	1,14	0,57	0,83 ns
Período de armazenamento	5	156,50	31,30	45,75**
Temperatura x tratamento	6	9,73	1,62	2,37*
Temperatura x período de armaz.	15	198,09	13,21	19,30**
Tratamento x Período de armaz.	10	21,83	2,18	3,19**
Temperatura x tratamento x período de armaz.	30	53,45	1,78	2,60**
Resíduo	216	147,79	0,68	
CV (%)		31,58		
Regressão quadrática	1	16,70	16,70	37,10**
Regressão cúbica	1	9,84	9,84	21,86**

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade S.Q. – Soma dos Quadrados Q.M. – Quadrado médio

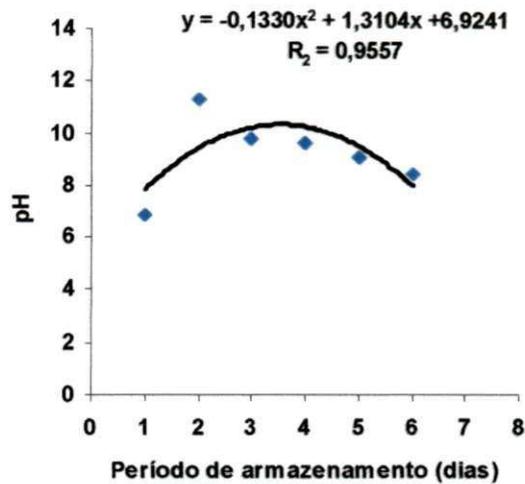


Figura 4.15 – Curva de regressão quadrática do pH da manga Espada

Tabela 4.35 – Comparação entre as médias do pH para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo

Média de temperatura	Média de tratamento	Tempo (dias)	Média de tempo
T ₁ 3,37 a	EPVC 2,53 a	0	1,44 d
T ₂ 3,01 b	PP 2,64 a	7	3,86 a
T ₃ 3,07 ab	SE 2,68 a	14	2,91 b
T ₄ 1,03 c		21	2,81 b
		28	2,51 bc
		35	2,19 c

DMS1 = 0,36

DMS2 = 0,28

DMS3 = 0,49

MG=2,62

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

T₁ - 10°C

T₂ - 12°C

T₃ - 14°C

T₄ - 27,5°C

EPVC – Embalagem PVC

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

Os valores médios do pH para interação temperatura x tratamento Tabela 4.36 apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade para os frutos tratados com filme PVC a todas as temperaturas de armazenamento.

Tabela 4.36 – Valores médios do pH para interação temperatura x tratamento

pH			
Tratamento (embalagem)			
Temperatura	EPVC	PP	SE
T	3,47 aA	3,30 aA	3,35 aA
T ₂	2,58 bB	3,19 aA	3,27 aA
T ₃	3,19 abA	2,83 aA	3,17 aA
T ₄	0,90 cA	1,24 bA	0,95 bA

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

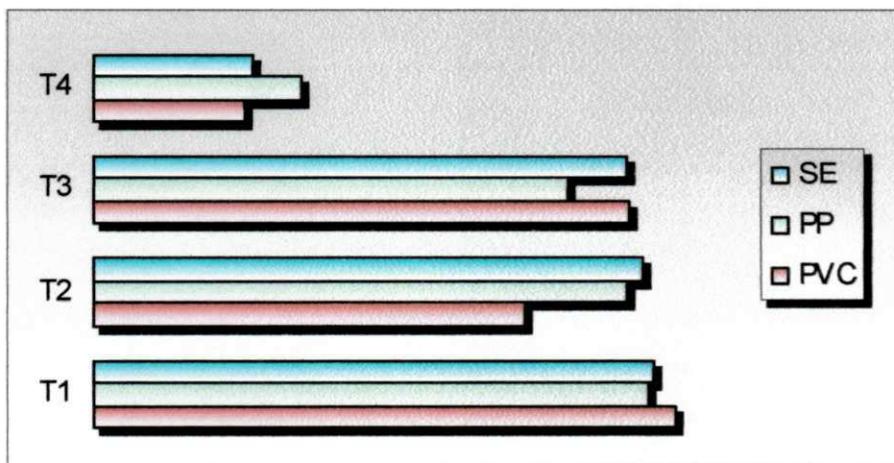
EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 0,6179 (letras minúsculas)

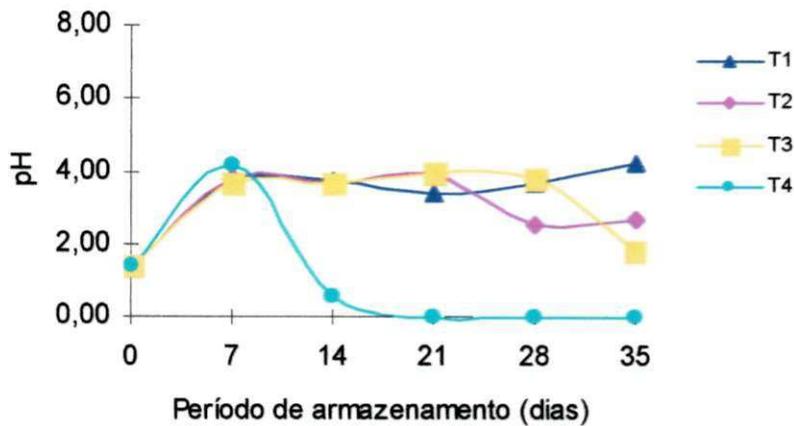
DMS/linhas = 0,5631 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

(a)



(b)



(c)

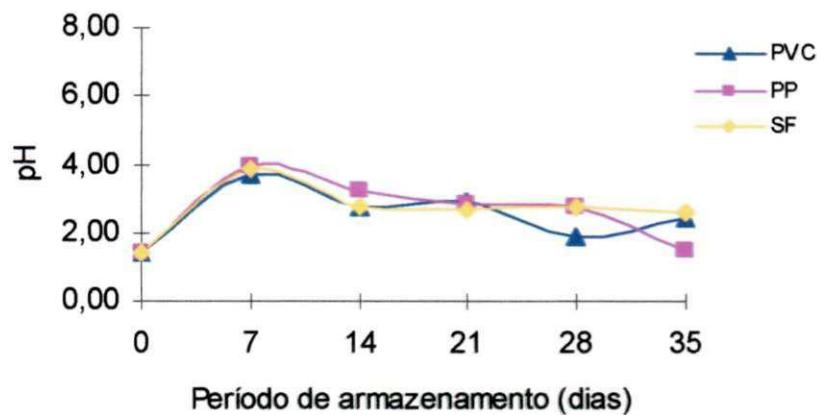


Figura 4.16 (a), (b) e (c) - Comportamento do pH para os diferentes tratamentos e temperaturas associado ao período de armazenamento

Conforme Figura 4.16 (a), (b) e (c) os frutos embalados com filme PVC a temperatura de 10°C apresentaram maior aumento do valor do pH até o período final de armazenamento quando comparados com os demais. Os frutos no sétimo dia de armazenagem apresentaram um pico de crescimento do valor de pH, seguidos por um decréscimo.

