

## Avaliação de coberturas comestíveis compostas por quitosana e argila no revestimento em tomates sob refrigeração pelo método dipping

### Evaluation of composite edible roofing by clay and chitosan in the coating on tomatoes under cooling by dipping method

Tamara Lorena Eufrazio da Costa<sup>1</sup>, Thiago Azevedo de Oliveira<sup>2\*</sup>, Francisco Klebson Gomes dos Santos<sup>3</sup>, Edna Maria Mendes Aroucha, Ricardo Henrique de Lima Leite<sup>3</sup>

**RESUMO** – O tomate é um fruto muito perecível e com curta vida de prateleira, demonstrando uma necessidade de desenvolvimento de tecnologias que reduzam estas perdas. Na indústria de alimentos, a quitosana se destaca por ser de origem natural, renovável, biodegradável, atóxico e propriedade de formação de filme. A argila possibilita uma maior aderência do filme na superfície do fruto, e é utilizada para fechar vacâncias existentes na rede polimérica. Tendo em vista as características da quitosana e da argila, no presente trabalho é abordada a síntese e utilização de filmes compostos por quitosana e argila, com aplicação em revestimento em tomates, visando o aumento da vida útil dos frutos e assim diminuir as perdas pós-colheita. O filme foi sintetizado com 1% de quitosana e 1% argila. Para a caracterização, os filmes foram preparados e deixados secar pelo método casting, e em seguida foram realizadas as análises de espessura, solubilidade, opacidade e permeabilidade ao vapor de água. Para as análises físico-químicas, o filme foi preparado e aplicado sobre o fruto, pelo método dipping. O armazenamento foi realizado sob refrigeração a  $13 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$  durante 12 dias, sendo feita as análises a cada três dias. As análises foram: perda de massa, firmeza de polpa, coloração da casca, sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico e a relação sólidos solúveis e acidez titulável. Nas análises de caracterização dos filmes foram obtidos valores de acordo com a literatura. Já para as análises físico-químicas, não foi obtido efeito significativo para a interação entre tratamento e tempo, tendo a perda de massa efeito isolado para tratamento e tempo e efeito significativo do tempo para as demais características em condições de armazenamento.

**Palavras-chave:** Quitosana, Argila, Revestimento em tomates, Vida de prateleira.

**ABSTRACT** – Tomatoes are very perishable fruits and have short shelf life, demonstrating a reason to develop technologies to reduce these losses. In the food industry, chitosan stands out as being of natural, renewable, biodegradable, nontoxic, and film-forming property. The clay enables a greater adhesion of the film on the surface of the fruit, and is used to close vacancies existing in the polymer network. Considering the characteristics of chitosan and clay, in the present work deals with the characterization and use of films composed of chitosan and clay, with application in coating tomatoes, to increase the shelf life of fruits and thus reduce post-harvest losses. The film was prepared with 1% chitosan and 1% clay, allowed to dry by casting method, and then analyzes were performed: thickness, solubility, opacity and water vapor permeability. For physical-chemical analysis, the film was prepared and applied to the fruit, by dipping method. They were stored under refrigeration at  $13 \pm 1^\circ\text{C}$  and relative humidity of  $80 \pm 5\%$  for 12 days, and the analyzes done every three days. Analyses were: weight loss, firmness, peel color, soluble solids, acidity, ascorbic acid and soluble solids and acidity. Results of the films characteristics were similar with literature. For physical-chemical analyzes, no significant effect was obtained for the interaction between treatment and time, and the mass loss for isolated treatment effect and time and significant effect of time for other characteristics in storage conditions.

**Keywords:** Chitosan, Clay, Coating tomatoes, Shelf life.

## INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como grande produtor de vegetais, devido às condições de clima e extensão territorial. Porém, as perdas pós-colheita diminuem sua competitividade no mercado mundial (PRATES; ASCHERI, 2011). O tomate é um fruto altamente perecível e gera perdas de até 21% após a colheita (RINALDI et al., 2011).

Dentre as principais causas das perdas estão a curta vida útil de frutos e os danos mecânicos sofridos durante a produção e comercialização (YAMASHITA, 2004). O uso de coberturas comestíveis elaboradas a partir de polímeros naturais e biodegradáveis torna-se alternativa eficiente para o prolongamento da vida útil pós-colheita de frutos (RINALDI et al., 2011).

Dentre os materiais pesquisados para a produção de filmes biodegradáveis, a quitosana se apresenta como promissor em razão de ser facilmente obtida, ter grande potencial como material de embalagem ativa devido à sua atividade antimicrobiana e impermeabilidade ao oxigênio (LI et al., 2010). As coberturas elaboradas a partir de polissacarídeos constituem boas barreiras a gases, contribuindo para o controle do processo respiratório, porém são sensíveis à umidade e apresentam alta permeabilidade ao vapor de água (GALLO et al., 2000).

A argila Bentonita, é utilizada nesse estudo como material compósito do filme; esta possibilita uma maior aderência do filme na superfície do fruto (LAVORGNA et al., 2010). Outra função da argila é efetuar o preenchimento das vacâncias da matriz polimérica (NASCIMENTO et al., 2012).

