

RAFAELLA MARTINS DE ARAÚJO FERREIRA

**MODIFICAÇÃO DE FILMES DE GELATINA POR
ADIÇÃO DE SURFACTANTES E ÁCIDOS GRAXOS DE
COCO E SUA APLICAÇÃO NA CONSERVAÇÃO DE
MELÃO CHARENTAIS SOB REFRIGERAÇÃO**

MOSSORÓ-RN
2012

RAFAELLA MARTINS DE ARAÚJO FERREIRA

**MODIFICAÇÃO DE FILMES DE GELATINA POR ADIÇÃO DE
SURFACTANTES E ÁCIDOS GRAXOS DE COCO E SUA APLICAÇÃO
NA CONSERVAÇÃO DE MELÃO CHARENTAIS SOB
REFRIGERAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Fitotecnia.

ORIENTADORA: Prof^ª D.Sc. EDNA MARIA
MENDES AROUCHA

MOSSORÓ-RN
2012

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

F383m Ferreira, Rafaella Martins de Araújo.

Modificação de filmes de gelatina por adição de surfactantes e
ácidos graxos de coco e sua aplicação na conservação de melão
Charentais sob refrigeração. / Rafaella Martins de Araújo Ferreira. --
Mossoró, 2012.

109 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Área de Concentração:
Agricultura Tropical – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Orientador: Prof^ª. D. Sc. Edna Maria Mendes Aroucha.

Co-orientador: Prof^º. D. Sc. Ricardo Henrique de Lima Leite.

1. *Cucumis melo* (L). 2. Armazenamento. 3. Biofilme. 4. Gelatina. I.
Título.

CDD: 635.611

RAFAELLA MARTINS DE ARAÚJO FERREIRA

**MODIFICAÇÃO DE FILMES DE GELATINA POR ADIÇÃO DE
SURFACTANTES E ÁCIDOS GRAXOS DE COCO E SUA APLICAÇÃO NA
CONSERVAÇÃO DE MELÃO CHARENTAIS SOB REFRIGERAÇÃO**

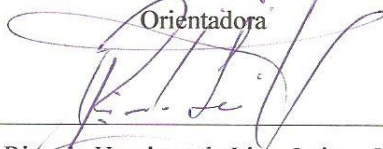
Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Fitotecnia.

APROVADA EM: 24/02/2012



D.Sc. Edna Maria Mendes Aroucha – UFERSA

Orientadora



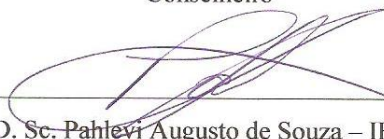
D. Sc. Ricardo Henrique de Lima Leite – UFERSA

Co-orientador



D.Sc Francisco Klebson Gomes dos Santos – UFERSA

Conselheiro



D. Sc. Paulo Augusto de Souza – IFCE

Conselheiro

A Deus, meu amigo mais
presente que segurou na
minha mão e me conduziu
até aqui.

OFEREÇO

Aos meus pais e ao meu
namorado pela confiança,
apoio e carinho que me
deram suporte para alcançar
mais esse sonho da minha
vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus pela razão da minha existência e força que me guia e por mais essa graça alcançada. Muito obrigada meu Senhor por estar sempre ao meu lado e me permitir chegar até aqui!

Aos meus pais, José Milton Ferreira e Maria da Conceição Martins de Araújo que me educaram e sempre estavam presentes e dispostos a me ajudar em todos os momentos difíceis da minha vida.

Ao meu namorado, Alisson Diego Nunes Pereira, pelo carinho, atenção e pela disposição para me ajudar em muitos momentos árduos, principalmente na minha vida acadêmica.

Aos meus avós, tios, primos e irmão que sempre me apoiaram com muito carinho ao longo da minha jornada. E a todos os meus familiares e amigos que me apoiaram e acreditaram que chegaria a conquistar este título.

À professora Edna Maria Mendes Aroucha, minha orientadora, pela amizade, incentivo, conselhos e muita ajudam, sem a qual eu não seria possível a realização desse e de muitos outros trabalhos.

Ao professor Ricardo Henrique de Lima Leite, meu co-orientador, pela preciosa orientação e auxílio na execução desse trabalho.

Aos colegas de laboratório pela ajuda preciosa na execução desse trabalho. Aos meus colegas da pós-graduação. Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para mais essa vitória.

RESUMO

FERREIRA, Rafaella Martins de Araújo. **Modificação de filmes de gelatina por adição de surfactantes e ácidos graxos de coco e sua aplicação na conservação de melão Charentais sob refrigeração**. 2012. 109f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

O desenvolvimento de filmes comestíveis para a aplicação na indústria de alimentos, como substituto aos filmes plásticos tradicionais está em ênfase nas pesquisas. Tendo em vista a necessidade de avaliar as características de permeabilidade ao vapor de água de filmes de gelatina para melhorar sua eficiência na conservação pós-colheita de frutos, este trabalho teve por objetivo promover a modificação de filmes de gelatina por adição de surfactantes e ácidos graxos de coco e sua posterior aplicação na conservação de melão Charentais sob refrigeração. O estudo do efeito da adição de ácidos graxos de coco e de dois surfactantes (óleo de coco saponificado e Tween 20) em filmes de gelatina foi realizado através de um planejamento experimental para misturas do tipo centróide simplex. De acordo com as variáveis de resposta (permeabilidade ao vapor de água e transmitância a 550 nm) verificou-se que a composição com melhores características para a aplicação em frutos (baixa permeabilidade ao vapor de água e alta transparência) foi o filme de gelatina e 5% de óleo de coco saponificado. No experimento seguinte utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com os tratamentos na parcela (testemunha, filme de PEBD e biofilme) e na sub-parcela um fatorial 5 x 2, sendo cinco períodos de armazenamento à 5 °C (7, 10, 13, 16 e 19 dias) e dois períodos de simulação da vida de prateleira à 20 °C (zero e três dias). As seguintes características foram avaliadas: perda de massa, aparência externa e interna, firmeza de polpa, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, vitamina C e açúcares solúveis totais. Verificou-se ao longo do armazenamento, incremento na perda de massa e decréscimo nas seguintes características: notas de aparência externa e interna, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e teor de vitamina C. Observou-se que o filme de PEBD foi mais eficiente em retardar a perda de massa dos frutos enquanto o biofilme foi eficaz em prolongar a firmeza destes.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L. Armazenamento. Biofilme. Gelatina.

ABSTRACT

FERREIRA, Rafaella Martins de Araújo. **Modification of gelatin films by addition of surfactants and coconut fatty acids and their application in the preservation of Charentais melon under refrigeration.** 2012. 109f. Dissertation (MSc in Crop Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

The development of edible films for application in food industry, as a substitute for traditional plastic films is an emphasis on research. In view of the need to evaluate the characteristics of water vapor permeability of gelatin films to improve its efficiency in postharvest conservation of fruits, this study had aim to promote modification of gelatin films by addition of surfactants and coconut fatty acids and their subsequent application in the conservation of Charentais melon under refrigeration. The study of the effect of addition of coconut fatty acids and of two surfactants (coconut oil saponified and Tween 20) in gelatin films was carried out using an experimental design to centroid simplex type mixtures. According with the response variables (permeability to water vapor and transmittance at 550 nm) it was verified that the composition with better characteristics for use on fruit (low permeability to water vapor and high transparency) was the gelatin film and 5% coconut oil saponified. In the following experiment was used the completely randomized design in a split plot with the treatments in the plot (control, LDPE film and biofilm) and subplot in factorial scheme 5 x 2, with five periods of storage at 5 ° C (7, 10, 13, 16 and 19 days) and two periods of shelf life at 20 ° C (zero and three days). The following characteristics were evaluated: mass loss, internal and external appearance, pulp firmness, soluble solids, pH, titratable acidity, vitamin C and total soluble sugars. It was verified during the storage, increase in mass loss and decrease in the following characteristics: notes of internal and external appearance, in titratable acidity, soluble solids, total soluble sugars and in the content of vitamin C. It was noted that the LDPE film was more effective in retarding the mass loss of the fruits while the biofilm was effective in prolonging the fruits' firmness.

Keywords: *Cucumis melo* L. Storage. Biofilm. Gelatin.

CAPÍTULO II

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição dos biofilmes utilizando como surfactante Tween 20 ou óleo de coco saponificado (OCS)	42
Tabela 2 -	Matriz de experimentos e resultados obtidos para o estudo do efeito da adição de ácidos graxos e surfactantes na permeabilidade e transparência de filmes de gelatina	45
Tabela 3 -	Coeficientes, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p para a permeabilidade ao vapor de água de filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e Tween 20	46
Tabela 4 -	Análise de variância para o ajuste do modelo (PVA – Tween 20).	48
Tabela 5 -	Coeficientes, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p para a permeabilidade ao vapor de água de filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e OCS	51
Tabela 6 -	Análise de variância para o ajuste do modelo (PVA - filmes gelatina/AGC/OCS)	53
Tabela 7 -	Coeficientes, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p para a permeabilidade ao vapor de água de filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e Tween 20	56
Tabela 8 -	Análise de variância para o ajuste do modelo (transmitância a 550 nm - filmes gelatina/AGC/Tween 20)	58
Tabela 9 -	Coeficientes, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p para a permeabilidade ao vapor de água de filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e OCS	61
Tabela 10 -	Análise de variância para o ajuste do modelo (transmitância a 550 nm - filmes gelatina/AGC/OCS)	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Distribuição dos pontos do planejamento centróide simplex.....	43
Figura 2 -	Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações (PVA – filmes de gelatina adicionados com Tween 20 e ácidos graxos de coco)	47
Figura 3 -	Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo	49
Figura 4 -	Superfície de resposta para PVA dos filmes de gelatina/AGC/Tween 20	50
Figura 5 -	Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações (PVA – filmes de gelatina adicionados com OCS e ácidos graxos de coco)	52
Figura 6 -	Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo (PVA – filmes gelatina/AGC/OCS)	54
Figura 7 -	Superfície de resposta para PVA dos filmes de gelatina/AGC/OCS.....	55
Figura 8 -	Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações (transmitância a 550 nm dos filmes de gelatina adicionados com Tween 20 e ácidos graxos de coco)	57
Figura 9 -	Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo (transmitância a 550 nm - filmes gelatina/AGC/Tween	59
Figura 10 -	Superfície de resposta para transmitância a 550 nm - filmes gelatina/AGC/Tween 20	60
Figura 11 -	Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações (transmitância a 550 nm dos filmes de gelatina adicionados com OCS e ácidos graxos de coco)	61

Figura 12 - Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo (transmitância a 550 nm – filmes gelatina/AGC/OCS)	63
Figura 13 - Superfície de resposta para transmitância a 550 nm - filmes gelatina/AGC/OCS	64

CAPÍTULO III

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Perda de massa (%) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens durante armazenamento refrigerado. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.....	75
Tabela 2 -	Perda de massa (%) de melão Charentais ‘Magisto’ armazenado sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012	77
Tabela 3 -	Aparência externa (5-0) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens durante armazenamento refrigerado. Mossoró-RN, UFERSA, 2012	79
Tabela 4 -	Aparência externa (5-0) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens com armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012	81
Tabela 5 -	Aparência interna (5-0) de melão Charentais ‘Magisto’ durante armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012	82
Tabela 6 -	Firmeza de polpa (N) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens com armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012	85
Tabela 7 -	Sólidos solúveis (%) de melão Charentais ‘Magisto’ armazenado sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três). Mossoró-	

	RN, UFERSA, 2012	88
Tabela 8 -	Acidez titulável (mEq/100g) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens durante armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012	90
Tabela 9 -	pH de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens com armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012	92
Tabela 10 -	Vitamina C (mg/100g) de melão Charentais ‘Magisto’ com armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012	94
Tabela 11 -	Açúcares solúveis totais (%) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens durante armazenamento refrigerado. Mossoró-RN, UFERSA, 2012	95
Tabela 12 -	Açúcares solúveis totais (%) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens com armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012	96
Tabela 13 -	Açúcares solúveis totais (%) de melão Charentais ‘Magisto’ durante armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perda de massa (%) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012	76
Figura 2 - Aparência externa (5-0) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012	80
Figura 3 - Aparência interna (5-0) de melão Charentais ‘Magisto’ armazenado sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três) em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012	84
Figura 4 - Firmeza de polpa (N) de melão Charentais ‘Magisto’ em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012	86
Figura 5 - Sólidos solúveis (%) de melão Charentais ‘Magisto’ em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012	88
Figura 6 - Vitamina C (mg/100g) de melão Charentais ‘Magisto’ em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012	93
Figura 7 - Açúcares solúveis totais (%) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012	96
Figura 8 - Açúcares solúveis totais (%) de melão Charentais ‘Magisto’ armazenado sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da vida de prateleira (vida de prateleira três) em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012	98

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO ...	15
1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Aspectos gerais da cultura do meloeiro	17
2.2 Aspectos de qualidade do melão	18
2.3 Tecnologias de conservação pós-colheita	21
2.4 Coberturas comestíveis e biodegradáveis	22
REFERÊNCIAS	27
CAPÍTULO II – EFEITO DA ADIÇÃO DE ÁCIDO GRAXO DE COCO E SURFACTANTES NAS PROPRIEDADES DE FILMES DE GELATINA ..	37
RESUMO	37
ABSTRACT	38
1 INTRODUÇÃO	39
2 MATERIAL E MÉTODOS	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
3.1 Efeito da composição da mistura filmogênica na permeabilidade ao vapor de água dos filmes de gelatina	46
3.2 Efeito da composição da mistura filmogênica na transparência dos filmes de gelatina	56
4 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS	66

CAPÍTULO III – CONSERVAÇÃO DE MELÃO CHARENTAIS REVESTIDO COM BIOFILME DE GELATINA E ÓLEO DE COCO SAPONIFICADO DURANTE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO	68
RESUMO	68
ABSTRACT	69
1 INTRODUÇÃO	70
2 MATERIAL E MÉTODOS	72
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
3.1 Perda de massa	75
3.2 Aparência externa	78
3.3 Aparência interna	82
3.4 Firmeza de polpa	84
3.5 Sólidos solúveis	87
3.6 Acidez titulável	89
3.7 pH	92
3.8 Vitamina C	93
3.9 Açúcares solúveis totais	94
4 CONCLUSÃO	99
REFERENCIAS	100
APÊNDICE	106

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma das hortaliças mais importantes no mundo. É uma cultura de grande expressão econômica para a região semi-árida do Nordeste brasileiro, onde é cultivada com alto nível tecnológico e a produção é destinada para a exportação (SENHOR et al., 2009).

A maior parte das áreas cultivadas com melão nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará é destinada ao grupo *Inodorus* (melão Amarelo e Pele de Sapo), entretanto o grupo dos melões *Cantalupensis* (Cantaloupe, Orange Flesh, Charentais e Gália) está em plena expansão (MOREIRA et al., 2009). A área de cultivo destinada aos melões nobres representa cerca de 40% do total da área cultivada com melão nesses estados (PEREIRA, 2010).

Entre os melões *Cantalupensis*, o tipo Charentais vem ganhando destaque devido a sua aceitação por parte dos consumidores da sua principal região importadora, a União Européia. Os melões Charentais são bastante aromáticos, de origem francesa, que pode apresentar tanto casca lisa como reticulada, apresentando ainda suturas ou costelas, com coloração variando de verde-escuro a cinza e formato de redondo a achatado (MENEZES et al., 2000).

Este melão apresenta um padrão respiratório climatérico, ou seja, faz a transição entre o crescimento e a senescência, que é iniciado pela produção autocatalítica de etileno (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Dessa forma, se faz necessária a utilização da refrigeração a fim de diminuir a respiração dos frutos e assim retardar seu pico climatérico. O efeito da redução da temperatura nos frutos pode ser

potencializado com a utilização em conjunto de outras tecnologias pós-colheita, dentre as quais se destaca a atmosfera modificada pelo baixo custo e alta eficiência.

Geralmente utilizam-se filmes plásticos comerciais para promover a modificação da atmosfera dos frutos, entretanto esse tipo de embalagem demora séculos para serem degradadas, causando graves problemas ambientais (ALVES, 2005). Assim, surgiu o interesse em desenvolver filmes com características de embalagens biodegradáveis, que não causem danos ao meio ambiente e que adicionalmente possam melhorar a qualidade dos produtos alimentícios (DAVANÇO et al., 2007).

As principais funções do biofilme são atuar como barreira à perda de umidade, reduzir a respiração do fruto e evitar contaminações microbiológicas e químicas (ASSIS; LEONI, 2003). É importante destacar também que os filmes promovem barreiras semipermeáveis que reduzem a volatilização de aromas (FAKHOURI et al., 2007).

Os biofilmes são preparados comumente a partir de polímeros naturais de alto peso molecular, tais como, polissacarídeos e proteínas (DAVANÇO et al., 2007) ou de materiais lipídicos (GALLO et al., 2000). Geralmente filmes feitos a partir de polissacarídeos e proteínas possuem boas propriedades mecânicas, no entanto são sensíveis à umidade e possuem alta permeabilidade ao vapor de água. Já os filmes produzidos a partir de lipídios, por serem hidrofóbicos, apresentam baixa permeabilidade à umidade, porém são opacos, pouco flexíveis e quebradiços. (BATISTA et al., 2005; BERTAN et al., 2005)

Tendo em vista a necessidade de melhorar as características de permeabilidade ao vapor de água de filmes de gelatina para estes serem eficientes na conservação pós-colheita de frutos, este trabalho teve por objetivo promover a modificação de filmes de gelatina por adição de surfactantes e ácidos graxos de coco e sua posterior aplicação na conservação de melão Charentais sob refrigeração.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura do meloeiro

O meloeiro é originário do sudoeste da África e Índia peninsular, sua maior diversidade botânica se encontrada na Índia, no Irã, no Afeganistão e na China (BISOGNIN, 2002). Essa espécie é uma olerícola de grande expressão econômica, cultivada em várias regiões do mundo devido a sua adaptação a vários solos e clima.

As variedades de melão cultivadas em plantios comerciais pertencem a dois grupos: *Inodorus* (Amarelo e Pele-de-sapo) e *Cantalupensis* (Cantaloupe, Gália, Orange Flesh e Charentais) (SILVA, 2002). Os melões do grupo *Inodorus* são designados quentes, enquanto os *Cantalupensis* são conhecidos por melões nobres.

Os melões *Cantalupensis* possuem crescimento sigmóide simples, no qual três fases são observadas. A primeira termina 10 dias após a antese, caracterizada por crescimento do ovário de maneira exponencial; a segunda ocorre entre 10 e 20 dias após a antese, a velocidade de crescimento é constante (formam-se as reticulações, cor da polpa, cavidade interna, as sementes atingem quase o tamanho máximo e o fruto obtém metade do volume final); a terceira fase é caracterizada também por crescimento constante, mas em ritmo mais lento, terminado com a abscisão do fruto (McGLASSON; PRATT, 1963).

Estes melões são aromáticos, com polpa variando do verde ao salmão e sabor bastante acentuado, apresentam menor teor de matéria seca (ALVES, 2000) e menor capacidade de armazenamento (GOMES JUNIOR et al., 2001; LIMA et al., 2005), tal comportamento está associado entre outras causas, a presença de uma epiderme mais frágil e permeável ao vapor de água.

O maior cuidado requerido no manuseio dos melões nobres, bem como a vida útil curta mesmo sob armazenamento a temperaturas baixas (PONTES FILHO, 2010), são os principais fatores que impactam negativamente na expansão da produção e comercialização dos frutos.

Por outro lado, a área de produção desses melões vem crescendo devido à demanda do mercado externo (COSTA, 2005). Dentre as variedades de melão introduzidas, as pertencentes ao tipo Charentais têm obtido atenção especial dos produtores da região em virtude do excelente sabor e aceitação (SOUZA et al., 1994).

Neste tipo encontram-se o melão Charentais de casca lisa, que tem forma arredondada ou, às vezes, achatada, com suturas ou costelas e casca verde-clara ou ligeiramente cinza; o Charentais de casca verde-escura com polpa de cor salmão; e o Charentais de casca intensamente reticulada, com suturas ou costelas verde-escuras, formato redondo ou semiovalado, polpa salmão e muito aromático (ALVES, 2000). Atualmente, as empresas agrícolas de Mossoró (RN), cultivam principalmente híbridos de melão Charentais de casca intensamente reticulada, como o melão híbrido Magisto, devido sua boa aceitação pelo mercado externo.

2.2 Aspectos de qualidade do melão

Os melões do grupo *Cantalupensis* são classificados como pequenos e médios, entre 700 a 1.200 g; forma esférica, exocarpo liso ou rendilhado, coloração levemente amarela à esverdeada. A polpa é aromática com aproximadamente 2,5 cm de espessura, coloração variando de verde a salmão, apresenta pouca resistência ao transporte e vida pós-colheita curta sob condições ambientes (NICOLAS et al., 1989; TORRES, 1997).

Os atributos de manejo da cultura (precocidade, resistência à patógenos, concentração da produção) e de qualidade do fruto (formato, coloração da casca e

polpa, presença ou não de rendilhamento, teor de sólidos solúveis, firmeza de polpa e capacidade de armazenamento) (RIZZO; BRAZ, 2001) são determinantes para a escolha dos híbridos de melão para plantio pelo produtor.

Os melões denominados nobres são frutos climatéricos, apresentando um pico de respiração, denominado pico climatérico na fase final de maturação (LUCCHETTA, 2007). Em melão Cantaloupe, o pico de respiração a 5 °C de armazenamento é de 4-5 ml CO₂.Kg.h⁻¹ e a 25 °C é de 65-70 ml CO₂.Kg.h⁻¹; e a taxa de etileno é de 40-80 µl/kg.h a 20°C (CRISOSTO et al., 2010).