Tabela 4.37 – Valores médios do pH para interação temperatura x período de armazenamento

Temperatura	pH					
	Tempo (dias)					
	0	7	14	21	28	35
T	1,44 aB	3,76 aA	3,72 aA	3,41 aA	3,67 aA	4,25 aA
T ₂	1,44 aC	3,79 aA	3,69 aA	3,89 aA	2,55 bB	2,71 bB
T ₃	1,44 aB	3,69 aA	3,71 aA	3,94 aA	3,81 aA	1,81 cB
T ₄	1,44 aB	4,20 aA	0,53 bBC	0,00 b	0,00 cC	0,00 dC

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 0,87 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 0,97 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Em se tratando de temperatura de armazenagem os frutos diferem estatisticamente entre si após o décimo quarto dia de armazenagem a temperatura ambiente 27,5°C e após o vigésimo primeiro dia a 12°C. Nos frutos a temperatura de 10, 12, 14°C apresentaram uma variação do pH de 1,44 a 4,25; 2,71 e 1,81; respectivamente. O valor máximo encontrado para os frutos embalados com filme PVC estão dentro do limite encontrado por Cardello e Cardello (1998) em mangas Haden (4,5), por Silva et al. (1986) em mangas brasileiras das variedades Rosa, Coité, Jasmin, Espada e Itamaracá, nos estágios 'de vez' e 'maduro' valores de pH compreendidos entre 2,8 a 4,4 e por Brunini et al. (2002), em estudos sobre as alterações em polpa congelada de manga 'Tommy Atkins', uma variação de 4,04 a 4,38.

Tabela 4.38 – Valores médios do pH para interação tratamento x período de armazenamento

Tratamento	pH					
	Tempo (dias)					
	0	7	14	21	28	35
EPVC	1,44 aD	3,73 aA	2,76 aBC	2,90 aAB	1,94 bCD	2,45 aBC
PP	1,44 aC	3,98 aA	3,24 aAB	2,88 aB	2,81 aB	1,51 bC
SE	1,44 aC	3,86 aA	2,75 aB	2,66 aB	2,78 aB	2,62 aB

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 0,69 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 0,84 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Para a interação tratamento x período de armazenamento os frutos embalados com filme PVC e SE - testemunha apresentaram após os 35 dias de armazenagem um aumento médio de 58,78e 54,96%, respectivamente do valor inicial do pH, comportamento semelhante observado por Rocha et al. (2001) quando observou que o pH aumenta com o avanço da maturação.

4.1.1.10 Relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável ou ratio

Os dados da análise de variância mostrar efeito significativo do fator temperatura, bem como da interação temperatura x período de armazenamento a nível de 1% de probabilidade pelo Teste de Tukey (Tabela 4.39).

Tabela 4.39 – Análise de variância do SS/ATT - Ratio para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento.

Fonte de variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Temperatura	3	19013,39	6337,80	13,52**
Tratamento	2	1917,22	958,61	2,05 ns
Período de armazenamento	5	4458,32	891,66	1,90 ns
Temperatura x tratamento	6	2932,00	488,67	1,04 ns
Temperatura x período de armazen.	15	29.32,00	1702,37	3,63 **
Tratamento x Período de armazen.	10	4268,44	426,84	0,91 ns
Temperatura x tratamento x período de armazen.	30	13571,24	452,37	0,97 ns
Resíduo	216	101239,68	468,70	
CV (%)		107,16		

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade S.Q. – Soma dos Quadrados Q.M. – Quadrado médio

Tabela 4.40 – Comparação entre as médias SS/ATT - Ratio para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo.

Média de temperatura	Média de tratamento	Tempo (dias)	Média de tempo
T ₁ 23,28 a	EPVC 19,90 a	0	13,84 b
T ₂ 26,77 a	PP 17,20 a	7	21,46 ab
T ₃ 24,46 a	SE 23,50 a	14	27,00 a
T ₄ 6,30 b		21	20,06 ab
		28	20,73 ab
		35	18,13 ab
DMS1 =9,34	DMS2 = 7,37	DMS3 =12,70	MG=20.20363

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

T₁ - 10°CT₂ - 12°CT₃ - 14°CT₄ - 27,5°C

EPVC – Embalagem PVC

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

Comparando os valores médios obtidos para o SS/ATT - Ratio, verificou-se que o tratamento com SE – testemunha, foi mais eficiente, seguido pelo com filme PVC e PP (Tabela 4.40). Ao décimo quarto dia os frutos apresentaram diferença significativa entre as temperaturas de armazenamento.

Tabela 4.41 – Valores médios do SS/ATT - Ratio para interação temperatura x tratamento

		Ratio					
		Tempo (dias)					
Temperatura		0	7	14	21	28	35
T		13,84 aA	19,57 aB	22,38 bcA	25,85 aA	23,13 aA	34,93 aA
T ₂		13,84 aB	21,77 aB	59,06 aA	28,05 aB	28,12 aB	9,77 bcB
T ₃		13,84 aA	20,56 aA	26,57 bA	26,32 aA	31,68 aA	27,81 abA
T ₄		13,84 aA	23,95 aA	0,00 cA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 cA

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 22,87 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 25,40 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Os frutos a temperatura de 10°C apresentaram uma variação no valor da relação SS/ATT de 13,84 a 34,93 o que representa um aumento de 39,62% aos 35 dias de armazenamento, comportamento semelhante obtido por Pfaffenbach et al. (2003) ao armazenar manga sob refrigeração e atmosfera modificada.