\*autor para correspondência

Recebido para publicação em 07/09/2012; aprovado em 21/12/2012

<sup>1</sup>Aluna de iniciação científica da UFERSA, loreninha\_0403@hotmail.com

<sup>2</sup>Aluno de mestrado da UFERSA, thiagoagrotec@hotmail.com

<sup>3</sup>Professores da UFERSA, klebson@ufersa.edu.br, aroucha@ufersa.edu.br, ricardoleite@ufersa.edu.br

Este trabalho tem como objetivo a síntese e caracterização de filmes compostos de quitosana e argila, e avaliar sua aplicação no revestimento em tomates, através da avaliação das propriedades físico-químicas dos frutos com e sem revestimento, visando aumentar o tempo de vida de prateleira, diminuindo as perdas pós-colheita.

Será avaliado o revestimento de filmes no tomate, armazenados sob refrigeração a  $13 \pm 1^\circ\text{C}$ , e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$ , durante 12 dias, fazendo avaliações de três em três dias, analisando suas propriedades de: Teor de sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico, firmeza de polpa, perda de massa, coloração da casca e a relação sólidos solúveis/ acidez titulável. Quando utilizados os filmes no fruto pós-colheita, estes interferem em parâmetros de qualidade do fruto assim como na sua fisiologia.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A quitosana foi obtida através de doação, sob aspecto de pó com coloração amarelada; seu grau de desacetilação foi determinado por titulação condutimétrica. A argila foi obtida da região do Seridó – RN, fornecida gentilmente pela ARMIL – Mineração do Nordeste, com granulometria de 12 nm e 200 mesh. Os tomates foram oriundos da cidade de Baraúna - RN, híbrido do tipo SM-16 da cultivar SEMINIS. O ácido acético utilizado foi da PROQUÍMIOS, de pureza mínima de 99,8% e peso molecular de 60,05. O ácido clorídrico utilizado foi da VETEC QUÍMICA FINA, de pureza mínima 37% e peso molecular 36,46. O biftalato de potássio foi da VETEC QUÍMICA FINA, de pureza mínima 99,5% e peso molecular 204,22. A fenoltaleína utilizada foi da DINÂMICA QUÍMICA CONTEMPORÂNEA. O hidróxido de sódio foi da DINÂMICA QUÍMICA CONTEMPORÂNEA, de pureza mínima 97% e peso molecular 40.

O grau de desacetilação da quitosana foi determinado por meio de titulação condutimétrica, realizado em triplicata. Foi preparada uma solução de quitosana com 0,2 g de massa, diluída em 40 mL de solução de HCl 0,05 M sob agitação por 24h. Adicionou-se 50 mL de água destilada, e em seguida a titulação foi exercida com NaOH 0,14 M, previamente padronizado com solução de biftalato de potássio 0,15M, à temperatura ambiente (Santos *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2009).

Os filmes foram preparados por dissolução em ácido acético 0,5 M para a solução de quitosana 1%, sob agitação em 24h para uma completa homogeneização da solução. O procedimento foi realizado em uma temperatura de  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Foi depositado 5 mL da solução filmogênica em algumas placas plexíglas com 5,55 cm de diâmetro, e deixados por 48 h a temperatura de  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  para secar. Essa técnica utilizada na preparação dos filmes é chamada de *casting*, que consiste em depositar a solução filmogênica em uma superfície lisa e deixar secar, ocorrendo uma evaporação. Com o filme formado, este foi submetido a testes.

As caracterizações do filme foram: espessura, determinada usando um micrômetro manual, Micrometer 0-25x0,01mm, analisando próximo a região central dos filmes e o resultado expresso em mm; permeabilidade ao vapor de água (PVA) determinada conforme metodologia descrita por Nascimento *et al.* (2012) com base na norma E 96-80 da ASTM; A Permeabilidade ao Vapor de Água, foi determinada pela relação entre o produto da espessura e da massa de água permeável do filme, pelo produto da área exposta do filme, da diferença de pressão parcial de vapor de água e do tempo diário do ganho de massa; opacidade, determinada utilizando um colorímetro da Minolta, modelo CR-10, onde foi calculada como a relação entre a opacidade do filme colocado sobre o padrão preto e a opacidade do filme colocado sobre o padrão branco; solubilidade, determinada segundo Casariego *et al.* (2009) calculando a diferença entre a massa inicial seca e a massa final depois de imersa em água, e seca a  $105^\circ\text{C}$  dividido pela massa inicial.

Para o revestimento do filme nos tomates, foi necessário adquiri-los da cidade de Baraúna-RN e transportá-los para o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Tomates SM – 16 homogêneos no tamanho e na coloração, no estágio de maturação verde-maduro. Os frutos foram armazenados sob refrigeração a  $13 \pm 1^\circ\text{C}$ , e umidade relativa de  $80 \pm 5\%$ .