Os melões são colhidos na maturidade comercial, que no nordeste do Brasil ocorre em torno de 60 dias após semeadura (ALVES, 2000), quando apresentam variação sutil na coloração da casca, de acordo com cada variedade e teor de sólidos solúveis acima de 10 °Brix. Brasil et al. (1998), recomendam colher o melão Cantaloupe híbrido 'Hy Mark' no estágio III, quando o fruto apresenta-se amarelado com pedúnculo em início de abscisão, pois nesse estágio os frutos possuem *flavor* característico e resistência mecânica ao manuseio.

Frutos climatéricos quando colhidos na maturidade fisiológica possuem a capacidade de aprimorar as suas características organolépticas, mesmo destacados da planta-mãe (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Entretanto, como os melões não armazenam amido, não ocorre incremento no seu teor de açúcar durante o amadurecimento fora da planta-mãe (CRISOSTO et al., 2010). Dessa forma, o teor de sólidos solúveis na ocasião da colheita influencia bastante na qualidade do melão.

As fazendas produtoras de melão Charentais estabelecem teores de sólidos solúveis mínimo para a colheita de 10 °Brix (boa qualidade interna) e de 13 °Brix (muito boa qualidade interna). Chitarra e Chitarra (2005) explicam que o teor de sólidos solúveis é uma medida indireta de açúcares, pois este componente representa entre 74 e 86,5% do total de sólidos solúveis em melões *Cantalupensis* (QUEIROGA et al., 2008; MORAIS et al., 2009). Comercialmente, é um fator estabelecido

previamente nos contratos entre cliente e produtores. Alguns países são mais exigentes pelo teor de sólidos solúveis (Inglaterra) do que outros (Holanda).

A qualidade dos frutos relaciona-se também com a concentração de ácidos orgânicos, pois o sabor depende do balanço entre ácidos e açúcares. Entretanto, no melão, a variação nos níveis de acidez tem pouco significado em função da baixa concentração (variando entre 0,07 e 0,17%), dessa forma, a intervenção da acidez no sabor não é muito representativa (MORAIS et al., 2009).

A firmeza de polpa é outro atributo de qualidade muito importante e constitui uma característica que está diretamente relacionada com as peculiaridades genéticas de cada híbrido, desta forma há variação na firmeza de polpa conforme o híbrido de melão utilizado. Por ocasião da colheita, o híbrido ‘Aura Prince’ possui firmeza variando entre 43 e 52 Newton (SOUZA et al., 2008; MORAIS et al., 2009), enquanto o ‘Fleurion’ apresenta firmeza média de 17 N (PEREIRA et al., 2010).

Independente do estágio de maturação dos frutos, a firmeza de polpa decresce durante o armazenamento (MENDONÇA et al., 2005; SOUZA et al., 2008; TOMAZ et al., 2009). Este comportamento ocorre devido à hidrólise de polissacarídeos da parede celular e a degradação enzimática de compostos pécticos da lamela média (SALUNKHE; DESAI, 1984). Tendo em vista a baixa atividade das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase (PRADO et al., 2005; SOUZA et al., 2008) o processo de amaciamento dos tecidos tem sido atribuído, principalmente, à ação da enzima β -galactosidase (RANWALA et al., 1992).

2.3 Tecnologias de conservação pós-colheita

Atualmente, várias tecnologias de conservação pós-colheita têm sido testadas com o objetivo de prolongar a vida útil dos frutos. O uso da cadeia de frio é bastante eficaz, pois diminui a intensidade respiratória, retardando a senescência do fruto. Por outro lado, as pesquisas têm associado o uso do frio a substâncias químicas (1-metilciclopropeno, aminoetoxivinilglicina, permanganato de potássio) e embalagens (polietileno de baixa densidade, biofilmes) visando aumentar o período de conservação dos frutos (SÁ et al., 2008; SOUZA et al., 2008, BATISTA et al., 2007).

Vale ressaltar que, a manutenção da qualidade pós-colheita dos produtos abrange outros fatores como o estágio de maturação adequado, colheita e manuseio cuidadoso, boa embalagem e condições de armazenamento (temperatura e umidade relativa específica). Molinari (2007) enfatiza que nenhuma tecnologia é capaz de melhorar a qualidade dos frutos após a colheita, somente produtos de boa qualidade devem ser armazenados.

Apesar de a refrigeração minimizar a intensidade dos processos vitais dos frutos, reduzindo a taxa de respiração e o metabolismo normal (KADER, 1986; ASHRAE, 1994) é importante atentar para a temperatura crítica dos produtos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). De acordo com Suslow et al. (2012) a faixa de temperatura de 2,2 a 5,0° C aumenta a vida útil pós-colheita do melão Cantaloupe e se associada a umidade relativa elevada (90-95%) evita o enrugamento do fruto.

Mendonça et al. (2005) avaliando a vida útil pós-colheita do melão Orange Flesh em diferentes temperaturas de armazenamento verificaram que as temperaturas de 5 e 7 °C mantiveram a aparência externa, com nota superior a 3,0 (comercializáveis), por maior período de tempo que a temperatura ambiente (30 °C). Resultados semelhantes foram detectados em melão Cantaloupe ‘Glamour’ por

Oliveira et al. (2011). Estes autores concluíram que a temperatura de 5 °C foi mais eficiente que a de 10 °C na conservação da qualidade pós-colheita dos frutos.

O uso de embalagens que proporcionam modificação da atmosfera é bastante utilizado para prolongar a vida útil das frutas e hortaliças (REZENDE et al., 2001; SOUSA et al., 2002; LEMOS et al., 2007; FAKHOURI et al., 2007), sendo muito versátil, de aplicação relativamente simples e de baixo custo. Esta técnica tem propiciado resultados satisfatórios na conservação dos frutos, quando associada ao uso de refrigeração, minimizando as perdas qualitativas e quantitativas na cadeia de comercialização (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A modificação da atmosfera é feita geralmente com o auxílio de embalagens plásticas como o polietileno de baixa densidade (PEBD). Souza et al. (2006) verificaram que o uso dos filmes plásticos X-tend foi eficiente em prolongar a vida útil pós-colheita de melão Gália ‘Solarking’, pois reduziu a perda de massa e manteve os frutos mais firmes quando comparados a testemunha.

Outra forma de modificar a atmosfera, durante o armazenamento dos frutos, consiste no uso de coberturas e revestimentos comestíveis como o alginato, colágeno, amido e fécula. Assis e Leoni (2003) explicam que a atmosfera modificada criada por esses tipos de revestimentos gera um aprisionamento físico do gás carbônico (CO₂) dentro do fruto. E se a permeabilidade ao oxigênio (O₂) para o seu interior for reduzida, ocorrerá um prolongamento no período necessário para a maturação.

2.4 Coberturas comestíveis e biodegradáveis

O uso de revestimentos e coberturas em frutas e vegetais com o objetivo de aumentar seu período de conservação não consistem em prática recente. As coberturas “comestíveis” datam das décadas finais do século passado (FAI et al., 2008). O estudo

de filmes comestíveis para aplicação na indústria de alimentos foi desenvolvido como substituto aos filmes plásticos tradicionais, motivado por problemas relacionados à poluição ambiental (ALVES, 2005).

Trata-se de um tipo de embalagem que tem despertado muito interesse devido as vantagens da sua utilização, dentre as quais podem ser destacadas o uso de polímeros naturais como matéria-prima (DAVANÇO et al., 2007), que possuem baixo custo de produção, não são tóxicos (LEMOS, 2006) e melhoram a aparência dos produtos revestidos (OLIVEIRA; NUNES, 2011)

Este tipo de embalagem tem ainda a vantagem de ser biodegradável, contribuindo para a redução da poluição causada pelas embalagens confeccionadas com materiais sintéticos que demoram séculos para serem degradadas (LAROTONDA et al., 2004; SANTOS, 2009).

Os filmes comestíveis são películas de variadas espessuras constituídas por diferentes substâncias naturais e/ou sintéticas que isolam o alimento, sem riscos à saúde do consumidor, uma vez que não são metabolizados pelo organismo e sua passagem pelo trato gastrointestinal se faz de maneira inócua (ALVES, 2005).

O principal papel de uma cobertura comestível é atuar como barreira à perda de umidade, controlar a respiração do fruto e evitar contaminações microbiológicas e químicas (ASSIS; LEONI, 2003). O uso de biofilmes ajuda a prolongar a vida útil de frutos e hortaliças (FAKHOURI; GROSSO, 2003; HOJO et al., 2011), por promover modificação na atmosfera, o que reduz os níveis de oxigênio e aumenta os de gás carbônico, contribuindo para a redução do metabolismo dos vegetais e assim retardam sua senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os biofilmes são preparados comumente a partir de polímeros naturais, tais como, polissacarídeos (amido, alginatos, outros) e proteínas (gelatina, caseína, glúten de trigo, outros), aos quais podem ser incorporados lipídeos para garantir uma menor permeabilidade ao vapor de água (DAVANÇO et al., 2007).

A fécula de mandioca pode ser utilizada na elaboração de biofilmes comestíveis por formar películas resistentes e transparentes, com eficientes barreiras à perda da firmeza, e proporcionar bom aspecto e brilho intenso, o que torna as frutas e hortaliças comercialmente atrativas (CEREDA et al., 1995). O biofilme de fécula de mandioca não é tóxico, podendo ser ingerido juntamente com o produto. Forma ainda uma película facilmente removida com água e possui baixo custo (LEMOS, 2006).

Resultados positivos foram detectados por Vicentini et al. (1999) em pimentão ‘Valdor’. Estes autores verificaram que o biofilme com 3 e 5% de fécula de mandioca foram eficientes em reduzir a perda de massa nos frutos armazenados à temperatura ambiente durante 12 dias. Souza et al. (2009) também obtiveram bons resultados na aplicação do biofilme de fécula de mandioca em beringela ‘Embú’, prolongando a boa aparência externa dos frutos em até três dias quando comparado à testemunha, armazenados em temperatura ambiente.

Por outro lado, o uso de biofilme de fécula de mandioca a 3%, não foi efetivo em conter a perda de massa de pimentão ‘Magali R’ (LEMOS, 2006) e tomate (DAMASCENO et al., 2003), armazenados em temperatura ambiente.

A cera de carnaúba também tem sido muito utilizada como revestimento em frutas e hortaliças, conferindo brilho e evitando as perdas por transpiração (HAGENMAIER; BAKER, 1994); contribuindo, dessa forma, para prolongar a vida útil pós-colheita. O Brasil já utiliza comercialmente cera para o revestimento de alguns frutos (mamão, manga, limão e laranja). Esta quando associada com fungicida, diminui a perda de massa, retarda a maturação dos frutos e reduz a incidência de doenças (DANTAS et al., 2003).

Outro polímero pesquisado como revestimento de frutos é a quitosana, um polissacarídeo natural, derivado da quitina (extraída da carapaça de crustáceos) que possui propriedade antifúngica (AZEVEDO et al., 2007; BERGER et al., 2011). Este composto forma uma película semipermeável que retarda a senescência, reduz a taxa

de respiração e perda de água de frutos, como morango, manga (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2006) e maçã (ASSIS; LEONI, 2003).

A gelatina também é um polímero com boa capacidade para a formação de filmes flexíveis, constituindo um hidrocolóide extremamente versátil (ALVES, 2005). É uma proteína de origem animal obtida do colágeno, por hidrólise ácida ou básica, amplamente utilizada na indústria alimentícia e farmacêutica. No Brasil é produzida em abundância, a baixo custo e com propriedades funcionais adequadas para a fabricação de biofilmes (CARVALHO, 1997).

Dessa forma, sua utilização em formulações de cobertura para frutos e vegetais frescos é crescente (LEMO, 2006). Do ponto de vista prático, as características mais marcantes da gelatina são a solubilidade em água e a capacidade de formar gel termo-reversível (ALVES, 2005).

Os filmes com base em gelatina são obtidos da solubilização, aquecimento e desidratação da solução filmogênica. Geralmente, biofilmes a base de proteínas apresentam propriedades mecânicas (resistência e principalmente flexibilidade) de considerável qualidade. São eficazes como barreira às trocas gasosas, entretanto baixa resistência ao vapor de água (WOLF, 2007).

Filmes puros apresentam uma maior rigidez e são mais quebradiços (BANEGAS, 2008), dessa forma, a combinação de gelatina com outros polímeros para formar blendas (mistura física de dois ou mais polímeros) é um método conveniente para melhorar o desempenho desses materiais (PORTO, 2007). Os filmes compostos têm como vantagem a combinação dos pontos positivos de cada um dos constituintes utilizados (FAKHOURI et al., 2003).

Filmes protéicos melhoram as propriedades mecânicas dos alimentos e minimizam a perda de aromas voláteis (LEE et al., 2004), entretanto são sensíveis à umidade (BERTAN et al., 2005). Desta forma, inúmeros estudos têm sido conduzidos com a intenção de aumentar a barreira ao vapor de água dos filmes, pela incorporação

de compostos hidrofóbicos, como ácidos graxos de óleos vegetais, na solução filmogênica (CHAMBI; GROSSO, 2006).

Quando uma resina hidrofóbica é introduzida em filmes de gelatina, melhora as propriedades de barreira a gases. Entretanto, piora as propriedades mecânicas do filme (diminui a resistência do filme) (BERTAN et al., 2005).

O uso de cobertura de gelatina associada à triacetina e ácido láurico foi eficiente na conservação de goiabas ‘Kumagai’, aumentando em até 12 dias a vida útil pós-colheita das goiabas sob refrigeração (12 °C), (FAKHOURI; GROSSO, 2003). Enquanto, a cobertura de gelatina associada a amidos de diferentes fontes vegetais, em condições refrigeradas (5 °C), estenderam o tempo de conservação da uva ‘Crimson’ em até 10 dias (FAKHOURI et al., 2007).

Por outro lado, Lemos (2006) observou que a cobertura de gelatina (6 e 9%) não foi eficiente para prolongar a vida-útil de pimentão ‘Magali R’ em temperatura ambiente e refrigerada. Do mesmo modo Silva et al. (2010) detectaram em carambola ‘Gigante Doce’ que os frutos revestidos com biofilme à base de gelatina (10%) não propiciaram conservação superior ao controle sob refrigeração.

REFERENCIAS

ALVES, M. S. Obtenção e caracterização de biofilmes de gelatina. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2005. Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba. 2005. Disponível em < <http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/87.pdf> >. Acesso em: out. 2011.

ALVES, R. E. **Melão**: Pós-colheita. Brasília: Embrapa/CNPAT, 2000. 44 p. (Coleção: Frutas do Brasil, 10).

ASHRAE. **Methods of precooling fruits, vegetables, and cut flowers**. Refrigeration Systems and Applications Handbook. C. 10. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers, 1994.

ASSIS, O. B. G.; LEONI, A. M. Filmes comestíveis de quitosana: ação biofungicida sob frutas fatiadas. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v.6, n. 30, p. 33-38, 2003.

AZEVEDO, V. V. C.; CHAVES, S. A.; BEZERRA, D. C.; FOOK, M. V. L.; COSTA, A. C. F. M. Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 27-34, 2007.

BANEGAS, R. S. **Filmes formados por goma guar**: Efeito do plastificante e agente reticulante nas propriedades térmicas, mecânicas e absorção de água. 2008. 25 f. Estágio supervisionado (Graduação em Química) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

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

BATISTA, P. F.; SANTOS, A. E. O.; PIRES, M. M. M. L.; DANTAS, B. F.; PEIXOTO, A. R.; ARAGÃO, C. A. Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 572-576, 2007.

BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A. N.; VALLE, M. G. V.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; BARKA, E. A.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C. L. Chitosan as a potencial natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, Plant City, v. 25, n. 2, p. 108-118, 2006.

BERGER, L. R. R.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, N. P. Perspectivas para o uso da quitosana na agricultura. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, País Vasco, v. 12, n. 4, p. 195-215, 2011.

BERTAN, L. C.; TANADA-PALMU, P. S.; SIANI, A. C.; GROSSO, C. R. F. Effect of fatty acids and “Brazilian elemi” on composite films base don gelatin. **Food Hydrocolloids**, Tongxiang City, v. 19, n. 1, p. 73-82, 2005.

BISOGNIN, D. A. Origem e evolução de cucurbitáceas cultivadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 715-723, 2002.

BRASIL, R. F.; PRAÇA, E. F.; MENEZES, J. B.; GRANGEIRO, L. C.; GOMES JÚNIOR., J. Qualidade de melão ‘Hy Mark’ em cinco estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2., p. 165-166, 1998.

CARVALHO, R. A. **Desenvolvimento e caracterização de biofilmes a base de gelatina**. Campinas, 1997, 128 p. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1997.

CEREDA, M. P.; BERTOLLINI, A. C.; SILVA, A. P.; OLIVEIRA, M. A.; EVANGELISTA, R. M. Películas de Almidón para la preservación de frutas. In: CONGRESSO DE POLÍMEROS BIODEGRADÁBLES: AVANCES Y PERSPECTIVAS, 1995, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: [s.n.], 1995.

CHAMBI, H.; GROSSO, C. Edible films produced with gelatin and casein cross-linked with transglutaminase. **Food Research International**, Toronto, v. 39, n. 4, p. 458-466, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COSTA, N. D. **O cultivo do melão**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2005. 20p. Disponível em: < <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/Melao/m.69.pdf> >. Acesso em. out. 2011.

CRISOSTO, C.; MITCHAM B.; KADER, A.; CANTWELL, M.; THOMPSON, J.; SUSLOW, T.; ARPAIA, M. L.; REID, M. **Fruit Ripening & Ethylene Management**. Davis: Postharvest Technology Center, 2010. 130 p.

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

DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. **Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: EMPRAPA/CNPMPF, 2003. 151 p. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).

DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU,P.; GROSSO, C. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou caprótico: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos filmes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 408-419, 2007.

FAI, A. E. C.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Potencial biotecnológico de quitosana em sistemas de conservação de alimentos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, País Vasco, v. 9, n. 5, p. 435-451, 2008.

FAKHOURI, F. M.; BATISTA, J. GROSSO, C. Efeito de coberturas comestíveis aplicadas em goiabas *in natura* (*Psidium guajava*). I. desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis de gelatina, triacetina e ácidos graxos. **Brasilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 301-308, 2003.

FAKHOURI, F. M.; FONTES, L. C. B.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 27, v. 2, p. 369-375, 2007.

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

GALLO, J. A. Q.; DEBEAUFORT, F.; CALLEGARIN, F.; VOILLEY, A. Lipid hydrophobicity, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based edible films. **Journal of Membrane Science**, v. 180, n. 1, p. 37-46, 2000.

GOMES JÚNIOR, J.; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. Qualidade pós-colheita do melão tipo Cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p.223-227, 2001.

HAGENMAIER, R. D.; BAKER, R. A. Wax microemulsions and emulsions as citrus coating. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 42, n. 4, p. 899-902, 1994.

HOJO, E. T. D.; DURIGAN, J. F.; HOJO, R. H. Uso de embalagens plásticas e cobertura de quitosana na conservação pós-colheita de Lichias. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. spe., p. 377-383, 2011.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 99-104, 1986.

LAROTONDA, F. D. S.; MATSUI, K. N.; SOLDI, V.; LAURINDO, J. B. Biodegradable Films Made from Raw and Acetylated Cassava Starch. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 47, n. 3, p. 477-484, 2004.

LEE, K. Y.; SHIM, J. LEE, H. G. Mechanical properties of gellan and gelatin composite films. **Carbohydrate Polymers**, Irlanda, v. 56, n. 2, p. 51-54, 2004.

LEMOS, O. L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali R’**. 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade estadual do Sudoeste da Bahia, 2006.

LEMOS, O. L.; REBOLÇAS, T. N. H.; SÃO JOSÉ, A. R.; VILA, M. T. R.; SILVA, K. S. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão ‘Magali-R’ em duas condições de armazenamento. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 693-699, 2007.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; BISCEGLI, C. I.; FILGUEIRAS, H. A. C. Qualidade pós-colheita de melão Gália submetido à modificação da atmosfera e ao 1-metilciclopropeno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 793-798, 2005.

LUCCHETTA, L. **Caracterização de melões transgênicos ACC oxidase antisense e estudo bioquímico de álcool aciltransferases envolvidas na biossíntese de aromas**. 2007. 101f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, 2007.

McGLASSON, G. E.; PRATT, E. Plasma membrane physicochemical changes during maturation and postharvest storage of muskmelon fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 118, n. 2, p. 223-227, 1963.

MENDONÇA, F. V. S.; MENEZES, J. B.; GOIS, V. A.; NUNES, G. H. S.; SOUZA, P. A.; MENDONÇA JÚNIOR, C. F. Armazenamento refrigerado de melão Orange Flesh. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 15-18, 2005.

MENEZES, J. B.; FILGUEIRA, H. A. C.; ALVES, R. E.; MAIA, C. E.; ANDRADE, G. G.; ALMEIDA, J. H. S.; VIANA, F. M. P. Características do melão para exportação. In ALVES, R. E. **Melão: pós-colheita**. Brasília: Embrapa/CNPAT, 2000. 44 p. (Série Frutas do Brasil).

MOLINARI, A. C. F. **Métodos combinados para preservar a qualidade pós-colheita do mamão 'Golden' tipo exportação**. 2007. 64f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, 2007.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G.; MAIA, E. M.; MENEZES, J. B. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 214-218, 2009.

MOREIRA, R. S.; MELO, A. T. M.; PURQUERIO, L. P. V.; NARITA, N. **Melão (Cucumis melo L.)**. 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/melao/index.htm>. Acesso em: abr. 2011.

NICOLAS, M. Z.; FERNANDEZ, P. C.; ARIAS, S. B.; MARTINEZ, P. R. **El melon**. Ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1989, 173 p.

