



Tomate revestido com filme de fécula de batata e óleos de sálvia e manjerona

Tomato coated with potato starch film and oils of sage and marjoram

Denise Milléo Almeida

Resumo: O objetivo desta pesquisa foi caracterizar tomates cv. Rasteiro revestidos com filmes a base de fécula de batata e óleos essenciais de sálvia e manjerona. Os filmes foram produzidos a base de fécula de batata e adicionados de óleos essenciais de sálvia e manjerona, segundo planejamento experimental fatorial 2^2 . Os indicadores de qualidade avaliados foram massa fresca, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, pH, firmeza e analisados segundo análise de componentes principais (PCA). Ao final do período de armazenamento (288h) os tomates revestidos com filmes de fécula de batata mostraram maior estabilidade nos parâmetros de pH e firmeza, quando combinado com o óleo de sálvia foram eficaz no equilíbrio dos sólidos solúveis, e ao apresentarem os dois óleos, sálvia e manjerona, proporcionaram maior eficiência na manutenção da acidez e massa fresca dos frutos. A análise multivariada auxiliou na discriminação do tomate de acordo com o tempo de armazenamento, ou seja, a acidez total titulável e a firmeza tiveram maior efeito significativo no início do período de armazenamento, os sólidos solúveis totais em 72h, o pH e a perda de massa nos tempos de 168h e 216 horas.

Palavras-chave: caracterização, óleos essenciais, parâmetros físico-químicos, análise multivariada

Abstract: The purpose of this paper was characterize tomatoes cv. Rasteiro coated with potato starch and sage and marjoram essential oils films. The films were made by potato starch-based and added sage and marjoram essential oils, according to factorial 2^2 experimental planning. The quality indicators evaluated were fresh mass, total soluble solids, total titratable acidity, pH, firmness and analyzed according to main components analysis (PCA). By the end of the storage period (288h), the tomatoes coated with potato starch films showed higher stability in the pH and firmness parameters, and when combined with sage oil were effective for the soluble solids balance, and when coated with both oils, sage and marjoram, gave higher efficiency in the acidity maintenance and fruits fresh mass. The multivariate analysis helped the tomato discrimination according to storage time. By that, the total titratable acidity and firmness had higher significant effect in the beginning of the storage period, the total soluble solids in the 72h, the pH and the mass loss in the 168h and 216h times.

Key-words: essential oils, physical-chemical parameters, tomato, multivariate analysis

*Autor para correspondência

Recebido em 29/09/2014 e aceito em 15/12/2014

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento de Alimentos. E-mail: denisemilleo@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor de tomate, particularmente os estados de Goiás (tomate industrial) e São Paulo (tomate de mesa) e, o consumo no país está em torno de 8,5 Kg/pessoa/ano (SILVA NETO, 2014). Segundo o IBGE (2013) houve um aumento na safra de 0,64 % em 2013, com uma produção passando de 3,64 para 3,67 milhões de toneladas.

O tomate após a colheita se apresenta como um fruto altamente perecível. O mercado perde anualmente 21 % de sua produção na pós-colheita em danos causados por injúrias mecânicas, armazenamento impróprio e grande tempo de exposição no varejo (FERREIRA et al., 2004), o que torna necessário o uso de técnicas que ampliem o tempo de comercialização.

A utilização de filmes comestíveis é uma alternativa para aumento da vida útil de hortifrutigranjeiros. Os filmes são elaborados a partir de hidrocolóides e/ ou substâncias hidrofóbicas, que tem como vantagens a possibilidade na redução da maturação, como perda de peso, controle da migração de água de um sistema alimentício, permeabilidade ao oxigênio e ao dióxido de carbono, migração lipídica, melhorias na aparência, acidez, textura, características sensoriais, possibilidade de incorporar pigmentos, aromatizantes e aditivos, e não favorecer o crescimento de micro-organismos (MCHUGH & KROCHTA, 1994; KESTER & FENNEMA, 1986; SALTVEIT, 1998; FAKHOURI et al., 2004).

Os filmes compostos de polissacarídeos ou proteínas possuem excelentes propriedades mecânicas, ópticas e sensoriais, porém são sensíveis à umidade e apresentam alto coeficiente de permeabilidade ao vapor d'água. Com boas propriedades de barreiras ao vapor d'água, os filmes a base de lipídeos são opacos, pouco flexíveis e apresentam sabor residual, podendo influenciar as características sensoriais do alimento (GALLO et al., 2000).

Vários estudos vêm sendo realizados considerando a utilização de coberturas a base de amido de milho e batata

(GARCIA et al., 1998), glúten de trigo (TANADA-PALMU; GROSSO, 2005), quitosana (VARGAS et al., 2006), fécula de mandioca (VIEIRA, 2000; REIS et al., 2006; LEME et al., 2007; HOJO et al., 2007), amido de inhame (MALI e GROSSMANN, 2003), polipeptídeo (PEREIRA et al. 2008), alginato e pectina de baixa metoxilação (ANDRADE et al., 2008), alginato de sódio (MIGUEL et al., 2009), dextrina (RIBEIRO et al. 2009), gelana (JACOMETTI et al., 2003), amido da banana (ZAMUDIO-FLORES et al., 2007), ésteres de celulose (PARK et al., 1993), gelatina (OLIVEIRA et al., 2011).

A pesar da grande diversidade de filmes utilizados em vegetais, são insuficientes as informações sobre a aplicação de filme à base de fécula de batata associada a óleos essenciais para a manutenção da qualidade do tomate. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar tomates cv. Rasteiro revestidos com filmes a base de fécula de batata e óleos essenciais de sálvia e manjerona.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados neste trabalho tomate cv Rasteiro (*Solanum bycopersicum*), fécula de batata (Yoki), óleos essenciais de sálvia e manjerona (Gilvadan).

Processamento do filme

O filme foi produzido seguindo o planejamento experimental fatorial 2^2 (Tabela 1) a partir da solução filmogênica composta por fécula de batata (2,5 g 100 mL⁻¹), glicerol (0,7 g 100 mL⁻¹), sendo a água deionizada utilizada como solvente. A solução foi aquecida a 70 °C ± 1°C por 25 min, sob agitação 50 rotação por min (rpm) , seguido de resfriamento a temperatura ambiente, seguido da adição dos óleos essenciais (0,5 mL 100 mL⁻¹) de salvia (*Salvia officinalis*) e manjerona (*Origanum majorona L.*), conforme planejamento.

Tabela 1. Planejamento experimental fatorial 2^2

Tratamentos	Variáveis independentes	
	Salvia	Manjerona
1	-1	-1
2	+1	-1
3	-1	+1
4	+1	+1
5	controle	

Nota: Os valores codificados (-1) e (+1) significam a não adição e adição do óleo essencial, respectivamente. O tratamento 5 corresponde ao controle, ou seja, tomates sem revestimento do filme.

Revestimento dos frutos

Os tomates inteiros, no estado de maturação comercial (3/4 da superfície vermelha), foram lavados e submersos em 1L de água gelada a 4 °C ± 1 °C, com 150 ppm hipoclorito de sódio por 15 min, seguido de enxágue, secagem sob ventilação forçada de ar por 1 hora (ventilador Arno), em temperatura de 20 °C ± 2 °C (MORETTI, 2001).

Os frutos sanitizados foram imersos nas soluções filmogênicas por 1 min e colocados sobre grades, sob ventilação forçada de ar por 90 min (ventilador Arno), em temperatura de 20 °C ± 2 °C e 80% de umidade relativa (UR),

para acelerar o processo secagem e de cura (polimerização) do filme. Após secagem, os tomates foram distribuídos em bandejas de poliestireno (170 x 170 x 20 mm) e mantidos a temperatura ambiente 20 °C ± 2 °C, com umidade relativa (UR) de 80%, controlado com Termo Higrômetro (Incoterm – Modelo 7666.02.0.00), por 288 h (12 dias).

Avaliação da eficiência dos filmes nos frutos

Os tomates foram avaliados de acordo com a perda de massa, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), pH e firmeza, a durante os tempos de armazenamento

de 0, 72, 168, 216 e 288 h. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Perda de massa – As perdas de massa foram determinadas, em gramas, com auxílio de balança analítica com precisão de 0,0001g. Foi utilizada a média de três bandejas com três frutos cada, por tratamento. Os frutos foram pesados a 0, 72, 168, 216 e 288 h. Os dados foram expressos em porcentagem, considerando a diferença entre a massa inicial e a massa obtida a cada intervalo de tempo. A porcentagem da perda de massa foi calculada de acordo com a equação 1.

$$\text{Perda de massa (g } 100\text{g}^{-1}) = \frac{\text{massa inicial} - \text{massa final}}{\text{massa inicial}} \times 100$$

(Eq.1)

Sólidos solúveis totais – Foram determinados pelo índice de refração em refratômetro (2 WAJ- 970139), calibrado com água destilada e corrigido em relação à temperatura de 20 °C. Os resultados foram expressos em graus Brix (°Brix).

Acidez total titulável – As análises foram realizadas por titulometria de neutralização de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando-se como amostra 10 mL de suco do morango, obtido em centrífuga doméstica extratora de suco (Walita®) e filtrado em gaze. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico por 100 gramas do fruto.

pH - Foi medido com peagâmetro digital de bancada (Pec-2MP Tecnal) padronizado com soluções padrão de pH 4 e pH 7, diretamente em 10 mL de suco de tomate.

Firmeza - Foi avaliada em Texturômetro (CT3 Texture Analyzer Brookfield), com ponta de prova cilíndrica, (*probe* TA18). Cinco tomates foram submetidos ao teste da força de compressão, com deformação de 5,0 mm e velocidade de 2,00 mm s⁻¹. Os resultados foram expressos em Newton (N).

Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e para verificar quais tratamentos diferiram, foi aplicado o teste de Tukey para realizar comparações pareadas das médias dos tratamentos estabelecendo o nível mínimo de significância de 5% ($p \leq 0,05$), utilizando o programa Statistica versão 5.0.

Tabela 2. Valores da perda de massa (%) em tomate cv Rasteiro revestidos com filme de fécula de batata e óleos essenciais de sálvia e manjerona, durante o período de armazenamento.

Tempo (horas)	Tratamentos/ Perda de Massa (%)					Média
	1	2	3	4	5	
72	2,04 ^b ±0.36	2,51 ^b ±0.25	3,56 ^a ±0.25	2,10 ^b ±0.35	2,05 ^b ±0.29	2,45 ^B
168	3,09 ^b ±0.46	3,90 ^{ab} ±0.06	5,17 ^a ±1.44	2,89 ^b ±0.45	3,22 ^{ab} ±0.13	3,66 ^B
216	3,86 ^{ab} ±0.56	4,86 ^{ab} ±0.16	6,64 ^a ±2.18	3,55 ^b ±0.59	3,99 ^{ab} ±0.15	4,58 ^{AB}
288	6,95 ^c ±0.75	9,19 ^{ab} ±0.70	8,34 ^b ±0.26	6,81 ^c ±0.55	9,72 ^a ±0.28	8,20 ^A
Média	3,99 ^b	5,12 ^{ab}	5,93 ^a	3,84 ^b	4,75 ^b	

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

Os prejuízos do tomate devido a perdas qualitativas (aspecto murcho) e quantitativas (peso), gerados pela perda de massa, foram amenizados com redução de 2,9%, com a aplicação dos filmes.

A análise estatística multivariada foi aplicada por meio da análise de componentes principais (PCA), desenvolvida no programa Pirouette (InfoMetrix) versão 4.0, utilizando o pré-processamento autoescalado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perda de massa

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) nos valores das médias da perda de massa durante o período de armazenamento e entre os tratamentos, confirmadas pelo teste de Tukey (Tabela 2).

A perda de massa apresentou comportamento crescente em função do tempo de armazenamento em todos os tratamentos (Tabela 2). Esse comportamento também foi observado por DAMASCENO et al. (2003) quando recobriram tomates com filmes de fécula de mandioca.

Segundo CHITARRA e CHITARRA (2005) a depreciação do tomate ocorre quando há perda de massa de 7%, ocorrendo perda de turgor celular e conseqüentemente murchamento dos tecidos, tornando o produto inadequado para a comercialização. A maior porcentagem de perda de massa, 9,7%, ocorreu com os tomates não tratados com o filme (tratamento 5) ao final do período de armazenamento (288 horas), e, a menor perda de massa ocorreu com os frutos tratados com filmes que continham a mistura dos óleos essenciais de sálvia e manjerona (tratamento 4), com 6,8% (Tabela 2), ou seja, mantendo dentro do permitido, pois os tomates são comercializados por unidade de massa.

Segundo GALLO et al. (2000) as coberturas compostas de lipídios apresentam boas propriedades de barreiras ao vapor d'água, pois limitam o transporte em função da baixa polaridade. De acordo com GALDEANO (2007), filmes com maior teor de lipídeos promovem maior estabilidade em condições ambientais, como observado em pesquisa com filmes de amido de aveia. Portanto, a adição dos óleos essenciais pode ter contribuído para minimizar a perda de massa dos frutos, como foi verificado no tratamento 4 e confirmado pela análise de variância, indicando a interação dos óleos essenciais de manjerona e sálvia como fatores de maior influência ($p \leq 0,05$) na manutenção da massa fresca dos tomates durante o período de armazenamento.

Sólidos Solúveis Totais (SST)

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) nos valores das médias dos sólidos solúveis totais entre os tratamentos e durante o período de armazenamento, confirmada pelo teste de Tukey (Tabela 3).

A quantidade de SST mostrou variação entre 3,47 a 4,8 °Brix a zero hora (Tabela 3), indicando elevada variabilidade existente entre os frutos da própria cultivar, onde valores similares foram encontrados por MONTEIRO et al. (2008).

Durante o período de armazenamento houve aumentos de 17,5% e 4,4% no teor de sólidos solúveis nos tratamentos 1 e 3, respectivamente, causada provavelmente pela perda de massa de 6,9% e 8,3%, respectivamente, e pelo

amadurecimento. No entanto, segundo CHITARRA e CHITARRA (2005), quanto maior o teor de SST (°Brix) maior será o rendimento a nível industrial, onde os tratamentos 1 e 3 mostraram essa tendência. A redução nos SST de 11,2%, 26,4% e 26,4% foi observada nos tratamentos 2, 4 e 5, respectivamente. Portanto, o filme de fécula de batata e óleo de sálvia mostrou maior estabilidade nos valores dos sólidos solúveis desses frutos.

Tabela 3. Teores dos sólidos solúveis totais (SST) em tomate cv Rasteiro revestidos com filme de fécula de batata e óleos essenciais de sálvia e manjerona, durante o período de armazenamento.

Tempo (horas)	Tratamentos/ SST (°Brix)					Média
	1	2	3	4	5	
0	3,47 ^b ±0.45	3,47 ^b ±0.45	3,83 ^{ab} ±0.28	3,97 ^{ab} ±0.15	4,87 ^a ±0.32	3,92 ^{ABC}
72	4,42 ^a ±0.28	4,17 ^a ±0.28	4,00 ^{ab} ±0.25	3,50 ^b ±0.00	4,17 ^a ±0.14	4,05 ^{AB}
168	4,33 ^a ±0.28	3,67 ^{ab} ±0.28	3,75 ^{ab} ±0.00	3,33 ^b ±0.52	3,50 ^b ±0.25	3,72 ^{BC}
216	4,67 ^a ±0.14	4,17 ^{ab} ±0.28	4,33 ^{ab} ±0.14	3,83 ^b ±0.52	4,33 ^{ab} ±0.28	4,27 ^A
288	4,08 ^a ±0.57	3,08 ^a ±0.14	4,00 ^a ±0.86	2,92 ^a ±0.28	3,58 ^a ±0.52	3,53 ^C
Média	4,19 ^a	3,71 ^{ab}	3,98 ^{ab}	3,51 ^b	4,09 ^a	

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

Os sólidos solúveis indicam a quantidade de sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa de frutas, e tem a tendência de aumento com o avanço da maturação, sendo constituídos principalmente pelos açúcares, com valores entre a faixa de variação entre 2% a 25% (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Portanto, os valores encontrados durante o armazenamento dos frutos ficaram dentro da faixa de variação.

Acidez Total Titulável (ATT)

Não foram observadas diferenças significativas ($p \geq 0,05$) nos valores das médias da acidez total titulável entre os tratamentos, no entanto, houve diferenças durante o período de armazenamento, confirmada pelo teste de Tukey (Tabela 4).

A cultivar estudada apresentou a zero hora variação de 0,42 a 0,49 % de acidez, indicando que as frutas se encontravam no estágio de maturação (Tabela 4). Durante o armazenamento houve redução nos valores da acidez na maioria dos tratamentos, 1, 3, 4 e 5, na ordem de 38,6%, 44,8%, 25% e 44,8%, respectivamente, com exceção do tratamento 2 com aumento de 9,5%. A acidez pode ter sido causada por fatores como a redução do processo respiratório (difusão), devido ao preenchimento parcial dos poros da cutícula no fruto, pelo revestimento com os filmes. Segundo CALEGARO et al. (2002) outros fatores podem influenciar como o efeito da concentração, em razão da perda de água pelos frutos, resultando em aumentos na concentração dos ácidos orgânicos presentes no suco celular. CHIUMARELLI & FERREIRA (2006) relacionaram o aumento da ATT a formação de ácidos no processo de degradação da parede celular, que ocorre durante o amadurecimento.

Tabela 4. Teores da acidez total titulável (ATT) em tomate cv Rasteiro revestidos com filme de fécula de batata e óleos essenciais de sálvia e manjerona, durante o período de armazenamento.

Tempo (horas)	Tratamentos/ ATT (% de ácido cítrico)					Média
	1	2	3	4	5	
0	0,44 ^a ±0.11	0,42 ^a ±0.08	0,49 ^a ±0.02	0,48 ^a ±0.05	0,49 ^a ±0.08	0,47 ^A
72	0,31 ^a ±0.11	0,37 ^a ±0.07	0,42 ^a ±0.05	0,34 ^a ±0.07	0,39 ^a ±0.06	0,37 ^{AB}
168	0,27 ^a ±0.14	0,10 ^a ±0.01	0,17 ^a ±0.24	0,19 ^a ±0.09	0,15 ^a ±0.02	0,18 ^C
216	0,33 ^b ±0.01	0,30 ^b ±0.06	0,22 ^c ±0.02	0,10 ^d ±0.01	0,40 ^a ±0.01	0,27 ^D
288	0,27 ^a ±0.07	0,46 ^a ±0.12	0,27 ^a ±0.02	0,36 ^a ±0.01	0,27 ^a ±0.05	0,33 ^B
Média	0,32 ^a	0,33 ^a	0,31 ^a	0,30 ^a	0,34 ^a	

NOTA – Valores com letras minúsculas iguais na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de 95% confiança; e valores com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), em nível de confiança de 95%. São apresentados os valores médios das triplicatas de cada tempo e respectivo desvio padrão.

Potencial hidrogeniônico (pH)

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) nos valores das médias do pH entre os tratamentos e durante o período de armazenamento, confirmada pelo teste de Tukey. O teste F corrobora com os valores de P.

O pH frutos variaram inicialmente de 3,43 a 4,07 e ao final do período de armazenamento houve aumentos de 9,1%,

19,7%, 32,1%, 23,3% e 26,2% nos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente (Figura 1). Os frutos revestidos apenas com filmes de fécula de batata mostraram valores menores de pH, sugerindo tomates com maior estabilidade em relação ao pH, ao final do período de armazenamento.

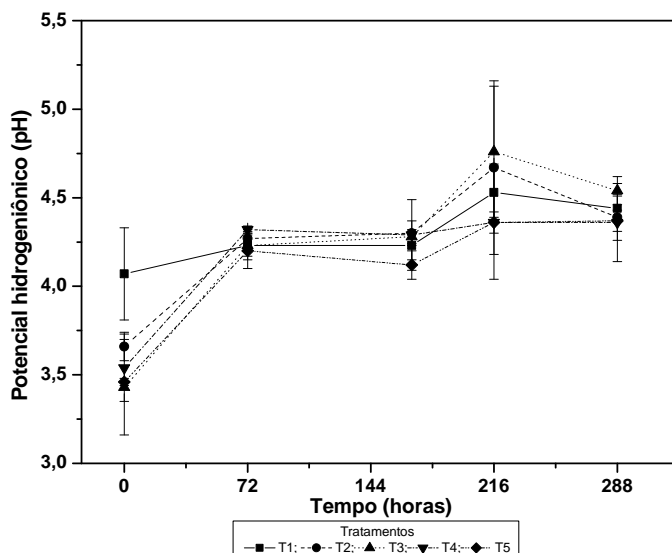


Figura 1. Evolução do potencial hidrogeniônico (pH) em tomate cv. Rasteiro, revestidos com filmes de fécula de batata e óleos essenciais de sálvia e manjerona, durante o período de armazenamento

Todos os tratamentos apresentaram tendência ao aumento do pH, sendo acompanhada do aumento na concentração de ácidos orgânicos durante as 288 horas de armazenamento (12 dias), que pode ser atribuído ao aumento de ácidos fracos durante este período. Segundo MENDONÇA et al. (2007) os ácidos fracos por não se dissociarem no pH do meio, não contribuem para o aumento da concentração hidrogeniônica do produto, mas são quantificados na titulação com hidróxido de sódio.

Firmeza

Não foram observadas diferenças significativas ($p \geq 0,05$) nos valores das médias da firmeza (força de compressão) entre os tratamentos e durante o período de armazenamento,

confirmada pelo teste de Tukey. O comportamento da firmeza durante o período de armazenamento apresentou os valores decrescentes com o amadurecimento dos frutos até as 168 horas em todos os tratamentos, a partir desse tempo houve aumentos nos tratamentos 4 e 5. Considerando o início e final do período de armazenamento houve reduções da firmeza em 6,1%, 30,8%, 11,1% e 18,8% nos tratamentos 1, 2, 4 e 5, respectivamente, e, o tratamento 3 mostrou aumento de 10,5% (Figura 2). Os frutos revestidos apenas com fécula de batata, demonstraram maior proteção para firmeza, confirmado pelos valores baixos da perda de massa (Tabela 2). Os tomates revestidos com filmes de fécula de batata e óleo de sálvia mostraram maior redução da firmeza, demonstrando que o lipídeo presente pode ter influenciado na manutenção desta característica.

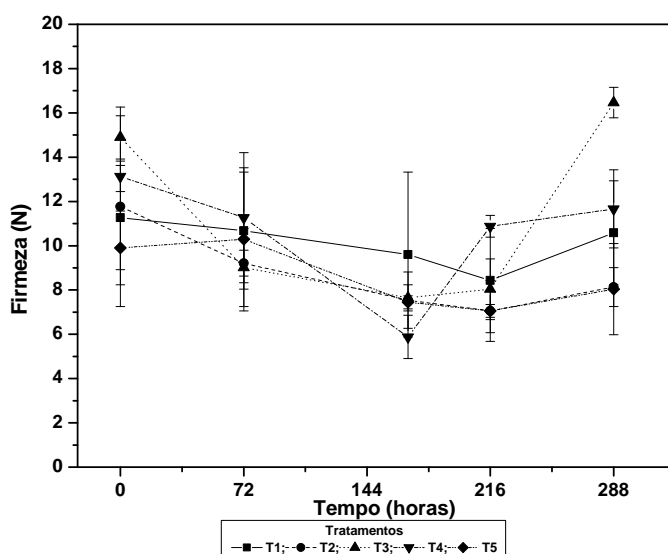


Figura 2. Evolução da firmeza em tomate cv. Rasteiro, revestidos com filmes de fécula de batata e óleos essenciais de sálvia e manjerona, durante o período de armazenamento

As reduções nos valores da firmeza, ao longo do armazenamento, sugerem terem sido proporcionadas pelas reações tanto de sínteses como degradações dos componentes da parede celular e, à perda de turgescência das células no tecido com o avanço do amadurecimento (CORDENUNSI et al., 2003). A degradação da parede celular está relacionada com o aumento da atividade de enzimas endógenas que degradam o material pécico, tais como a poligalacturonase e a pectinametilesterase ou se deve à redução da pressão de turgescência, que diminui com a perda de água, ou ainda, à desidratação provocada pela transpiração nos tecidos durante a conservação (HOJO, 2005; MIGUEL, 2007). O aumento da firmeza no final do período de armazenamento pode estar relacionado a aspectos, como à desidratação do fruto que leva ao enrijecimento do tecido superficial, conduzindo a uma idéia errônea de maior firmeza.

Análise Multivariada

Os valores das médias das análises perda de massa, SST, ATT, firmeza e pH das vinte e cinco amostras, divididas de acordo com o tempo de armazenamento dos frutos (0, 72, 168, 216 e 288 h) e dos tratamentos de 1 a 5, formaram uma matriz 25 X 5 elementos onde foram utilizados na análise de componentes principais (PCA) (Figura 3). O pré-

processamento aplicado para os frutos de tomate foi o autoescalamento obtendo 96,13% de informação com quatro componentes principais, sendo 47,47% da variância total descrita pela primeira componente principal.

A Figura 3-A apresenta o mapa de escores entre os dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) que demonstram discriminação dos tratamentos em função dos tempos de armazenamento. O gráfico também demonstra que a primeira componente discrimina quatro classes (0, 72, 216 e 288 horas) e a segunda componente discrimina três classes (0, 72 e 288 horas), onde os tratamentos para zero hora apresentam valores negativos e os tratamentos relativos às 72, 168, 216 e 288 horas mostraram valores positivos.

O diagrama de pesos na Figura 3-B mostra que as análises físico-químicas contribuíram significativamente para a elaboração deste modelo. Esta figura também mostra que SST possui alto peso positivo na PC2, enquanto firmeza e perda de massa apresentam valores negativos nesta componente. Os frutos com maior concentração de ATT e firmeza discriminaram os tratamentos analisadas no período inicial de armazenamento. Os sólidos solúveis totais foram responsáveis pela separação dos frutos em 72 horas. Os frutos analisados em 288 h apresentaram maior perda de massa, seguidos dos frutos em 168 horas. A análise de pH separou as amostras em 168 e 216 horas.

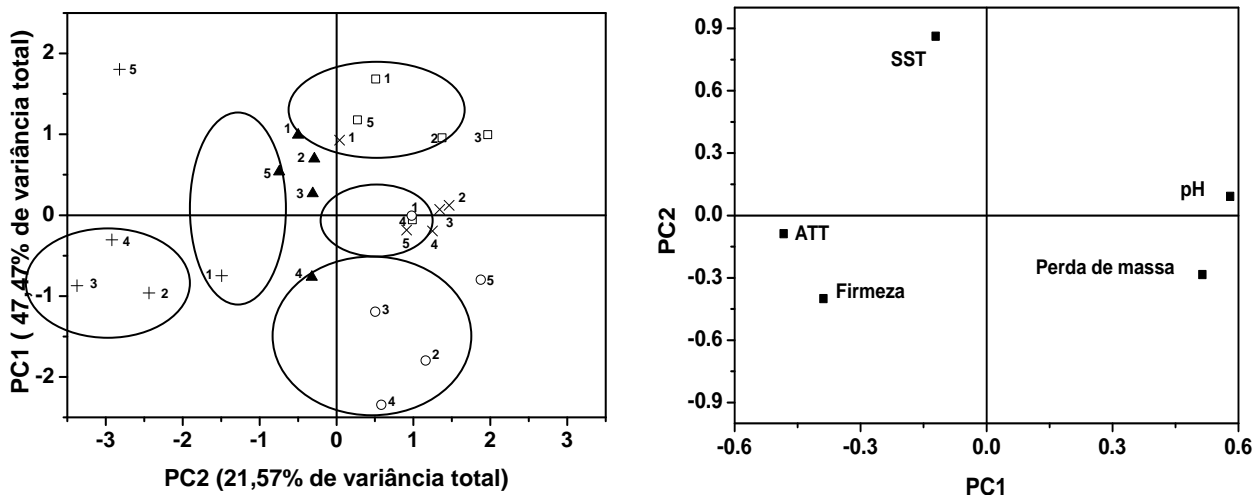


Figura 3. Gráfico dos escores (a) e de pesos (b) da análise por PCA dos dados das análises físico-químicas das amostras de tomate, obtidos a 0 h (+), 72 h (▲), 168 h (x), 216 h (□) e 288 h (○).

CONCLUSÃO

1. Ao final do período de armazenamento os tomates revestidos com filmes de fécula de batata mostraram maior estabilidade nos parâmetros de pH e firmeza.
2. Filmes de fécula de batata com óleos de sálvia demonstraram ser eficaz na estabilidade dos sólidos solúveis, e quando estes apresentavam os dois óleos, sálvia e manjerona, proporcionaram maior eficiência na manutenção da acidez e massa fresca dos frutos.
3. Considerando que os tomates quando comercializados diretamente ao consumidor são vendidos por unidade de massa, o revestimento dos frutos com filmes acrescidos de óleos de sálvia e manjerona promoveram manutenção da massa fresca até as 288 horas.

4. A análise multivariada auxiliou na discriminação do tomate de acordo com o tempo de armazenamento, ou seja, a acidez total titulável e a firmeza tiveram maior efeito significativo no início do período de armazenamento, os sólidos solúveis totais em 72h, o pH e a perda de massa nos tempos de 168h e 216 horas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, S. A. C.; GUERRA, T. M. B.; RIBEIRO, M. A.; GUERRA, N. B.. Emprego de revestimentos comestíveis de alginato e pectina de baixa metoxilação em alimentos: revisão. **B. CEPPA**, v.26, n. 1, p. 41-50, 2008.

- CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J.. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p1-6, 2002.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B.. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2nd, Lavras: UFLA, 785p., 2005.
- CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M. D.. Qualidade pós-colheita de tomates 'Debora' com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 381-385, 2006.
- CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M.. Physico-chemical changes related to quality of Five strawberry fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, v.83, n.2, p.167-173, 2003.
- DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P. V. S.; MORO, E.; MACEDO JUNIOR., E. K.; LOPES, M. C.; VICENTINI, N. M.. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 377- 380, 2003.
- FAKHOURI, F. M.; TANADA-PALMU, P. S.; GROSSO, C. R. F.. Characterization of composite biofilms of wheat gluten and cellulose acetate phthalate. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 261-264, 2004.
- FERREIRA, M. D.; FRANCO, A. T. O.; NOGUEIRA, M. F. M.; ALMEIDA, R. V. C.; TAVARES, M.. Avaliação da Etapa da Colheita em Tomates de Mesa cv. Débora. **Brazilian Journal of Food Technology**, vol. 7, n.2, p.173-178, 2004.
- GALDEANO, M. C. **Filmes e laminados biodegradáveis de amido de aveia com diferentes plastificantes, produzidos por casting e extrusão**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2007. Tese Doutorado.
- GALLO, J. A. Q.; Debeaufort, F.; Callegarin, F.; Voilley, A.. Lipidic hydrophobic, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based films. **J. Membr. Sci.**, v. 180, n. 1, p. 37-46, 2000.
- GARCIA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E.. Starch-base coatings: effect on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. **J. Food Science Agriculture**, v.78, n.3, p.411-420, 1998.
- HOJO, E. T. D. **Qualidade de mangas 'Palmer' tratadas com 1-metilciclopropeno e armazenados sob refrigeração**. Lavras: Universidade de Lavras, 2005. 127 f. Dissertação de Mestrado.
- HOJO, E. T. D.; CARDOSO, A. D.; HOJO, R. H.; VILAS BOAS, E. V. DE B.; ALVARENGA, M. A. R.. Uso de películas de fécula de mandioca e PVC na conservação pós-colheita de pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 184-190, 2007.
- Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4. ed. vol. 4. São Paulo: IMESP, 2008.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Banco de dados. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 03 set. 2014.
- JACOMETTI, G. A.; MENEGHEL, R. F. A.; YAMASHITA, F.. Aplicação de revestimentos comestíveis em pêssego (*Prunus persica*). **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 95-100, 2003.
- KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R.. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, v. 40, n. 12, p. 47-59, 1986.
- LEME, A. C.; GROppo, V. D.; ROMERO, A. C.; SPOTO, M. H. F.; JACOMINO, A. P.. Influência do uso de películas comestíveis em laranja 'pera' minimamente processada. **B. CEPPA**, v. 25, n.1, p. 15-24, 2007.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.. Effects of yam Starch films on storability and quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*). **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.51, p. 7005-7011, 2003.
- MCHUGH, T. H.; KROCHTA, J. M. Milk-proteinbased edible films and coating. **Food Technology**, v. 48, n. 1, p. 97-103, 1994.
- MENDONÇA, R. D.; FERREIRA, K. S.; SOUZA, L. M.; MARINHO, C. S.; TEIXEIRA, S. L.. Características físicas e químicas de goiabas 'Cortibel 1' e 'Cortibel 4' armazenadas em condições ambientais. **Bragantia**, v.66, n. 4, p. 685-692, 2007.
- MIGUEL, A. C. A.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F.; RIZZO-BENATO, R. T.. Qualidade de tomate 'Débora' minimamente processado armazenado em dois tipos de embalagens. **Horticultura Brasileira**, vol. 25, n.4, p. 582-585, 2007.
- MIGUEL, A. C. A.; DIAS, J. R. P. S.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F.. Pós-colheita de uva 'Itália' revestida com filmes à base de alginato de sódio e armazenada sob refrigeração. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v. 29, n.2, p. 277-282, 2009.
- MONTEIRO, C. S.; BALBI, M. E; MIGUEL, O. G; PENTEADO, P. T. P. S; HARACEMIV, S. M. C.. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate "tipo italiano". **Alimento e Nutrição**, v. 19, n.1, p. 25-31, 2008.
- MORETTI, C. L.. Tecnologia de produtos minimamente processados. In: **Anais... Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 30, Foz do Iguaçu-PR, 2001, p.5.

- OLIVEIRA, T. A.; LEITE, R. H. DE L.; AROUCHA, E. M. M.; FERREIRA, R. M. DE A.. Efeito do revestimento de tomate com biofilme na aparência e perda de massa durante o armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 230-234, 2011.
- PARK, H. J.; WELLER, C. L.; VERGANO, P. J.; TESTIN, R. F.. Permeability and mechanical properties of cellulose-based edible films. **Jornal of Food Science**, v. 58, n. 6, p. 1361-1364, 1993.
- PEREIRA, J. M. A. T. K.; MINIM, V. P. R.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M. C. D.; SOARES, N. DE F. F.; MORETTI, C. L.; VIEIRA, J. V.. Qualidade físico-química de mini-cenouras revestidas. **Revista Ceres**, v. 55, n. 6, p. 537-542, 2008.
- REIS, K. C.; ELIAS, H. H. DE S.; LIMA, L. C. DE O.; SILVA, J. D.; PEREIRA, J.. Pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) submetido ao tratamento com fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 487-493, 2006.
- RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C DE; TRINDADE, D. C. G DE; SANTOS, A. C. N. DOS; AMARIZ, A.. Uso de revestimentos à base de dextrina na conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 343-351, 2009.
- SALTVEIT, M. E.. Edible Coatings. In: Fresh-Cut Products: Maintaining Quality and Safety, Sth, Section 5e, 1998.
- SILVA NETO, W. A. DA. Relação de longo prazo entre os preços do tomate nos estados de São Paulo E Goiás. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 44, n. 2, mar./abr. 2014.
- TANADA-PALMU, P. S.; GROSSO, C. R. F.. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 36, p.199-208, 2005.
- VARGAS, M.; ALBORS, A.; CHIRALT, A.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, C.. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. **Postharvest Biology and Technology**, v.41, p.164-171, 2006.
- VIEIRA, A. P.; VIEITES, R. L.; EVANGELISTA, R. M.. Película de fécula de mandioca no abacaxi minimamente processado. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 17, 2000. **Anais...** Fortaleza: SBCTA, 2000. p. 3-61.
- ZAMUDIO-FLORES, P. B.; BELLO-PÉREZ, L. A.; VARGAS-TORRES, A. HERNÁNDEZ-URIBE, J.P.; ROMERO-BASTIDA, C. A.. Caracterización parcial de películas preparadas con almidón oxidado de plátano. **Agrociencia**, v. 41, p. 837-844, 2007.