De acordo com Salles e Tavares (1999) e por Moraes et al., (2000) geralmente os valores podem variar em função do estágio de maturação,

4.1.1.11 Teor de vitamina C

Pela análise de variância para a vitamina C, verifica-se que houve diferença significativa durante todo o período de armazenamento para os fatores temperatura, período de armazenamento e tratamento, bem como para a interação entre estes, para $p < 0,01$ pelo teste t. O desdobramento da análise de regressão indicou efeito quadrático ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 4.42) cuja representação gráfica encontra-se na figura 4.17.

Tabela 4.42 – Análise de variância da vitamina C para diferentes temperaturas, tratamentos em função do período de armazenamento

Fonte de variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	F
Temperatura	3	10203,94	3401,31	142,63**
Tratamento	2	522,74	261,37	10,96**
Período de armazenamento	5	9103,72	1820,74	76,35**
Temperatura x tratamento	6	2129,34	354,89	14,88**
Temperatura x período de armazen.	15	6170,95	411,40	17,25**
Tratamento x Período de armazen.	10	5609,42	560,94	23,52**
Temperatura x tratamento x período de armazen.	30	9946,70	331,56	13,90**
Resíduo	216	5151,02	23,85	
CV (%)		39,65		
Regressão quadrática	1	323,51	323,51	13,60**

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

G.L. – Grau de liberdade S.Q. – Soma dos Quadrados Q.M. – Quadrado médio

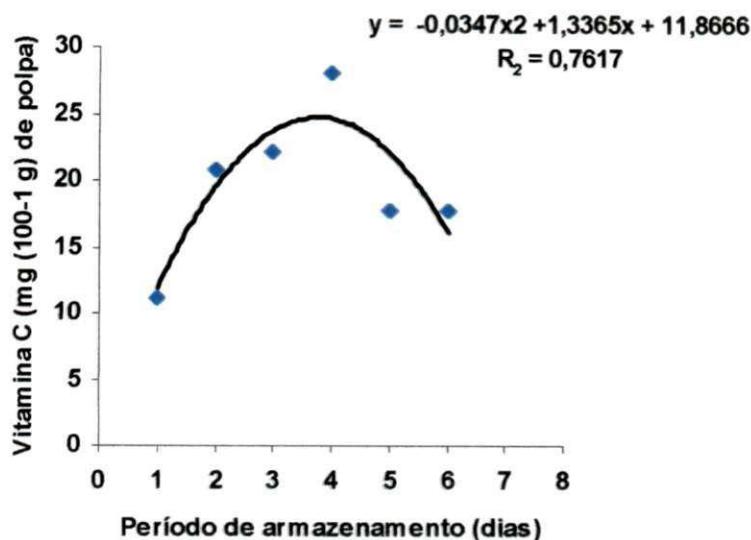


Figura 4.17 – Curva de regressão quadrática da vitamina C da manga Espada

A análise dos resultados da variável vitamina C, apresentados na Tabela 4.43, mostra que esta variável apresentou, durante o período de armazenamento, oscilações significativas entre os valores iniciais e finais, para os tratamentos filme PVC e PP.

Tabela 4.43 – Comparação entre as médias do teor de vitamina C (mg/100g de polpa) para as diferentes temperaturas, diferentes tratamentos e diferentes períodos de tempo

	Média de temperatura	Média de tratamento	Tempo (dias)	Média de tempo	
T ₁	16,72 a	EPVC	11,133 b	0	3,74 e
T ₂	16,30 a	PP	14,20 a	7	13,02 bc
T ₃	14,09b	SE	11,62 b	14	14,71 b
T ₄	2,15 c			21	22,28 a
				28	9,49 d
				35	10,66 cd
DMS1 = 2,06		DMS2 = 1,66		DMS3 = 2,87	MG=12.31677

Observação: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

T₁ - 10°C

T₂ - 12°C

T₃ - 14°C

T₄ - 27,5°C

EPVC – Embalagem PVC

PP – Plástico perfurado

SE – Sem embalagem

Aplicando o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 4.43) nota-se que não existe diferença estatística entre as temperaturas de 10 e 12°C, nem entre os tratamentos EPVC e SE – testemunha.

A vitamina C variou durante ao 35° dias de armazenamento em todas as temperaturas e tratamentos, o que pode ser observado na Tabela 4.44, 4.45 e 4.46.

Tabela 4.44 – Valores médios da vitamina C para interação temperatura x tratamento

Vitamina C (mg vitamina C/ 100 g amostra)			
Tratamento (embalagem)			
Temperatura	EPVC	PP	SE
T	16,27 aB	20,03 aA	13,88 aB
T ₂	11,62 bB	23,26 aA	14,02 aB
T ₃	15,50 aA	11,01 bB	15,76 aA
T ₄	1,14 cA	2,51 cA	2,81 bA

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 3,65 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 3,33 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Tabela 4.45 – Valores médios de vitamina C para interação temperatura x período de armazenamento

Vitamina C (mg vitamina C/ 100 g amostra)						
Tempo (dias)						
Temperatura	0	7	14	21	28	35
T	3,74 aD	15,70 abC	16,53 bBC	30,77 abA	12,09 aC	21,52 aB
T ₂	3,74 aD	18,14 aB	23,69 aB	32,68 aA	10,86 aC	8,67 bCD
T ₃	3,74 aC	11,70 bcB	15,98 bB	25,65 bA	15,03 aB	12,45 bB
T ₄	3,74 aAB	6,54 cA	2,64 cAB	0,00 cB	0,00 bB	0,00 cB

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 5,16 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 5,73 (letras maiúsculas)

DMS – desvio mínimo significativo

Tabela 4.46 – Valores médios de vitamina C para interação tratamento x período de armazenamento

Vitamina C (mg vitamina C/ 100 g amostra)						
Tempo (dias)						
Tratamento	0	7	14	21	28	35
EPVC	3,74 aD	12,05 bBC	13,17 bB	24,04 aA	7,32 bCD	6,47 bD
PP	3,74 aD	18,56 aB	21,96 aAB	24,96 aA	12,52 aC	3,47 bD
SE	3,74 aC	8,44 bBC	9,01 cB	17,83 bA	8,64 abBC	22,03 aA