OLIVEIRA, B. S.; NUNES, M. L. Avaliação de quitosana de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) como biofilme protetor em caju. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 7, n. 4, p. 01-06, 2011.

OLIVEIRA, T. A.; AROUCHA, E. M. M.; FERREIRA, R. M. A.; TORRES, L. S.; FERNANDES, P. L. O. ; COSTA, L. N.; MAIA, P. M. E. Avaliação da qualidade de melão Cantaloupe durante armazenamento refrigerado. In: CONGRESSO BRASILEIRA DE QUÍMICA, 51., 2011. São Luís, **Anais...** São Luís: Associação Brasileira de Química, 2011. CD-ROM.

PEREIRA, F. H. F.; PUIATTI, M.; FINGER, F. L.; CECOM, P. R.; AQUINO, L. A. Produção e qualidade de frutos de melões amarelo e charentais cultivados em ambiente sombreado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 944-950, 2010.

PEREIRA, J. A. **Revista Hortifruitbrasil**. Mar. 2010. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/88/melao.pdf>>. Acesso em: dez. 2010.

PONTES FILHO, F. S. T. **Conservação pós-colheita de melão Cantaloupe cultivado em diferentes doses de N e K**. 2010. 80f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, 2010.

PORTO, L. C. **Filmes formados por gelatina e poli(acrilamina-co-ácido acrílico)**: efeito da composição, do plastificante e agente reticulante nas propriedades térmicas, mecânicas e absorção de água. 2007. 81f. Dissertação (Mestrado de Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

PRADO, M. E. T.; CHITARRA, A. B.; REZENDE, J. V. Armazenamento de melão ‘Orange Flesh’ minimamente processado sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 346-352, 2005.

QUEIROGA, R. C. F.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECOM, P. R. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro variando número de frutos e de folhas por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 209-215, 2008.

RANWALA, A. P.; SUEMATSU, C.; MASUDA, H. The role of b-galactosidases in the modification of cell wall components during muskmelon ripening. **Plant Physiology**, Washington, v. 100, n.3, p. 1318-1325, 1992.

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

RIZZO, A. A. N.; BRAZ, L. T. Características de cultivares de melão rendilhado cultivadas em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 370-373, 2001.

SÁ, C. R. L.; SILVA, E. O.; TERAPO, D.; OSTER, A. H. Efeito do KMnO₄ e 1-MCP com atmosfera modificada na conservação pós-colheita de melão Cantaloupe. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 60-69, 2008.

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

SANTOS, A. P. **Extração e caracterização do amido do fruto-do-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e elaboração de filmes biodegradáveis**. 2009. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciências Moleculares) – Universidade Estadual de Goiás, 2009.

SENHOR, R. F.; CARVALHO, J. N.; SOUZA, P. A.; ANDRADE NETO, R. C. Eficiência de diferentes fungicidas no controle de *Alternaria alternata*, agente causal da podridão pós-colheita em frutos do meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 14-19, 2009.

SILVA, L. T.; FERREIRA, R. M. A.; AROUCHA, E. M. M. ; LEITE, R. H. L.; OLIVEIRA, T. A.; SOUZA, M. S. Avaliação da qualidade de carambolas revestidas com biofilme a base de colágeno durante o armazenamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal, **Anais...** Natal: Associação Brasileira de Fruticultura, 2010. CD-ROM.

SILVA, M. C. C. **Crescimento, produtividade e qualidade do meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e cobertura do solo**. 2002. 65 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 2002.

SOUSA, J. P.; PRAÇA, E. F.; ALVES, R. E.; BEZERRA NETO, F.; DANTAS, F. F. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 665-668, 2002.

SOUZA, M. C., MENEZES, J. B., ALVES, R. E. Tecnologia pós-colheita e produção de melão no estado do Rio Grande do Norte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 188-190, 1994.

SOUZA, P. A.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, A. E. D.; COSTA, A. R. F. C.; FERREIRA, G. S.; BEZERRA NETO F. Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 235-239, 2009.

SOUZA, P. A.; FILGER, F. L.; ALVES, R. E.; PUIATTI, M.; CECON, P. R.; MENEZES, J. B. Conservação pós-colheita de melão Charentais tratado com 1-MCP e armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 464-470, 2008.

SOUZA, P. A.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; COSTA, F. B.; SOUZA, G. L. F. M. Armazenamento refrigerado de melão Gália 'Solarking' sob atmosfera modificada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 4, p. 377-382, 2006.

SUSLOW, T. V.; CANTWELL, M.; MITCHELL, J. **Melón** Cantaloupe (Chino o de Red): Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha. 2012. Disponível em: < http://postharvest.ucdavis.edu/frutasmelones/Mel%C3%B3n_Cantaloupe/ >. Acesso em: mar. 2012.

TOMAZ, H. V. Q.; AROUCHA, E. M. M.; NUNES, G. H. S.; BEZERRA NETO, F.; TOMAZ, H. V. Q.; QUEIROZ, R. F. Qualidade pós-colheita de diferentes híbridos de melão-amarelo armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 987-994, 2009.

TORRES, J. M. **Los tipos de melón comerciales**. In: VALLESPÍR, A.N. ed. Melones. Madrid: Ediciones de Horticultura, S.L., 1997. p. 13-20.

VICENTINI, N. M.; CASTRO T. M. R. de; CEREDA M. P. Influência de películas de fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 127-130, 1999.

WOLF, K. L. **Propriedades físico-químicas e mecânicas de biofilmes elaborados a partir de fibra de pó de colágeno**. 2007. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, 2007.

CAPÍTULO II

EFEITO DA ADIÇÃO DE ÁCIDO GRAXO DE COCO E SURFACTANTES NAS PROPRIEDADES DE FILMES DE GELATINA

RESUMO

O interesse em desenvolver filmes biodegradáveis surgiu da necessidade de redução do descarte de embalagens plásticas no meio ambiente. Dentre os materiais estudados destaca-se a gelatina, uma proteína animal que possui boa capacidade para a formação de filmes. Para serem usados na conservação em pós-colheita de frutos, esses filmes devem possuir algumas propriedades, tais como transparência e baixa permeabilidade ao vapor de água e aos gases, além de boas propriedades mecânicas. Tendo em vista que os filmes de gelatina possuem com principal limitação a baixa barreira ao vapor de água, este trabalho teve por finalidade estudar o efeito da adição de ácidos graxos de coco e surfactantes nas propriedades de filmes de gelatina. Foram utilizados como surfactantes o Tween 20 e o óleo de coco saponificado (OCS) e avaliou-se a transmitância a 550 nm e a permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos filmes obtidos. Observou-se que o filme que apresentou melhores propriedades para a aplicação em frutos foi o filme de gelatina com 5% de óleo de coco saponificado.

Palavras chave: Tween 20. OCS. Transmitância. PVA.

EFFECT OF ADDITION OF COCONUT FATTY ACID AND SURFACTANTS ON PROPERTIES OF GELATIN FILMS

ABSTRACT

The interest in developing biodegradable film occurred due to the need for reducing the plastic containers discarded in the environment. Among the materials studied, the gelatin, an animal protein has good ability of film-forming. For use in fruits during the postharvest storage, the films must have certain properties such as transparency and low permeability to water vapor and gases as well as good mechanical properties. Considering that gelatin film presents as a main limitation the low water vapor barrier, this work had as its main aim to study the addition effect of coconut fatty acids and surfactants on the properties of gelatin films. For this, Tween 20 as surfactants and saponified coconut oil (OCS) and it was evaluated the transmittance at 550 nm and water vapor permeability (PVA) of the films obtained. It was observed that the film with better properties for use on the fruit was the gelatin film with 5% of saponified coconut oil.

Keywords: Tween 20. OCS. Transmittance. PVA.

1 INTRODUÇÃO

A poluição ambiental causada pela deposição de materiais de embalagem não renováveis no meio ambiente demanda alternativas para seu controle e/ou eliminação. Assim, surgiu o interesse em desenvolver filmes para ser usados como embalagens biodegradáveis, que não causem danos ao meio ambiente e adicionalmente melhorem a qualidade dos produtos alimentícios (DAVANÇO et al., 2007).

Os filmes e coberturas comestíveis são elaborados a partir de polissacarídeos (amido, carragenina, alginato), proteínas (gelatina, caseína, glúten de trigo), lipídios ou da combinação deles. Cada um destes componentes confere uma ou mais propriedades ao filme, dessa forma é possível manipular estes e elaborar misturas filmogênicas de acordo com as propriedades desejadas para cada finalidade (WOLF, 2007).

Dentre as proteínas mais estudadas destaca-se a gelatina, um polímero natural obtido pela hidrólise controlada das fibras de colágeno, que tem sido utilizada devido a sua abundância, baixo custo e por possuir excelentes propriedades formadoras de filmes (PORTO, 2007). Estes filmes são obtidos através da solubilização, aquecimento, gelificação e desidratação da solução filmogênica (BERGO; SOBRAL, 2007).

A gelatina é aplicada em diversas áreas, como alimentos, embalagens e coberturas comestíveis, indústria farmacêutica, fotográfica, entre outras. Possui boas propriedades de barreira a oxigênio, porém alta permeabilidade a vapores de água e propriedades mecânicas não adequadas a muitas aplicações tecnológicas (PORTO, 2007).

Filmes de proteínas constituem excelente barreira às trocas gasosas, entretanto não são eficientes em conter o vapor de água (DAVANÇO et al., 2007). Inúmeros estudos têm sido conduzidos com a intenção de melhorar as propriedades mecânicas e de barreira ao vapor de água dos filmes de gelatina. Um método extensivamente

utilizado para aumentar esta barreira tem sido a incorporação de compostos hidrofóbicos, como os lipídeos, em sua matriz polimérica (CHAMBI; GROSSO, 2006).

Porém, essa incorporação não ocorre de maneira homogênea devido à baixa solubilidade entre a matriz formadora de filme (polar) e os lipídios (apolar). Para melhorar a estabilidade das partículas de lipídios na matriz filmogênica se faz necessário o uso de surfactantes.

Os surfactantes ou agentes tensoativos caracterizam-se por possuírem duas regiões distintas na mesma molécula: uma região polar hidrofílica e outra região não-polar hidrofóbica. Esses compostos apresentam atividade na superfície da interface entre duas fases, tais como ar-água, óleo-água, e na superfície de sólidos (MINATTI, 2005).

Surfactantes iônicos obtidos através da saponificação de óleos vegetais são bastante atrativos por possuírem baixo custo e alta eficiência (SANTOS et al., 2007). A utilização desses compostos promove a formação de uma solução homogênea onde os compostos lipídicos são efetivamente incorporados à matriz filmogênica (BARRETO, 2011).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da adição de ácido graxo de coco e dos surfactantes Tween 20 e óleo de coco saponificado (OCS) nas propriedades de filmes de gelatina.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo do efeito da adição de ácidos graxos de coco (AGC) e de dois surfactantes (Tween 20 e OCS) em filmes de gelatina foi realizado através de um planejamento experimental para misturas do tipo centróide simplex. Experimentos preliminares determinaram que concentrações de surfactantes superiores a 5% (em massa) desestabilizam a matriz polimérica da gelatina prejudicando a formação dos filmes e que a adição de AGC em concentrações superiores a 5% provocam a exsudação do óleo da matriz polimérica após a formação do filme.

Por este motivo o estudo limitou-se à adição de aditivos em até 5% (em massa) da solução geradora de filmes. As variáveis independentes estudadas correspondem às concentrações de 03 (três) pseudocomponentes, codificadas como os fatores x_1 , x_2 e x_3 , sendo: 1 – água, 2 – mistura contendo 5% de surfactantes (Tween 20 ou OCS) e 3 – mistura contendo 5% de ácidos em água.

O surfactante OCS (óleo de coco saponificado) foi elaborado em laboratório. Primeiramente realizou-se a extração dos ácidos graxos livres da amostra de óleo de coco, na qual se utilizou 17,8 g de NaOH para 100 g de óleo. Após pesar, em um béquer, a massa de NaOH requerida, esta foi dissolvida na menor quantidade de água possível, logo após foram adicionados 70 mL de álcool etílico absoluto (C_2H_5OH) e em seguida a solução obtida foi transferida para um balão de fundo chato, onde já se encontravam 100 g de óleo de coco.

O balão foi então instalado em um condensador de refluxo e disposto em um agitador magnético com aquecimento por duas horas contadas a partir do início da ebulição. Após este período, o balão foi resfriado até a temperatura ambiente, e em seguida transferiu-se o conteúdo para um funil de separação, onde este foi “lavado” com 100 mL de ácido clorídrico (HCl) de 6 mol/L. Após decantação descartou-se a fase mais densa.

Para a obtenção do óleo de coco saponificado (OCS), os ácidos graxos foram pesados em balão de fundo chato, transportados para um agitador magnético com aquecimento, com uma nova massa de base NaOH proporcional à massa de ácidos graxos, mais a quantidade proporcional de álcool etílico, por duas horas contadas a partir da ebulição. Este processo tem a finalidade de neutralizar os ácidos graxos formando um sabão livre de glicerina e outras impurezas.

O sabão (OCS) obtido foi deixado ao ar livre para secagem e macerado com a utilização do almofariz e do pistilo. E logo em seguida foi peneirado para a obtenção do sabão em pó que foi utilizado na formulação dos biofilmes que utilizaram OCS como surfactante.

Na formulação dos filmes foi utilizada a concentração de 20% de gelatina natural (tipo A, bloom = 244, marca ômega), 1% de glicerol e as proporções entre os demais componentes foram variáveis como mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Composição dos biofilmes utilizando como surfactante Tween 20 ou óleo de coco saponificado (OCS).

Biofilme	Água (%)	AGC ¹ (%)	Surfactante (%)
1	100	0	0
2	97,5	2,5	0
3	95	5	0
4	97,5	0	2,5
5	95	0	5
6	95	2,5	2,5
7	97,5	1,25	1,25

¹Ácido graxo de óleo de coco.

O biofilme padrão (biofilme 1) foi obtido hidratando-se 20 gramas de gelatina e 1 g de glicerol em 100 g de água destilada, permanecendo por uma hora em temperatura ambiente para ocorrer o intumescimento. Em seguida, a solução foi agitada e aquecida a uma temperatura de 60 °C, durante 10 minutos, com o auxílio de um aquecedor-agitador. Em seguida as 2,5 mL das soluções filmogênicas foram pipetadas e depositadas em placa de petri com diâmetro de 5,5 cm.

A figura 1 apresenta os pontos experimentais e sua distribuição no diagrama ternário.

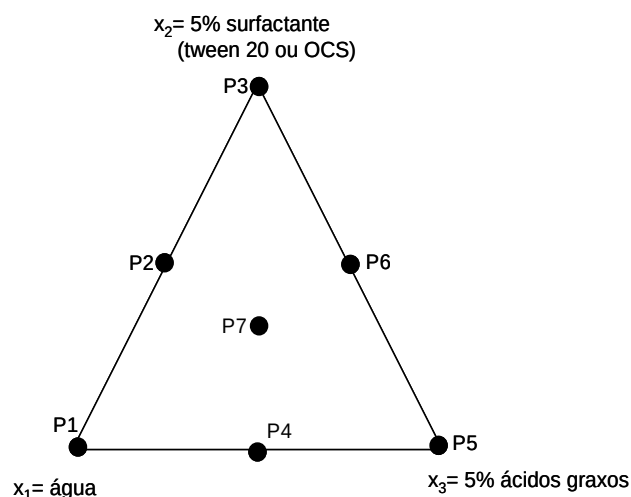


Figura 1 – Distribuição dos pontos do planejamento centróide simplex.

As variáveis de resposta foram a permeabilidade ao vapor de água, codificada como y_1 , e a transmitância a 550 nm, codificada como y_2 , dos filmes obtidos após 24 horas por processo de “casting” a partir das soluções filmogênicas.

A transmitância foi medida com o auxílio de um espectrofotômetro, utilizando o comprimento de onda de 550 nm, enquanto a permeabilidade ao vapor de água foi determinada por método gravimétrico, no qual as amostras foram seladas em células de PVC contendo em seu interior cloreto de cálcio (CaCl_2) anidro. As células foram arranjadas em triplicada para cada tipo de filme produzido e mantidas a 29 °C dentro de dessecador contendo água destilada. A partir do ganho de massa do cloreto de cálcio, registrado a cada intervalo de 24 horas, durante sete dias, foi possível determinar a transferência de umidade através da película do filme (ASTM, 1989).

A taxa de permeabilidade ao vapor de água foi obtida pela média dos três valores calculados a partir da equação 1:

$$PVA = \frac{w}{t} \times \frac{x}{A \cdot \Delta p} \quad (1)$$

Onde: PVA = Permeabilidade ao vapor de água em $\text{g} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Pa}^{-1}$; w/t = relação obtida por meio de regressão linear feita a partir dos dados colhidos de ganho de massa (w) e tempo (t); x = espessura do filme; A = área exposta; Δp = diferencial de pressão de vapor de água através do filme.

A análise estatística dos efeitos individuais para os fatores experimentais e suas interações sobre as propriedades dos filmes de gelatina foi efetuada pelo Programa Statistica 7.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta a matriz de experimentos empregada com os valores dos fatores codificados e os resultados experimentais obtidos para as variáveis de resposta.

Tabela 2 – Matriz de experimentos e resultados obtidos para o estudo do efeito da adição de ácidos graxos e surfactantes na permeabilidade e transparência de filmes de gelatina.

Nº Ensaio	Fatores (valores codificados)			Variáveis de resposta			
	x ₁	x ₂	x ₃	Tween 20		OCS	
				y ₁	y ₂	y ₁ [*]	y ₂ [*]
1	1	0	0	0,74	80,9	0,71	80,9
2	1/2	1/2	0	0,87	71,3	0,62	75,9
3	0	1	0	0,89	48,0	0,57	55,3
4	1/2	0	½	0,75	31,6	0,71	31,6
5	0	0	1	0,53	25,4	0,51	25,4
6	0	1/2	½	0,84	18,1	0,55	42,4
7	1/3	1/3	1/3	1,25	15,8	0,64	37,6
8	1/3	1/3	1/3	1,13	12,6	0,63	39,8
9	1/3	1/3	1/3	1,27	12,6	0,63	40,5

y₁ – permeabilidade ao vapor de água (g.mm.m⁻².h⁻¹.kPa), y₂ – transmitância a 550 nm.

Obs. 1 – o asterisco indica resultados dos filmes com surfactante OCS.

Obs. 2 – Temperatura = 29 °C, %Gelatina = 20%, plastificante = 1% de glicerol.

Os ensaios 7 a 9 são triplicatas realizadas no ponto central para determinação do erro experimental. Considerou-se a homocedasticidade no domínio experimental estudado.

3.1 Efeito da composição da mistura filmogênica na permeabilidade ao vapor de água dos filmes de gelatina

A tabela 3 exibe os coeficientes do modelo, estimativa dos erros-padrão, teste de Student (teste t) e valor-p para os efeitos principais e interações do modelo cúbico usado na descrição da permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e Tween 20. A figura 2 apresenta o Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para comparação da significância dos fatores e suas interações sobre a PVA dos filmes.

Tabela 3 – Coeficientes, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p para a permeabilidade ao vapor de água de filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e Tween 20.

Fator	Coeficientes	Erro-padrão	Teste t	Valor-p
(x ₁) Água	0,74	±0,075	9,771	0,010312 ^a
(x ₂) 5% Surfactante	0,89	±0,075	11,867	0,007027 ^a
(x ₃) 5% Óleo	0,53	±0,075	7,032	0,019631 ^a
x ₁ .x ₂	0,24	±0,369	0,646	0,584389
x ₁ .x ₃	0,48	±0,369	1,296	0,324425
x ₂ .x ₃	0,52	±0,369	1,417	0,292316
x ₁ .x ₂ .x ₃	9,68	±1,995	4,850	0,039976 ^a

^a (p < 0,05) – efeitos considerados estatisticamente significativos a um nível de confiança de 95%. Surfactante = Tween 20, óleo = AGC.

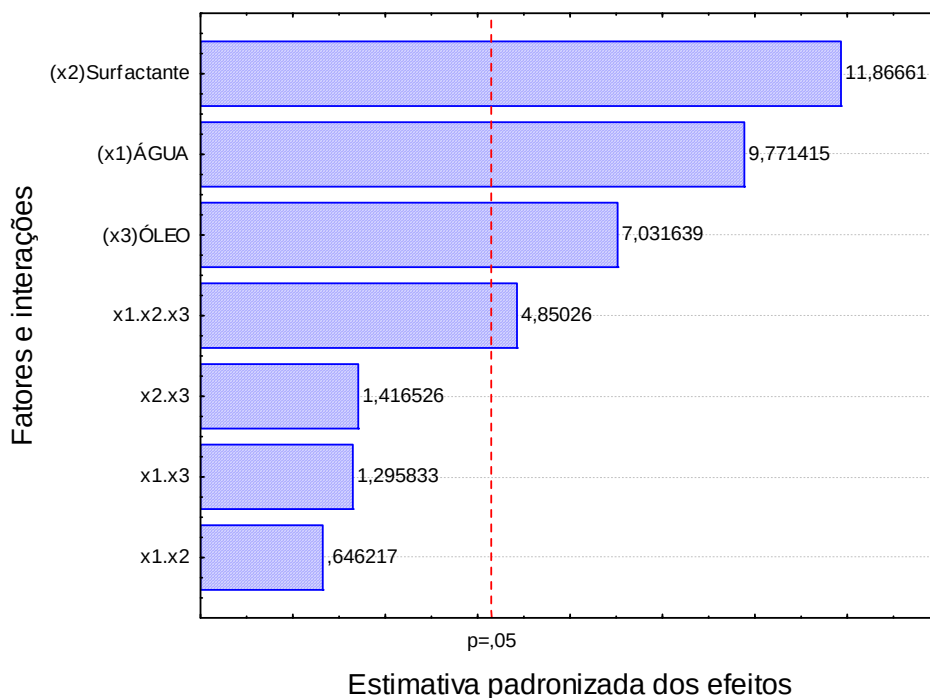


Figura 2 – Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações (PVA – filmes de gelatina adicionados com Tween 20 e ácidos graxos de coco).