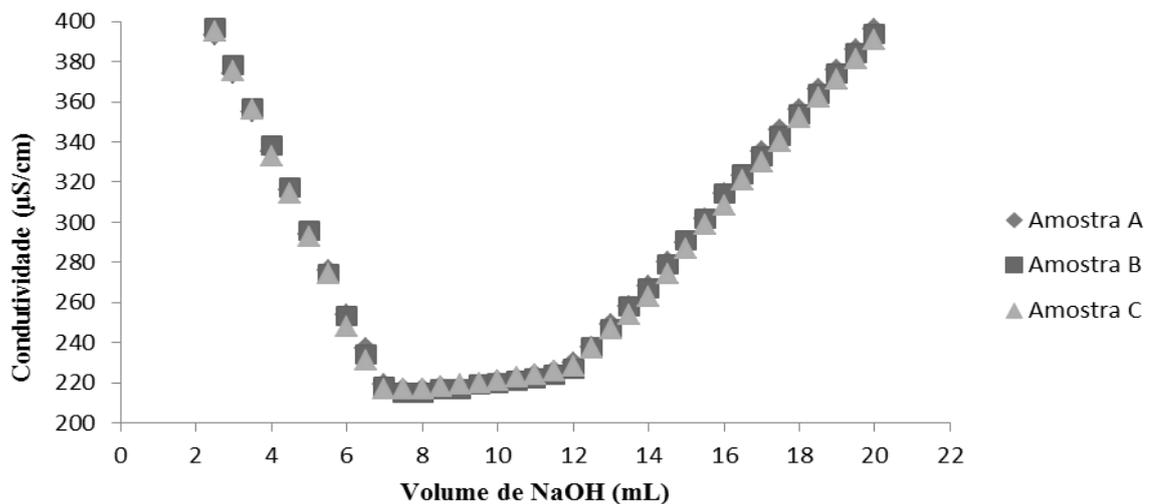
A técnica utilizada no revestimento foi a *dipping*, onde a aplicação é feita diretamente no fruto, por imersão deste na solução filmogênica. Os frutos foram secos com auxílio de ventiladores, e colocados em bandejas de isopor. Um grupo de tomates serviu de testemunho, ou seja, sem revestimento, enquanto outro grupo foi revestido com o filme. O ensaio foi realizado utilizando três repetições de três frutos por bandeja durante doze dias, analisando de três em três dias.

As análises físico-químicas avaliadas foram: perda de massa, determinada pela diferença entre o peso inicial dos tomates e após cada intervalo de tempo, com os resultados expressos em porcentagem; firmeza de polpa, determinada com penetrômetro digital com ponteira de 3,5 mm e resultados em Newton; coloração da casca, analisada na região equatorial utilizando-se um colorímetro (Minolta CR-10), para determinar os valores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , que pertence a um sistema de coordenadas CIELAB onde as cores são descritas por luminosidade ( $L^*$ ) que tem variação de 0 a 100 (preto/branco), pelo conteúdo da intensidade de vermelho+/-verde ( $a^*$ ), intensidade de amarelo+/-azul ( $b^*$ ); o teor de sólidos solúveis (SS), foi determinado por leitura direta em refratômetro marca Atago, modelo Pallette - 1, sendo os resultados expressos em  $^\circ\text{Brix}$ ; a acidez titulável (AT) foi expressa como (%) de ácido cítrico por 100 g do fruto; o teor de ácido ascórbico (AA) foi quantificado por titulometria, e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa; a relação de SS/AT foi determinada utilizando os resultados obtidos para os teores de sólidos solúveis totais ( $^\circ\text{Brix}$ ) e acidez titulável (% de ácido cítrico) de uma mesma amostra.

A análise estatística foi realizada utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra a curva de titulação das amostras de quitosana (A, B e C) com solução de NaOH e excesso de ácido clorídrico para a determinação do grau de desacetilação. Analisando a Figura 1, pode-se perceber



**Figura 1.** Curva de titulação condutimétrica.

O Grau de Desacetilação da quitosana utilizada foi de 71,65%, caracterizando-a como quitosana, pois o percentual dos grupos amino foi superior a metade dos grupos acetamino. Este foi determinado pela Equação 1 de acordo com Santos et al. (2009):

$$X_D = 20319,25 \frac{C_{NaOH} \cdot \Delta V}{42,0367 \cdot C_{NaOH} \cdot \Delta V + W_{chit} \cdot m_s} \quad (1)$$

onde:

CNaOH = Concentração da base

$\Delta V$  = Variação do volume de neutralização dos grupos amina

Wchit = Massa da quitosana

ms = teor de sólido da quitosana.

Durante o processo de desacetilação alcalina da quitina, ligações N-acetil do polímero são rompidas, formando-se a D-glicosamina, que contém um grupo amino livre. Entretanto, a quitosana não pode ser considerada uma molécula uniforme e sim um grupo de polímeros parcialmente desacetilados, dos quais, os que apresentam grau de desacetilação acima de 50% podem ser considerados como quitosana (RESENDE, 2007). A Tabela 1 mostra valores dos resultados obtidos para as propriedades do filme sintetizado com 1% de quitosana e 1% de argila em relação à massa seca de quitosana, sendo assim denominado Q1A1. Os valores de espessura ( $0,0856 \pm 0,001$  mm), PVA (12,026 g.mm/dia.m<sup>2</sup>.kPa), opacidade (12,81%), e solubilidade (13,9%) são

os ramos lineares da curva de titulação condutimétrica, onde o primeiro ramo representa a neutralização do ácido presente na amostra, o segundo ramo representa à neutralização de prótons do grupo amino da quitosana, e o terceiro ramo, ao excesso de base presente, após o ponto de equivalência. Os dois pontos de inflexão são originados por extrapolação, e estes pontos correspondem ao volume de base necessário para neutralizar os grupos amino protonados (SANTOS et al., 2003; SANTOS et al., 2009).