OBS.: Médias de 4 repetições

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

EPVC – Filme plástico PVC PP – Plástico perfurado SE – Sem embalagem

DMS/colunas = 4,07 (letras minúsculas)

DMS/linhas = 4,96 (letras maiúsculas)

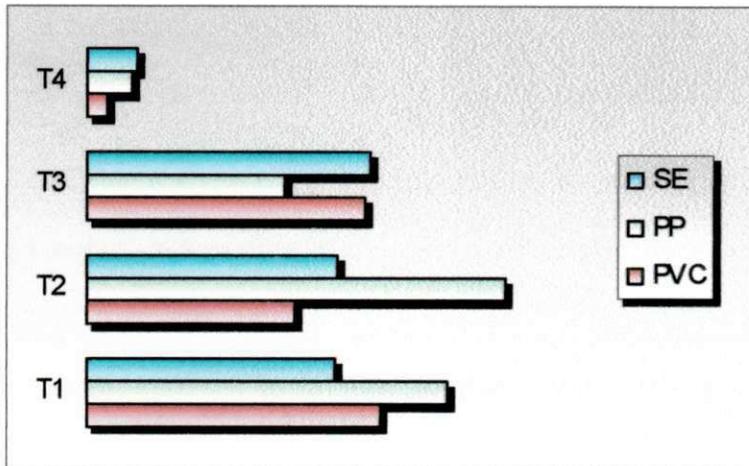
DMS – desvio mínimo significativo

Os frutos tratados com filme PVC apresentam valores médios de vitamina C que diferem estatisticamente entre si, para os frutos armazenados a 12 e 27,5°C; em se tratando de frutos embalados com plástico perfurado diferem estatisticamente a temperatura de 14 e 27,5°C (ambiente), já os frutos SE - testemunha diferem apenas os armazenados a temperatura ambiente, conforme Figura 4.18 (a), (b) e (c).

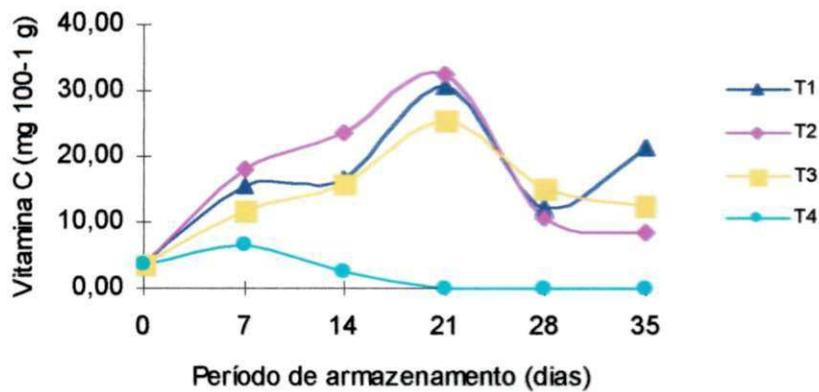
A temperatura de 10°C os frutos apresentam diferença significativa em nível de 5% de probabilidade pelo teste t em todo o período de armazenamento, comportamento

semelhante observado para os frutos ao sétimo dia de armazenagem, os quais diferem estatisticamente entre todos os tratamentos.

(a)



(b)



(c)

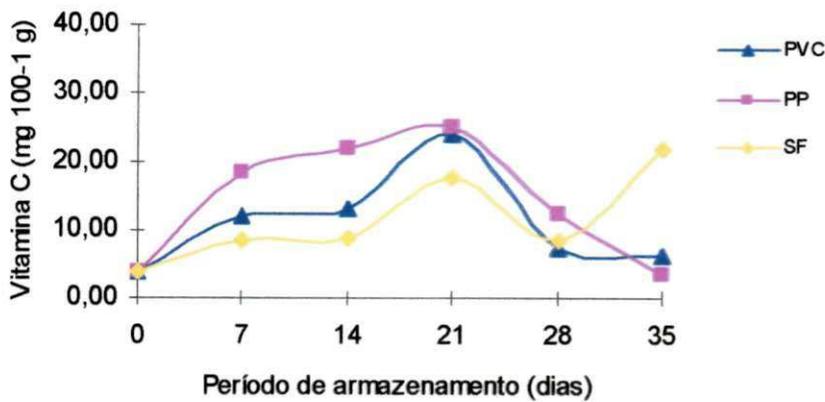


Figura 4.18 (a), (b) e (c) - Comportamento da vitamina C para os diferentes tratamentos e temperaturas associado ao período de armazenamento

O teor de vitamina C apresenta crescimento médio 87,41% até o 21º dia, seguido por um decréscimo médio significativo 52,15% até os 35 dias de armazenamento. Comportamento semelhante obtidos por Lima (1997) quando armazenadas durante 28 dias sob temperatura de $12 \pm 2^\circ\text{C}$ mangas 'Tommy Atkins', concentrações de vitamina C variando de 47,9 a 9,3 mg 100⁻¹ g de polpa; por Evangelista (1999) em mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob refrigeração, aumento no teor de vitamina C do início do armazenamento (52,33 mg 100⁻¹ g) ao 28º dia (98,98 mg 100⁻¹ g), seguido de diminuição no 35º dia (92,43 mg 100⁻¹ g) e por Silva et al. (1986) para mangas brasileiras das variedades Rosa, Coité, Jasmin, Espada e Itamaracá, nos estágios 'de vez' e 'maduro' valores de vitamina C compreendidos entre 68,28 e 5,48 mg 100⁻¹ g.

Yamashita et al. (2001), ao armazenar individualmente em filme plástico (PVC) encontraram valores iniciais de vitamina C para manga 'Tommy Atkins', 36 ± 2 mg /100g e após 28 dias de armazenamento os frutos apresentaram teores de 22 ± 7 mg 100⁻¹ g e 19 ± 5 mg 100⁻¹ g, no controle e embalados, respectivamente.