Os efeitos principais são estatisticamente significativos a um nível de confiança de 95%. Apenas a interação cúbica, $x_1 \times x_2 \times x_3$, pode ser considerada significativa ao nível de 95% de confiança. As demais interações entre os fatores são pouco significativas.

Para avaliar quais fatores e interações devem ser descartados do modelo foi utilizado o Método dos Melhores Subconjuntos. Usou-se, como critério de seleção de fatores e interações que devem compor o modelo matemático, a maximização do valor de R^2 -ajustado. O R^2 -ajustado é calculado a partir do ajuste de R^2 de cada subconjunto do modelo considerando o número de variáveis do modelo e o tamanho da amostra. Esse coeficiente é calculado pelo programa estatístico quando do ajuste dos dados aos modelos propostos.

O modelo matemático representativo da variável de resposta (y_1 – permeabilidade ao vapor de água) em função dos fatores pode ser expresso pela equação 2.

$$y_1 = 0,76 \cdot x_1 + 0,91 \cdot x_2 + 0,53 \cdot x_3 + 0,44 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,48 \cdot x_2 \cdot x_3 + 10,27 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \quad (2)$$

A validade do modelo foi estabelecida por meio de análise de variância (Tabela 4), do coeficiente de determinação (R^2) e da comparação entre os valores previstos pelo modelo e os observados experimentalmente (Figura 3).

Tabela 4 – Análise de variância para o ajuste do modelo (PVA – Tween 20).

Fonte de variação	Soma quadrática	Nº de graus de liberdade	Média quadrática	$F_{\text{crítico}} (\alpha=5\%)$	$F_{\text{calculado}}$	$\frac{F_{\text{calculado}}}{F_{\text{crítico}}}$
Regressão	0,483309	5	0,096662			
Resíduos	0,013707	3	0,004569			
				9,01	21,16	2,34
Falta de ajuste	0,002368	1	0,002368			
Erro puro	0,011339	2	0,005670			
Total	0,497016	8	0,062127			
$R^2 = 0,9724$ $R^2\text{-ajustado} = 0,9265$						
% de variação explicada = 97,24 % % máxima de variação explicável = 97,72 %						

A análise de variância (Tabela 4) mostra que a regressão é significativa ($F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$). O modelo consegue explicar 97,24% da variância de um total de variância explicável igual a 97,72% para os dados usados no ajuste. A concordância entre os valores preditos pelo modelo e os valores observados experimentalmente pode ser visualizada na figura 3.

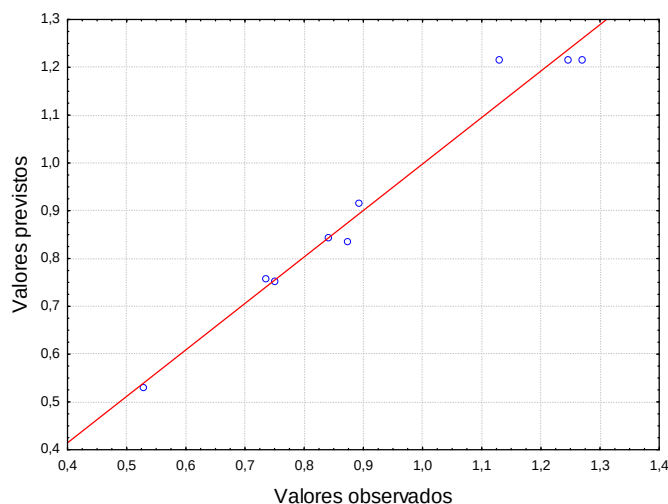


Figura 3 – Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo.

A figura 4 apresenta a superfície de resposta obtida a partir da aplicação do modelo matemático. Pode-se observar que a adição de ácidos graxos à solução filmogênica reduz a permeabilidade dos filmes, em comparação com os filmes obtidos apenas com água. A adição de Tween 20 provoca um aumento na permeabilidade dos filmes. Além disso, constatou-se um efeito combinado entre adição do surfactante e do óleo no aumento da permeabilidade do filme. Este aumento da permeabilidade dos filmes contendo o surfactante não iônico, Tween 20, pode ser decorrente de uma desnaturação da matriz protéica da gelatina pelo surfactante.

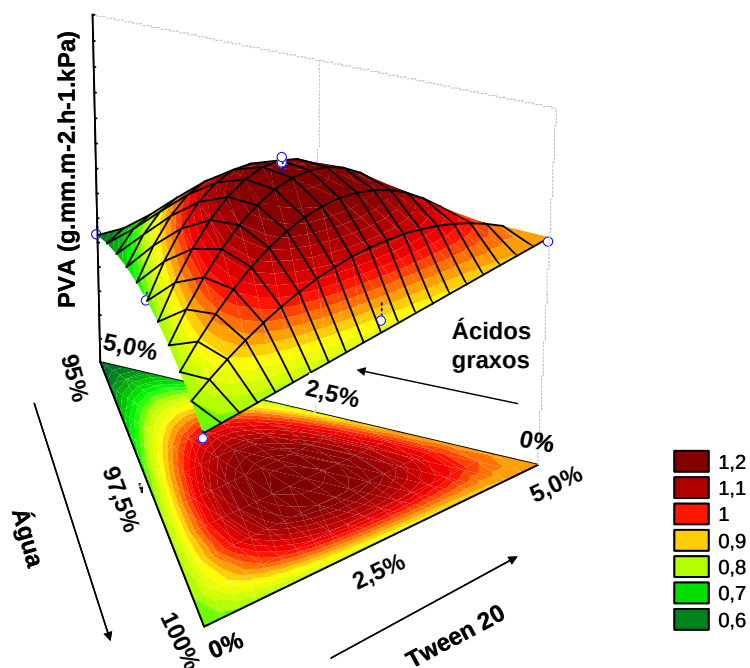


Figura 4 – Superfície de resposta para PVA dos filmes de gelatina/AGC/Tween 20.

Contrastando com estes resultados, Davanço et al. (2007) obtiveram efeito positivo na PVA para a adição de surfactante Tween 80 em filmes compostos de gelatina, triacetina e ácido capróico. Estes autores verificaram que o filme sem a adição do Tween 80 apresentaram PVA de 0,40 g.mm/m².h.KPa e com a adição deste surfactante a PVA foi reduzida à 0,28 g.mm/m².h.KPa. Já para a adição do Tween 80 em filmes compostos de gelatina, triacetina e ácido esteárico observou-se que não houve diferença estatística na PVA que manteve valores próximos a 0,34 g.mm/m².h.KPa.

Estudo semelhante foi realizado para a obtenção de um modelo empírico que descreva a permeabilidade de filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e do surfactante. A tabela 5 exhibe os coeficientes do modelo, estimativa dos erros-

padrão, teste de Student (teste t) e valor-p para os efeitos principais e interações do modelo quadrático usado na descrição da permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos filmes de gelatina adicionados de AGC e OCS. A figura 5 apresenta o Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para comparação da significância dos fatores e suas interações sobre a PVA dos filmes.

Tabela 5 – Coeficientes, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p para a permeabilidade ao vapor de água de filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e OCS.

Fator	Coeficientes	Erro-padrão	Teste t	Valor-p
(x ₁) Água	0,71	±0,005	140,036	0,000001 ^a
(x ₂) 5% Surfactante	0,57	±0,005	112,438	0,000002 ^a
(x ₃) 5% Óleo	0,51	±0,005	100,610	0,000002 ^a
x ₁ .x ₂	-0,09	±0,022	-3,954	0,028875 ^a
x ₁ .x ₃	0,39	±0,022	17,687	0,000394 ^a
x ₂ .x ₃	0,03	±0,022	1,457	0,241262

^a (p < 0,05) – efeitos considerados estatisticamente significativos a um nível de confiança de 95%. Surfactante = OCS, óleo = AGC.

Observa-se que os efeitos principais são altamente significativos e que apenas a interação entre os fatores x₂ e x₃ não pode ser considerada significativa a um nível de confiança de 95%. Um modelo quadrático foi adequado para descrever o comportamento da permeabilidade dos filmes de gelatina adicionados de AGC e OCS.

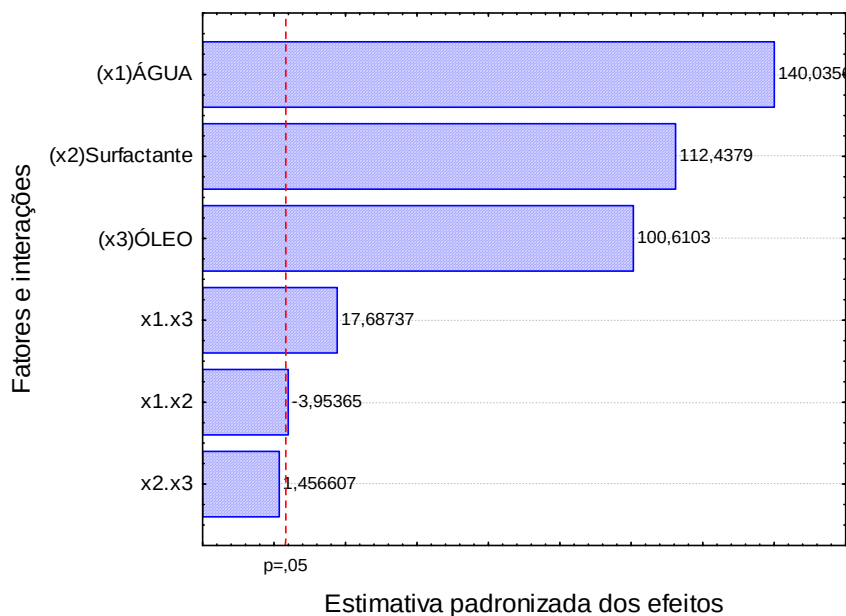


Figura 5 – Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações (PVA – filmes de gelatina adicionados com OCS e ácidos graxos de coco).

A equação 3 apresenta o modelo matemático que descreve o comportamento da permeabilidade dos filmes de gelatina/AGC/OCS em função da composição da mistura filmogênica.

$$y_1^* = 0,71 \cdot x_1 + 0,57 \cdot x_2 + 0,51 \cdot x_3 - 0,09 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,39 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,03 \cdot x_2 \cdot x_3 \quad (3)$$

A tabela 6 apresenta os resultados da análise de variância e o valor de R^2 para o modelo proposto.

O modelo proposto é altamente significativo e descreve 99,78% da variação da resposta, podendo ser usado para fins preditivos considerando que o valor de $F_{\text{calculado}}$ é 30,8 vezes o valor de $F_{\text{crítico}}$. A figura 6 compara os valores observados experimentalmente com os previstos pelo modelo matemático, demonstrando uma boa concordância entre estes.

Tabela 6 – Análise de variância para o ajuste do modelo (PVA - filmes gelatina/AGC/OCS).

Fonte de variação	Soma quadrática	Nº de graus de liberdade	Média quadrática	$F_{\text{crítico}} (\alpha=5\%)$	$F_{\text{calculado}}$	$\frac{F_{\text{calculado}}}{F_{\text{crítico}}}$
Regressão	0,036211	5	0,007242			
Resíduos	0,000078	3	0,000026			
				9,01	277,8	30,83
Falta de ajuste	0,000012	1	0,000012			
Erro puro	0,000067	2	0,000033			
Total	0,036289	8	0,004536			
$R^2 = 0,9978$ $R^2\text{-ajustado} = 0,9943$						
% de variação explicada = 99,78 % % máxima de variação explicável = 99,82 %						

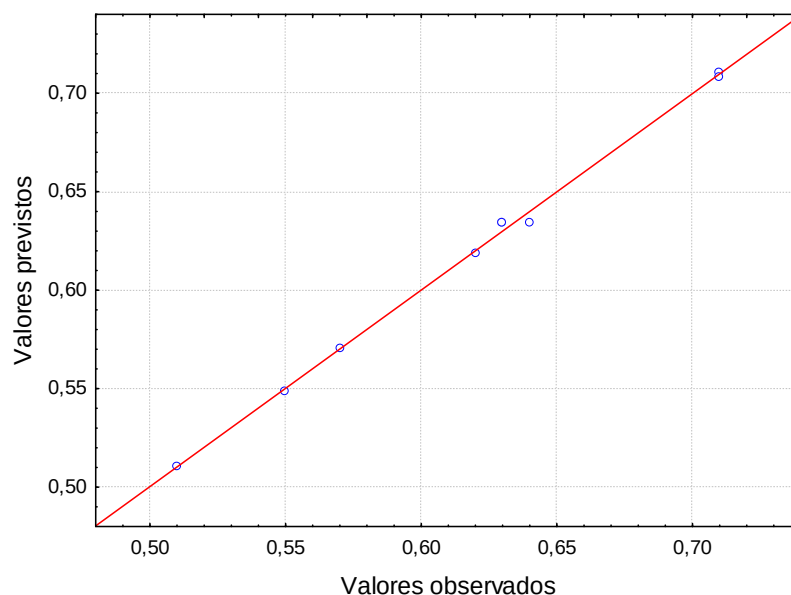


Figura 6 – Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo (PVA – filmes gelatina/AGC/OCS).

A figura 7 apresenta a superfície de resposta para a permeabilidade ao vapor de água dos filmes de gelatina/AGC/OCS em função da composição da mistura filmogênica.

Observa-se na figura 7 que a adição de AGC e de OCS aos filmes de gelatina provoca uma diminuição na PVA destes. A adição de 5% de AGC reduz a permeabilidade dos filmes em 28%, enquanto a adição de quantidade idêntica de OCS reduz a permeabilidade dos filmes em 19,7%, em relação aos filmes elaborados com água apenas. Não se observou um efeito de interação entre os dois aditivos.

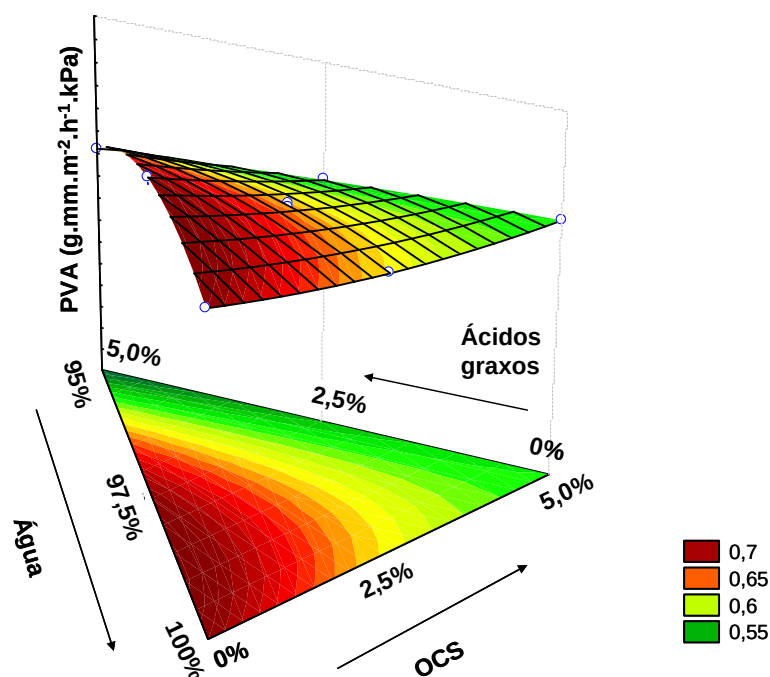


Figura 7 – Superfície de resposta para PVA dos filmes de gelatina/AGC/OCS.

Valores inferiores para a PVA foram detectado por Fakhouri et al. (2003) em filmes compostos de gelatina e ácidos graxos. Estes autores verificaram que os filmes formados por gelatina e ácido láurico (15 e 20% da massa de gelatina) propiciaram uma menor PVA (0,18 e 0,19 g.mm/m².h.KPa, respectivamente) em relação à filmes formados por gelatina e ácido esteáricos (5, 15, 25 e 50% da massa de gelatina) que tiveram PVA média de 0,33 g.mm/m².h.KPa. Assim, percebe-se que a característica de PVA de cada filme está intimamente relacionada à concentração e ao tipo de ácido graxo utilizados na formulação da matriz filmogênica.

3.2 Efeito da composição da mistura filmogênica na transparência dos filmes de gelatina

A tabela 7 exhibe os coeficientes do modelo, estimativa dos erros-padrão, teste de Student (teste t) e valor-p para os efeitos principais e interações do modelo cúbico usado na descrição da transparência (avaliada pela transmitância a 550 nm) dos filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e Tween 20. A figura 8 apresenta o Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para comparação da significância dos fatores e suas interações sobre a transparência dos filmes.

Tabela 7 – Coeficientes, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p para a permeabilidade ao vapor de água de filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e Tween 20.

Fator	Coeficientes	Erro-padrão	Teste t	Valor-p
(x ₁) Água	80,87	±1,841	43,925	0,000518 ^a
(x ₂) 5% Surfactante	47,96	±1,841	26,050	0,001470 ^a
(x ₃) 5% Óleo	25,38	±1,841	13,787	0,005220 ^a
x ₁ .x ₂	27,55	±9,019	3,055	0,092533
x ₁ .x ₃	-85,97	±9,019	-9,532	0,010828 ^a
x ₂ .x ₃	-74,23	±9,019	-8,231	0,014442 ^a
x ₁ .x ₂ .x ₃	-620,28	±48,779	-12,716	0,006127 ^a

^a (p < 0,05) – efeitos considerados estatisticamente significativos a um nível de confiança de 95%. Surfactante = Tween 20, óleo = AGC.

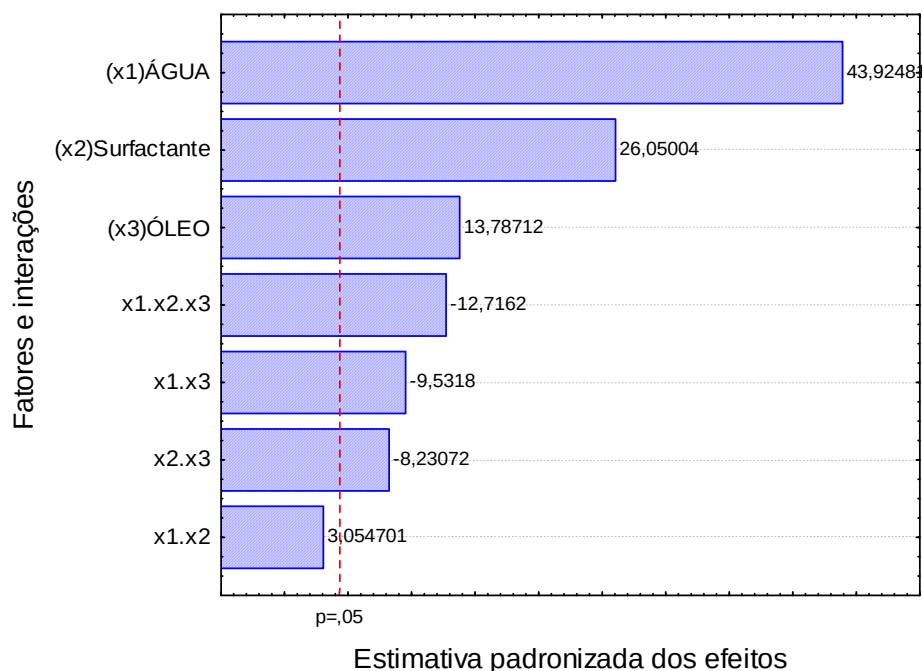


Figura 8 – Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações (transmitância a 550 nm dos filmes de gelatina adicionados com Tween 20 e ácidos graxos de coco).

Observa-se que todos os fatores principais são significativos e que apenas a interação $x_1 \times x_2$ é estatisticamente pouco significativa. As interações envolvendo o fator x_3 são estatisticamente significativas a um nível de 95% de confiança e, além disso, possuem coeficientes negativos. Este resultado é explicado pela redução da transparência dos filmes ocasionada pela formação de gotículas do óleo no interior da matriz polimérica.

A transmitância a 550 nm dos filmes de gelatina/AGC/Tween 20 pode ser descrita em função da composição da mistura filmogênica pelo modelo matemático cúbico expresso na equação 4.

$$y_2 = 80,87 \cdot x_1 + 47,96 \cdot x_2 + 25,38 \cdot x_3 + 27,55 \cdot x_1 \cdot x_2 - 85,97 \cdot x_1 \cdot x_3 - 74,23 \cdot x_2 \cdot x_3 - 620,28 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \quad (4)$$

A tabela 8 apresenta os resultados da análise de variância para o modelo proposto. Pode ser constatado que a regressão é significativa e explica 99,87% da variação da resposta.

Tabela 8 – Análise de variância para o ajuste do modelo (transmitância a 550 nm - filmes gelatina/AGC/Tween 20).

Fonte de variação	Soma quadrática	Nº de graus de liberdade	Média quadrática	F _{crítico} (α=5%)	F _{calculado}	$\frac{F_{\text{calculado}}}{F_{\text{crítico}}}$
Regressão	5340,639	6	890,1064			
Resíduos	6,779	2	3,3894	19,3	262,6	13,61
Falta de ajuste	0,000	0	0,0000			
Erro puro	6,779	2	3,3894			
Total	5347,417	8	668,4272			
$R^2 = 0,9987$ % de variação explicada = 99,87 % $R^2\text{-ajustado} = 0,9949$ % máxima de variação explicável = 99,87 %						

A adequação do modelo aos dados experimentais pode ser visualizada na figura 9, que compara os valores da transmitância, previstos pelo modelo aos observados experimentalmente.

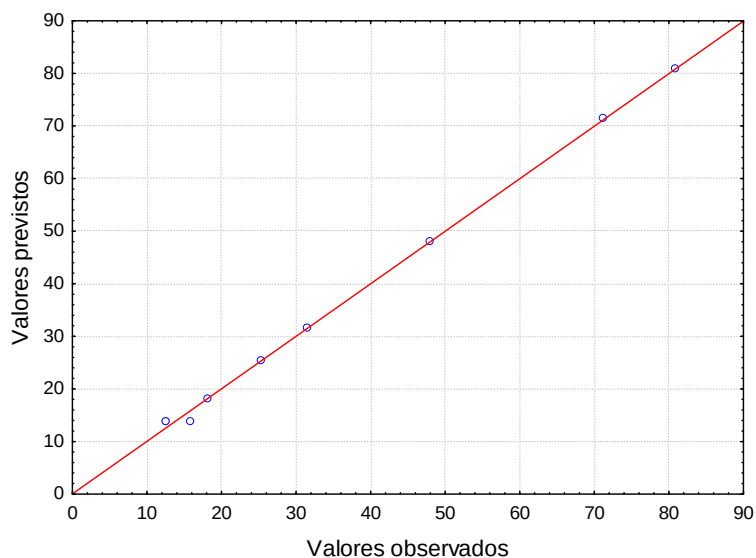


Figura 9 – Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo (transmitância a 550 nm - filmes gelatina/AGC/Tween 20).

A figura 10 apresenta a superfície de resposta para a transmitância a 550 nm dos filmes de gelatina/AGC/Tween 20 em função da composição da mistura filmogênica. A adição de Tween 20 provoca uma pequena redução na transmitância dos filmes de gelatina, mas foi incapaz de manter a transparência dos filmes em presença do AGC.

Davanço et al. (2007) observaram redução significativa na transparência de filme de gelatina, triacetina e ácido capróico ou esteárico com a introdução de SDS (lauril sulfato de sódio) na matriz filmogênica. Entretanto, estes autores

não obtiveram diferença significativa na transparência de filmes de gelatina, triacetina e ácido capróico com a adição de Tween 80.

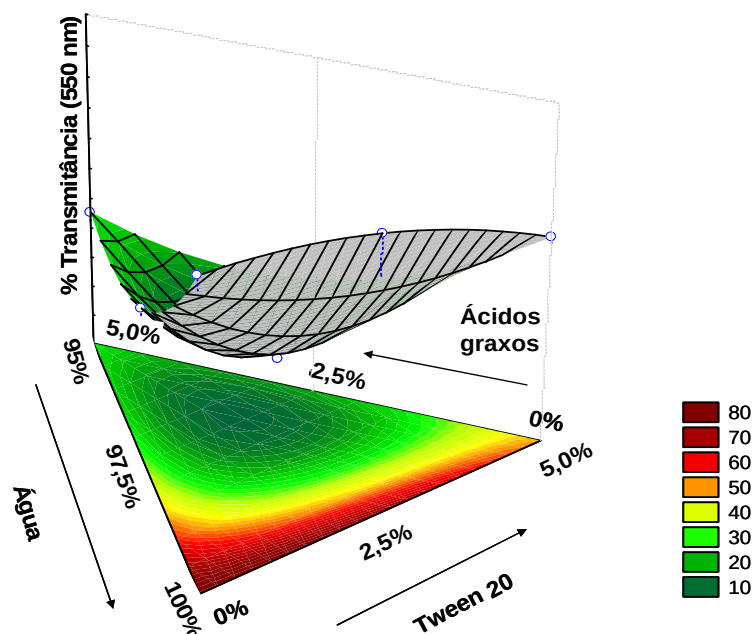


Figura 10 – Superfície de resposta para transmitância a 550 nm - filmes gelatina/AGC/Tween 20.

Os coeficientes do modelo, estimativa dos erros-padrão, teste de Student (teste t) e valor-p para os efeitos principais e interações do modelo cúbico usado na descrição da transparência (avaliada pela transmitância a 550 nm) dos filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e OCS são mostrados na tabela 9. A figura 11 apresenta o Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para comparação da significância dos fatores e suas interações sobre a transparência dos filmes.

Tabela 9 – Coeficientes, erro-padrão, teste-t de Student e valor-p para a permeabilidade ao vapor de água de filmes de gelatina adicionados de ácidos graxos de coco e OCS.

Fator	Coeficientes	Erro-padrão	Teste t	Valor-p
(x ₁) Água	80,87	±1,540	52,519	0,000362 ^a
(x ₂) 5% Surfactante	55,27	±1,540	35,898	0,000775 ^a
(x ₃) 5% Óleo	25,38	±1,540	16,485	0,003660 ^a
x ₁ .x ₂	31,45	±7,543	4,170	0,052990
x ₁ .x ₃	-85,97	±7,543	-11,397	0,007611 ^a
x ₂ .x ₃	8,36	±7,543	1,108	0,383379
x ₁ .x ₂ .x ₃	-254,03	±40,797	-6,227	0,024835 ^a

^a (p < 0,05) – efeitos considerados estatisticamente significativos a um nível de confiança de 95%. Surfactante = OCS, óleo = AGC.

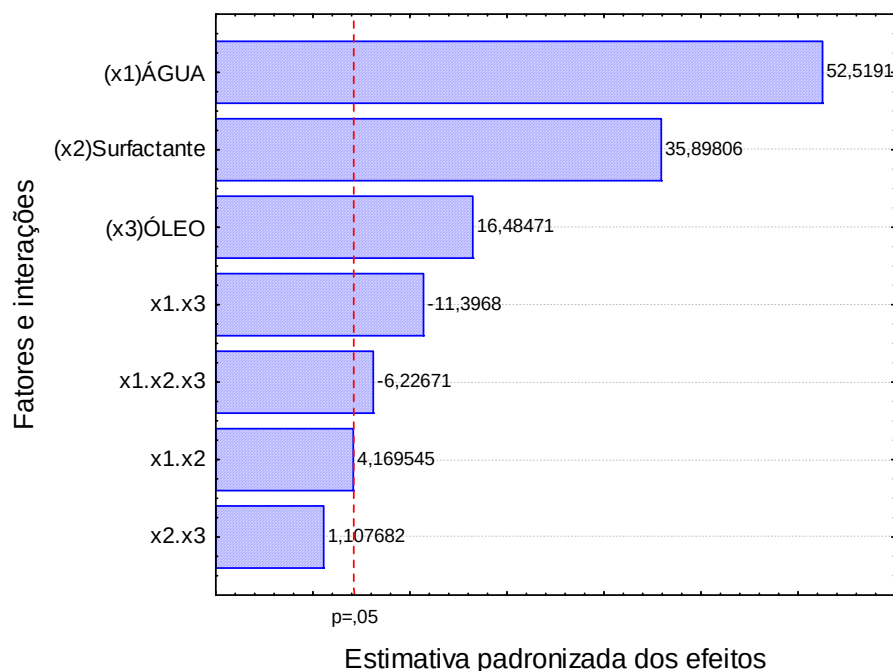


Figura 11 – Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados para os fatores e suas interações (transmitância a 550 nm dos filmes de gelatina adicionados com OCS e ácidos graxos de coco).

Pode-se verificar que apenas a interação $x_2 \cdot x_3$ é não significativa ($p > 0,3$), enquanto que a interação $x_1 \cdot x_2$ é pouco significativa ($p \approx 0,05$). As interações significativas envolvendo o fator x_3 (concentração de AGC) são negativas e expressam o fato da adição de material lipídico diminuir a transmitância dos filmes de gelatina.

Eliminando a interação $x_1 \cdot x_2$ do modelo cúbico obtemos a função matemática expressa na equação 5 que representa o comportamento da transmitância a 550 nm dos filmes de gelatina adicionados de AGC e OCS. Os resultados da análise de variância realizada para avaliar a adequação do modelo descrito pela equação 5 são expostos na tabela 10.

$$y_2^* = 80,87 \cdot x_1 + 55,27 \cdot x_2 + 25,38 \cdot x_3 + 31,45 \cdot x_1 \cdot x_2 - 85,97 \cdot x_1 \cdot x_3 - 254,03 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \quad (5)$$

Tabela 10 – Análise de variância para o ajuste do modelo (transmitância a 550 nm - filmes gelatina/AGC/OCS).

Fonte de variação	Soma quadrática	Nº de graus de liberdade	Média quadrática	$F_{\text{crítico}} (\alpha=5\%)$	$F_{\text{calculado}}$	$\frac{F_{\text{calculado}}}{F_{\text{crítico}}}$
Regressão	2947,306	5	589,4612			
Resíduos	7,651	3	2,5503	9,01	231,1	25,65
Falta de ajuste	2,909	1	2,9090			
Erro puro	4,742	2	2,3709			
Total	2954,957	8	369,3696			
$R^2 = 0,9974$ % de variação explicada = 99,74 % $R^2\text{-ajustado} = 0,9931$ % máxima de variação explicável = 99,84 %						

O coeficiente da interação cúbica negativa ($x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$) obtida no modelo da Equação 5 (filmes gelatina/AGC/OCS) é menor que o obtido para o modelo representado na Equação 4 (filmes gelatina/AGC/Tween 20) indicando, também, uma maior solubilização da fase lipofílica (AGC) pelo surfactante OCS.

A análise de variância mostra uma regressão significativa e com possibilidade de uso para fins de previsão. O modelo conseguiu explicar 99,74% da variação da resposta de um total explicável de 99,84%. A concordância dos valores experimentais com os calculados pelo modelo pode ser vista na figura 12.

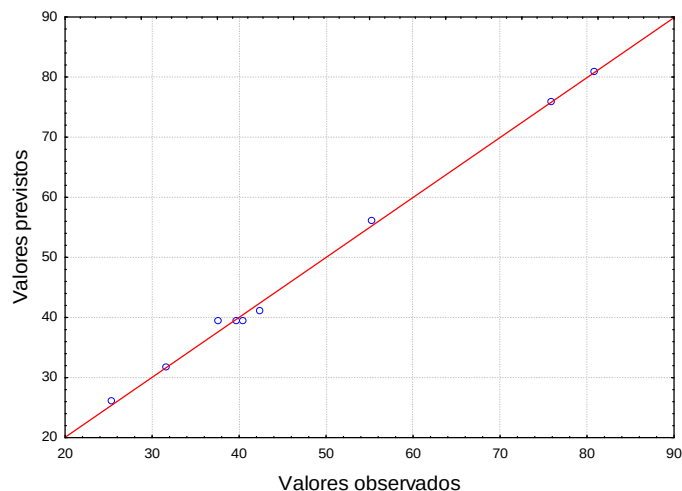


Figura 12 – Comparação entre os valores observados e os previstos pelo modelo (transmitância a 550 nm - filmes gelatina/AGC/OCS).

A variação da transmitância a 550 nm dos filmes de gelatina/AGC/OCS em função da composição da mistura filmogênica pode ser representada pela superfície de iso-respostas mostrada na figura 13.

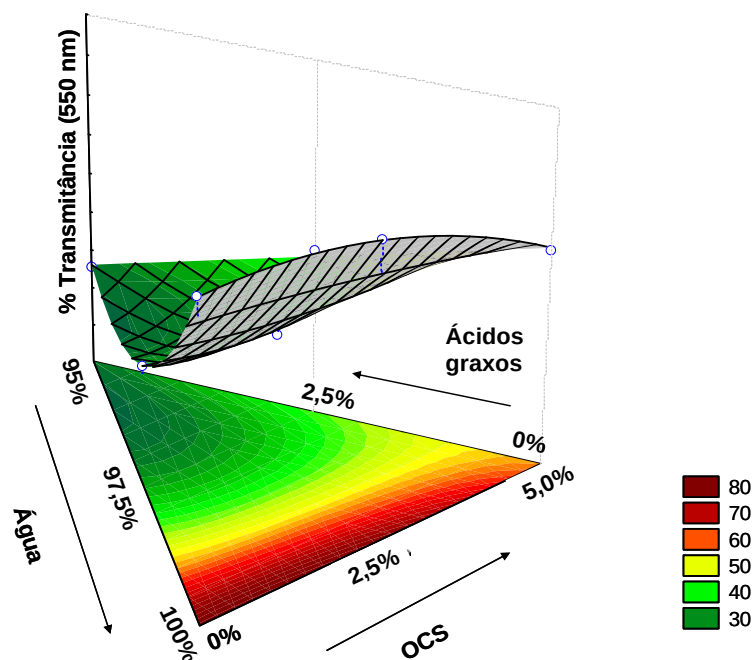


Figura 13 – Superfície de resposta para transmitância a 550 nm - filmes gelatina/AGC/OCS.

A adição do surfactante OCS à matriz polimérica da gelatina provoca uma redução da transmitância dos filmes obtidos ligeiramente menor que a redução provocada pela adição do surfactante Tween 20. O OCS promove uma maior solubilização dos AGC em comparação com o surfactante Tween 20, o que é evidenciado pela região de maior transmitância observada no diagrama ternário da figura 13.

Observa-se ainda que a adição de AGC reduz significativamente a transparência dos filmes, semelhante ao resultado detectado por Batista et al. (2007) e Fakhouri et al. (2003) em filmes de pectina e gelatina, respectivamente.

5 CONCLUSÃO

Os filmes formados com Tween 20 obtiveram baixa permeabilidade ao vapor de água apenas com a adição de 5% de AGS, porém com essa composição os filmes não apresentaram transparência adequada. Já a introdução do OCS (5%) ao filme de gelatina conferiu duas boas características aos filmes (baixa PVA e alta transmitância), por isso essa composição foi escolhida para a aplicação em melão Charentais.

REFERENCIAS

ASTM. **Annual Book Standards**. Philadelphia, PA, 1989: American Society for Testing Material.

BARRETO, A. R. M. **Efeito da adição de misturas de carboxilatos nas propriedades de filmes de gelatina**. 2011. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN, 2011.

BATISTA, P. F.; SANTOS, A. E. O.; PIRES, M. M. M. L.; DANTAS, B. F.; PEIXOTO, A. R.; ARAGÃO, C. A. Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 572-576, 2007.

BERGO, P.; SOBRAL, P. J. A. Effects of plasticizer on physical properties of pigskin gelatin films. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 21, n. 8, p. 1285-1289, 2007.

CHAMBI, H.; GROSSO, C. Edible films produced with gelatin and casein cross-linked with transglutaminase. **Food Research International**, Toronto, v. 39, p. 458-466, 2006.

DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU, P.; GROSSO, C. Fimes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capróico: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos fimes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 408-419, 2007.

FAKHOURI, F. M.; BATISTA, J. GROSSO, C. Efeito de coberturas comestíveis aplicadas em goiabas *in natura* (*Psidium guajava*). I. desenvolvimento e caracterização de filmes comestíveis de gelatina, triacetina e ácidos graxos. **Brasilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 301-308, 2003.

MINATTI, E. **Um novo modelo para a interação entre polímeros neutros hidrossolúveis e surfactantes.** 2005. Tese (Doutorado em Ciências Físicas e Matemáticas), Departamento de Química - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PORTO, L. C. **Filmes formados por gelatina e poli (acrilamida-co-ácido acrílico):** efeito da composição, do plastificante e agente reticulante nas propriedades térmicas, mecânicas e absorção de água. 2007. 81f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

SANTOS, F. K. G.; ALVES, J. V. A.; DANTAS, T. N. C.; DANTAS NETO, A. A.; DUTRA JUNIOR, T. V.; BARROS NETO, E. L. Determinação da concentração micelar crítica de tensoativos obtidos a partir de óleos vegetais para uso da recuperação avançada de petróleo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS, 4., 2007. Campinas, **Anais...** Campinas: Associação Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás, 2007. CD-ROM.

WOLF, K. L. **Propriedades físico-químicas e mecânicas de biofilmes elaborados a partir de fibra de pós de colágeno.** 2007. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, 2007.

CAPÍTULO III
CONSERVAÇÃO DE MELÃO CHARENTAIS REVESTIDO COM BIOFILME
DE GELATINA E ÓLEO DE COCO SAPONIFICADO DURANTE
ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

RESUMO

Os melões *Cantalupensis* possuem grande importância econômica para o Rio Grande do Norte. Entretanto, por tratar-se de frutos climatéricos se faz necessário o uso de tecnologias pós-colheita adequadas a fim de retardar o pico respiratório e com isso prolongar a vida útil desses frutos. As técnicas mais utilizadas comercialmente para essa finalidade são o armazenamento refrigerado associado ao uso de filmes plásticos. Tendo em vista o desequilíbrio ambiental causado pela dificuldade no direcionamento do destino final das embalagens plásticas, este trabalho teve como objetivo estudar a conservação de melão Charentais revestido com biofilme de gelatina e óleo de coco saponificado durante armazenamento refrigerado. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, com os tratamentos na parcela (testemunha, filme de PEBD e biofilme) e na sub-parcela um fatorial 5 x 2, sendo cinco períodos de armazenamento à 5 °C (7, 10, 13, 16 e 19) e dois períodos de simulação de vida de prateleira à 20 °C (zero e três dias). As seguintes características foram avaliadas: perda de massa, aparência externa e interna, firmeza de polpa, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, vitamina C e açúcares solúveis totais. Houve incremento na perda de massa dos frutos de todos os tratamentos ao longo do armazenamento, inclusive após a simulação da vida de prateleira. Observou-se também decréscimo na aparência externa e interna dos frutos, firmeza de polpa, sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e vitamina C ao longo do armazenamento e também após a simulação da vida de prateleira. Os frutos testemunha apresentaram maiores valores de acidez titulável e houve decréscimos da acidez ao longo do armazenamento. O filme de PEBD foi mais eficiente em conter a perda de massa e a depreciação da aparência externa enquanto o biofilme foi mais efetivo em manter a firmeza dos frutos, ao longo do armazenamento, e propiciou maior pH dos frutos.

Palavras chaves: Cucumis melo L. Atmosfera modificada. Filme biodegradável.

CONSERVATION OF CHARENTAIS MELON COATED WITH GELATIN AND SAPONIFIED COCONUT OIL DURING THE COLD STORAGE.

ABSTRACT

The *Cantalupensis* melons have great economic importance to the Rio Grande do Norte. However, as it is a climateric fruit is necessary the use of appropriate postharvest technologies in order to slow respiration and thereby prolongs the fruit shelf-life. The techniques most widely used commercially for this purpose is the cold storage associated with the use of plastic films. In view of the environmental imbalance caused by the difficulty in directing the final destination of plastic packaging, this work had aim to study the conservation of Charentais melon coated with biofilm gelatin and coconut oil saponified during cold storage. The experiment was conducted at design completely randomized in a split plot with treatments in the plot (control, PEBD film and biofilm) and the subplot a 5 x 2 factorial, with five periods of storage at 5 ° C (7, 10, 13, 16 e 19) and two shelf-life (zero and three days of simulated shelf life at 20 ° C). The following characteristics were evaluated: mass loss, external and internal appearance, pulp firmness, soluble solids, pH, titratable acidity, vitamin C and total soluble sugars. There was an increase in mass loss of the fruits of all treatments during storage, even after the simulation of shelf- life. It was also observed a decrease in external and internal appearance of fruit, pulp firmness, soluble solids, total soluble sugars and vitamin C. There was an increase in mass loss of the fruits of all treatments throughout storage time, even after the simulation of shelf life. It was also observed a decrease in internal and external appearance of the fruit, flesh firmness, soluble solids, total soluble sugars and vitamin C during storage and also after the simulation of shelf life. The control fruit presented higher titratable acidity and there was decrease in acidity during storage time. The LDPE film was more effective in avoid the mass loss and the depreciation of the external appearance while the biofilm was more effective in maintaining pulp firmness and high pH of fruits during storage.

Key words: *Cucumis melo* L. Modified atmosphere. biodegradable film

1 INTRODUÇÃO

A cultura do melão é muito importante para a economia do Rio Grande do Norte, sendo a maior parte dos frutos produzidos nessa região destinados ao mercado externo, 72 mil toneladas em 2011, (SECEX, 2011). Na região são produzidos vários tipos de melão, com destaque para os melões *Cantalupensis*, que além de serem mais apreciados pelos consumidores estrangeiros, possuem maior preço comercial.

Entre os melões *Cantalupensis*, o tipo Charentais vem ganhando destaque devido a sua aceitação por parte dos consumidores da principal região importadora, União Européia. Os melões Charentais são bastante aromáticos, de origem francesa, apresenta casca lisa e/ou reticulada, com suturas ou costelas, coloração variando de verde-escuro a cinza, de formato redondo ou achatado. Apesar de se tratar de um produto com excelente qualidade, a vida útil desses melões, sob temperatura ambiente, é bastante limitada (SOUZA et al, 2008).

O pronunciado comportamento climatérico, apresentado por esse tipo de melão, propicia em poucos dias após a colheita, o amadurecimento do fruto com excessivo amaciamento da polpa, com presença de coloração amarelo-alaranjado na casca, deterioração do *flavor*, declínio do conteúdo de açúcares e aumento na susceptibilidade à patógenos (RODOV et al., 2002).

Sabe-se que a qualidade do fruto não pode ser melhorada após a colheita, portanto as tecnologias pós-colheita devem ser capazes de manter a qualidade do fruto até a comercialização (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O frio é a tecnologia mais usada no prolongamento da vida útil dos produtos vegetais, uma vez que a redução da temperatura diminui, também, os processos bioquímicos e fisiológicos (BRON et al., 2002; ANTUNES et al, 2003). É comum a utilização em conjunto de duas técnicas em pós-colheita a fim de potencializar a conservação. Existem várias tecnologias que

podem ser aplicadas juntamente com a refrigeração, dentre ela a mais utilizada comercialmente é a modificação da atmosfera.

Esta técnica pode ser resumida como a aplicação de uma barreira artificial – como, embalagens de filme plástico, ceras, biofilmes – à difusão de gases em torno do produto, que resulta em redução do nível de O_2 e aumento de CO_2 (LANA; FINGER, 2000), que contribuem para a redução do processo respiratório.

As embalagens plásticas são muito usadas na indústria de alimentos, entretanto a dificuldade no direcionamento do destino final vem causando grande impacto ambiental e por isso a cada dia aumenta o interesse em materiais biodegradáveis que possam substituir aqueles satisfatoriamente (QUINTERO; SOBRAL, 2000; AVELLA et al., 2005).

Dentre os materiais biodegradáveis em ênfase, encontra-se a gelatina, uma proteína obtida a partir da hidrólise ácida ou alcalina do colágeno extraído da pele e tendões de animais, principalmente de suínos e bovinos (BARRETO, 2011). Esta proteína possui boa capacidade de formar filmes com características desejáveis, como boa barreira a gases O_2 e CO_2 , além de boa resistência mecânica (DAVANÇO et al., 2007).

Entretanto, o biofilme de proteína não possui caráter hidrofóbico (GALLO et al., 2000), característica imprescindível na conservação pós-colheita de frutos. Tendo em vista que os filmes compostos podem reunir as melhores propriedades mecânicas e físico-químicas de cada polímero (WOLF, 2007), uma alternativa para a adequação do biofilme de proteína à conservação de frutos é a introdução de uma matriz lipídica à solução filmogênica (ANKER et al., 2001).

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a conservação pós-colheita de melão Charentais revestido com biofilme de gelatina e óleo de coco saponificado durante armazenamento refrigerado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados melões Charentais ‘Magisto’ tipo exportação, colhidos em dezembro de 2012, na Fazenda Agrícola Famosa, localizada no município de Tibau – RN. Após serem transportados para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Semi-árido, foram selecionados e lavados, com água clorada a 100 ppm, e secados em temperatura ambiente. Em seguida, procedeu-se a caracterização, no tempo zero, de uma amostra de 10 frutos.

Os frutos foram identificados e divididos em três grupos, constituindo assim os tratamentos: testemunha (sem revestimento), filme de polietileno de baixa densidade – PEBD (frutos acondicionados em filme comercial ‘Amcor’) e biofilme (frutos revestidos com biofilme de gelatina). O biofilme foi obtido hidratando-se 200 g de gelatina natural (tipo A, bloom = 244, marca Ômega), 10 g de glicerol e 50 g de OCS (óleo de coco saponificado) em 950 g de água destilada, permanecendo por 1 hora em temperatura ambiente para ocorrer o intumescimento. Em seguida, a solução foi agitada e aquecida a uma temperatura de 60 °C, durante 10 minutos, com o auxílio de um aquecedor-agitador. Após a solução ter sido resfriada a 35 °C, os frutos foram imersos e colocados para secar em temperatura ambiente por duas horas.

Em seguida, após a pesagem, os frutos foram colocados em caixa de papelão e transportados para a câmara fria regulada a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ e UR de $90\pm 1\%$ e posteriormente analisados em cinco períodos de armazenamento (7, 10, 13, 16 e 19 dias). A cada período procedeu-se análise imediata (vida de prateleira zero) e análise após três dias em temperatura de $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\pm 2\%$ UR, simulando o período de comercialização na gôndola do supermercado (vida de prateleira três), sendo abertas as embalagens dos frutos acondicionados em filme de PEBD na vida de prateleira zero.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida, sendo as parcelas constituídas pelos tipos de

acondicionamento (T1: testemunha; T2: filme PEBD; T3: biofilme) e a subparcela em um fatorial 5x2, com cinco períodos de armazenamento (7, 10, 13, 16 e 19 dias) à 5 °C e dois períodos de armazenamento (0 e 3 dias) à 20 °C, denominados vida de prateleira, com seis repetições de um fruto, cada. As seguintes análises físicas e físico-químicas foram avaliadas em cada intervalo de tempo: perda de massa, firmeza da polpa, aparência externa e interna, teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, vitamina C e açúcares solúveis totais.

A perda de massa foi determinada pela diferença entre a massa no tempo inicial e aquela obtida em cada época, sendo expressa em porcentagem (%). Para a firmeza da polpa (FP), os frutos foram divididos longitudinalmente em duas partes e, em uma delas foram determinadas seis leituras na polpa, em locais aleatórios e equidistantes, com um penetrômetro da marca McCormick, modelo FT 327 analógico (ponteira de 8 mm de diâmetro), os resultados foram expressos em Newton.

Na avaliação da aparência externa e interna, adotou-se uma escala visual e subjetiva, atribuída por três pessoas treinadas. A escala corresponde a notas variando de 0 a 5, de acordo com a severidade dos defeitos na área externa (depressões, murcha, lesões fúngicas ou manchas) e interna (colapso interno, sementes soltas e/ou líquido na cavidade das sementes) do fruto. Dessa forma: 5 = ausência de defeito (< 1%); 4 = traços de defeito (1 – 10%); 3 = leve intensidade de defeito (11 – 30%); 2 = média intensidade de defeito (31 – 50%); 1 = severa intensidade de defeito (acima de 50% do fruto afetado); 0 = muito severa intensidade de defeito (> 60%), sempre utilizando as mesmas pessoas nas avaliações e, posteriormente, obtendo-se a média das notas (GOMES JUNIOR, 2005). Frutos com nota inferior a 3 foram considerados inadequados para comercialização.

A determinação dos sólidos solúveis (SS) foi realizada utilizando o refratômetro digital modelo PR-100 Palette (Attago Co. Ltd., Japan), com correção automática de temperatura e leitura na faixa de 0 a 32 °Brix, e os resultados foram expressos em porcentagem (%) (AOAC, 1992). O potencial hidrogeniônico (pH) foi

determinado no suco em duplicata, utilizando-se de um potenciômetro digital (AOAC, 1992).

Para acidez titulável, seguiu-se a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985), determinada por titulação de uma alíquota de 10 g de suco, em duplicata, à qual foram adicionados 40 mL de água destilada e em seguida, procedeu a titulação com solução de NaOH a 0,02 N. O ponto final da titulação foi determinado com o auxílio do pHmetro (pH = 8,1) e os resultados expressos em mEq/100g.

A vitamina C foi determinada por titulometria de neutralização com solução de Tillman (2,6 diclorofenol indofenol - DFI), conforme metodologia descrita por Strohecker e Henning (1967). Utilizou-se 10 gramas de polpa que foi diluída em ácido oxálico 0,5% e transferida para balão volumétrico de 100 mL. A titulação foi realizada em alíquota de 10 mL desta solução e os resultados expressos em mg de vitamina C por 100 gramas de polpa.

O teor de açúcares solúveis totais foi determinado pelo método da Antrona, conforme Yemn e Willis (1954). Utilizou-se 0,5 gramas de polpa diluída com água destilada até 100 mL. Em seguida foi tomado 100 μ L para as leituras que foram feitas em espectrofotômetro com comprimento de onda de 620 nm, utilizando como padrão a glicose e resultados expressos em percentagem (%).

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2003). Os níveis dos fatores qualitativos (tipos de acondicionamento e vida de prateleira) foram comparados pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade, enquanto para o fator qualitativo (período de armazenamento) procedeu-se o ajuste de modelos de regressão. A escolha do modelo seguiu os critérios de significância e dos parâmetros do modelo, significância do desvio de regressão e estimativa do coeficiente de determinação (R^2).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perda de massa

Verificou-se interação significativa entre os fatores tratamentos e período de armazenamento. E efeito isolado da vida de prateleira para a característica perda de massa (Tabelas 1 e 2; Figura 1).

Levando em consideração os tratamentos dentro de cada período de armazenamento nota-se que aos sete dias de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos, com perda de massa média de 2,81%; aos 10 dias de armazenamento os frutos acondicionados em filme de PEBD (2,85%) e biofilme de gelatina (2,64%) tiveram perda de massa estatisticamente iguais, sendo estas inferiores a dos frutos testemunha (5,05%); e nos períodos de armazenamento subsequentes a perda de massa foi menor nos frutos acondicionados em filme de PEBD, seguido pelos frutos com biofilme, sendo os frutos testemunha os que apresentaram maior perda de massa (Tabela 1).

Tabela 1 – Perda de massa (%) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens durante armazenamento refrigerado. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

TEMPO	TRATAMENTO		
	Testemunha	Filme PEBD	Biofilme
7	3,62 dA	2,26 aA	2,56 cA
10	5,05 cA	2,85 aB	2,64 bB
13	5,85 bA	2,86 aC	4,12 bB
16	6,73 bA	3,24 aC	5,35 aB
19	7,78 aA	3,32 aC	5,93 aB

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Resultado positivo para a aplicação de biofilme de gelatina também foi detectado em goiaba ‘Kumagai’ por Fakhouri e Grosso (2003), que verificaram nos frutos com cobertura uma perda de massa que os frutos controle. Os autores observaram que enquanto os frutos controle perderam 21% de massa durante o armazenamento, os frutos cobertos com biofilme de gelatina perderam no máximo 13% de massa em relação à massa inicial.

Ao analisar os tratamentos ao longo do período de armazenamento observou-se que os frutos acondicionados em filme de PEBD apresentaram perda de massa significativamente inferior aos demais tratamentos, ao longo do armazenamento (Figura 1). No final do armazenamento a perda de massa dos frutos acondicionados em filme de PEBD (3,3%) foi bem inferior ao acondicionado com biofilme (6,1%) e testemunha (7,7%).

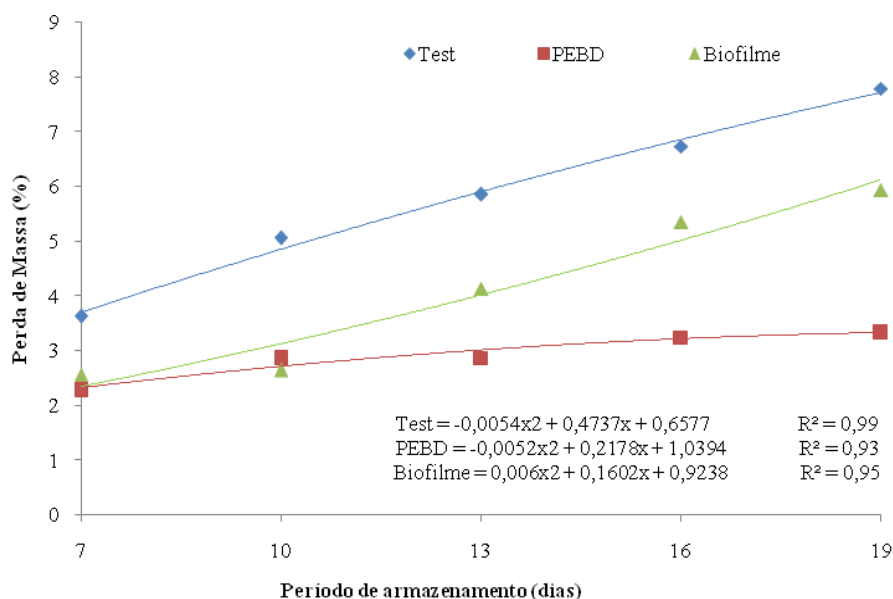


Figura 1 – Perda de massa (%) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

Da mesma forma Lima et al. (2005) verificaram em melão Gália ‘Solar King’ armazenado sob refrigeração a 7,6 °C por 21 dias, que os frutos acondicionados em filmes de PEBD ‘X-tend’ apresentaram menor perda de massa (1,21%) quando comparados à testemunha. Fica evidente, desta forma, que o filme PEBD possui boas características que propiciam uma maior restrição mecânica a passagem de vapor de água.

Esse incremento na perda de massa dos frutos ao longo de armazenamento foi observado na literatura por diversos autores (SOUZA et al., 2008; MENDONÇA et al., 2005; PONTES FILHO, 2010). Bleinroth (1992) explica que isto ocorre devido à transpiração natural do fruto, e ainda como resultado da perda de carbono pela respiração destes.

É importante a utilização de tecnologias que reduzam esse processo natural, pois a perda de massa é considerada uma das principais causas da deterioração dos frutos no armazenamento, resultando, não apenas na perda quantitativa que proporciona sérios prejuízos econômicos, pois normalmente os frutos são comercializados por unidade de massa, mas também perda qualitativa pelo enrugamento e murchamento dos produtos (BLEINROTH, 1992; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Avaliando-se a perda de massa no fator vida de prateleira zero e três dias, verificou-se que aos três dias a perda de massa é 2,1 vezes maior que a zero dias (Tabela 2).

Tabela 2 – Perda de massa (%) de melão Charentais ‘Magisto’ armazenado sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação das condições da gôndola do supermercado (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

Vida de Prateleira	Perda de Massa (%)
0	2,79 b
3	5,91 a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

Este é um fator prejudicial comercialmente, já que os frutos são comercializados sem revestimento e na gôndola de supermercados, onde são expostos a temperatura superior (20°C) e umidade relativa inferior quando comparado a temperatura e umidade relativa do armazenamento (5°C).

Perda de massa semelhante em vida de prateleira zero (2,69%) foi detectada em melão Cantaloupe ‘Caribbean Gold’ por Pontes Filho (2010). Este autor verificou ainda um incremento na perda de massa dos frutos ao longo do armazenamento à 5°C. Bleinroth (1992) explica que o déficit de pressão de vapor ocasionado pela maior temperatura propicia a aceleração da perda de massa dos frutos causando como consequência prejuízos quantitativos e qualitativos dos produtos comercializados frescos.

3.2 Aparência externa

Houve interação significativa nas interações tratamento x período de armazenamento e tratamento x vida de prateleira para a aparência externa dos frutos (Tabela 3 e 4; Figura 2).

Avaliando-se o desdobramento dos tratamentos dentro de cada período de armazenamento, verifica-se que até o décimo dia de armazenamento os frutos acondicionados em filme de PEBD e biofilme obtiveram notas iguais para a aparência externa, entretanto nos demais períodos de armazenamento os frutos acondicionados em PEBD apresentaram melhor qualidade que os frutos com biofilme (Tabela 3).

Por outro lado, nota-se que em todos os períodos de armazenamento, com exceção do 19º dia, os frutos acondicionados em biofilme apresentaram notas de aparência externa iguais ou superiores aos frutos testemunhas (Tabela 3). A aplicação do biofilme propiciou brilho à casca dos melões que ficaram com melhor aparência,

entretanto essa cobertura causou um distúrbio fisiológico nos frutos que prejudicou a aparência destes no final do armazenamento.

Tabela 3 – Aparência externa (5-0) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens durante armazenamento refrigerado. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

TEMPO	TRATAMENTO		
	Testemunha	PEBD	Biofilme
7	4,42 aA	4,92 aA	4,83 aA
10	3,92 bB	4,83 aA	4,42 aA
13	3,58 bB	4,75 aA	3,83 bB
16	3,50 bB	4,50 bA	3,08 cB
19	3,50 bB	4,17 bA	2,92 cC

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Resultados semelhantes foram detectados em berinjela ‘Embú’ por Souza et al. (2009). Estes autores estudaram o efeito do acondicionamento com biofilme de fécula de mandioca e filme de PEBD em armazenamento sob temperatura ambiente (27,5 °C) em relação à aparência dos frutos e verificaram que houve perda de qualidade, sendo mais nítida para os tratamentos controle e fécula quando comparado ao filme plástico. Estes autores constataram ainda que o tratamento com biofilme de fécula de mandioca aumentou a vida útil das berinjelas em três dias quando comparadas ao tratamento testemunha.

Ao analisar os períodos de armazenamento dentro de cada tratamento observou-se que a aparência externa dos frutos de todos os tratamentos foi depreciada com o decorrer do armazenamento, com nota final igual a 3,5, 4,2 e 2,8 para testemunha, filme de PEBD e biofilme, respectivamente (Figura 2). Entretanto, percebe-se claramente que o filme de PEBD foi eficiente em minimizar essa depreciação natural que ocorre na qualidade dos frutos após a colheita.

Souza (2006) trabalhando com melão Charentais ‘Aura Prince’ verificou que a aparência externa dos frutos foi mantida com nota aceitável para a comercialização

(3,0) até 5,4% de perda de massa, que foi detectado após armazenamento de 21 dias à 9 °C mais 3 dias à 25 °C.

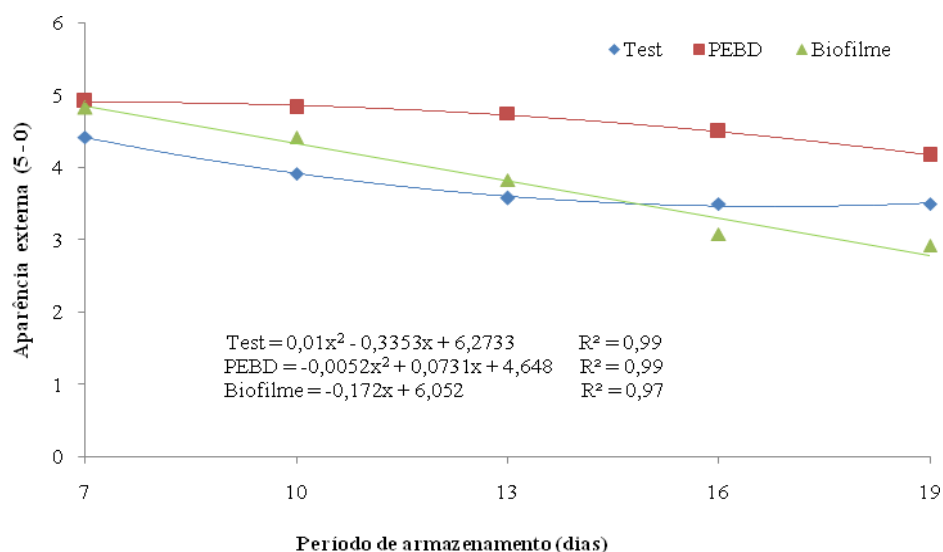


Figura 2 – Aparência externa (5-0) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

Frutos com nota acima de 3,0 são comercializáveis (GOMES JUNIOR, 2005), assim percebe-se que apenas os frutos pertencentes aos tratamentos testemunha e filme de PEBD chegaram ao final do armazenamento com qualidade adequada a comercialização. Os frutos revestidos com biofilme de gelatina apresentaram condições de comercialização (nota maior que três) até os 17 dias de armazenamento, apresentando após esse período distúrbio fisiológico que deixava a casca dos frutos com uma coloração verde escura.

Resultados positivos para a utilização de filmes de PEBD também foi detectado por Jerônimo et al. (2007) em manga ‘Tommy Atkins’ submetida a 20 dias de armazenamento à temperatura de 13 °C e seis dias à temperatura de 24,4 °C. Estes

autores verificaram que os frutos armazenados sem embalagem de PEBD permaneceram com nota comercializável por 14 dias de armazenamento, enquanto os frutos acondicionados com filme de PEBD receberam esta nota até o 20º dia de armazenamento.

Entretanto, Lima et al. (2005) trabalhando com melão Gália ‘Solarking’ observaram que não houve diferença estatística na aparência externa entre os frutos testemunha e os acondicionados com filme PEBD X-tend ao longo de 21 dias de armazenamento a 7,6 °C seguido de mais nove dias à 24,5 °C.

Desdobrando a vida de prateleira dentro de cada tratamento observa-se uma redução acentuada na nota da aparência externa da vida de prateleira zero para três nos tratamentos testemunha e biofilme, enquanto para os frutos acondicionados em filme PEBD não ocorreu diferença significativa entre estas notas (Tabela 4).

Tabela 4 – Aparência externa (5-0) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens com armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação das condições da gôndola do supermercado (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

VIDA DE PRATELEIRA	TRATAMENTO		
	Testemunha	PEBD	Biofilme
0	4,27 aB	4,77 aA	4,20 aB
3	3,30 bB	4,50 aA	3,43 bB

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

A depreciação da qualidade dos frutos entre os dois períodos de vida de prateleira se deve ao aumento da temperatura de 5 para 20 °C. Souza et al. (2006) observaram em melão Gália ‘Solarking’, que a qualidade comercial (analisada pela aparência externa) dos frutos foi mantida por menor tempo sob temperatura ambiente (21 dias) do que a 5 e 7 °C (28 dias).

Ao analisar os tratamentos dentro de cada vida de prateleira verifica-se que os frutos acondicionados com filme de PEBD obtiveram maiores notas de aparência

externa que os demais tratamentos; percebe-se ainda que os tratamentos testemunha e biofilme apresentaram notas estatisticamente iguais em ambos os períodos de vida de prateleira (Tabela 4). Entretanto, as notas médias ainda permaneceram superiores a 3,0, portanto ainda comercializáveis (GOMES JÚNIOR, 2005).

3.3 Aparência Interna

Verificou-se efeito significativo da interação entre vida de prateleira e período de armazenamento para a aparência interna dos frutos (Tabela 5 e Figura 3). Avaliando o fator vida de prateleira dentro de cada período de armazenamento observa-se que, de forma geral, as maiores notas médias da aparência interna dos frutos ocorreram na vida de prateleira zero (Tabela 5).

Tabela 5 – Aparência interna (5-0) de melão Charentais ‘Magisto’ durante armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação das condições da gôndola do supermercado (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

TEMPO	VIDA DE PRATELEIRA	
	Zero	Três
7	4,50 aA	4,28 aA
10	4,28 aA	3,56 bB
13	3,78 bA	3,44 bA
16	3,56 bA	2,71 cB
19	3,82 bA	2,84 cB

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Verifica-se ainda que aos 10, 16 e 19 dias de armazenamento houve redução na nota da aparência interna após a simulação da vida de prateleira. Tais resultados estão

em concordância com aqueles obtidos para a aparência externa, dos frutos acondicionados em filme PEBD e biofilme, no referido período de armazenamento.