condizentes com os valores encontrados por Nascimento et al. (2012). Os filmes de maior ou menor espessura podem ser produzidos levando-se em conta a quantidade de matéria seca em relação à área distribuída na placa. O baixo valor de PVA é explicado pelo caráter hidrofílico da quitosana. A adição de argila à rede polimérica reduz a transparência dos filmes. O resultado de solubilidade confirma a baixa solubilidade da quitosana em água. Nascimento et al. (2012) perceberam, em seu trabalho, que a adição de argila contribui para uma diminuição da solubilidade dos filmes.

Na Tabela 2, encontram-se os resultados das análises de variância e os coeficientes de variação correspondentes as análises feitas, e na Tabela 3, os mesmos para a coloração em relação às coordenadas L\*, a\*, e b\*. Os resultados mostram que não houve interação entre o revestimento com relação ao tempo de armazenamento para nenhuma análise feita, somente ocorreu efeito isolado para revestimento e tempo para perda de massa ao nível de 5% de significância. Porém todas as análises foram significantes com relação ao tempo.

**Tabela 1.** Resultados das caracterizações do filme sintetizado a 26°C.

Caracterização	Médias	Desvio Padrão
Espessura (mm)	0,0856	0,001
PVA (g.mm/dia.m <sup>2</sup> .kPa)	12,026	0,126
Opacidade (%)	12,81	1,35
Solubilidade (%)	13,29	0,091

**Tabela 2.** Valores de “F” para Perda de massa (PM) Firmeza (F), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), e relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de tomates cobertos com biofilme de quitosana e argila durante 12 dias a 13°C e 80% UR.

Fonte de Variação	PM	F	SS	AT	AA	SS/AT
Revestimento (R)	18,60 **	0,16 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	1,61 <sup>ns</sup>
Tempo (T)	38,67 **	5,60 **	141,58 **	4,62*	14,21 **	70,83 **
R X T	3,22 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>
Média	2,05	129,81	2,75	0,45	8,42	6,18
C.V. (%)	31,66	7,02	5,74	9,17	20,89	7,45

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ns não significativo.

**Tabela 3.** Valores de “F” para luminosidade, que varia de preto(0) / branco(100) (L\*); intensidade de vermelho(+) / verde(-) (a\*); e intensidade de amarelo(+) / azul(-) (b\*), de tomates cobertos com biofilme de quitosana e argila durante 12 dias a 13°C e 80% UR.

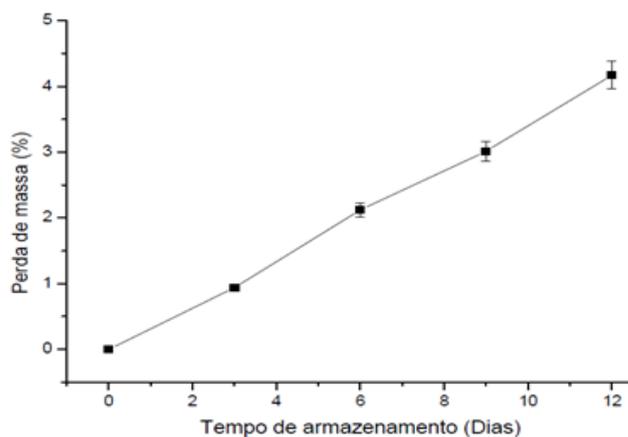
Fonte de Variação	Cor		
	L	a	B
Revestimento (R)	0,70 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>
Tempo (T)	28,15 **	31,10 **	8,31 **
R X T	0,12 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>
Média	51,00	16,48	27,25
C.V. (%)	6,45	28,83	9,80

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade. \*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ns não significativo.

A Figura 2 mostra os resultados de perda de massa dos tomates ao longo do tempo nas condições de armazenamento. E a Tabela 4 mostra os valores médios da perda de massa para os tomates, onde houve diferença estatística (5%) de probabilidade. Percebe-se que a perda de massa foi maior em filmes com revestimento. Cerqueira et al. (2011) e Oliveira et al. (2011), explicam que recobrimentos de polissacarídeos, devido à sua natureza hidrofílica, constituem barreiras pouco efetivas à troca de água. Portanto, era esperado que o recobrimento tivesse pouca interferência nesta variável.

As plaquetas de argila são conhecidas por melhorar as propriedades de barreira de polímeros através da criação de um caminho tortuoso para a difusão da molécula. No entanto, no caso da matriz hidrofílica, a quitosana, a melhoria das propriedades de barreira não pode ser tão proeminente como esperado para outros polímeros, devido à presença do grupo polar (TANG et al., 2009). Santos et al. (2011), trabalhando com biofilmes comestíveis de fécula de mandioca a 3 e 4% e com recobrimento de polietileno na conservação pós-

colheita de tomate a 12°C por 12 dias, observaram que a perda de massa aumentou linearmente, detectando menor perda a 3% para o armazenamento refrigerado.