Segundo (Dhillon et al., 1987; Esteves et al., 1984; Vazquez-Ochoa & Colinas-Leon, 1990) citados por Cavalini, (2004), durante o amadurecimento o teor de vitamina C aumenta no fruto durante os estágios iniciais de desenvolvimento até a maturação total e, quando excessivamente maduro, o conteúdo diminui significativamente. Vários autores encontraram

diminuição da vitamina C durante o amadurecimento de mangas, de diferentes variedades (Cardello, 1998).

5 CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos e discutidos, pode-se concluir que:

1. A manga Espada apresentou quanto ao rendimento médio (casca, caroço e polpa) valores superiores aos obtidos para outras variedades de manga estudadas por outros autores.
2. A firmeza da manga foi melhor retardada pelo tratamento FPVC a temperatura de 14 °C.
3. Os frutos embalados com Filme PVC (FPVC) a 10 °C obtiveram maior percentual de açúcares redutores, pH e maior índice de retardamento da cor amarelo para laranja presente na da polpa da manga.
4. O tratamento FPVC (filme PVC) a temperatura de 12 °C, proporcionou maior redução da perda de massa fresca e manutenção por um tempo maior da cor verde para amarelo presente na casca da manga.
5. A embalagem plástica perfurada (PP) foi a que manteve o maior teor de vitamina C das mangas acondicionadas em atmosfera modificada a temperatura de 12 °C.
6. O armazenamento da manga Espada a temperatura de 10 °C e UR 76-85%, acondicionada em embalagem FPVC foi o melhor tratamento, pois manteve as características físicas, sensoriais, nutricionais e físico-químicas destes frutos, no período de 14 a 21 de armazenagem, aceitáveis pelos consumidores.
7. A associação atmosfera modificada e temperaturas de refrigeração não obtiveram significância para as determinações sólidos solúveis totais, acidez total titulável e ratio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. (Washington, DC) Official Methods as Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. Washington DC: 1992. 1115p.

ALVES, R. M. V.; SIGRIST, J. M.; PADULA, M. Atmosfera modificada em mangas 'Tommy Atkins'. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v.20, n.2, p.220-228, ago, 1998.

ALVES, R.E. Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.): fisiologia da maturação e armazenamento refrigerado sob atmosfera modificada. 1993. 99p.

ARRUDA, M.C. Processamento mínimo de melão rendilhado: tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. Piracicaba: USP, 2002, 71p. Dissertação Mestrado

AWAD, M. Fisiologia pós-colheita de frutos. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

AZZOLINI, M. Fisiologia pós-colheita de goiaba 'Pedro Sato': estágio de maturação e padrão respiratório. Piracicaba: USP, 2002, 100p. Dissertação Mestrado

BALDWIN, E.A., BURNS, J.K., KAZOKAS, W., et al. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, v.17, n.3, p.215-226, 1999.

BENDER, A.E. Food processing and nutrition. London: Academic Press, 1978. 243p.

BERNADES-SILVA, A.P.F.; LAJOLO, F.M.; CORDENUNSI, B.R. Evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.23, 2003.

BERNIZ, P.J. Avaliação industrial de variedades de manga (*Mangifera indica* L.) para elaboração de néctar. Viçosa, MG: UFV, 1984. 55p. Dissertação Mestrado

BLEINROTH, E.W. Colheita e beneficiamento. In: Gongatti Neto, A.; et al., Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, 1996. cap 2, p. 12-23 (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 20)

BLEINROTH, E.W. Recomendações para armazenamento de frutas. In: Curso de pós-colheita e armazenamento de frutas. Campinas: ITAL, Cap.13, p.58, 1981.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº 33, de 13 de janeiro de 1998. Tabela de Ingestão Diária Recomendada IDR. Diário Oficial da união de 16 de janeiro de 1998. Seção 1, pt 1.

BRINSON, K.; DEY, P.M.; JOHN, M.A.; PRIDHAM, J.B. Post-harvest changes in *Mangifera indica* mesocarp cell walls and cytoplasmic polysaccharides. Phytochemistry, Elmsford, v.27, n.3, p.719-723, Feb. 1988.

BRODY, A.L. Envasado de alimentos em atmosferas controladas, modificadas y vacío. Zaragoza: Acribia, 1996, 200p.

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

CABRAL, A.C.D. et al. Embalagens de produtos alimentícios. Piracicaba: FEALQ, 1983. 338p.

CAMPBELL, C.A.; HUBER, D.J.; KOCH, K.E. Postharvest changes in sugars, acids, and color of carambola fruit at various temperatures. HortScience, Alexandria, v.24, n.3, p.472-475, 1989.

CARDELLO, H.M.A.B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas: ITAL, v.18, n.2, p.211-217, 1998.

CARVALHO, H.A.; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; CARVALHO, H.S. Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v.25, n.3, p 605-615, 2001.

CAVALINI, F.C. Índice de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas 'Kamugai' e 'Paluma'. Piracicaba: USP, 2004. 68p. Dissertação Mestrado

CECCHI, H.M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2ªed.rev., Editora UNICAMP, Campinas, 2003, 207p.

CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças. Lavras: FAEPE, 1990, 320p.

CHITARRA, A.B.; SILVA, J.M.da. Effect of modified atmosphere on internal browning of 'Smooth Cayenne' pineapples. *Acta Horticulturae*, Brugge, n.485, p.89-90, 1999.

CIABOTTI, E.D. Alterações das propriedades físico-químicas do suco de maracujá (*Passiflora edulis* L. flavicarpa Deg.) para diferentes técnicas de congelamento inicial, ao longo do período de armazenagem frigorificada. Campina Grande: UFPB, 107p. 2000. Dissertação Mestrado

COCOZZA, F.D.M. Maturação e conservação de manga 'Tommy Atkins' submetida à aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno. Campinas: UNICAMP, 2003, 198p. Tese Doutorado

COSTA, J.G; SANTIAGO, C.A.F. Principais cultivares de manga para as condições do Vale do São Francisco. Embrapa Semi-Árida – Sistema de produção. ISSN 1807-0027 versão eletrônica, 2002.

DONADIO, L.C. Variedades de mangueira. In: São José, A. R. Manga – produção e comercialização. Vitória da Conquista, BA: DFZ: UESB, p.32-56, 1996.

EVANGELISTA, R.M.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Mudanças na ultra-estrutura da parede celular de mangas 'Tommy Atkins' tratadas com cloreto de cálcio na pré-colheita. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, n.1, p. 254-257, 2002.