A retirada dos frutos do filme de PEBD (atmosfera modificada) propiciou a diminuição das notas de aparência interna na vida de prateleira de três dias, tal evento foi verificado, também, em melão Cantaloupe ‘Caribbean Gold’ por Pontes Filho (2010). A retirada dos frutos da atmosfera modificada (baixo O₂ e elevado CO₂) para a atmosfera normal associada à elevada temperatura (20 °C) ocasionou redução nas notas médias da aparência interna devido, possivelmente, a um aumento no metabolismo bioquímico dos frutos. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) as temperaturas elevadas podem causar desordens nos frutos afetando a taxa de deterioração dos mesmos.

Avaliando os períodos de armazenamento dentro de cada vida de prateleira, verifica-se que a aparência interna dos frutos foi prejudicada no decorrer do armazenamento, resultando em diminuição das notas nos dois períodos de vida de prateleira, chegando a 3,7 e 2,8 para vida de prateleira zero e três, respectivamente (Figura 3).

Por outro lado, as notas de aparência interna dos frutos que foram mantidos sempre na temperatura de 5 °C (vida de prateleira zero) foi maior durante todo o período de armazenamento. Observa-se também que os frutos na vida de prateleira zero mantiveram nota mínima para a comercialização (3,0) até o final do armazenamento enquanto os frutos que ficaram mais três dias à temperatura de 20 °C (vida de prateleira três) permaneceram com essa condição apenas até o 13º dias de armazenamento.

Morais et al. (2009) observaram que melão Charentais ‘Aura Prince’ mantidos à 9 °C e acondicionados em filmes PEBD X-tend mantiveram aparência interna com nota acima de 3,0 até os 27 dias de armazenamento. Entretanto Gomes Junior et al. (2001) obtiveram aparência interna com bons resultados (nota acima de 3,0) em melão Cantaloupe ‘genótipo 3984’ acondicionados sem filme de PEBD sob condições ambientes (20 °C) apenas durante 19 dias de armazenamento. Dessa forma, fica

evidenciada a importância da refrigeração e da modificação da atmosfera na conservação da qualidade dos frutos.

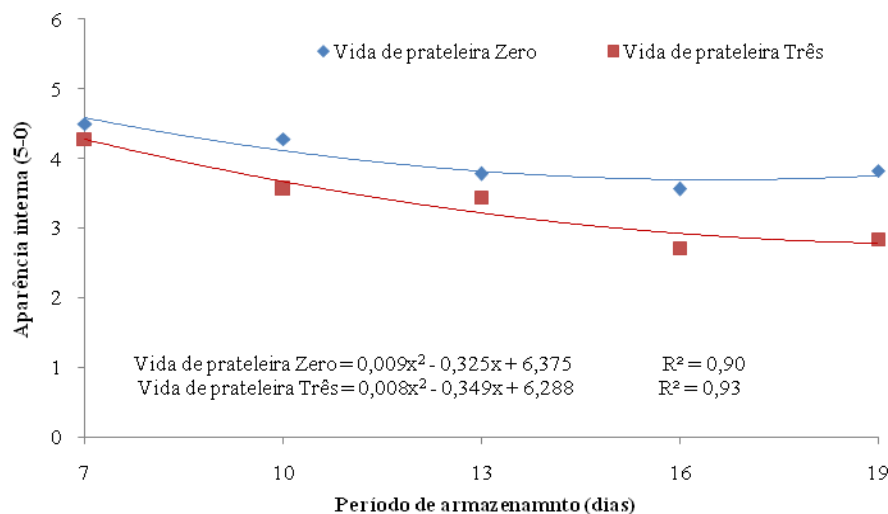


Figura 3 – Aparência interna (5-0) de melão Charentais ‘Magisto’ armazenado sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação das condições da gôndola do supermercado (vida de prateleira três) em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

3.4 Firmeza de polpa

Verificou-se interação entre tratamento e vida de prateleira para a firmeza de polpa, bem como efeito isolado para o fator período de armazenamento (Tabela 6 e Figura 4).

Desdobrando os períodos de vida de prateleira dentro de cada tratamento, verifica-se que a firmeza de polpa dos frutos submetidos aos tratamentos testemunha e filme PEBD foi significativamente reduzida após três dias sob temperatura de 20 °C

(vida de prateleira três); enquanto os frutos com biofilme mantiveram a firmeza de polpa após essa mudança de temperatura (Tabela 6).

Tabela 6 – Firmeza de polpa (N) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens com armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação da condição da gôndola do supermercado (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

VIDA DE PRATELEIRA	TRATAMENTO		
	Testemunha	Filme PEBD	Biofilme
0	23,04 aB	24,17 aB	26,34 aA
3	14,19 bB	16,22 bB	26,24 aA

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

O decréscimo da firmeza ocorre em função das reações químicas e bioquímicas durante a maturação dos frutos na qual há síntese e ativação de enzimas hidrolíticas que atuam na despolimerização das substâncias pécticas que conferem rigidez à parede celular dos frutos (KAYS, 1991). Tentar conter as reações que diminuem a firmeza dos frutos é bastante estudado na tecnologia pós-colheita, por facilitar o manuseio e transporte dos mesmos.

Desdobrando os tratamentos dentro de cada período de vida de prateleira, nota-se que em ambos os períodos (vida de prateleira zero e três) os frutos com biofilme apresentaram firmeza de polpa maior que os melões submetidos aos demais tratamentos. Esse comportamento ocorreu, possivelmente, devido o biofilme continuar promover a modificação da atmosfera dos frutos durante o período de simulação da gôndola do supermercado (vida de prateleira três).

Resultado semelhante foi observado por Pereira et al. (2006) em mamão Formosa ‘Tainung 1’ revestido com biofilme de fécula de mandioca e armazenado sob condições ambientes (27 °C). Após oito dias de armazenamento, os frutos com biofilme (3%) tiveram redução de sua firmeza de polpa retardada em relação aos frutos testemunha em 60 Newtons.

Entretanto, este efeito positivo para firmeza da polpa com a aplicação de biofilme não foi verificado por Batista et al. (2007). Estes autores avaliaram a aplicação de cera de carnaúba, filme de PVC e biofilme de fécula de mandioca em melão Amarelo ‘AF 682’ armazenado durante 20 dias em temperatura ambiente (29 °C) e não obtiveram diferença significativa no retardamento da perda de firmeza de polpa entre os diversos métodos estudados.

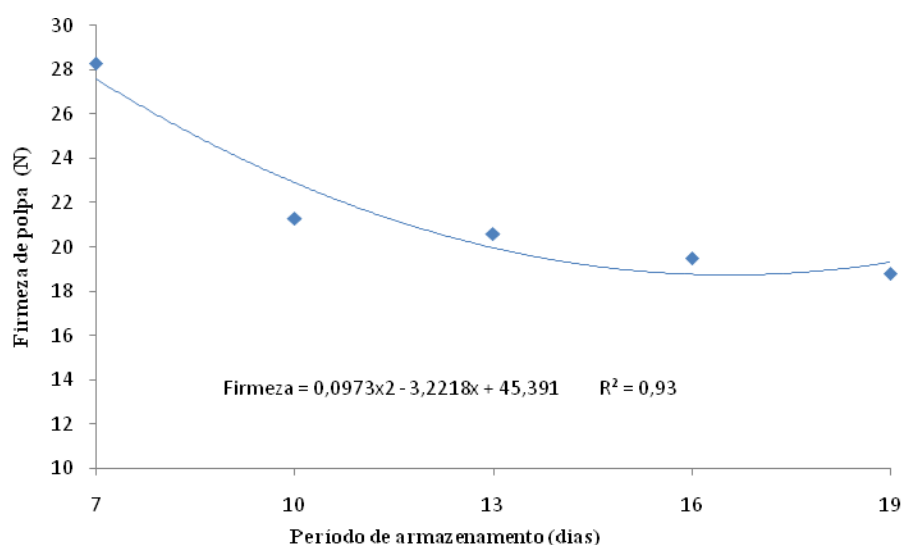


Figura 4 – Firmeza de polpa (N) de melão Charentais ‘Magisto’ em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

A firmeza da polpa diminuiu com o período de armazenamento dos frutos (Figura 4), fato comumente observado em trabalhos com armazenamento de melão (TOMAZ et al., 2009; MENDONÇA et al., 2005; LIMA et al., 2005). Verificou-se no tempo zero que a média de firmeza de polpa dos frutos foi 35,75 N (Tabela 3A – Apêndice), e aos 19 dias foi 19,3 N (Figura 4); um decréscimo, portanto, de 46% na firmeza de polpa dos melões. Apesar da diminuição, os frutos ainda apresentaram comercializáveis.

Corroborando com este resultado, Souza et al. (2008) também observaram significativa redução na firmeza de polpa de melão Charentais ‘Aura Prince’ acondicionados em embalagem de PEBD X-tend, com uma redução de cerca de 30 N, ao longo do armazenamento (14 dias à 9 °C e 7 dias à 22 °C)

3.5 Sólidos solúveis

Observou-se efeito significativo isolado para os fatores período de armazenamento e vida de prateleira para o teor de sólidos solúveis (Tabela 7 e Figura 5). Verifica-se que houve redução no teor de sólidos solúveis durante o armazenamento dos frutos (Figura 5). Apesar de ter ocorrido um decréscimo de 1,2% no teor de sólidos solúveis no final do armazenamento, os frutos ainda apresentaram teores satisfatórios (10,2%), acima do teor mínimo exigido para a comercialização (ALVES, 2000).

Essa redução no teor de sólidos solúveis ocorre devido à respiração natural dos frutos, que utilizam a glicose como substrato para a produção de energia necessária à manutenção dos processos vitais do fruto após o desligamento da planta mãe (KAYS, 1991). Resultados semelhantes a este foram verificados em melão Charentais ‘Aura Prince’ e em melão Cantaloupe ‘genótipo 3984’ durante armazenamento por Souza et al. (2008) e Gomes Junior et al. (2001), respectivamente.

A qualidade do fruto é bastante influenciada pelo teor de sólidos solúveis que é uma medida indireta do teor de açúcares. Para o melão, os açúcares solúveis situam-se em torno de 65 a 85% dos sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005) e constitui um fator importante para a comercialização, definido previamente nos contratos entre produtores e importadores.

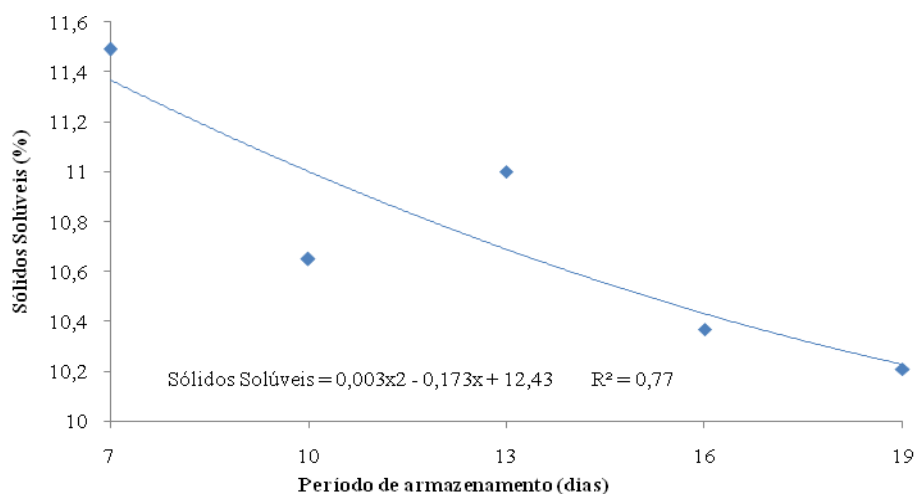


Figura 5 – Sólidos solúveis (%) de melão Charentais ‘Magisto’ em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

Observa-se na tabela 5 que houve redução no teor de sólidos solúveis dos frutos da vida de prateleira zero para três. Assim, tendo em vista que os frutos da vida de prateleira zero permaneceram sempre à temperatura de 5 °C, enquanto os frutos da vida de prateleira três foram expostos à 20 °C durante três dias, possivelmente este decréscimo está relacionado ao aumento da temperatura de armazenamento dos frutos.

Tabela 7 – Sólidos solúveis (%) de melão Charentais ‘Magisto’ armazenado sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação das condições da gôndola do supermercado (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

VIDA DE PRATELEIRA	SÓLIDOS SOLÚVEIS (%)
Zero	10,97 a
Três	10,52 b

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) a temperatura tem forte influência na velocidade das reações metabólicas, bem como na intensidade da atividade respiratória dos frutos. Por esse motivo, os frutos da vida de prateleira três tiveram

incremento na respiração, e com isso consumiu mais açúcares em relação aos frutos da vida de prateleira zero.

Comportamento semelhante foi detectado em melão Orange Flesh ‘AF-1749’ armazenado em diferentes temperaturas por Mendonça et al. (2005). Os frutos apresentaram teor de sólidos solúveis decrescentes em relação ao aumento da temperatura de armazenamento, apresentando valores médios de sólidos solúveis iguais a 9,01%, 8,99% e 8,74%, para o armazenamento a 5, 7 e 30 °C, respectivamente.

3.6 Acidez titulável

Houve interação significativa entre os fatores tratamento, período de armazenamento e vida de prateleira para a acidez titulável (Tabela 8).

Ao analisar os períodos de armazenamento para a vida de prateleira zero nota-se que os frutos de todos os tratamentos apresentaram decréscimo significativo nos teores da acidez titulável ao longo do armazenamento (Tabela 8). Esse comportamento é comumente observado no armazenamento de melão. Tomaz et al. (2009) obtiveram resultado semelhante no estudo de vários híbridos de melão Amarelo, enquanto Moraes et al. (2009) verificaram semelhante redução no valor da acidez titulável no armazenamento de melão Orange Flesh, Gália e Cantaloupe.

Para os períodos de armazenamento dentro da vida de prateleira três observa-se que apenas o fruto testemunha teve acréscimo da acidez. Enquanto, os frutos revestidos com biofilme houve diminuição da acidez no final do armazenamento (Tabela 8). Pontes Filho (2010) também verificou, na vida de prateleira três, incremento na concentração de ácidos orgânicos de melão Cantaloupe ‘Caribbean Gold’ sob armazenamento refrigerado. Porém, não foi observado, por Fakhouri e Grosso (2003), decréscimo na acidez titulável ao longo do armazenamento refrigerado de goiabas ‘Kumagai’ revestidas com biofilme de gelatina, triacetina e ácido láurico.

Tabela 8 – Acidez titulável (mEq/100g) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens durante armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação das condições da gôndola do supermercado (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFRS, 2012.

TEMPO	Testemunha		Filme PEBD		Biofilme	
	Zero	Três	Zero	Três	Zero	Três
7	1,16 aAA	0,83 bAB	0,97 aBA	0,87 aAA	0,90 aBA	0,80 aAA
10	0,87 bAA	0,78 bAA	0,82 bAA	0,73 bAA	0,70 bBA	0,44 cBB
13	0,87 bAA	0,84 bAA	0,72 bBA	0,82 bAA	0,65 bBA	0,54 cBA
16	0,84 bAA	0,91 aAA	0,75 bAA	0,80 bAA	0,60 bBA	0,53 cBA
19	0,94 bAA	0,97 aAA	0,65 bBB	0,94 aAA	0,72 bBA	0,66 bBA

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Letra em *itálico* compara entre períodos de vida de prateleira iguais, enquanto letra em **negrito** compara entre períodos de vida de prateleira diferentes dentro de cada tratamento.

Essas mudanças na acidez são importantes no desenvolvimento do sabor característico dos frutos (KAYS, 1991). Morais et al. (2009) explicam que na maioria dos frutos, a acidez representa um dos principais componentes do *flavor*, pois sua aceitação depende do balanço entre ácidos e açúcares, sendo que a preferência incide sobre altos teores desses constituintes. No melão, a variação nos níveis de acidez tem pouco significado em função da baixa concentração, e a intervenção da acidez no sabor não é muito representativa.

Por outro lado, levando em consideração a vida de prateleira dentro de cada período de armazenamento verifica-se, na vida de prateleira zero, que a acidez titulável dos frutos com biofilme foi significativamente menor à da testemunha em todos os períodos de armazenamento; e ainda que aos 7, 13 e 19 dias de armazenamento a acidez titulável dos frutos com biofilme foi estatisticamente igual à dos frutos acondicionados com PEBD (Tabela 8).

Já na vida de prateleira três a acidez titulável foi estatisticamente igual em todos os tratamentos no sétimo dia de armazenamento; e nos períodos subsequentes do armazenamento apenas os frutos revestidos com biofilme apresentaram concentração

de ácidos orgânicos inferiores estatisticamente aos frutos dos demais tratamentos (Tabela 8).

Entretanto, esse resultado para o tipo de acondicionamento dos frutos não foi verificado em pimentão ‘Magali R’ por Lemos (2006). O autor aplicou biofilme de gelatina em três concentrações (3, 6 e 9%) e armazenou os frutos por 20 dias a 10 °C; e não observou, entre os tratamentos estudados, diferença estatística para a acidez titulável dos pimentões em nenhuma fase do armazenamento.

Do mesmo modo, Souza et al. (2009) estudando o efeito do acondicionamento de berinjela ‘Embú’ com biofilme de fécula de mandioca (3%) e filme PVC durante 15 dias de armazenamento a 27,5 °C não obtiveram efeito significativo dos tratamentos para a acidez titulável.

Comparando os diferentes períodos de vida de prateleira dentro de cada tratamento nota-se que houve decréscimo no teor da acidez titulável da vida de prateleira zero para três nos frutos testemunhas apenas no sétimo dia de armazenamento, já nos frutos acondicionados com filme PEBD ocorreu incremento nessa concentração entre os períodos de vida de prateleira no final do armazenamento e os frutos com biofilme apresentaram redução na concentração de ácidos orgânicos da vida de prateleira zero para três aos 10 dias de armazenamento (Tabela 8).

Dessa forma, percebe-se que não houve brusca variação na concentração de ácidos orgânicos após a simulação da gôndola do supermercado (vida de prateleira três). Concordando com este resultado, Mendonça et al. (2005) não verificaram diferença significativa na acidez titulável de melão Orange Flesh ‘AF- 1749’ armazenados sob três temperaturas (5, 7 e 30 °C).

3.7 pH

Verificou-se efeito na interação tratamento e vida de prateleira para o pH dos frutos (Tabela 9). Dessa forma, avaliando a vida de prateleira dentro de cada tratamento observa-se que não houve diferença estatística entre o pH dos frutos armazenados nas duas condições de vida de prateleira (Tabela 9). Esse resultado concorda com o obtido na acidez titulável, mostrando que não ocorreu variação significativa na concentração dos ácidos orgânicos nos frutos.

Resultado semelhante foi detectado por Sá et al. (2008) em melão Cantaloupe ‘Vera Cruz’ armazenado 14 dias à 3 °C e 8 dias à 23 °C. Os autores observaram que não houve significativa variação do pH nos frutos após a mudança de temperatura.

Tabela 9 – pH de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens com armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação das condições da gôndola do supermercado (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

VIDA DE PRATELEIRA	TRATAMENTO		
	Testemunha	Filme PEBD	Biofilme
0	6,24 aC	6,38 aB	6,49 aA
3	6,30 aB	6,34 aB	6,55 aA

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Por outro lado, avaliando os tratamentos dentro de cada vida de prateleira verifica-se que na vida de prateleira zero os frutos revestidos com biofilme apresentaram pH mais elevados e os frutos testemunhas os menores valores. Enquanto, na vida de prateleira três os frutos revestidos com biofilme apresentaram pH superior aos demais tratamentos (Tabela 9). Essa variação no pH de melão acondicionado em biofilme não foi verificada por Batista et al. (2007) durante o armazenamento sob

condições ambientes (29 °C) de melão Amarelo ‘AF-682’ revestidos com fécula de mandioca (1, 2 e 3%).

3.8 Vitamina C

Verificou-se efeito isolado do período de armazenamento e vida de prateleira para a vitamina C (Tabela 10 e Figura 6). Houve decréscimo no conteúdo de vitamina C dos frutos ao longo do período de armazenamento (Figura 6). Entre sete e 19 dias de armazenamento houve uma queda de 34,8% no conteúdo de vitamina C dos frutos.

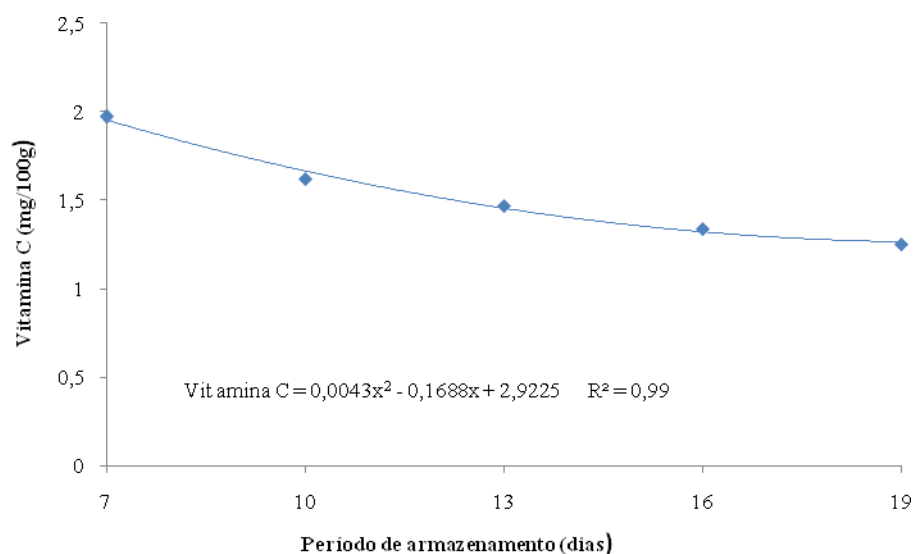


Figura 6 – Vitamina C (mg/100g) de melão Charentais ‘Magisto’ em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

A diminuição no teor de vitamina C foi detectada, também, em trabalhos de conservação pós-colheita do melão Charentais ‘Aura Prince’ por Souza et al. (2008).