**Figura 2.** Perda de massa (%) dos tomates em relação ao tempo de armazenamento a 13°C e 80% UR.

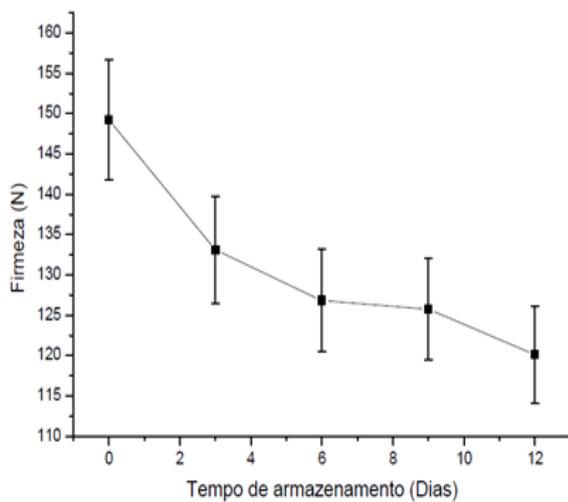
**Tabela 3.** Valores médios da perda de massa de frutos de tomate, durante o armazenamento refrigerado a 13°C e 80% UR.

Tratamento	Perda de massa (%)
Sem revestimento	1,54b
Com revestimento	2,56 a

Média = 2,05; C.V.(%)= 31,66 \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

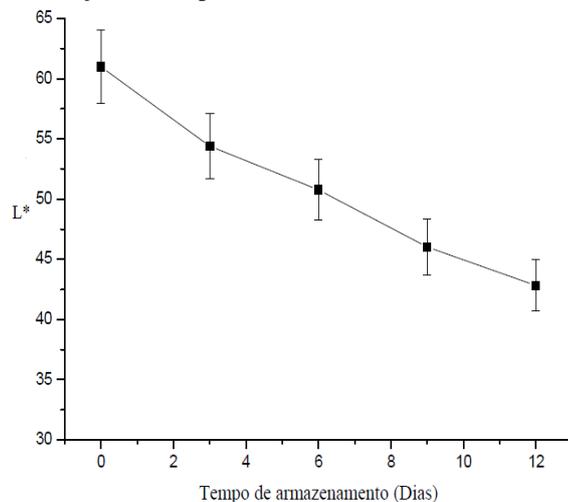
A Figura 3 mostra como se comportou a firmeza dos tomates durante o tempo de armazenamento. Avaliando a firmeza de polpa percebe-se que houve uma diminuição durante o período de armazenamento. Essa diminuição pode ser justificada pelo amaciamento dos tecidos, uma das principais transformações no amadurecimento de frutos carnosos, como o tomate, tendo influência acentuada tanto na qualidade como no período de conservação, e relação direta com os componentes químicos das paredes celulares (TOIVONEN; BRUMMELL, 2008).

Segundo Chiumarelli; Ferreira (2006), trabalhando com tomates 'Débora', a firmeza a 12,5°C dos frutos tratados com diferentes ceras de carnaúba a 18%, Megh Wax ECF 124 e Fruit Wax H2, não promoveram diferenças significativas (5% de significância estatística) em relação ao controle.



**Figura 3.** Firmeza (N) dos tomates a 13°C e 80% UR.

As Figuras 4, 5 e 6 mostram a coloração da casca dos frutos com o amadurecimento, em relação as condições de armazenamento. Como não teve influência significativa (5%) em relação ao tratamento com filme de quitosana, o amadurecimento dos frutos também ocorreu em função do tempo.



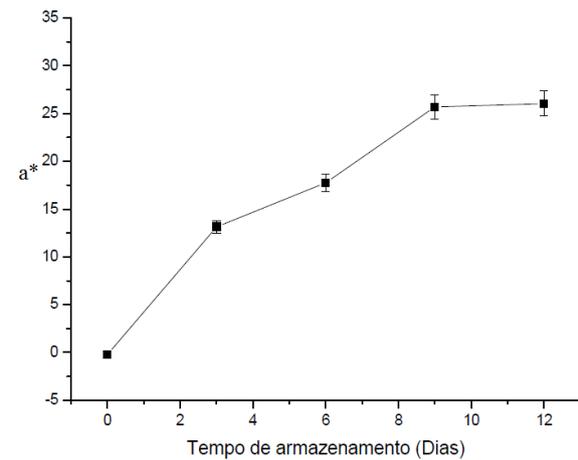
**Figura 4.** Coloração da casca dos tomates em relação ao parâmetro L\* (luminosidade) do preto (0) ao branco (100) a 13°C e 80% UR.

A Figura 4 apresentou decréscimo dos valores de L\* (luminosidade) ao longo do período de armazenamento, esta redução significa que houve escurecimento dos frutos (OLIVEIRA et al., 2012).

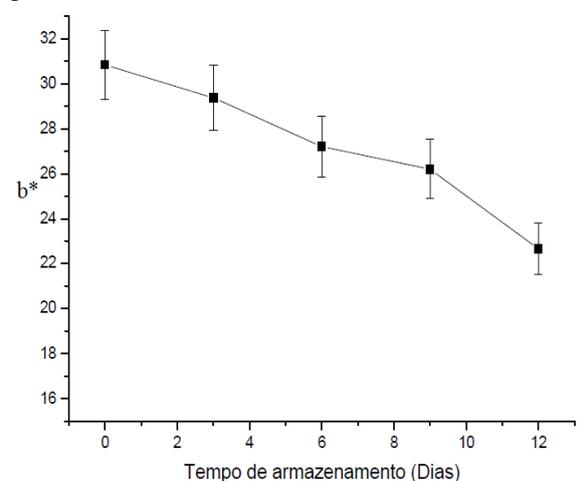
O parâmetro a\*, apresentou aumento de valores durante o período de armazenamento dos tomates, independente dos tratamentos, o que indica uma tendência de afastamento das colorações verde mais claro para uma coloração avermelhada.

Avaliando a figura 6 observa-se uma diminuição dos valores médios de b\*, em relação ao tempo de armazenamento. Bolzan (2008), trabalhando com biofilmes comestíveis (éster de sacarose 1%, pectina 2% e fécula de mandioca 2%) para a conservação pós-colheita de tomate 'Dominador', não encontrou diferença com relação aos revestimentos e sim com relação ao armazenamento, observou diminuição dos valores de L\*, indicando também escurecimento dos frutos; diminuição dos valores de b\*; e aumento dos valores da coordenada a\*, passando de verde mais claro até um vermelho mais escuro, até chegar a um vermelho intenso.

A mudança na coloração, que ocorre ao longo do período de maturação e amadurecimento do fruto, é o critério mais utilizado pelo consumidor para julgar sua maturidade, como também confere atratividade a este (SANTOS et al., 2008).



**Figura 5.** Coloração da casca dos tomates em relação ao parâmetro a\* (verde (-)/vermelho(+)) a 13°C e 80% UR.

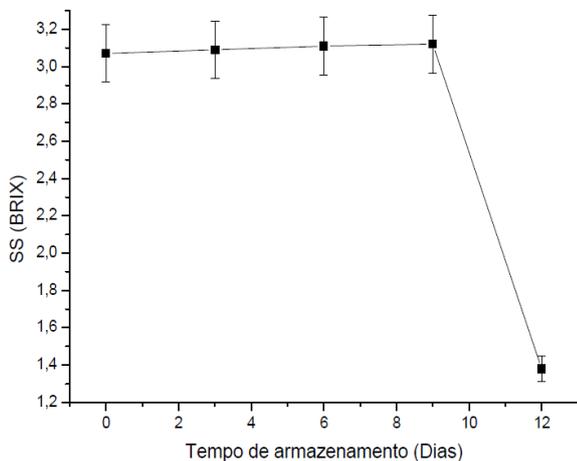


**Figura 6.** Coloração da casca dos tomates em relação ao parâmetro b\* (azul(-)/amarelo(+)) a 13°C e 80% UR.

De acordo com Azeredo (2003) as modificações na coloração dos frutos ocorrem devido a processos degradativos como a degradação da clorofila ou de síntese de carotenóides.

A Figura 7 mostra o comportamento do teor de sólidos solúveis dos frutos em relação ao tempo e condições de armazenamento, que se mostraram pouco crescentes até o décimo dia, em torno de 3°Brix, e em seguida uma diminuição brusca destes valores até o último dia de análises, chegando a valores de 1,4°Brix. Essa redução nos sólidos solúveis ocorre devido à respiração natural dos frutos, que utilizam a glicose como substrato para a produção de energia necessária a manutenção dos processos vitais do fruto após o desligamento da planta mãe, ocorre degradação enzimática (FERREIRA, 2012).

De acordo com Santos *et al.* (2008), um aumento da concentração de sólidos solúveis em filmes que contém quitosana pode ser explicada pela perda de água por transpiração, assim concentrando os teores no interior dos tecidos.



**Figura 7.** Sólidos solúveis (°Brix) dos tomates a 13°C e 80% UR.

A Figura 8 mostra o comportamento da acidez titulável em função do tempo e condições de armazenamento, percebe-se que este é caracterizado por um pequeno aumento do início até a metade do período de conservação, e em seguida uma diminuição destes teores, de 0,50 a 0,40 para ambos os tratamentos.

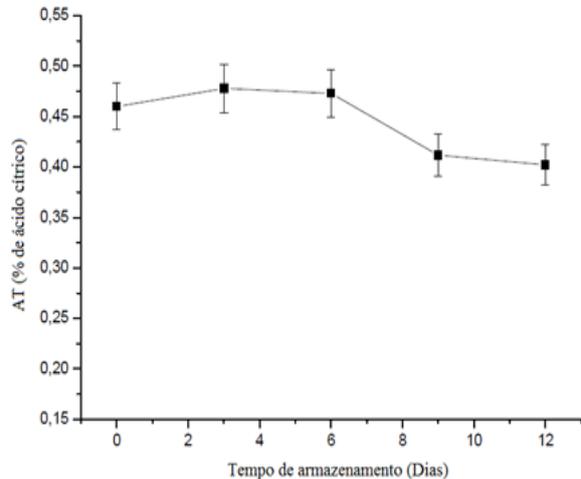
No processo normal de maturação do tomate de mesa ocorre a redução da acidez em decorrência do processo respiratório ou da conversão dos ácidos orgânicos em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Cerqueira *et al.* (2011), revestindo goiabas com filmes protéicos e de quitosana em diferentes concentrações, não encontraram diferenças significativas dos frutos com filme em relação aos frutos de controle para a acidez titulável.

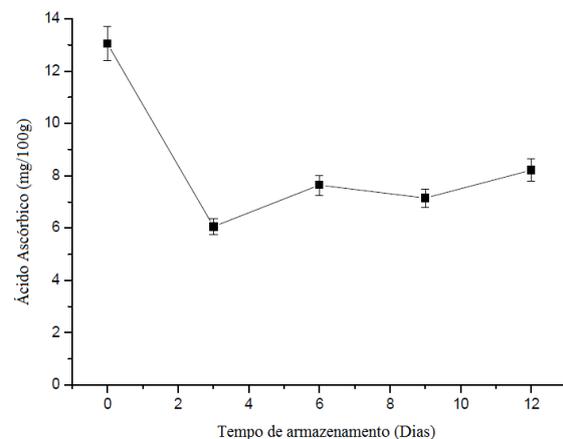
A Figura 9 mostra o comportamento do teor de ácido ascórbico (Vitamina C) em relação ao tempo e condições de armazenamento, percebe-se que houve uma redução de valores nesses teores, de 13 para 6 mg/100g de polpa, e em seguida um pequeno aumento destes até valores de 9,5 mg/100g. Segundo Ferreira (2012), perdas substanciais de nutrientes podem ocorrer com o

armazenamento, especialmente de vitamina C, devido aos processos fisiológicos e bioquímicos.

Jacomino *et al.* (2001), estudando goiabas 'Kumagai' sob atmosfera modificada associada à refrigeração, verificaram aumento no teor de ácido ascórbico das frutas no decorrer do amadurecimento. Chiumarelli; Ferreira (2006), trabalhando com tomates 'Débora', encontraram baixo teor de vitamina C no tratamento com cera Fruit Wax M-AC, a 12,5°C.



**Figura 8.** Acidez titulável (% de ácido cítrico) dos tomates a 13°C e 80% UR.



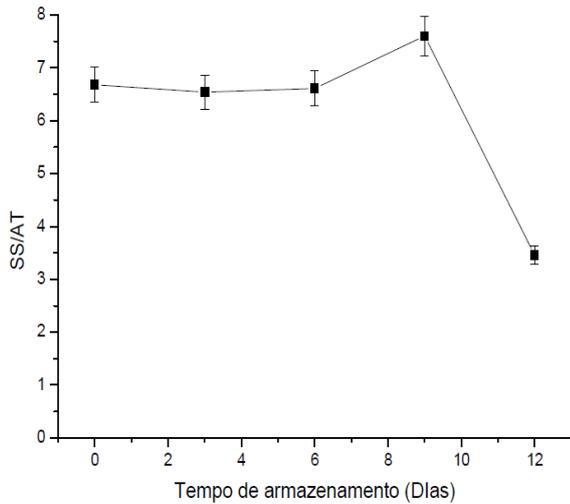
**Figura 9.** Ácido Ascórbico (mg/100g) dos tomates a 13°C e 80% UR.

A Figura 10 mostra o comportamento da relação do teor de sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos em relação ao tempo e condições de armazenamento. Essa relação é caracterizada com pequenos declínios no início da maturação e significativa diminuição no final desta, concordando com a diminuição dos sólidos solúveis e da acidez ao final da maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os resultados mostram uma diminuição desta relação SS/AT, porém, após o sexto dia ocorre um aumento destes valores. Segundo Bolzan (2008), esse pico indica uma excelente combinação de açúcar e ácido que se correlacionam com sabor suave dos frutos de tomate nos diferentes estádios de maturação.

Frutos que apresentam relação SS/AT superiores a 10 são aqueles que apresentam melhores condições de

sabor e aroma. No presente trabalho foram encontrados valores mais baixos de SS/AT significando um sabor mais ácido do fruto, dependendo também do tipo de tomate utilizado e seu híbrido (BOLZAN, 2008).



**Figura 10.** Relação do teor de sólidos solúveis e acidez titulável dos tomates a 13°C e 80%UR

## CONCLUSÕES

1. O filme utilizado se mostrou homogêneo e suas propriedades. Porém a utilização da argila no filme de quitosana não foi eficiente em alterar as análises físico-químicas dos tomates, não obtendo efeito significativo para a interação entre tratamento e tempo, tendo a perda de massa efeito isolado para tratamento e tempo, e efeito significativo do tempo para as demais características, a nível de 5% de probabilidade.

2. É importante ressaltar que a quitosana apresentou grau de desacetilação de 71,65%, onde as aplicações e propriedades desta dependem fundamentalmente deste grau.

## REFERÊNCIAS

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

BOLZAN, R. P. **Biofilmes comestíveis para conservação pós-colheita de tomate 'Dominador'**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. 167f. Dissertação (Mestrado em Ciências).

CASARIEGO, A.; SOUSA, B. W. S.; CERQUEIRA, M. A.; TEIXEIRA, J. A.; CRUS, L.; DÍAZ, R.; VICENTE, A. A. Chitosan/clay films properties as affected by biopolymer and clay micro/nanoparticles concentrations. **Food Hydrocolloids**. v. 23, p. 1895-1902, 2009.

CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, S. S.; ALLEONI, A. C. C. Recobrimentos de goiabas com filmes protéicos e de quitosana. **Tecnologia de pós-colheita**. Campinas. v. 70, n. 1, p. 216 – 221, 2011.

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

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

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000. 66p.

FERREIRA, R. M. A. **Modificação de filmes de gelatina por adição de surfactantes e ácidos graxos de coco e sua aplicação na conservação de melão Charentais sob refrigeração**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2012. 108f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnica).

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

JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; SIGRIST, J. M. M. Evaluation of plastic packages for guava refrigerated preservation. **Packaging Technology and Science**. v. 14, p. 11 - 19, 2001.

LAVORGNA, M.; PISCITELLI, F.; MANGIACAPRA, P.; BUONOCORE, G. G. Study of the combined effect of both clay and glycerol plasticizer on the properties of chitosan films. **Carbohydrate Polymers**. Itália. v. 82, p. 291-298, 2010.

LI, J.; ZIVANOVIC, S.; DAVIDSON, P. M.; KIT, K. Characterization and comparison of chitosan / PVP and chitosan / PEO blend films. **Carbohydrate Polymers**. v. 79, p. 786 - 79, 2010.

NASCIMENTO, S. D.; OLIVEIRA, T. A.; AROUCHA, E. M. M.; LEITE, R. H. L.; SANTOS, F. K. G. Avaliação das propriedades ópticas, de espessura e de barreira a vapor de água, em filmes de quitosana/argila visando a aplicação como revestimento em frutos. **COBEQ (Congresso Brasileiro de Engenharia Química)**. ISSN 2178-3659, 2012.

OLIVEIRA, T. A.; LEITE, R. H. L.; AROUCHA, E. M. M.; FERREIRA, R. M. A. Efeito do revestimento de tomate com biofilme na aparência e perda de massa durante o armazenamento. **Revista Verde** v.6, p.230-234, 2011.

OLIVEIRA, T. A.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, M. S. M.; LEITE, R. H. L.; SANTOS, F. K. G. Efeito do biofilme de gelatina e cloreto de cálcio na coloração de quiabo armazenado sob refrigeração. **Revista ACSA** –

**Agropecuária Científica no Semiárido.** ISSN 1808-6845, v. 8, n. 2, p. 07 – 11, abr – jun, 2012.

PRATES, M. F. O.; ASCHERI, D. P. R. Efeito da cobertura de amido de fruta-de-lobo e sorbitol e do tempo de armazenamento na conservação pós-colheita de frutos de morango. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 21 - 32, 2011.

RESENDE, J. M. **Revestimentos biodegradáveis para conservação do coco ‘anão verde’.** 2007. 221p. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola).

RINALDI, M. M.; SANDRI, D.; OLIVEIRA, B. N.; SALES, R. N.; AMARAL, R. D. A. Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. **B. CEPPA**. Curitiba. v. 29, n. 2, p. 305 - 316, 2011.

SANTOS, J. E.; SOARES, J. P.; DOCKAL, E. R.; CAMPANA FILHO, S. P.; CAVALHEIRO, E. T. G. Caracterização de Quitosanas Comerciais de Diferentes Origens. Artigo técnico, **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. v. 13, n. 4, p. 242 - 249, 2003.

SANTOS, C. A. A.; CASTRO, J. V.; PICOLI, A. A.; ROLIM, G. S. Uso de quitosana e embalagem plástica na conservação pós-colheita de pêssegos ‘Douradão’. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 30, p. 88 - 93, mar., 2008.

SANTOS, Z. M.; CARONI, A. L. P. F.; PEREIRA, M. R.; SILVA, D. R.; FONSECA, J. L. C. Determination of deacetylation degree of chitosan: a comparison between conductometric titration and CHN elemental analysis. **Carbohydrate Research**. Rio Grande do Norte, p. 2591 - 2595, 2009.

SANTOS, A. F.; SILVA, F. V. G.; LOPES, M. F.; VIEIRA, M. M. S.; BEZERRA, J. M. Uso de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita de tomates e pimentões. **Revista Verde**. v. 6, n.5, p. 146 – 153, 2011.

TANG, C.; CHEN, N.; ZHANG, Q.; WANG, K.; FU, Q.; ZHANG, X. Preparation and properties of chitosan nanocomposites with nanofillers of different dimensions. **Polymer Degradation and Stability**. v. 94, p. 124 – 131, 2009.

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

YAMASHITA, F. Filmes e revestimentos biodegradáveis aplicados a frutas e hortaliças minimamente processadas. In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. **Palestras**. Universidade Federal de Viçosa – UFV. v. 3, p. 57 - 62, 2004.