EXAMA, A.; ARUL, J.; LENCKI, Z.L. Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. Journal of Food Science, Chicago, v.58, n.6, p.1365-1370. 1993.

FERREIRA, J.C., CAVALCANTI-MATA, M.E.R.M.; BRAGA, M.E.D. Cinética de congelamento de polpa de umbu a duas temperaturas criogênicas In: Congresso Latinoamericana Y Del Caribe de Ingenieria Agrícola, 2000, Iraouato. Anais..., 2000, CD Rom.

FILGUEIRAS, H.A.C.; CHITARRA, M.I.F. Influência da embalagem e temperatura de armazenamento sobre os teores de compostos fenólicos em ameixa roxa Delfim Moreira. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.23, n.1, p.63-74, 1988.

FONSECA, H.; NOGUEIRA, J.N.; MARCONDES, A.M.S. Teor de ácido ascórbico e betacaroteno em frutas e hortaliças brasileiras. Separata de Archivos Latinoamericanos de Nutrition, Caracas, v.19, n.1, p.9-16, 1969.

GONÇALVES, N.B. Caracterização física e química dos frutos de Cultivares de Mangueira (*Mangifera indica* L.). Ciências e Agrotecnologia, Lavras, v.22, n.1, p.72-78, 1998.

GONZAGA NETO, L; CRISTO, A.S.; CHOUDHURY, M.M. Conservação pós-colheita de frutos de goiabeira, variedade 'Paluma'. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.1, p.1-6, 1999.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G., FÉLIX, L., GARDEA, A. et al. Low oxygen treatment before storage in normal or modified atmosphere packaging of mangoes to extend shelf life. Journal of Food Science and Technology, Oxford, v.34, n.5, p.399-404, 1997.

HENZ, G.P.; SILVA, C. Conservação de frutos de berinjela cv. Ciça através de refrigeração e embalagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.2, p.157-162, 1995.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3 ed. São Paulo, v.1, p.53, 1985.

ITAL, Manga – da cultura ao processamento e comercialização. Campina, 1981, 399p. (Frutas Tropicais 8)

JERÔNIMO, E.M. Efeito do uso de embalagens associadas a armazenamento sob refrigeração, na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' e 'Palmer'. Jaboticabal, UFP, 121, 2000. Dissertação Mestrado

JERÔNIMO, E.M.; KANESIRO, M.A.B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade da manga 'Palmer'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.22, n.2, p 237-243, 2000.

JOHNSTON, J.W., HEWETT, E.W.; HERTOOG, M.L.A.T.M., HAKER, R. Temperature induces differential softening responses in apple cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.23, n.2, p.185-196, 2001.

KETSA, S.; DAENKANIT, T. Firmness and activities of polygalacturonase, pectinesterase, b-galactosidase and cellulase in ripening durian harvested at different stages of maturity. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.80, n.3-4, p.181-188, 1999.

KHADER, S.E.S.A. Effect of gibberellic acid and vapor gard on ripening, amylase and peroxidase activities and quality of mango fruits during mango. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.67, n.6, p.855-860, 1992.

KLUGE, R.A., JACAMINO, A.P., OJEDA, R M., BRACKMANN, A. Inibição do amadurecimento de abacate com 1-metilciclopropeno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.7, p.895-901, Jul 2002.

LAKSHIMINARAYANA, S. Mango. In: NAGY, S. SHAW P.E. Tropical and subtropical fruits. Westport: AVI. Publishers, p 184-257, 1985.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. Atmosfera modificada e controlada: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia: EMBRAPA-CNPq, 2000. 34p.

LEDERMAN, I.E. Determinação do ponto de colheita da manga cv. Tommy Atkins, para a região semi-árida de Pernambuco. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v.20, n.2, p.145-151, 1998.

LIMA, L.C.O. Tecido esponjoso em manga 'Tommy Atkins': Transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento.. Universidade Federal de Lavras. 151p. 1997. Tese Doutorado

LIMA, M.A.C. Alterações bioquímicas e fisiológicas durante a maturação e o armazenamento de graviola sob refrigeração associada a 1-metilciclopropeno e cera. Fortaleza: UFC, 196p. 2002. Tese Doutorado

LIMA, M.A.C. de. Desenvolvimento, maturação e armazenamento refrigerado de uva 'Itália' sob a influência do cálcio. Fortaleza: UFC, 121p. 1998. Dissertação Mestrado

LUCAFÓ, B. H. S.; BOTEON, M. Potencial da manga brasileira no mercado internacional. Congresso internacional de economia e gestão de negócios agroalimentares, 3, Ribeirão Preto:PENSA/FEA/USP, 2001. CD-ROM

MACIEL, M.I.S.; GUERRA, N.B.; TAVARES, M.O.C. Ensaio preliminar sobre a Manga (*Mangifera indica* L.). Disponível em: www.ruralnet.com.br. Acesso em: 21 de set. 2004.

MAGALHÃES, M.M.; BARROS, R.S.; FINGER, F.L. Changes in structural carbohydrates in developing fruit of *Myrciaria jaboticaba*. *Scientia Horticulturae*, Netherlands, v.66, n.66, p.17-22, 1996.

MEDINA, J.C. BLEINROTH, E.W., DE MARTIN, L.J. Manga – da cultura ao processamento e comercialização. Série Frutas Tropicais. Campinas:ITAL, n.8, 1981. 399p.

MEDLICOTT, A.P., SEMPLE, A.J., THOMPSON, A.J. et al. Measurement of colour changes in ripening bananas and mangoes by instrumental, chemical and visual assessments. Tropical Agriculture, Trinidad, v.69, n.2, p.161-166, Apr. 1992.

MEDLICOTT, A.P.; REYNOLDS, S.B.; THOMPSON, A.K. Effects of temperature on the ripening of mango fruit (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, v.37, n.5, p.469-474, 1986.

MEDLICOTT, A.P.; SIGRIST, J.M.; SY, O. Ripening of mangoes following low temperature storage. Journal of American Society of Horticultural Science, Alexandria, v.153, p.430-434, 1990.

MELO NETO, M.L. de. Utilização de embalagens plásticas e refrigeração na conservação da manga (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal, v.21, n.2, p.160-165, 1999.