Contudo, no final do armazenamento, os frutos ainda apresentaram teor de vitamina C mais elevado que os detectado neste trabalho (2,83 mg/100g de polpa).

Verifica-se ainda, que na vida de prateleira zero, os frutos mantiveram os teores de vitamina C mais elevados quando comparados aos frutos oriundos da vida de prateleira três (Tabela 10). O decréscimo de 18,9% no teor de vitamina C, na vida de prateleira três, pode ser explicado, uma vez que os frutos expostos a altas temperaturas (20°C) têm velocidade de reações maiores quando comparado aos frutos que permaneceram sob baixas temperaturas (5°C).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) perdas substanciais de nutrientes podem ocorrer com o armazenamento, especialmente de vitamina C, devido aos processos fisiológicos e bioquímicos. Assim, é importante ressaltar que a vitamina C é bastante instável, pode ser transformada enzimaticamente por reações oxidativas, na sua forma reversível (ácido hidroascórbico) e/ou irreversível (ácido 2,3 dicetogulônico), (WATADA et al., 1987), podendo causar a diminuição da vitamina C.

Tabela 10 – Vitamina C (mg/100g) de melão Charentais ‘Magisto’ com armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação das condições da gôndola do supermercado (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

VIDA DE PRATELEIRA	VITAMINA C
Zero	1,69 a
Três	1,37 b

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$).

3.9 Açúcares Solúveis Totais

Para o conteúdo de açúcares solúveis totais foi detectado efeito significativo para as interações tratamento e período de armazenamento; tratamento e vida de

prateleira; e período de armazenamento e vida de prateleira (Tabelas 11, 12 e 13; Figuras 7 e 8).

Analisando os tratamentos dentro de cada período de armazenamento verificou-se que os frutos testemunha e os acondicionados em filme PEBD apresentaram teor de açúcares solúveis totais (AST) estatisticamente iguais na maior parte do tempo de armazenamento (7, 13, 16 e 19 dias); já os frutos com biofilme obtiveram menor concentração de AST quando comparado aos frutos dos demais tratamentos no final do armazenamento (16 e 19 dias) (Tabela 11).

Tabela 11 – Açúcares solúveis totais (%) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens durante armazenamento refrigerado. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

TEMPO	TRATAMENTO		
	Testemunha	Filme PEBD	Biofilme
7	7,43 aB	6,81 aB	8,09 aA
10	6,83 aA	5,64 bB	5,50 cB
13	7,20 aA	7,18 aA	6,42 bA
16	6,31 bA	6,47 aA	5,52 cB
19	5,76 bA	5,39 bA	5,54 cA

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Vila et al. (2007) também verificaram em goiaba ‘Pedro Sato’ acondicionadas com biofilme de fécula de mandioca (3 e 4%) sob refrigeração (9 °C) que no final do armazenamento os frutos com biofilme apresentaram menor teor de açúcares solúveis totais quando comparados aos frutos testemunha.

Por outro lado, considerando período de armazenamento dentro de cada tratamento observa-se que houve decréscimo na concentração de AST em todos os tratamentos estudados ao longo do armazenamento (Figura 7). Essa redução nos AST ao longo do armazenamento também foi verificada em melão Orange Flesh e melão Amarelo por Terao et al. (2009) e Tomaz et al. (2009), respectivamente.

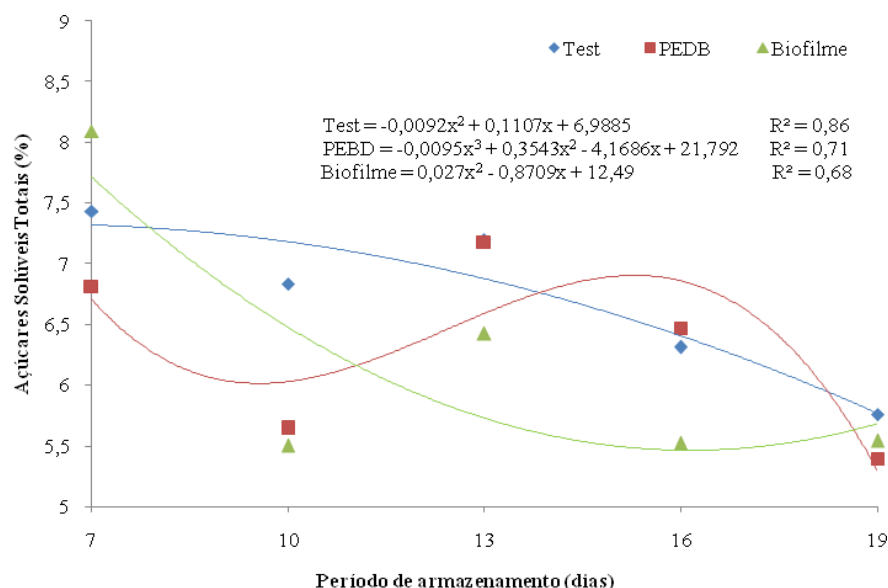


Figura 7 – Açúcares solúveis totais (%) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

Tabela 12 – Açúcares solúveis totais (%) de melão Charentais ‘Magisto’ acondicionado em diferentes embalagens com armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação das condições da gôndola do supermercado (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

VIDA DE PRATELEIRA	TRATAMENTO		
	Testemunha	Filme PEBD	Biofilme
0	7,00 aA	6,08 aA	6,57 aA
3	6,41 bA	6,52 aA	5,86 bB

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Ao desdobrar vida de prateleira dentro de cada tratamento nota-se que houve redução no conteúdo de AST da vida de prateleira zero para três apenas nos frutos testemunha e os acondicionados com biofilme (Tabela 12). Entretanto, não houve diferença significativa na concentração de AST dos frutos acondicionados em PEBD após a simulação da condição da gôndola do supermercado (vida de prateleira três).

Levando em consideração os tratamentos dentro de cada vida de prateleira verifica-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos (testemunha, filme PEBD e biofilme) na vida de prateleira zero, enquanto na vida de prateleira três observou-se que os frutos com biofilme apresentaram menor teor de AST quando comparado com os demais tratamentos (Tabela 12), corroborando com o resultado verificado na interação tratamento x período de armazenamento.

Desdobrando vida de prateleira dentro de cada período de armazenamento verifica-se em todos os dias de análise, com exceção do décimo dia, onde houve redução nos AST, que os frutos não apresentaram diferença significativa no teor de AST entre os dois períodos de vida de prateleira, (Tabela 13). Resultado diferente foi verificado por Sá et al. (2008) em melão Cantaloupe ‘Vera Cruz’ armazenado durante 14 dias a 3 °C e dois dias a 23 °C, no qual os frutos apresentaram redução de 46% na concentração de AST após dois dias de vida de prateleira.

Tabela 13 – Açúcares solúveis totais (%) de melão Charentais ‘Magisto’ durante armazenamento sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação das condições da gôndola do supermercado (vida de prateleira três). Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

TEMPO	VIDA DE PRATELEIRA	
	Zero	Três
7	7,21 aA	7,69 aA
10	6,44 aA	5,54 aB
13	6,76 aA	7,10 bA
16	5,94 bA	6,26 bA
19	5,43 bA	5,70 bA

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Já no desdobramento dos períodos de armazenamento dentro de cada vida de prateleira verificou-se decréscimo no teor de AST ao longo do armazenamento em ambas as condições de vida de prateleira (Figura 8). Souza et al. (2008) também observaram redução no conteúdo de AST em 14 dias de armazenamento refrigerado

(9 °C) e 7 dias de simulação da vida de prateleira (22 °C). Entretanto, mesmo ao final do armazenamento estes autores obtiveram valores para AST superiores ao detectado neste trabalho (7,1%).

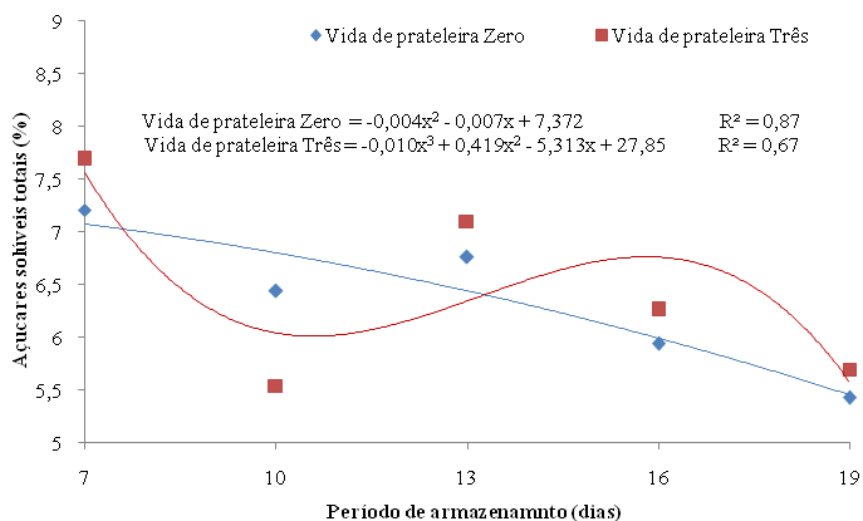


Figura 8 – Açúcares solúveis totais (%) de melão Charentais ‘Magisto’ armazenado sob refrigeração constante (vida de prateleira zero) e com simulação das condições da gôndola do supermercado (vida de prateleira três) em função do período de armazenamento. Mossoró-RN, UFERSA, 2012.

5 CONCLUSÃO

Houve incremento na perda de massa dos frutos ao longo de armazenamento para todos os tratamentos avaliados e após três dias de simulação da vida de prateleira. O filme de PEBD foi mais eficiente em conter a perda de massa.

Houve redução na nota da aparência externa ao longo do armazenamento. Apenas os frutos testemunha e os acondicionados com filme PEBD apresentaram qualidade para a comercialização no final do armazenamento. Verificou-se, também, redução na nota da aparência externa dos frutos após a simulação da vida de prateleira, com notas mais altas atribuídas aos frutos acondicionados em filme PEBD. A nota da aparência interna dos frutos decresceu ao longo do armazenamento e após a simulação da vida de prateleira.

Houve redução na firmeza de polpa ao longo do armazenamento e após a simulação da vida de prateleira. O biofilme propiciou maior firmeza de polpa dos frutos após a simulação da vida de prateleira.

A concentração dos ácidos orgânicos decresceu ao longo do armazenamento. Os frutos testemunha apresentaram maiores valores de acidez titulável que os demais tratamentos. Não houve grandes variações na concentração de ácidos após a simulação da vida de prateleira. Os frutos revestidos com biofilme apresentaram o maior pH.

Observou-se decréscimo no teor de sólidos solúveis ao longo do armazenamento e após a simulação da vida de prateleira. Os açúcares solúveis totais reduziram nos frutos, independente do tratamento ao longo do armazenamento e após a simulação da vida de prateleira foi verificado apenas para os frutos dos tratamentos testemunha e biofilme. Houve decréscimo no teor de vitamina C ao longo do armazenamento e após a simulação da vida de prateleira.

REFERENCIAS

ALVES, R. E., **Melão Pós-colheita: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa/CNPAT, 2000, 44 p. (Coleção: Frutas do Brasil, 10).

ANKER, M.; STADING, M.; HERMANSSON, A. Aging of whey protein films and the effect on mechanical and barrier properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 49, n. 2, p. 989-995, 2001.

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C. M. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 413-419, 2003.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11. Ed. Washington: AOAC, 1992. 1115 p.

AVELLA, M.; VLIEGER, J. J.; ERRICO, M. E.; FISCHER, S.; VACCA, P.; VOLPE, M. G. Biodegradable starch/Clay nanocomposite films for food packaging applications. **Food Chemistry**, London, v. 39, n. 3, p. 467-474, 2005.

BARRETO, A. R. M. **Efeito da adição de misturas de carboxilatos nas propriedades de filmes de gelatina**. 2011. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN, 2011.

BATISTA, P. F.; SANTOS, A. E. O.; PIRES, M. M. M. L.; DANTAS, B. F.; PEIXOTO, A. R.; ARAGÃO, C. A. Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 572-576, 2007.

BLEINROTH, E. W. **Tecnologia pós-colheita de frutas tropicais**. 2. Ed. rev. Campinas: ITAL, 1992. 203 p. (Manual Técnico 9).

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P.; GLORIA, B. A. Alterações anatômicas e físico-químicas associadas ao armazenamento refrigerado de pêssegos ‘Aurora 1’ e ‘Dourado 2’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1349-1358, 2002.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU, P.; GROSSO, C. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capríico: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos filmes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 408-419, 2007.

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

FERREIRA, D. F. **SISVAR versão 4.3** (buld 45). Lavras: DEX/UFLA, 2003

GALLO, J. A. Q.; DEBEAUFORT, F.; CALLEGARIN, F.; VOILLEY, A. Lipid hydrophobicity, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based edible films. **Journal of Membrane Science**, Amsterdam, v. 180, n. 1, p. 37-46, 2000.

GOMES JÚNIOR, J. **Influência da temperatura e da atmosfera modificada sobre a qualidade do melão Gália**. 2005. 59f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa - MG. 2005.

GOMES JÚNIOR, J.; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. Qualidade pós-colheita do melão tipo Cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 223-227, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. Ed. São Paulo: IAL, 1985, v. 1, p. 533.

JERÔNIMO, E. M.; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C.; CRUZ, J. C. S.; GAVA, G. J. C.; SILVA, M. A. Qualidade de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1122-1130, 2007.

KAYS, J. S. Postharvest physiology of perishable plant products. New York: AVI, 1991. 532p.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada:** aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferencia de Tecnologia, 2000. 34 p.

LEMO, O. L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali R’.** 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade estadual do Sudoeste da Bahia, 2006.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; BISCEGLI, C. I.; FILGUEIRAS, H. A. C. Qualidade pós-colheita de melão Galia submetido à modificação da atmosfera e ao 1-metilciclopropeno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 793-798, 2005.

MENDONÇA, F. V. S.; MENEZES, J. B.; GOIS, V. A.; NUNES, G. H. S.; SOUZA, P. A. S.; MENDONÇA JÚNIOR, C. F. Armazenamento refrigerado de melão Orange Flesh. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 15-18, 2005.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G.; MAIA, E. N.; MENEZES, J. B. Avaliação das tecnologias pós-colheita utilizadas e da qualidade de melões nobres produzidos para exportação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 214-218, 2009.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S.; BISPO, A. S. R.; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.

PONTES FILHO, F. S. T. **Conservação pós-colheita de melão Cantaloupe cultivado em diferentes doses de N e K por fertirrigação**. 2010. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2010.

QUINTERO, E. S. M.; SOBRAL, P. J. A. Preparo e caracterização de proteínas microfibrilares de tilápia-do-nilo para a elaboração de biofilmes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 179-189, 2000.

RODOV, V.; HOREV, B.; VINOKUR, Y.; COPEL, A.; AHARONI, Y.; AHARONI, N. Modified-atmosphere packaging improves keeping quality of Charentais-type melons. **HortScience**, Alexandria, v. 37, n. 6, p. 950-953, 2002.

SÁ, C. R. L.; SILVA, E. O.; TERAPO, D.; OSTER, A. H. Efeito do KMnO_4 e 1-MCP com atmosfera modificada na conservação pós-colheita de melão Cantaloupe. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 60-69, 2008.

SECEX/MDIC. Secretaria de comércio exterior/ Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio. 2011. **Exportações brasileira de frutas**. Disponível em: <<http://www2.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex>>. Acesso em: dez. 2011.

SOUZA, P. A.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, A. E. D.; COSTA, A. R. F. C.; FERREIRA, G. S.; BEZERRA NETO F. Conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de fécula de mandioca ou filme de PVC. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 235-239, 2009.

SOUZA P. A. **Conservação pós-colheita de melão Charentais tratado com 1-MCP e armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada**. 2006. 136f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SOUZA, P. A.; FILGER, F. L.; ALBES, R. E.; PUIATTI, M.; CECON, P. R.; MENEZES, J. B. Conservação pós-colheita de melão Charentais tratado com 1-MCP e armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 464-470, 2008.

SOUZA, P. A.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; COSTA, F. B.; SOUZA, G. L. F. M. Armazenamento refrigerado de melão Gália ‘Solarking’ sob atmosfera modificada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 4, p. 377-382, 2006.

STROHECKER, R. HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas**: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

TERAO, D.; OLIVEIRA, S. M. A.; VIANA, F. M. P.; SÁ, C. R. L.; MOURA, R. D.; GONDIM, D. M. F. Manejo da podridão de melão pelo controle do amadurecimento através do 1-mcp, sob duas condições de armazenamento. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 2, p. 110-115, 2009.

TOMAZ, H. V. Q.; AROUCHA, E. M. M.; NUNES, G. H. S.; BEZERRA NETO, F.; TOMAZ, H. V. Q.; QUEIROZ, R. F. Qualidade pós-colheita de diferentes híbridos de melão-amarelo armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 987-994, 2009.

VILA, M. T. R.; LIMA, L. C. O.; VILAS BOAS, E. V. B.; HOJO, E. T. D.; RODRIGUES, L. J.; PAULA, N. R. F. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1435-1442, 2007.

WATADA, A. E.; KIM, S. D.; KIM, K. S.; HARRIS, T. C. Quality of green beans, bell peppers and spinach stored in polyethylene bags. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 6, p. 1637-1641, 1987.

WOLF, K. L. **Propriedades físico-químicas e mecânicas de biofilmes elaborados a partir de fibra de pós de colágeno**. 2007. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, 2007.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extract by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v. 57, p. 505-514, 1954.

APÊNDICE

Tabela 1A. Resumo da análise de variância das características físicas de qualidade. Valores do quadrado médio da análise da variância para as características de qualidade do melão Charentais ‘Magisto’ analisadas: perda de massa (PM), aparência externa (AE), aparência interna (AI) e firmeza da polpa (FP), Mossoró-RN, 2012.

FV ¹	GL ²	PM	AE	AI	FP
Trat ³	2	126,41 **	13,90 **	0,04 ^{ns}	985,06 **
Erro a	10	2,70	0,44	0,28	15,73
Armaz ⁴	4	44,94 **	8,71 **	8,76 **	523,42 **
Trat*Armaz	8	4,82 *	1,24 **	0,35 ^{ns}	20,32 ^{ns}
VP ⁵	1	438,45 **	20,00 **	17,42 **	1428,73 **
VP*Trat	2	4,78 ^{ns}	1,95 **	0,90 ^{ns}	346,88 **
VP*Armaz	4	0,95 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,02 *	6,57 ^{ns}
VP*Trat*Armaz	8	1,16 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,40 ^{ns}	4,26 ^{ns}
Erro b	140	2,28	0,38	0,36	24,63
CVa ⁶ (%)		37,78	16,25	14,53	18,28
CVb ⁷ (%)		34,70	15,23	16,25	22,87
MG ⁸		4,35	4,08	3,68	21,70

**: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; *: Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns: Não significativo a 5% de probabilidade; 1: fonte de variação; 2: grau de liberdade; 3: tratamento; 4: período de armazenamento; 5: vida de prateleira; 6: coeficiente de variação do erro a; 7: coeficiente de variação do erro b; 8: média geral dos tratamentos.

Tabela 2A. Resumo da análise de variância das características de qualidade físico-químicas. Valores do quadrado médio da análise da variância para as características de qualidade do melão Charentais ‘Magisto’ analisadas: sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), vitamina C (Vit C) e açúcares solúveis totais (AST), Mossoró-RN, 2012.

FV ¹	GL ²	SS	pH	AT	Vit C	AST
Trat ³	2	6,19 ^{ns}	0,96 ^{**}	0,92 ^{**}	0,05 ^{ns}	2,08 ^{**}
Erro a	10	2,39	0,02	0,01	0,18	0,10
Armaz ⁴	4	9,50 ^{**}	0,02 ^{ns}	0,23 ^{**}	2,88 ^{**}	10,50 ^{**}
Trat*Armaz	8	2,97 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,02 [*]	0,09 ^{ns}	1,64 ^{**}
VP ⁵	1	8,96 [*]	0,02 ^{ns}	0,08 ^{**}	4,61 ^{**}	0,25 ^{ns}
VP*Trat	2	0,39 ^{ns}	0,04 [*]	0,10 ^{**}	0,49 ^{ns}	3,71 ^{**}
VP*Armaz	4	3,24 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,11 ^{**}	0,39 ^{ns}	1,45 ^{**}
VP*Trat*Armaz	8	0,33 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{**}	0,03 ^{ns}	0,72 ^{ns}
Erro b	140	2,25	0,01	0,01	0,19	0,46
CVA ⁶ (%)		14,41	2,04	11,89	27,95	4,94
CVB ⁷ (%)		13,97	1,76	12,06	28,75	10,64
MG ⁸		10,74	6,38	0,79	1,53	6,41

** : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; * : Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns: Não significativo a 5% de probabilidade; 1: fonte de variação; 2: grau de liberdade; 3: tratamento; 4: período de armazenamento; 5: vida de prateleira; 6: coeficiente de variação do erro a; 7: coeficiente de variação do erro b; 8: média geral dos tratamentos.

Tabela 3A. Caracterização de melão Charentais ‘Magisto’ imediatamente após a colheita.

VARIÁVEL	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
Massa fresca (g)	1.111,13	278,94
Aparência externa	4,88	0,35
Aparência Interna	4,75	0,46
Firmeza (N)	35,75	6,32
Sólidos solúveis	14,39	1,65
Acidez titulável	1,02	0,10
pH	6,32	0,13
Vitamina C	1,75	0,26
Açúcares solúveis totais	6,26	1,19