MERCADO-RUIZ, J.N. Calidad y comportamiento postcosecha del mango (*Mangifera indica* L.) cv. 'Kent' empacado em bolsas de PEBD. Revista Ibero-Americana Tecnologia Postcosecha, Hermosillo, v.4, n.1, p.38-45, 2001.

MILLER, W.R. SPALDING, D.H.; HALE, P.W., DAVIS, P. Quality and decay of mango fruit wrapped in heat-shrinkable film. HortScience, Alexandria, v.18, n.6, p.957-958, 1983.

MILLER, W.R.; SPALDING, D.H.; HALE, P.W. Film wrapping mangoes at advancing stages of postharvest ripening. Tropical Science, London, v.26, n.1, p.9-17, 1986.

MITRA, S.K.; BALDWIN, E.A. Mango In: MITRA, S.K. Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. New York: CAB International, p.85-122, 1997.

MORAES, D.M.; PUSHMANN, R.; LOPES, N. F. Respiração e desenvolvimento de mangueira cv. Ubá. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 22, n.especial, p.37-41, 2000.

MOSCA, J.L. Estudos de maturação e práticas pós-colheita para conservação de frutos de anonáceas *in natura*. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1996. 6p. (Relatório Técnico Parcial ao FUNDECI/BNB).

NANDA, S.; RAO, D.V.S.; KRISNAMURTHY, S. Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv. Ganesh. Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, v.22, n.1, p.61-69, 2001.

O'HARE, T.J. Effect of ripening temperature on quality and compositional changes of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Kensington. Australian Journal of Experimental Agricultural, Victoria, v.35, n.2, p.259-63, 1995.

PARIASCA, J.A.T. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) and controlled atmosphere (CA) storage on the quality of snow pea pods (*Pisum sativum* L. var. *saccharatum*). Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, v.21, n.2, p.213-223, 2000.

PEACOCK, B.C. et al. Influence of harvest maturity of mangoes on storage potential and ripe fruit quality. ASEAN Food Journal, Kuala Lumpur, v.2, n.1, p.99-103, 1986.

PFAFFENBACH, L.B.; CASTRO, J.V.; CARVALHO, C.R.L.; ROSSETTO, C.J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.25, n.3, 2003.

PINA, M.G.M., MAIA, G. A., SOUSA FILHO, M. de S. M. de., et al. Processamento e conservação de manga por métodos combinados. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.25, n.1,p. 63-66, 2003.

PINTO, A.C.Q. Capa: A produção, o consumo e a qualidade da manga no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.24, n.3, p.597-599, 2002.

PINTO, A.C.Q. Utilização do caráter nanismo na eficiência do melhoramento e da produção de manga. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 13, 1994. Salvador, Resumos... Salvador: SBF, v.2, p.735-736, 1994

PINTO, A.C.Q. Utilização do caráter nanismo na eficiência do melhoramento e da produção de manga. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 13, 1994. Salvador, Resumo... Salvador: SBF, v.2, p.735-736, 1994.

RAMOS, V.H.V. Conservação pós-colheita da manga por meio do tratamento químico, da embalagem plástica e da cera associados a hidrotermia e refrigeração. Jaboticabal, UFP, 1994. 179p. Tese de Doutorado.

REZENDE, J.M.; VILAS BOAS, E.V.B.; CHITARRA, M.I.F. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita do maracujá amarelo. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.25, n.1, p.159-168, 2001.

RIBEIRO, C.de F.A. Métodos combinados de desidratação osmótica e secagem para conservação de manga Tommy Atkins. Campina Grande: UFCG, 2004 84p. Dissertação Mestrado

ROCHA, R.H.C., MENEZES, J. B., MORAIS, E. A. de, et al; Uso de índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'Tommy Atkins'. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.23, n.2, p.302-305, 2001.

RODOV, V. Effect of combined application of heat treatments and plastic packaging on keeping quality of 'Oroblanco' fruit (*Citrus grandis* L.x *C. paradise* Macf.). Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, v.20, n.3, p.287-294, 2000.

SAFTNER, R.A. The potential of fruit coating and film treatments for improving the storage and shelf-life qualities of 'Gala' and 'Golden Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.124, n.6, p.682-689, 1999.

SALLES, J.R.J.; TAVARES, J.C. Vida útil pós-colheita de manga (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins): Influência da temperatura e do estágio de maturação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.21, n.2, p.171-176, 1999.

SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. Postharvest biotechnology of fruits. Boca Raton: CRC Press. v.1, p.77-93, 1984.

SAMPAIO, J.M.M. Características gerais de algumas cultivares e tipo de mangueira no Brasil. In: SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGUEIRA, 1, Jaboticabal 1980 Resumos... Jaboticabal: UNESP, 1980, p.35-50.

SANKAT, C.K.; BISSOON, K.; MAHARAJ, R. Ripening quality of Julie mangoes stored at low temperatures. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.368, p.712-722, 1994.

SANTOS, C.N.P. Elaboração de um estudo de polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins) parcialmente desidratada por osmose. Campinas, SP: UNICAMP. 2003, 75p. Dissertação Mestrado

SHELLIE, K.C. Muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit ripening and postharvest quality after a preharvest spray of aminoethoxyvinylglycine. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 17, n.1, p.55-62, Sept. 1999.

SIGRIST, J.M.M. Respiração. In: BLEINROTH, E.W. ed. – Colheita de frutos e hortaliças. Campinas: ITAL, 1992, p.21-27.

SILVA, A. P. F. B. Perfil de carboidratos de diferentes cultivares de manga durante o desenvolvimento e amadurecimento. Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP, São Paulo. 52p. 2000. Dissertação Mestrado

SILVA, C.R. de R., FONSECA, E.B. A., MOREIRA, M.A., A cultura da mangueira, http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_24.pdf 06 Agosto 2004.

SILVA, F.A.S.E. the ASSISTAT sotware: statical assistente. In: Internacional Conference on Computers in Agriculture, 6, Cancun, 1996. Anais..., Cancun: América Society of Agricultural Engineers, p.294-298 1996..

SILVA, M. de F. A. e et al. Características físicas e químicas da manga. *Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v.17, n.1, p.73-80, Jun, 1986.

SIMÕES, A. do N., MENEZES, J. B., LIMA, S. E. V. de A., et al. Qualidade pós-colheita da manga submetida a estresse hídrico e indução com nitrato de potássio. *Caatinga*, Mossoró, v.14, n.1/2, p31-35, 2001.

SINGH, S.; BRAHMACHARI, V.S.; JHA, K.K. Effect of calcium and polyethylene wrapping on storage life of mango. *Indian Journal Horticultural*, New Delhi, v.55, n.3, p.218-222, 1998.

SOUSA, J. P. Qualidade de mangas Tommy Atkins durante o armazenamento refrigerado e ambiente em associação com atmosfera modificada por diferentes plásticos. Mossoró, Escola Superior de Agronomia de Mossoró, 2001, 70p. Dissertação Mestrado

SOUSA, J.P. de; ALVES, R.E.; et al. Influência do armazenamento refrigerado em associação co atmosfera modificada por filme plástico na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.24, n.3, p. 665-668, 2002.

SUGAI, A.Y. Processamento descontínuo de purê de manga (*Mangífera indica* Linn), variedade Haden: Estudo da viabilidade do produto para pronto consumo. São Paulo, USP, 2002. 82p. Dissertação Mestrado

VASQUEZ-SALINAS, C.; LAKSHMINARAYANA, S. Compositional changes in mango fruits during ripening at different storage temperature. *Journal of Food Science*, Chicago, v.50, n.6, p.1646-1648, Nov/Dec. 1985.

WILLS, R. et al. Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Trad. de J.B. Gonzáles. 2 ed. Zaragoza:Acribia, 1998, 240p.

WILLS, R.B.H. et al. Postharvest changes in fruit composition of *Annona atemoya* during ripening and effects of storage temperature on ripening. HortScience, Alexandria, v.19, n.1, p.96-97, 1984.

YAMASHITA, F.; TONZAR, A.C.; FERNANDES, J.G.; et al. Embalagem individual de mangas cv. 'Tomy Atkins' em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.23, n.2, p. 288-292, 2002.

YANTARASRI, T. et al. Development of perforated modified atmosphere package for mango. Acta Horticulturae, Kyoto, n.398, p.81-91, 1995.

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

6 SUGESTÕES

Para trabalhos futuros nesta linha de pesquisa, recomenda-se:

- ✓ Utilizar outros tipos de câmaras frigoríficas com circulação de ar forçado.
- ✓ Submeter a manga 'Espada' a associação de outras técnicas de conservação associada à temperaturas de refrigeração.
- ✓ Avaliar os efeitos de outras embalagens associadas a inibidores de etileno como 1-MCP (metilciclopropeno) ou absorvedores de etileno (sache ou filme).

8. ANEXOS

Tabela A – Influência do tratamento e da temperatura de armazenamento sobre a cor da casca da manga 'Espada'

Temperatura	Cor da polpa (1 a 5)		
	Embalagem		
	FPVC	PP	SE
T	2,04	2,33	2,67
T ₂	2,08	2,62	2,83
T ₃	2,75	3,17	3,12
T ₄	0,83	0,83	1,00

Obs.: Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Tabela B – Influência do tratamento e da temperatura de armazenamento sobre a o teor de sólidos solúveis totais (SST) presentes na manga 'Espada'

Temperatura	SST (°Brix)		
	Embalagem		
	FPVC	PP	SE
T	15,39	15,45	16,89
T ₂	13,65	14,23	15,32
T ₃	12,60	12,46	15,52
T ₄	6,85	4,98	5,21

Obs.: Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Tabela C – Influência do período de armazenamento e da temperatura de armazenamento sobre a o teor de sólidos solúveis totais (SST) presentes na manga 'Espada'

Tratamento	SST (°Brix)					
	Período de armazenamento (dias)					
	0	7	14	21	28	35
FPVC	15,00	16,61	14,41	8,51	11,35	6,84
PP	14,90	16,80	12,25	10,15	10,90	5,68
SE	14,91	16,51	13,75	12,22	11,56	10,44

Obs.: Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Tabela D – Influência do período de armazenamento e da temperatura de armazenamento sobre a o conteúdo de açúcares redutores (AR) presentes na manga 'Espada'

AR (%glicose)						
Tratamento	Período de armazenamento (dias)					
	0	7	14	21	28	35
FPVC	1,79	1,70	1,04	1,14	1,43	1,15
PP	1,69	1,78	1,90	1,14	1,09	1,15
SE	1,68	1,52	1,02	0,82	1,01	1,35

Obs.: Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Tabela E – Influência do tratamento e da temperatura de armazenamento sobre a acidez total titulável (ATT) presentes na manga 'Espada'

ATT (% de glicose)			
Temperatura	Embalagem		
	FPVC	PP	SE
T	0,75	0,76	0,76
T ₂	0,56	0,67	0,73
T ₃	0,59	0,59	0,62
T ₄	0,31	0,37	0,27

Obs.: Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Tabela F – Influência do período de armazenamento e da temperatura de armazenamento sobre a acidez total titulável (ATT) presentes na manga 'Espada'

ATT (% de glicose)						
Tratamento	Período de armazenamento (dias)					
	0	7	14	21	28	35
FPVC	1,07	0,85	0,54	0,33	0,44	0,09
PP	1,07	0,75	0,63	0,46	0,39	0,27
SE	1,07	0,82	0,53	0,41	0,37	0,37

Obs.: Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Tabela G – Influência do tratamento e da temperatura de armazenamento sobre a relação SST/ATT (ratio) presentes na manga 'Espada'

Ratio (SST/ATT)			
Temperatura	Embalagem		
	FPVC	PP	SE
T	28,02	20,11	21,72
T ₂	221,46	22,95	35,89
T ₃	24,33	20,11	28,95
T ₄	5,80	5,65	7,45

Obs.: Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo

Tabela H – Influência do período de armazenamento e da temperatura de armazenamento sobre a relação SST/ATT (ratio) presentes na manga 'Espada'

Ratio						
Tratamento	Período de armazenamento (dias)					
	0	7	14	21	28	35
FPVC	13,84	20,32	22,43	22,62	18,08	22,12
PP	13,84	23,24	20,08	17,62	20,30	8,13
SE	13,84	20,82	38,49	19,93	23,81	24,13

Obs.: Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo