

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MARIANE ZAZULA DOS SANTOS

**REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-
COLHEITA DE TOMATES cv. DOMINADOR**

MARINGÁ

2016

MARIANE ZAZULA DOS SANTOS

**REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-
COLHEITA DE TOMATES cv. DOMINADOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador: Prof^ª Dr^ª Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada.

MARINGÁ

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

Santos, Mariane Zazula dos

S237r Revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de
tomates cv. Dominador / Mariane Zazula dos Santos. --
Maringá, 2016.

78 f. : il. col., figs., tabs. + apêndice

Orientador: Prof. Dr. Kátia Regina Freitas Schwan-
Estrada.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de
Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2016

1. Tomate (*Solanum lycopersicum*) - Revestimento
comestível. 2. Tomate (*Solanum lycopersicum*) - Pós-
colheita - Conservação. 2. Tomate (*Solanum lycopersicum*) -
Pós-colheita - Vida útil. 3. Tomate (*Solanum lycopersicum*) -
Revestimento comestível - Fécula de mandioca. I. Schwan-
Estrada, Kátia Regina Freitas, orient. II. Universidade
Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias.
Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia. III. Título.

CDD 21.ed. 635.642

MN-003152

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARIANE ZAZULA DOS SANTOS

Revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de tomates cv. Dominador

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof.^a Dr.^a Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof.^a Dr.^a Ornella Maria Porcu
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Medianeira)

Prof. Dr. Mônica Regina da Silva Scapim
Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 19 de fevereiro de 2016.

Local de Defesa: Bloco J45, Sala de Reuniões, UEM – Maringá.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser luz na minha caminhada e por me conceder saúde e oportunidades tão valiosas para meu crescimento pessoal.

Aos meus pais, Eurico Aparecido dos Santos e Inês Zazula dos Santos, pelos exemplos de honestidade, simplicidade, coragem e valor da família. Obrigada pelo amor, compreensão e confiança em mim depositados.

Às minhas queridas e amadas irmãs, Caroline e Camila, pelo apoio, carinho, amizade e compreensão, e aos meus cunhados pelo carinho e apoio.

Ao meu noivo, Allan J. G. Fell, sempre presente nos meus momentos de dificuldade, dando-me, além de amor e carinho, segurança e incentivo para minhas realizações, e a toda a sua família pelo apoio e carinho.

Um agradecimento especial ao meu querido e eterno orientador Professor Edmar Clemente PhD (*in memoriam*), pela dedicação, orientação e amizade.

Agradeço à minha orientadora, Prof^a Dr^a Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada, pela confiança, oportunidade de trabalhar ao seu lado, carinho, dedicação e orientação.

À professora Dr^a Cássia Inês Lourenzi Franco Rosa pela infinita disponibilidade e por todos os ensinamentos.

Aos Professores Odinei Hess Gonçalves e Evandro Bona da UTFPR Câmpus Campo Mourão, pela disponibilidade em ajudar sempre que preciso.

Ao grupo Agrotec, Laboratório de Bioquímica de Alimentos – UEM.

Às minhas amigas Juliana Cristina Castro, Françoise Lima Ribeiro, Juliana Homiak e Simone Correia Molina Favarão pelo companheirismo, ajuda e alegria que me proporcionaram.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PGA), em especial a Erika e Reinaldo, pela disponibilidade em ajudar sempre que preciso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para este trabalho.

Muito obrigada.

BIOGRAFIA

Mariane Zazula dos Santos, filha de Eurico Aparecido dos Santos e Ines Zazula dos Santos, nasceu em 24 de fevereiro de 1990 no Município de Campo Mourão - Paraná. Graduou-se em Agronomia pela Faculdade Integrado de Campo Mourão, no município de Campo Mourão - PR, em julho de 2013, com o trabalho de conclusão de curso com título de “Diferentes concentrações de quitosana na conservação pós-colheita de tomate”, com orientação da professora Ms. Simone Correia Molina Favarão.

Durante a graduação, estagiou no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal e Vegetal da Faculdade Integrado de Campo Mourão e na Tecniprag Tecnosolos Tecnologia em Controle de Pragas e Agricultura de Precisão e desenvolveu o projeto de pesquisa intitulado como “Avaliação de qualidade pós-colheita de laranja.”

Em março de 2014, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-Paraná, na área de concentração de Produção Vegetal com ênfase na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças, inicialmente orientada pelo Professor Edmar Clemente PhD (*in memoriam*), interrompida infelizmente por motivo de falecimento. Então a partir de novembro de 2015, passou a ser orientada pela Professora Dr^a Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada.

Revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de tomates cv. Dominador

RESUMO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é altamente perecível após a colheita, pela fragilidade dos seus tecidos e pela manutenção de sua atividade metabólica, necessitando assim de esforços na sua conservação e qualidade, o uso de revestimentos comestíveis torna-se alternativa eficiente para o prolongamento da vida útil pós-colheita de frutos. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as características físico-químicas de tomates com aplicação de revestimentos comestíveis e submetidos a diferentes temperaturas de refrigeração. Os tomates cv. Dominador, foram recepcionados no Laboratório de Bioquímica de Alimentos/UEM, no mês de janeiro de 2015, classificados como vermelho claro, selecionados, lavados, higienizados com solução de hipoclorito de sódio 1%, secos e posteriormente tratados com revestimentos à base de fécula de mandioca a 2%, gelatina a 2% e pectina a 2%, e também o grupo testemunha (sem tratamento). Após a aplicação de cada tratamento, os frutos permaneceram por aproximadamente uma hora em bandejas perfuradas para a completa secagem. Para cada repetição foram utilizados 2 frutos, totalizando quatro repetições para cada tratamento e cada dia de análise. Os frutos tratados foram divididos em dois grupos, onde o 1º grupo foi armazenado em refrigerador $8\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1$ (T1) durante 21 dias de armazenamento, e o 2º grupo foi armazenado em BOD, $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1$ (T2), durante 17 dias. As análises realizadas para a avaliação dos tomates foram: sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), Ratio (SS/AT), ácido ascórbico, coloração da casca e da polpa (parâmetros L^* , h° , C^*), carotenóides totais expressos em teor de licopeno, atividade antioxidante (DPPH e ABTS), compostos fenólicos e perda de massa. Para as variáveis pH, acidez titulável, ratio e ácido ascórbico houve diferença significativa entre os tratamentos para alguns tempos de análise. Para a variável carotenóides totais expressos em teor de licopeno, o tratamento pectina 2% apresentou os maiores valores médios no final do armazenamento na temperatura $8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para as variáveis DPPH, ABTS e Compostos Fenólicos o tratamento testemunha apresentou os menores valores médios no final do armazenamento dos tomates. O revestimento a base de fécula de mandioca 2% foi o revestimento mais efetivo na redução da perda de massa e na retenção do aumento da coloração vermelha dos frutos analisados, nas duas temperaturas de armazenamento. A temperatura de armazenamento $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ proporcionou maior vida útil pós-colheita dos tomates.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*. Fécula de mandioca. Qualidade. Vida útil pós-colheita

Edible coatings in post-harvest preservation of tomatoes cv. Dominator

ABSTRACT

The tomato is highly perishable after harvest, due the fragility of its tissues and its metabolic activity maintenance, demanding efforts in its preservation and quality. The use of edible coatings elaborated after natural and biodegradable polymers becomes an efficient alternative to increase the post-harvest duration of the fruits. Therefore, the present paper point was to evaluate the physicochemical features of tomatoes with edible coating application and submitted to different refrigeration temperatures. The tomatoes cv. Dominator were received at the Laboratory of Food Biochemistry /UEM, in January 2015, labeled as light red, selected, washed, sanitized with a sodium hypochlorite solution 1%, dried and afterwards treated with coating based in cassava starch at 2%, gelatin at 2% and pectin at 2%, and also the control group (without treatment). After each treatment was applied, the fruits stayed for approximately one hour in perforated trays for complete drying of the coatings. There were used 2 fruits for each repetition, totaling 4 repetitions for each treatment and each analyzed day. The treated fruits were split in two groups, in which the first group was kept in refrigeration, in cold chamber, 8°C±1 (T1) during 21 days, and the second was kept in room temperature, in BOD, 25°C±1 (T2) during 17 days. The analysis made to evaluate the tomatoes were: soluble solids (SS), pH, titratable acidity (TA), Ratio (SS/AT), ascorbic acid, peel and pulp color (parameters L*, h°, C*), overall carotenoids expressed in lycopene content, antioxidant activity (DPPH e ABTS), phenolic compounds and mass loss. For the variables: pH, titratable acidity, ratio and ascorbic acid there were significant differences between the treatments for some analysis times. For the variable, overall carotenoids expressed in lycopene content, the pectin treatment 2% showed the highest overall values at the end of the refrigeration at 8°C. For the variables: DPPH, ABTS and phenolic compounds, the control group showed the lowest overall values at the end of the storage process. The coating based on cassava starch 2%, was the most effective in preventing mass loss and in

keeping the red pulp color, at both storage temperatures. Storage temperature 8 °C provided higher post-harvest shelf life of tomatoes.

Keywords: *Solanum lycopersicum*. Cassava starch. Quality. Post-harvest shelf life.

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	20
Tabela 2. Valores médios de pH de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	22
Tabela 3. Valores médios de acidez titulável de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	25
Tabela 4. Valores médios de ratio de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	28
Tabela 5. Valores médios de ácido ascórbico (mg ácido ascórbico 100 g ⁻¹) de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	30
Tabela 6. Valores médios de coloração da casca de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) (parâmetro L*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	33
Tabela 7. Valores médios de coloração da polpa de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) (parâmetro L*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	35
Tabela 8. Valores médios de coloração da casca de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) (parâmetro h°) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	37
Tabela 9. Valores médios de coloração da polpa de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) (parâmetro h°) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	39
Tabela 10. Valores médios de coloração da casca de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) (parâmetro C*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	42

Tabela 11. Valores médios de coloração da polpa de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) (parâmetro C*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).....	44
Tabela 12. Valores médios de carotenóides totais expressos em teor de licopeno ($\mu\text{g g}^{-1}$) de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).....	45
Tabela 13. Valores médios de DPPH ($\text{mmol trolox L}^{-1}$) de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	48
Tabela 14. Valores médios de ABTS ($\text{mmol trolox L}^{-1}$) de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	50
Tabela 15. Valores médios de Compostos fenólicos ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).....	52
Tabela 16. Valores médios de perda de massa (%) de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).	55

LISTA DE FIGURA

- Figura 1.** Sólidos solúveis (°Brix) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%). 21
- Figura 2.** pH de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%). 23
- Figura 3.** Acidez titulável (% ácido cítrico) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%). 26
- Figura 4.** Ratio de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%). 29
- Figura 5.** Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico 100g⁻¹) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%). 31
- Figura 6.** Coloração casca (L*) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%). 34
- Figura 7.** Coloração polpa (L*) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%). 36
- Figura 8.** Coloração casca (h°) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%). 38
- Figura 9.** Coloração polpa (h°) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%). 40

Figura 10. Coloração casca (C*) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).	43
Figura 11. Carotenóides totais expressos em teor de licopeno ($\mu\text{g g}^{-1}$) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).	46
Figura 12. DPPH (mmol trolox L ⁻¹) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).	49
Figura 13. ABTS (mmol trolox L ⁻¹) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).	51
Figura 14. Compostos fenólicos (mg 100 g ⁻¹) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).	53
Figura 15. Perda de Massa (%) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).	56
Figura 16. Recepção dos tomates durante o período matutino no Laboratório de Bioquímica de Alimentos – Universidade Estadual de Maringá (UEM).	74
Figura 17. Imersão dos tomates nos revestimentos durante dois minutos para posterior secagem.	75
Figura 18. Tomates revestidos e acondicionados em telas para secagem.	76
Figura 19. Tomates sob refrigeração durante o período de armazenamento.	77
Figura 20. Processo de liofilização de amostras de tomate.	78

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE TABELA.....	vii
LISTA DE FIGURA.....	ix
SUMÁRIO.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	2
2.1.1. Aspectos Gerais	2
2.1.2. Descrição botânica	3
2.1.3. Tomate longa vida	4
2.1.4. Cultivar Dominador	5
2.2. Licopeno.....	6
2.3. Refrigeração	6
2.4. Revestimentos comestíveis	7
2.4.1. Fécula de Mandioca	9
2.4.2. Pectina.....	10
2.4.3. Gelatina.....	10
3. MATERIAL E METODOS.....	12
3.1. Condução do experimento.....	12
3.2. Preparo e Aplicação dos revestimentos	12
3.3. Armazenamento dos frutos em refrigeração e em temperatura ambiente	13
3.4. Obtenção dos extratos de tomate para análise de compostos antioxidantes.....	13
3.5. Análises	13

3.5.1.	Sólidos solúveis (SS).....	14
3.5.2.	pH.....	14
3.5.3.	Acidez titulável (AT)	14
3.5.4.	Ratio (SS/AT).....	15
3.5.5.	Ácido Ascórbico.....	15
3.5.6.	Coloração da casca e da polpa.....	16
3.5.7.	Carotenóides totais expresso como licopeno	16
3.5.8.	Atividade antioxidante	17
3.5.8.1.	DPPH	17
3.5.8.2.	ABTS	17
3.5.9.	Compostos fenólicos	18
3.5.10.	Perda de massa	18
3.6.	Análise estatística	19
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1.	Sólidos solúveis	20
4.2.	pH.....	22
4.3.	Acidez titulável.....	25
4.4.	Ratio	27
4.5.	Ácido ascórbico	30
4.6.	Coloração.....	32
4.7.	Carotenóides totais expressos em teor de licopeno	45
4.8.	Atividade antioxidante.....	47
4.8.1.	DPPH.....	47
4.8.2.	ABTS.....	50
4.9.	Compostos fenólicos	52
4.10.	Perda de massa.....	54

4.11. Refrigeração.....	58
5. CONCLUSÕES.....	60
6. REFERÊNCIAS.....	61
APÊNDICES.....	73

1. INTRODUÇÃO

Os hábitos alimentares da população brasileira têm passado por mudanças significativas nos últimos anos. A demanda por frutas e hortaliças foi reforçada pela busca da longevidade e qualidade de vida, aumentando assim, sua preferência em relação aos produtos industrializados (MATTIUZ et al., 2004). O tomate (*Solanum lycopersicum*) é um exemplo dessa tendência, a procura do produto ‘in natura’ aumentou principalmente pela divulgação de suas propriedades funcionais, como os altos teores de ácido ascórbico, além de ser rico em carotenóides, em particular, licopeno (FILGUEIRA, 2012).

Segundo Tommonaro et al. (2008), o tomate está entre os frutos mais consumidos no mundo e representam uma importante fonte de muitos nutrientes e uma fonte predominante de vários carotenóides. Rufino et al. (2010) reportaram que os alimentos que possuem naturalmente, em sua composição, substâncias com caráter antioxidante, têm atraído o interesse da comunidade científica devido aos possíveis benefícios nutricionais e terapêuticos associados ao seu consumo.

O licopeno é um carotenóide antioxidante de cor avermelhada (LEMOS JÚNIOR et al., 2011). É obtido exclusivamente por meio da dieta alimentar, sendo encontrado em um número limitado de alimentos de cor vermelha, como goiaba, melancia, mamão, pitanga, tomates e seus produtos (BRAMLEY, 2000; SHAMI e MOREIRA, 2004). Além de carotenóides, tomates também são uma boa fonte de outros antioxidantes naturais, tais como ácido ascórbico e compostos fenólicos (GIOVANELLI et al., 1999), que também são reconhecidos por suas propriedades benéficas para a saúde como anti-inflamatórios, antitumorais e anti-histamínica.

Durante o período pós-colheita, o tomate, por ser climatérico, tem suas transformações físicas e químicas acentuadas à medida que aumenta a temperatura na qual os frutos estão expostos. Essas transformações são decorrentes de alterações fisiológicas e bioquímicas, identificadas pelos fatores de qualidade como perda de massa, sólidos solúveis, pH, acidez e ácido ascórbico (FERREIRA, 2004).

Uma das características do tomate é ser altamente perecível após a colheita, pela fragilidade dos seus tecidos e pela manutenção de sua atividade metabólica, necessitando assim de esforços na sua conservação e qualidade até que chegue ao consumidor final (FILGUEIRA, 2012). O tomate é um fruto altamente perecível e gera perdas de até 21% após

a colheita (RINALDI et al., 2011). Segundo Marcos (2001), técnicas inadequadas em todas as etapas do processo, desde o campo até o consumidor final podem causar danos aos frutos, sendo as perdas mais significativas na pós-colheita, causadas por injúrias mecânicas, condições de armazenamento impróprio, manuseio e transporte inadequado e longos períodos de exposição no varejo.

Segundo Luvielmo e Lamas (2012), a maioria das frutas, especialmente no ambiente tropical, após serem colhidas apresentam aceleração da maturação e deterioração em consequência das mudanças bioquímicas e fisiológicas, bem como de procedimentos de acondicionamento e práticas de manuseio inadequadas. Assim a busca por técnicas que mantenham a qualidade e que prolonguem a vida pós-colheita dos frutos do tomateiro vem crescendo nos últimos anos (SILVA et al., 2011).

O uso de revestimentos comestíveis elaborados a partir de polímeros naturais e biodegradáveis é uma alternativa eficiente para o prolongamento da vida útil pós-colheita de frutos (RINALDI et al., 2011). Revestimentos comestíveis podem ser definidos como uma fina camada contínua formada ou depositada no alimento, preparada a partir de materiais biológicos, que age como barreira a elementos externos (umidade, óleos e gases), protegendo o alimento (COSTA, 2009). Os revestimentos comestíveis além de serem atóxicos, preservam a qualidade, retardando a deterioração, uma vez que regulam suas atividades metabólicas, melhorando a aparência do fruto armazenado, conferindo brilho como fator atraente para o consumidor (AMARIZ et al. (2010) e SILVA et al. (2011).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as características físico-químicas de tomates (*Solanum lycopersicum*) com aplicação de revestimentos comestíveis submetidos a diferentes temperaturas de refrigeração.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Tomate (*Solanum lycopersicum*)

2.1.1. Aspectos Gerais

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) (PERALTA et al., 2005, syn. *Lycopersicon esculentum* Mill.) tem como centro de origem a região andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até o Norte do Chile. Na época da chegada dos espanhóis à América, o tomate já estava integrado à cultura asteca, era conhecido como “tomati”, da

língua mexicana naquela época, dando origem ao nome tomate (ALVARENGA, 2004). A difusão do tomate pelo mundo foi realizada pelos espanhóis e portugueses através de suas colônias ultramarinas. Na Itália ficou conhecido como pomodoro, possivelmente porque as primeiras introduções tinham frutos amarelos (GIANARDO e RIBEIRO, 2000).

O tomate é considerado um dos mais importantes frutos cultivados no mundo. O Brasil é um dos principais produtores mundiais, pois de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016), a produção atingiu 3.686.816 milhões de toneladas na safra de 2015 e produtividade de 64.817 kg ha⁻¹.

Os frutos do tomateiro são altamente perecíveis e possuem uma casca na forma de fina película, tornando-se um produto frágil para a movimentação logística (GAMEIRO et al., 2007). Trata-se de um fruto climatérico, que pode ser colhido na maturação fisiológica. Quando maduro possui vida média de uma semana, com perdas variando entre 25% a 50%, enquanto o fruto parcialmente maduro apresenta uma vida útil de até duas semanas, com 20% a 40% de perdas pós-colheita (BARRET REINA, 1990).

O tomate apresenta elevado conteúdo de água, estando sujeito às variações de temperatura e umidade relativa do ambiente onde se encontra (MARCOS, 2001). Também possui intensa atividade metabólica, entrando em senescência rapidamente após a colheita. Isto ocorre devido à elevada taxa de transpiração e atividade respiratória, que resulta em prejuízo na aparência, como perda de brilho, murchamento e enrugamento da casca, e nas características sensoriais, principalmente alteração na textura e sabor (VIEITES et al., 1999). Estes fatos influenciam negativamente na sua comercialização e incrementam o índice de perdas pós-colheita.

2.1.2. Descrição botânica

Pertencente ao gênero *Solanum* e a espécie *lycopersicum*, família das Solanáceas, originário da América do Sul, o tomate é cultivado em quase todo o mundo (FILGUEIRA, 2012).

O tomateiro é uma planta dicotiledônea, perene, de porte herbáceo, sendo cultivada anualmente. Desenvolve-se de forma rasteira, semiereta ou ereta, adapta-se em amplo espectro de latitude, temperaturas, tipos de solo e métodos de cultivo (ALVARENGA, 2004).

A arquitetura do tomateiro é caracterizada por dois tipos de hábito de crescimento. O tipo indeterminado ocorre na maioria das cultivares para a produção de frutos para mesa, que são tutoradas e podadas e cujo caule pode ultrapassar dois metros de altura. O hábito determinado é característico das cultivares adaptadas especialmente para a cultura rasteira, cujos frutos destinam-se para a agroindústria e suas hastes atingem cerca de um metro de altura (FILGUEIRA, 2012).

De acordo com Silva e Giordano (2000) suas flores são pequenas e amarelas, formato de cachos ou racemo e são hermafroditas, o que aumenta a taxa de autopolinização. Possui inflorescência cimeira de formas simples, bifurcadas ou ramificadas. Em temperaturas diurnas de 18 a 25 °C e noturnas de 13 a 24 °C, observa-se o melhor desempenho produtivo das plantas. O número de flores e o pegamento do fruto são intimamente influenciados por temperatura abaixo ou acima dos limites indicados para seu cultivo, logo, a qualidade e quantidade de fruto é afetada com a permanência de temperatura acima de 28 °C, no campo, prejudicando a firmeza e a cor dos frutos, que permanecem amarelados devido a inibição da síntese de licopeno e outros pigmentos de coloração avermelhada.

Botanicamente, o fruto é classificado como uma baga, estando dividido em pericarpo, lóculos ou cavidades loculares (variando de 2 – 12) e conteúdo locular. O pericarpo é constituído por um epicarpo membranoso, revestido por uma cutícula rica em ceras e ácidos cuticulares, um mesocarpo carnoso e suculento e um endocarpo membranoso muito tênue. As sementes estão imersas no tecido locular ou placentário, tecido esse que, durante o amadurecimento, forma uma espécie de gel que preenche as cavidades loculares. Após a maturação, apresenta geralmente cor vermelha, apesar de algumas variedades poderem apresentar cores como o amarelo, cor de rosa ou laranja (ALMEIDA, 2006).

2.1.3. Tomate longa vida

De acordo com Andrade Júnior et al. (2001), nos programas de melhoramento do tomateiro, os principais aspectos estudados são o aumento da produção, a resistência a pragas e doenças e a melhoria da qualidade dos frutos e maior vida de pós-colheita.

Os tomates longa vida permanecem com o pericarpo firme por maior período de tempo e, em geral, são portadores de algum alelo que aumenta significativamente sua

conservação pós-colheita, o que favorece o transporte em longas distâncias e torna viável seu envio a regiões mais distantes (PIERRO, 2002).

De acordo com Della Vecchia e Koch (2000), existem três possibilidades para se criar/obter uma cultivar híbrida de tomateiro do tipo longa vida: por meio de métodos convencionais de melhoramento genético, onde se busca, pela seleção de parentais superiores, aumentar a frequência dos alelos favoráveis para uma maior firmeza do pericarpo do fruto; por meio de métodos convencionais de melhoramento genético pela utilização de mutantes de amadurecimento e por meio de técnicas da moderna biologia molecular, que são as cultivares transgênicas.

A expressão “tomate longa vida” foi utilizada pela primeira vez no Brasil, em 1988, pela Agroflora, para descrever a característica de maior conservação pós-colheita dos frutos da cultivar híbrida F1 Débora VFN, introduzida comercialmente por esta companhia, naquele ano. Estima-se que hoje eles já representem cerca de 70% do mercado para o produto, devido à maior flexibilidade oferecida ao produtor na hora da colheita, menor perda nas operações de embalagem e transporte dos frutos e menor perda na comercialização dos frutos no varejo (DELLA VECCHIA e KOCH, 2000).

2.1.4. Cultivar Dominador

A cultivar Dominador é um híbrido F1 do tipo longa-vida estrutural de tomateiro para mesa do grupo Salada ou caqui lançada pela AGRISTAR® no ano de 2006. A planta possui hábito de crescimento indeterminado, alto vigor e bom enfolhamento até o ponteiro. O ciclo total da planta é de 100 – 120 dias, contados a partir do transplante. O fruto possui excelente coloração e formato, muito firme, com bom padrão em todo ciclo. A cultivar Dominador apresenta alta resistência ao TYLCV (Geminivírus) e boa resistência a doenças bacterianas, boa tolerância a doenças foliares e indicação para o plantio durante todo o ano (AGRISTAR, 2015).

Os frutos da cultivar ‘Dominador’ são pluriloculares, com quatro ou mais lócus. Apresentam formato globular achatado, com diâmetro transversal (6 a 9 cm) maior que o diâmetro longitudinal. Os frutos são graúdos, com peso médio de 220 g, com coloração vermelha. O teor de sólidos solúveis totais do fruto está entre 4 e 4,5 °Brix, dependendo do manejo nutricional utilizado no cultivo (AGRISTAR, 2015). Por se tratar de uma cultivar

recente, existem poucas referências sobre suas qualidades sensoriais e valores nutricionais. Mas se tratando de uma cultivar do grupo Salada, a maioria das cultivares e híbridos apresentam os frutos menos ácidos que os tomates do grupo ‘Santa Cruz’ (ALVARENGA, 2004).

2.2. Licopeno

O licopeno é um caroteno antioxidante de cor avermelhada encontrado em vegetais como tomate, goiaba, pitanga, melancia (LEMOS JÚNIOR et al., 2011). O tomate (*Solanum lycopersicum*) e seus derivados são a principal fonte de licopeno na dieta humana. Os níveis de licopeno nos produtos processados são geralmente maiores do que os encontrados em alimentos crus. As faixas de licopeno e de β -caroteno total ($\mu\text{g g}^{-1}$) é de 188-261 e 9,3-13 para extrato, 111-203 e 5,1-7,0 para catchup, 77-117 e 4,4-7,3 para polpa, 93-112 e 5,1-6,4 para molho pronto e 231-471 e 7,0-25 para tomate seco (KOBORI et al., 2010). Ocorrem variações na concentração de licopeno conforme o tipo e o grau de amadurecimento do tomate, assim, o tomate vermelho maduro contém maior quantidade de licopeno que de beta-caroteno (CARVALHO et al., 2005; SHAMI e MOREIRA, 2004).

O licopeno é um dos principais carotenóides encontrados em tomates e em produtos a base de tomate (MELENDEZ-MARTÍNEZ et al., 2010), o que pode estar relacionado com os diversos benefícios para a saúde de produtos a base de tomate (KUN et al., 2006). Estudos apontam uma ação antioxidante dessa substância, sendo portanto, sugerido como potencial anticancerígeno e como antidiabético (FARZANEH e CARVALHO, 2015) e prevenção de doenças cardiovasculares (PALOMO et al. 2010).

O interesse no licopeno e no seu potencial papel protetor sobre a carcinogênese iniciou quando Giovannucci et al. (1995), demonstraram uma relação inversa entre a ingestão de licopeno e a incidência de câncer de próstata. O consumo de alimentos ricos em licopeno, bem como uma maior concentração de licopeno no sangue, foi associado a um menor risco de câncer, principalmente de próstata.

2.3. Refrigeração

Após a colheita, o processo respiratório em frutos e hortaliças já não é tão eficiente, sendo que o processo de respiração está associado ao processo de transpiração, principal fator

responsável pela perda de massa. As perdas são maiores e a vida de armazenamento menor, quando o produto é armazenado após a colheita em ambiente com temperatura elevada e sem refrigeração (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Normalmente, alimentos como hortaliças e frutas, necessitam de maiores cuidados, quanto mais rapidamente eles sofrerem uma redução de temperatura, maior será o tempo para que possam ser comercializados, em linhas gerais, uma queda de 10 °C aumenta sua vida útil em três vezes (TANABE e CORTEZ, 1999). A diminuição da temperatura até níveis compatíveis com o produto traz o retardamento da deterioração dos frutos, adiando o desenvolvimento de microrganismos e diminuindo o processo de respiração e de transpiração, os quais são responsáveis pelo rápido amadurecimento e, conseqüentemente, pela perda de qualidade dos frutos (VOLPE et al., 2002).

Segundo Jerônimo e Kaneshiro (2000), o emprego da refrigeração prolonga o período de conservação dos frutos e o uso de atmosfera modificada durante o armazenamento pode reduzir os danos ocasionados pela respiração e pela transpiração, como perda de massa e mudança na aparência.

Castro e Cortez (2003), trabalhando com a aplicação da refrigeração na conservação pós-colheita do tomate, observaram que a perda de massa em geral foi menor quando empregado o armazenamento refrigerado para os tomates em relação ao armazenamento em temperatura ambiente.

2.4. Revestimentos comestíveis

Uma tecnologia alternativa cada vez mais divulgada e avaliada como um procedimento viável para elevar o tempo de vida de frutas e hortaliças, é o emprego de revestimentos comestíveis. Esses revestimentos não têm como objetivo substituir o uso de materiais convencionais de embalagens ou mesmo eliminar definitivamente o emprego do frio, mas sim o de apresentar uma atuação funcional e coadjuvante, contribuindo para a preservação da textura e do valor nutricional, reduzindo as trocas gasosas superficiais e a perda ou ganho excessivo de água (ASSIS e BRITTO, 2014). A tecnologia de aplicação de revestimentos comestíveis tem-se destacado por elevar o tempo de conservação permitindo uma maior flexibilidade de manuseio e comercialização (ASSIS et al., 2008; VARGAS et al., 2008).

De acordo com Farias et al. (2012), os principais materiais naturais para elaboração de revestimentos comestíveis são proteínas, derivados de celulose, alginatos, pectinas, amido e outros polissacarídeos. Os filmes comestíveis são películas de variadas espessuras constituídas por diferentes substâncias naturais e/ou sintéticas que se polimerizam e isolam o alimento, sem riscos à saúde humana, uma vez que não são metabolizados pelo organismo e sua passagem pelo trato gastrointestinal se faz de maneira inócua (MAIA et al., 2000).

Os revestimentos comestíveis vêm sendo amplamente utilizados na preservação da qualidade de frutas e hortaliças. Tem a capacidade de formar uma película envolvente sobre a casca desses produtos contribuindo de forma significativa para o decréscimo de perdas pós-colheita. A ação dos filmes decorre da redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando o aspecto comercial e aumentando o período de comercialização dos produtos hortifrutícolas (VILA, 2004).

Com a aplicação de revestimentos em frutas, tem-se a formação de uma cobertura com preenchimento parcial dos estômatos e lenticelas, reduzindo, dessa forma, a transferência de umidade (transpiração) e as trocas gasosas (respiração). Como o início do processo de maturação está estreitamente associado ao aumento na produção de etileno e, considerando que o O₂ é necessário para a sua produção, a redução da permeação do O₂ para o interior do fruto gerará uma correspondente redução na produção do etileno (responsável pelo amadurecimento), o que permite, em princípio, prolongar a vida do fruto (ASSIS et al., 2009).

Recentemente tem havido um grande interesse pelo desenvolvimento de biofilmes comestíveis ou degradáveis biologicamente, principalmente devido à demanda por alimentos de alta qualidade, às preocupações ambientais sobre o descarte dos materiais não renováveis das embalagens para alimentos e às oportunidades para criar novos mercados para as matérias primas formadoras de filme, derivadas de produtos agrícolas (HENRIQUE et al., 2008).

Estudos considerando sistemas alternativos de proteção dos alimentos que utilizam biopolímeros têm aumentado significativamente nos últimos anos porque estes materiais são completamente biodegradáveis e frequentemente comestíveis e têm poucos efeitos ambientais adversos (FADINI et al., 2013; MARTELLI e LAURINDO, 2012).

Os revestimentos comestíveis são aplicados ou formados diretamente sobre a superfície das frutas, configurando membranas delgadas, imperceptíveis a olho nu e com diversas características estruturais, que são dependentes da formulação da solução

filmogênica precursora (ASSIS e BRITTO, 2014). Como estes revestimentos comestíveis passam a fazer parte do alimento a ser consumido, os materiais empregados em sua formulação devem ser atóxicos e seguros para uso em alimentos (FDA, 2013). Quando desejado, o revestimento comestível pode ser removido com água e apresenta-se também como um produto comercial de baixo custo (HENRIQUE et al., 2008).

2.4.1. Fécula de Mandioca

A fécula de mandioca tem sido frequentemente testada como matéria-prima para revestimentos comestíveis em função da sua transparência e baixo custo, forma películas resistentes, transparentes, proporciona bom aspecto e brilho, tornando os alimentos comercialmente mais atrativos (CEREDA et al., 1992).

A obtenção do revestimento comestível de fécula de mandioca baseia-se no princípio da gelatinização do amido que ocorre até 70 °C, com excesso de água. A fécula gelatinizada que se obtém, quando resfriada, forma películas devido às suas propriedades de retrogradação. Na retrogradação, pontes de hidrogênio são formadas e o material disperso volta a se organizar em macromoléculas, originando uma película (OLIVEIRA, 2000).

O revestimento comestível de fécula de mandioca é facilmente removido com água e apresenta-se como um produto comercial de baixo custo (CEREDA et al., 1995). Representa uma alternativa potencial à elaboração de revestimentos comestíveis a serem usados na conservação de frutas (VILA, et al., 2007).

Damasceno et al. (2003), estudando o efeito da aplicação de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate, observou que a película de fécula de mandioca na concentração de 3%, proporcionou ao tomate maior conservação pós colheita. Santos et al. (2011), estudando o uso de revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de tomate e pimentões, os tomates recobertos com revestimento de 3% apresentaram melhor aparência do que os frutos controle e com filme de polietileno. Guedes (2007), verificou a diminuição do amadurecimento dos frutos de manga rosa a partir de 2% da concentração do revestimento de fécula de mandioca, onde os tratamentos deixaram os frutos mais atraentes, aumentando sua longevidade.

Reis et al. (2006), estudando pepino japonês, concluiu que o revestimento comestível com fécula de mandioca reduziu significativamente a perda de massa das amostras mantidas

sob refrigeração, principalmente a 4% de concentração. Castricini et al. (2010) avaliaram a influência de revestimentos de fécula de mandioca no amadurecimento de mamões inteiros, *Carica papaya* L., durante 14 dias de armazenamento, com formulações de fécula de mandioca a 1%, 3% e 5%, sendo que os revestimentos de 3% e 5% reduziram a perda de massa fresca mantendo a coloração verde durante o armazenamento.

2.4.2. Pectina

Pectina é um polissacarídeo estrutural das células vegetais, composto de polímeros de ácido D galacturônico com vários graus de metil esterificação. A desesterificação química da pectina resulta em pectina de baixo teor de cálcio (MAIA et al., 2000). Os revestimentos elaborados com pectinas são mais eficientes em produtos com baixo teor de umidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Em relação a respiração, Davanço et al. (2007), afirmam que revestimentos comestíveis à base de polissacarídeos, como a pectina, são boas barreiras à gases (O₂ e CO₂), podendo retardar o desenvolvimento fisiológico do vegetal.

Oliveira et al. (2012), estudando a avaliação colorimétrica no armazenamento de tomates revestidos com pectina, constatou que o uso de revestimentos comestíveis à base de pectina é eficiente para retardar o aparecimento da coloração vermelha dos tomates (casca, polpa carnosa e polpa processada), principal indicativo do amadurecimento do vegetal.

2.4.3. Gelatina

As proteínas são bons constituintes de revestimentos comestíveis e pode ser utilizado em revestimentos para frutas e hortaliças frescas (ARVANITOYANNIS et al. 1998). Entre os diversos produtos testados para a produção de revestimentos comestíveis, a gelatina merece atenção. De acordo com Poppe (1987), a gelatina é uma proteína de origem animal obtida do colágeno por hidrólise ácida ou básica, e amplamente utilizada na indústria alimentícia e farmacêutica. A gelatina no Brasil é produzida em abundância, a baixo custo e com propriedades funcionais adequadas para a fabricação de revestimento comestível (CARVALHO, 1997).

De acordo com Fakhouri et al. (2015), entre os polímeros naturais capazes de formar filmes comestíveis, a gelatina é uma fonte potencial. A gelatina pode ser dissolvida indiretamente, quando suas partículas ficam em repouso até formar uma massa homogênea,

sendo então levada ao aquecimento (50-60° C) até a sua dissolução completa. Revestimentos comestíveis feitos de gelatina são, transparentes, fáceis de manusear e resistente (BERTAN, 2003).

Fakhouri et al. (2007), estudando filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson, concluíram que os revestimentos com gelatina foram as mais eficientes na extensão da vida útil (10 dias mais que o controle) das uvas Crimson armazenadas sob refrigeração durante 22 dias.

3. MATERIAL E METODOS

3.1. Condução do experimento

Tomates destinados ao consumo 'in natura', do grupo Longa Vida cv. Dominador, foram colhidos no mês de janeiro de 2015, em plantação comercial, cultivados em ambiente protegido no município de Engenheiro Beltrão-PR, localizada na altitude aproximada de 520 m, latitude 23° 47' 50" e longitude 52° 16' 09". O ponto de amadurecimento dos frutos utilizados no experimento foi classificado segundo Alvarenga (2004), como Estádio 5: Vermelho-claro, em que entre 60% e 90% da superfície do fruto, não mais do que 90% da soma de todas as áreas superficiais, possui coloração rósea ou avermelhada ou vermelha, de acordo com a cultivar/híbrido analisada. O pericarpo interno radial dos frutos apresenta pontos de coloração amarela distribuídos ao acaso. O tecido locular apresenta coloração vermelho-intensa e consistência gelatinosa.

Os frutos foram selecionados e uniformizados quanto ao tamanho, cor (vermelho-claro, entre 60 a 90% da superfície com coloração rósea ou avermelhada), formato e sanidade, acondicionados em caixas e transportados, cuidadosamente ao Laboratório de Bioquímica de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá - UEM (Maringá - Paraná). Os frutos foram lavados com detergente neutro com auxílio de uma esponja para facilitar a retirada de sujidades grosseiras e enxaguado em água corrente limpa. Após a lavagem, ocorreu a sanitização com solução de hipoclorito de sódio à 1 % (50 mL de hipoclorito de sódio: 10 L de água) e foram mantidos em imersão por 15 minutos. Após secos naturalmente, por aproximadamente uma hora, os frutos foram tratados com os revestimentos comestíveis.

3.2. Preparo e Aplicação dos revestimentos

Os tratamentos foram preparados, realizando a suspensão do revestimento utilizado em água, na concentração de 2%, aquecido até 70 °C sob agitação constante e posterior resfriamento até 15 °C. Então os frutos foram imersos nos revestimentos comestíveis por dois minutos. Desta forma, os tratamentos foram divididos em: 1) Controle (sem revestimento); 2) Solução de fécula de mandioca à 2%; 3) Gelatina à 2% e 4) Pectina à 2%.

Após a aplicação de cada tratamento, os frutos permaneceram por aproximadamente uma hora em bandejas perfuradas para a completa secagem dos mesmos com revestimentos. Foram utilizados 2 frutos para cada repetição, totalizando quatro repetições para cada tratamento e cada dia de análise, durante 21 dias de armazenamento para a temperatura 8 °C

(T1) e durante 17 dias de armazenamento para a temperatura 25 °C (T2), totalizando 296 frutos analisados durante todo o experimento.

3.3. Armazenamento dos frutos em refrigeração e em temperatura ambiente

Os frutos tratados foram divididos em dois grupos, onde o 1º grupo foi armazenado em refrigerador, 8 °C±1 (T1) durante 21 dias de armazenamento, e o 2º grupo foi armazenado em temperatura ambiente, em BOD, 25 °C±1 (T2), durante 17 dias. Os frutos foram armazenados em delineamento inteiramente casualizado, sendo que durante todo o armazenamento foram casualizados.

3.4. Obtenção dos extratos de tomate para análise de compostos antioxidantes

Como a concentração de compostos antioxidantes varia de fruta para fruta, fazem-se necessários testes prévios. Em análises realizadas no Laboratório de Bioquímica de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá, com diferentes concentrações de tomate, concluiu-se que a melhor concentração do extrato, para extração de compostos antioxidantes em frutos de tomateiro, foi com 0,5 g de amostra liofilizada de tomate.

As amostras de tomate foram liofilizadas por 96 horas, em seguida foram embaladas à vácuo, a fim de evitar que ocorresse qualquer alteração nas amostras. Pesou-se 0,5 g de amostra liofilizada de tomate, acrescentou-se 6 mL de metanol 75%, então agitou-se a solução durante 15 minutos em agitador magnético. Depois as amostras foram centrifugadas durante 10 minutos, então transferiu-se o sobrenadante para um balão volumétrico de 10 ml. A partir do resíduo da primeira extração, adicionou-se 3 mL de metanol 75%, homogeneizou-se e centrifugou-se novamente durante 10 minutos, foi recuperado o sobrenadante e transferiu-se para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante, então completou-se o volume do extrato até 10 mL com metanol 75%.

Os extratos foram utilizados para as análises de compostos fenólicos, DPPH e ABTS.

3.5. Análises

Durante o armazenamento, realizaram-se análises físico-químicas, de 4 em 4 dias, totalizando 21 dias, ou seja, nos dias 0, 4, 8, 12, 16 e 20 de armazenamento. As amostras para as avaliações foram obtidas através da maceração dos frutos de tomate. As análises realizadas para a avaliação dos tomates foram: coloração da casca e da polpa (parâmetros L*, h°, C*),

ácido ascórbico, perda de massa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ratio (SS/AT), pH, carotenóides totais expressos em licopeno, atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e compostos fenólicos. Todas as análises foram realizadas em triplicata e com 4 repetições.

3.5.1. Sólidos solúveis (SS)

A determinação de sólidos solúveis foi realizada com o auxílio do refratômetro digital (Pocket) PAL-1, da marca ATAGO, com a polpa do fruto. Os resultados foram expressos em °Brix. A análise foi realizada conforme o método – N° 932.12 – A.O.A.C. (1997).

3.5.2. pH

A análise de pH foi realizada pelo processo potenciométrico, leitura direta calibrado em pHmetro Hanna Instruments Modelo HI 221. A calibração do aparelho foi realizada com as soluções tampão de 4,0 e 7,0. Para medir o pH do tomate, o fruto foi triturado, sem nenhuma diluição e desta forma, o eletrodo foi imerso em um béquer contendo o fruto de tomate já triturada, conforme o método – N° 981.12 da A.O.A.C. (1997).

3.5.3. Acidez titulável (AT)

A acidez titulável foi quantificada pela titulação com NaOH 0,1 M padronizado até o ponto de viragem com o indicador fenolftaleína. Foi utilizado 2,00 g da polpa já triturada em um béquer de 100 mL, pesada em uma balança analítica. Acrescentou 50 mL de água destilada e homogeneizou-se a solução em agitador magnético por aproximadamente 5 minutos antes de titular. Realizou a titulação da solução contendo água, polpa de tomate e 3 a 4 gotas de fenolftaleína (indicador que auxiliou na mudança de coloração, para rósea quando atingiu o grau de saturação). A titulação foi realizada em movimentos circulares até a solução atingir a coloração rósea. O valor em mL gasto em hidróxido de sódio foi utilizado no cálculo para obter os resultados de acidez titulável (IAL, 2008). Os resultados foram calculados conforme a equação (1) a baixo e expressos em % de ácido cítrico.

Equação (1)

$$\frac{V \times f \times 100}{P \times c} = \text{Acidez em \% de ácido cítrico}$$

Onde,

V = nº de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação;

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 M;

P = massa da amostra em g;

c = correção para solução de NaOH 1 M, 10 para solução NaOH 0,1 M e 100 para solução NaOH 0,01 M

3.5.4. Ratio (SS/AT)

Este dado foi determinado a partir da relação entre os sólidos solúveis (SS) em relação à acidez titulável (AT) expresso em ácido orgânico (IAL, 2008). Esta relação é utilizada como uma indicação do grau de maturação da matéria prima. Os resultados foram obtidos a partir da equação (2) a baixo:

Equação (2)

$$\text{Ratio (Relação Brix/Acidez total)} = \text{SS/AT}$$

Onde,

SS = Valor de sólido solúvel expresso em °Brix;

AT = Valor da acidez titulável expresso em % de ácido orgânico.

3.5.5. Ácido Ascórbico

Ácido ascórbico foi obtido pelo método de Tillmans modificado. Baseando-se na redução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico. O DCFI em meio básico ou neutro é azul, em meio ácido é rosa e sua forma reduzida é incolor. O ponto final de titulação é detectado pela viragem da solução de incolor para rosa, quando a primeira gota de solução do DCFI é introduzida no sistema, com todo ácido ascórbico já consumido. Para a solução padrão pipetou-se 10 mL da solução padrão de ácido ascórbico em erlenmeyer contendo 50 mL de solução de ácido oxálico. Titulou-se com solução de 2,6-diclorofenolindofenol sódio até coloração rosa persistente por 15 segundos. Para a amostra pesou-se 5 g de amostra e adicionou-se 50 mL da Solução de ácido oxálico no erlenmeyer. Titulou-se com a solução de 2,6-diclorofenolindofenol sódio padronizado até coloração rosa persistente por 15 segundos.

Então os valores obtidos das titulações foram usados para o calculo de ácido ascórbico, que será expresso em mg de ácido ascórbico 100 g da amostra, conforme equação (3) a seguir:

$$\text{Ácido ascórbico (mg 100 g}^{-1}\text{)} = \frac{100 \times n'}{n/5 \times V \text{ ou } P}$$

Em que:

n' = Volume de 2,6-diclorofenolindofenol sódio em mL gastos na titulação da amostra.

V = Volume de amostra usado na titulação.

n = Volume de 2,6-diclorofenolindofenol sódio em mL gastos na padronização.

P = Massa da amostra em grama.

3.5.6. Coloração da casca e da polpa

A leitura da coloração dos tomates foi determinada através do colorímetro digital modelo CR-10, da marca KONICA MINOLTA. Foram coletadas as seguintes variáveis: *L, h° e C para a casca e polpa dos tomates. As mesmas foram avaliadas seguindo o sistema tridimensional, CIE LAB, onde L^* indica a luminosidade, podendo variar de preto ($L=0$) a branco ($L=100$); o ângulo de cor (h°) e a cromaticidade (C^*).

Utilizaram-se 2 tomates de cada repetição, com medidas feitas em triplicatas nos dois lados da fruta, para gerar uma média de cada tratamento e em cada tempo avaliado. Os tomates utilizados para as medidas de cor foram os mesmos durante todos os dias de análise.

3.5.7. Carotenóides totais expresso como licopeno

Conteúdo total de carotenóides expresso em teores de licopeno foi determinado de acordo com metodologia descrita por Rodriguez–Amaya (2001) modificado, utilizando análise espectrofotométrica. A extração do licopeno consistiu na pesagem de 1,25 g da amostra em béquer, após foi adicionado 10 mL de acetona P.A. (FMaia®) em seguida a mistura foi colocada para agitar por uma hora em uma mesa agitadora a 200 rpm. Em seguida, foi procedida a filtração a vácuo com auxílio de Kitassato envolto de papel alumínio para evitar foto-oxidação dos pigmentos. Cada amostra foi lavada com acetona por mais três vezes e transferida para funil de separação que continha 11,25 mL de éter de petróleo 5 (Nuclear®). Foi realizada a lavagem com água por quatro vezes para a remoção da acetona, descartando-se a fase inferior. A solução de pigmentos foi transferida para balão volumétrico de 25 mL completando-se o volume com éter de petróleo. A leitura foi realizada em espectrofotômetro

(UV - 1000 Pro Analise®) com o comprimento de onda de 470 nm, utilizando como branco o éter de petróleo. Os resultados expressos em μg licopeno g^{-1} polpa. Esta determinação foi realizada em triplicata. O teor de licopeno foi obtido conforme equação (4):

Equação (4)

$$\mu\text{g g}^{-1} = \frac{(A \times V \times 1.000.000)}{(A^{1\text{cm}^{1\%}} \times M \times 100)}$$

Onde:

A= absorvância da solução no comprimento de onda de 470 nm.

V= volume final da solução.

$A^{1\text{cm}^{1\%}}$ = coeficiente de extinção ou coeficiente de absorvidade molar de um pigmento em determinado solvente específico. Para licopeno em éter de petróleo o valor do coeficiente de extinção é de 3450.

M= massa da amostra tomada para análise.

3.5.8. Atividade antioxidante

3.5.8.1. DPPH

A atividade antioxidante foi avaliada através do radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) de acordo com o método descrito por Ma et al. (2011). Foram adicionados 25 μL da amostra para tubos de ensaio, acrescentou-se 2 mL da solução de DPPH padronizada (0,700 nm). Misturou-se levemente e aguardou por 30 min para fazer a leitura no UV-VIS em 517 nm. Metanol foi utilizado como branco. A curva padrão foi realizada com trolox (Ácido(+)-6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico) e os resultados foram calculados a partir da equação da reta e expressos em $\text{mmol trolox L}^{-1}$.

3.5.8.2. ABTS

A atividade antioxidante foi realizada conforme Rufino et al. (2007b), com o cátion $\text{ABTS}^{+\cdot}$ 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico). Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 30 μL da amostra para tubos de ensaio com 3,0 mL do radical $\text{ABTS}^{+\cdot}$ e homogeneizou-se em agitador de tubos. A leitura foi realizada (734 nm) após 6 minutos da mistura. Utilizou-se álcool etílico, como branco, para calibrar o espectrofotômetro. A curva padrão foi realizada com trolox, os resultados foram calculados a partir da equação da reta e expressos em $\text{mmol trolox L}^{-1}$.

3.5.9. Compostos fenólicos

Esta análise foi seguida conforme o método de Singleton e Rossi (1965); Pierpoint (2004) e Doner et al. (1993). Adicionou-se 125 µL de extrato em tubo de ensaio, 125 µL de Folin 50% e 2250 µL de Carbonato de sódio (Na₂CO₃). Então encubou-se em ambiente escuro durante 30 minutos e posteriormente foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 725 nm. Um teste branco foi realizado com o solvente da extração (metanol), procedeu-se da mesma forma que as amostras para fazer as leituras. A determinação da curva padrão foi realizada a partir da solução inicial de ácido gálico, com as mesma variando entre concentrações de 0 mg.L⁻¹ a 300 mg.L⁻¹ e os resultados foram calculados a partir da equação da reta e expressos em mg 100g⁻¹ de polpa da fruta liofilizada.

3.5.10. Perda de massa

Para a análise de perda de massa, os frutos foram pesados logo após a aplicação dos tratamentos no tempo inicial (T0), e durante todos os outros dias de análise até o final do armazenamento (nos dias 0, 4, 8, 12, 16, 20), sendo que sempre foram pesados os mesmos frutos. Os resultados foram determinados através da diferença da massa inicial e final, conforme a equação (5). Os resultados foram expressos em porcentagem. A metodologia seguida foi conforme Stülp et al. (2012).

Equação (5)

$$\frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100 = \text{Perda de massa (\%)}$$

Onde,

M_f = Massa final do fruto durante o armazenamento;

M_i = Massa inicial do fruto durante o armazenamento.

3.6. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, inclusive ao longo do período de armazenamento, no esquema fatorial de 4 x 6 x 2, sendo quatro tratamentos x seis tempos (0, 4, 8, 12, 16, e 20 dias) x duas temperaturas (8 °C e 25 °C), com quatro repetições.

Os resultados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância pela ANOVA e para a comparação das médias, foi utilizado o teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade, e submetidos a análise de regressão, por meio do programa estatístico SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis indicam a quantidade de sólidos dissolvidos em suco ou polpa de frutas a qual aumenta conforme a maturação dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Na Tabela 1 e Figura 1 é possível observar os resultados obtidos para sólidos solúveis (°Brix) dos tomates.

Tabela 1. Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) de tomate (*Solanum lycopersicum*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Tempo	Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ				CV(%) ²
	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	
0	4,19±0,15A	4,19±0,15A	4,19±0,15A	4,19±0,15A	4,89
4	4,39±0,10A	4,80±0,26A	4,57±0,27A	4,75±0,36A	
8	4,74±0,08A	4,51±0,1A	4,39±0,40A	4,34±0,23A	
12	4,59±0,36A	4,59±0,22A	4,77±0,14A	4,55±0,15A	
16	4,72±0,34A	4,48±0,12A	4,50±0,17A	4,76±0,23A	
20	4,70±0,10A	4,58±0,16A	4,74±0,13A	4,65±0,11A	
CV(%) ¹	4,39				
Tempo	Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ				CV(%) ²
	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	
0	4,19±0,15A	4,19±0,15A	4,19±0,15A	4,19±0,15A	5,71
4	4,35±0,07A	4,38±0,27A	4,23±0,39A	4,40±0,35A	
8	4,25±0,15A	4,06±0,11A	4,37±0,26A	4,38±0,46A	
12	4,44±0,26A	4,30±0,14A	4,39±0,20A	4,63±0,23A	
16	4,26±0,26A	4,23±0,31A	4,28±0,08A	4,32±0,24A	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	5,70				

*n = número de repetições. * Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

$$(T) y = -0,0022x^2 + 0,0684x + 4,195 \quad (F 2\%) y = -0,002x^2 + 0,0485x + 4,3396$$

$$R^2 = 0,8636 \quad R^2 = 0,2849$$

A

$$(G 2\%) y = -0,0012x^2 + 0,0445x + 4,255 \quad (P 2\%) y = -0,001x^2 + 0,0376x + 4,3068$$

$$R^2 = 0,5648 \quad R^2 = 0,3787$$

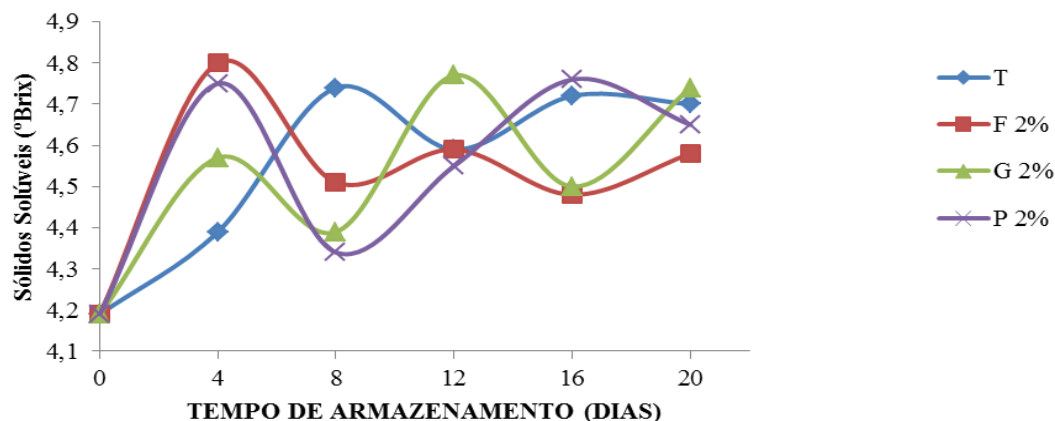


Figura 1. Sólidos solúveis (°Brix) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

A variável sólidos solúveis foi influenciada somente pelo tempo de armazenamento para a temperatura 8 °C (T1). Já para a temperatura 25 °C (T2), não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos para os valores de sólidos solúveis durante todo o período de armazenamento. Vieites et. al. (1999) estudando o efeito da utilização de cera, películas de amido e fécula em condições de refrigeração, na conservação do tomate, observaram em seu experimento a 25 °C, que nenhum tratamento se diferenciou em relação à concentração de sólidos solúveis.

Durante todo o armazenamento, nas duas temperaturas, não houve diferença significativa entre os tratamentos. A variável sólidos solúveis apresentou uma variação significativa nos valores de °Brix durante todo o período de armazenamento para a temperatura 8 °C (T1), sendo que no final do armazenamento todos os tratamentos apresentaram aumento nos teores de sólidos solúveis quando comparados ao primeiro dia de armazenamento, dados esses que discordam dos encontrados por Damasceno et al. (2003), que estudando revestimentos comestíveis de fécula de mandioca e a conservação pós-colheita de tomates, observou diminuição no teor de sólidos solúveis.

Normalmente, o teor de SS aumenta durante o processo de amadurecimento, seja por biossíntese ou degradação de polissacarídeos (TAIZ e ZEIGER, 2013). A variação dos sólidos

solúveis durante o amadurecimento e armazenamento é composta em grande parte por açúcares que compõem o sabor dos frutos, em equilíbrio com os ácidos orgânicos. Segundo Brackmann et al. (2008), alguns autores associam o aumento dos sólidos solúveis com a desidratação dos frutos e a concentração dos açúcares.

Oliveira et al. (2015), trabalhando com conservação pós-colheita de tomate cereja revestidos com película de fécula de mandioca, observaram aumento nos teores de sólidos solúveis com posterior queda. Nunes et al. (2004), utilizando película de fécula de mandioca em frutos de pêssgo, também observaram aumento nos teores de sólidos solúveis com posterior queda, sendo o aumento atribuído à perda de massa fresca que resulta em acúmulo de sólidos e à redução de açúcares devido ao consumo como substrato respiratório.

4.2. pH

Assim também como as outras características, o pH varia conforme o estágio de maturação e genótipos (EMBRAPA, 2003). De acordo com Silva et al. (2004) é desejável, em geral, pH inferior a 4,5 para reduzir a proliferação de microrganismos no produto. Na Tabela 2 e Figura 2 é possível observar os resultados obtidos para o pH dos tomates.

Tabela 2. Valores médios de pH de tomate (*Solanum lycopersicum*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	4,34±0,02A	4,34±0,02A	4,34±0,02A	4,34±0,02A	0,99
4	4,41±0,08A	4,36±0,05A	4,40±0,08A	4,40±0,00A	
8	4,41±0,01A	4,38±0,04A	4,49±0,04B	4,40±0,04A	
12	4,26±0,04A	4,27±0,05A	4,27±0,06A	4,42±0,02B	
16	4,40±0,02A	4,35±0,02A	4,40±0,03A	4,37±0,04A	
20	4,33±0,02A	4,39±0,03A	4,40±0,03A	4,40±0,01A	
CV(%) ¹	0,73				
Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	4,34±,02A	4,34±,02A	4,34±0,02A	4,34±0,02A	0,99
4	4,30±0,00A	4,32±0,03A	4,28±0,02A	4,34±0,15A	
8	4,35±0,03A	4,38±0,04A	4,33±0,02A	4,33±0,01A	
12	4,33±0,03A	4,33±0,01A	4,35±0,03A	4,31±0,03A	
16	4,26±0,02A	4,27±0,04A	4,24±0,01A	4,29±0,03A	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	1,21				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

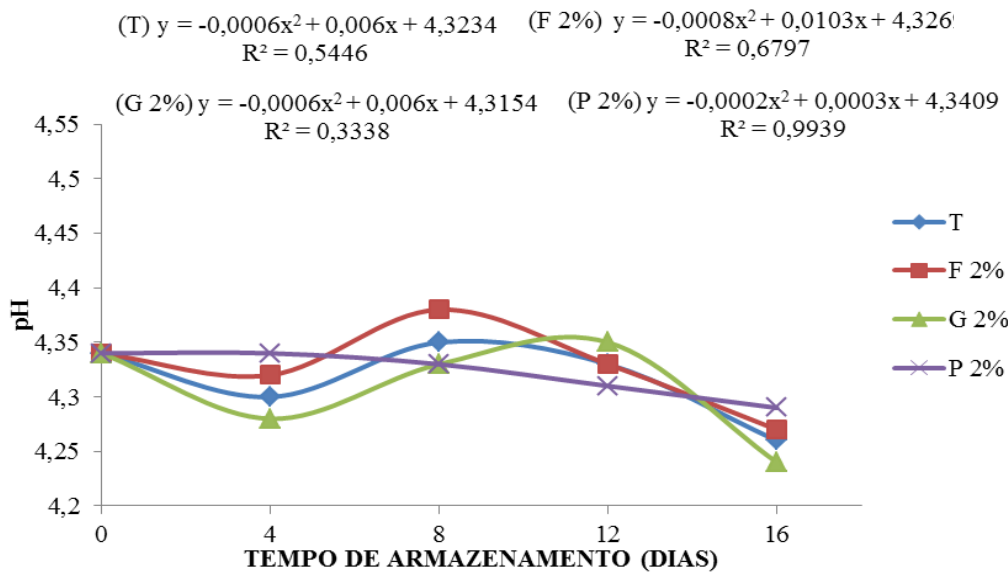
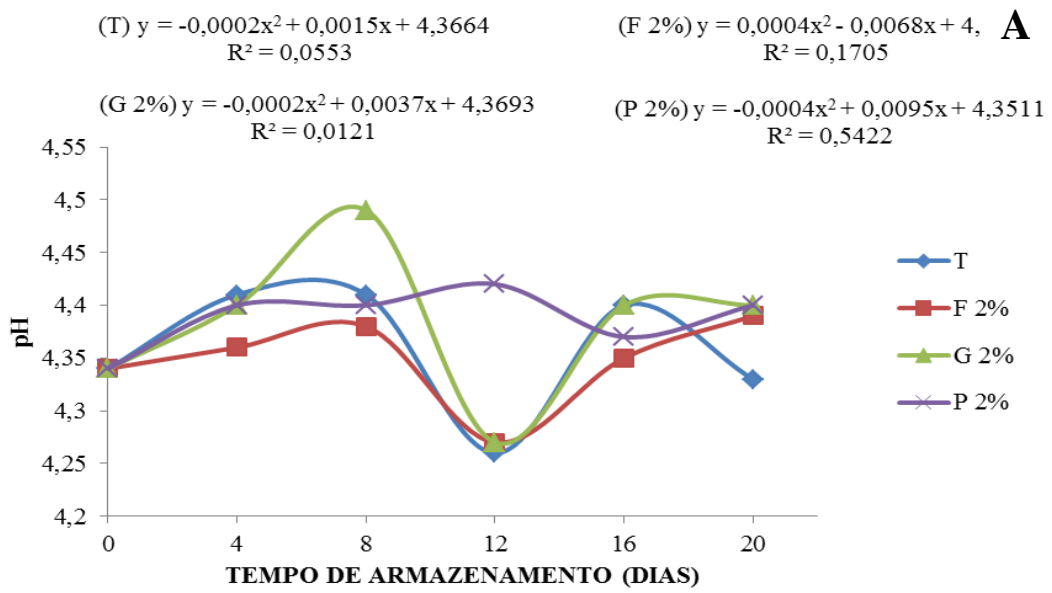


Figura 2. pH de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

A variável pH apresentou interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento, para a temperatura 8 °C (T1). Durante o período de armazenamento, os tomates armazenados na temperatura 8 °C (T1), apresentaram aumento do pH ao longo do amadurecimento, com exceção do tratamento testemunha, que apresentou redução nos valores de pH no final do armazenamento. Damasceno et al. (2003), estudando o efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate, encontrou resultados semelhantes a este trabalho, observou aumento dos valores de pH. Ferraz et al. (2012), estudando as características físico-químicas em tomates tipo *sweet grape* envolvidos por diferentes películas protetoras, observou que no decorrer do tempo de armazenamento houve aumento do pH.

Já para a temperatura 25 °C (T2), foram influenciados somente pelo tempo de armazenamento. Damasceno et al. (2003), estudando o efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate, também não encontrou interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento para a variável pH.

Durante o período de armazenamento, os tomates armazenados na temperatura 25 °C (T2), apresentaram diminuição nos valores de pH no final do armazenamento. Para a variável pH não houve diferença significativa em relação aos tratamentos na temperatura de armazenamento 25 °C (T2). Concordando com Ferreira et al. (2015), que pesquisando a influência do revestimento de fécula de mandioca em tomate cereja na variável pH, também não observou diferença significativa entre frutos com e sem revestimento. Os resultados encontrados neste trabalho, discordam dos encontrados por Nascimento (2012), que trabalhando com tomate italiano revestido com fécula de batata, encontrou diferença de pH entre frutos com e sem revestimento.

Observou-se, para os tomates, que as médias de pH, sob a temperatura de 8 °C (T1), foram de 4,26 a 4,49 e para a temperatura 25 °C (T2) foram de 4,24 a 4,38. Lima et al. (2011), avaliando características físico-químicas do tomate híbrido Vênus maduro, obtiveram pH médio de 4,30, valor este próximo aos obtidos no presente trabalho. Rinaldi et al. (2011), avaliando a vida útil pós-colheita e o tipo mais adequado de embalagem para conservar tomate de mesa, cultivar Dominador, armazenado em condição ambiente e sob refrigeração, também encontrou valores de pH que variaram entre 4,14 e 4,42, valores esses que concordam

com os encontrados no presente trabalho. Alguns valores de pH encontrados para tomate por outros autores foram 4,25 (ANESE et al., 2002) e 3,9 a 4,4 em tomates com adubação orgânica (TOOR et al., 2006a).

4.3. Acidez titulável

A acidez nos frutos indica a quantidade de ácidos orgânicos presentes nos frutos e é a principal característica que influencia no sabor (NASCIMENTO et al., 2013). A acidez pode ser utilizada, em conjunto com a doçura, como ponto de referência do grau de amadurecimento do fruto. Na Tabela 3 e Figura 3 é possível observar os resultados obtidos para acidez titulável dos tomates.

Tabela 3. Valores médios de acidez titulável de tomate (*Solanum lycopersicum*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	0,32±0,03A	0,32±0,03A	0,32±0,03A	0,32±0,03A	9,63
4	0,30±0,03B	0,23±0,01A	0,31±0,04B	0,24±0,02A	
8	0,31±0,01AB	0,31±0,01AB	0,32±0,04B	0,26±0,01A	
12	0,29±0,01A	0,31±0,01A	0,30±0,02A	0,29±0,02A	
16	0,28±0,03A	0,29±0,03A	0,28±0,04A	0,30±0,02A	
20	0,30±0,01A	0,27±0,03A	0,25±0,00A	0,29±0,02A	
CV(%) ¹	10,57				
Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	0,32±0,03A	0,32±0,03A	0,32±0,03A	0,32±0,03A	9,11
4	0,30±0,00B	0,23±0,01A	0,22±0,02A	0,25±0,02AB	
8	0,29±0,00AB	0,26±0,03A	0,33±0,02B	0,29±0,02AB	
12	0,25±0,02A	0,26±0,00A	0,26±0,01A	0,31±0,03B	
16	0,25±0,03A	0,24±0,02A	0,27±0,01A	0,25±0,00A	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	7,56				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

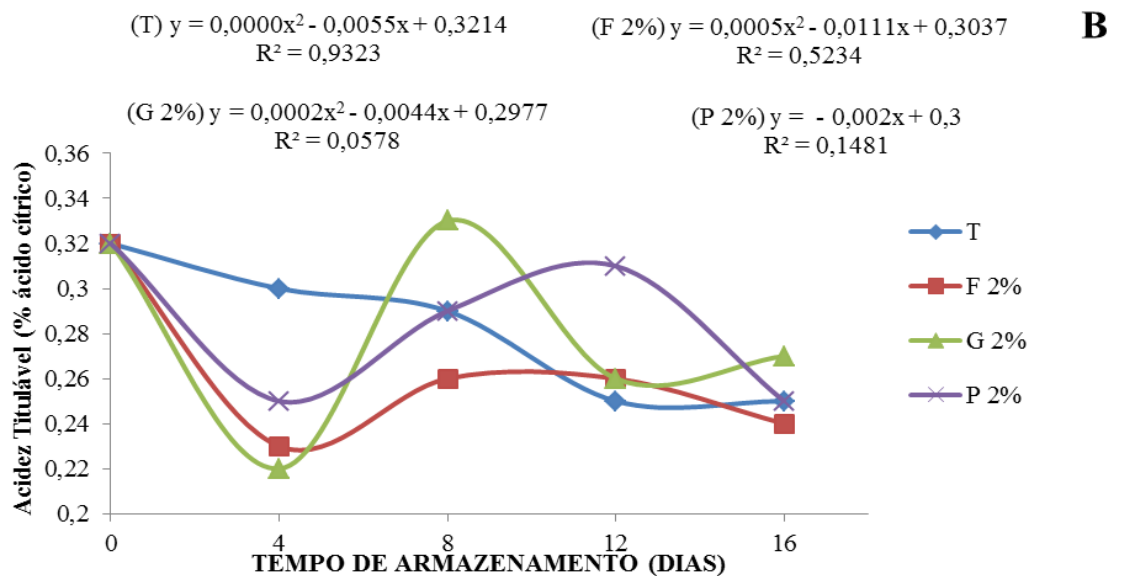
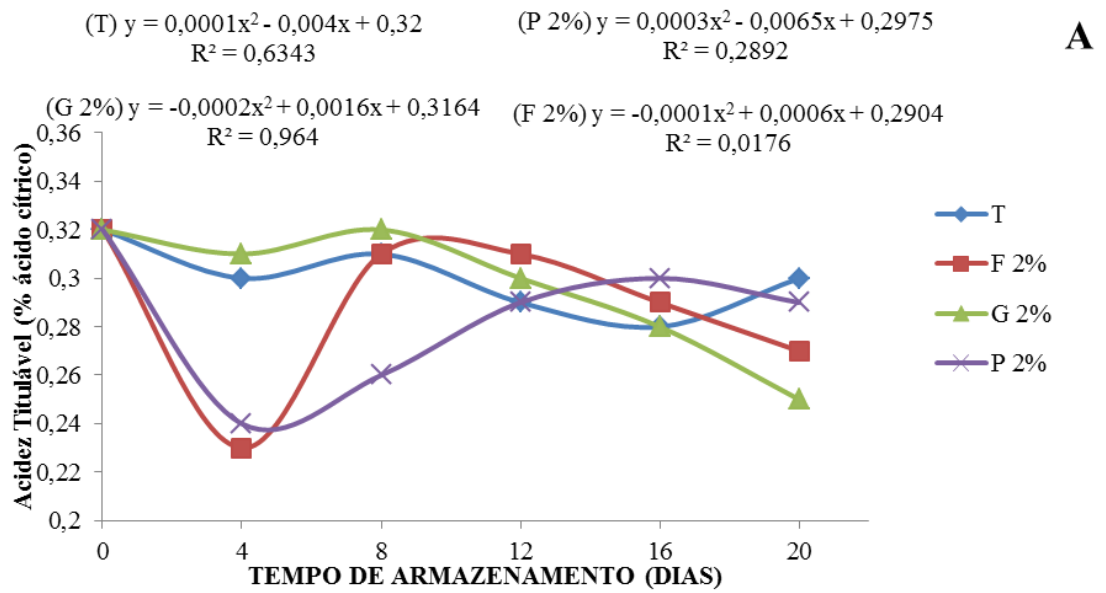


Figura 3. Acidez titulável (% ácido cítrico) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

A variável acidez titulável apresentou interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento para as duas temperaturas. Observou-se, que as médias de acidez titulável dos tomates, variaram de 0,22 a 0,33. Resultados também próximos foram verificados por Sampaio e Fontes (1998) em tomates cultivar Santa Clara, que encontraram valores de acidez titulável que variaram de 0,29 a 0,33.

No presente trabalho, os tomates, apresentaram uma diminuição da acidez no final do armazenamento em todos os revestimentos, devido, provavelmente, ao consumo dos ácidos orgânicos como substrato durante a respiração no processo de maturação (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Oliveira et al. (2015), estudando a conservação pós-colheita de tomate cereja revestidos com película de fécula de mandioca, observou que a acidez titulável reduziu ao longo do armazenamento em todos os tratamentos, concordando com os resultados encontrados neste trabalho.

Os frutos apresentam diferentes tipos de ácidos orgânicos livres ou combinados sendo estes diretamente ligados ao sabor. No entanto, sofrem degradação rápida se mantidos em temperatura ambiente (CARVALHO FILHO, 2000).

Durante a maturação, normalmente os frutos sofrem redução na acidez em função do aumento no metabolismo dos frutos após a colheita, resultando em maior consumo de ácidos orgânicos como substrato para o processo respiratório e maior conversão em açúcares simples. A acidez de um fruto deve-se à presença de ácidos orgânicos, alguns desses ácidos são voláteis por isso que se espera uma redução no valor no período de pós-colheita. (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

4.4. Ratio

A relação sólidos solúveis por acidez titulável (*Ratio*) é um parâmetro muito importante na determinação da qualidade da fruta. Sabendo-se do teor de sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT), pode-se estabelecer para os frutos, a relação SS/AT, dado por índice de maturação. Sendo que, um aumento no valor de correlação indica sabor suave, enquanto que valores menores indicam sabor ácido (BOLZAN, 2008). Na Tabela 4 e Figura 4 é possível observar os resultados obtidos para ratio dos tomates.

A variável ratio apresentou interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento para as duas temperaturas. Os tratamentos apresentaram diferença

significativa entre si apenas em alguns dias de armazenamento, sendo que na temperatura 8 °C (T1), no último dia de armazenamento o tratamento gelatina 2% apresentou as maiores médias de ratio, diferindo significativamente do tratamento testemunha e pectina.

Para as médias de ratio, em todas as temperaturas e revestimentos, houve aumento durante os dias de armazenamento, com valores que variaram de 12,79 no primeiro dia de avaliação e variaram de 15,37 a 18,39 no último dia de avaliação para as duas temperaturas.

De acordo com Ferreira (2004), o alto valor na relação SS/AT indica uma excelente combinação de açúcar e ácido que se correlacionam com sabor suave dos tomates nos diferentes estádios de maturação. Segundo Kader (1986), frutos de alta qualidade contêm mais de 0,32% de acidez titulável, 3% de SS e relação SS/AT maior que 10. Os frutos que apresentam relação SS/AT próximas a 10 ou superiores, são aqueles que ao paladar relacionam as melhores condições de *flavor* (MINAMI e HAAG, 1989).

Tabela 4. Valores médios de ratio de tomate (*Solanum lycopersicum*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	12,79±1,38A	12,79±1,38A	12,79±1,38A	12,79±1,38A	
4	14,65±1,82A	20,18±1,87B	14,56±1,92A	19,54±0,37B	
8	15,24±0,89AB	14,23±0,71AB	13,50±2,13A	16,40±1,95B	
12	15,55±1,08A	14,61±0,68A	15,77±1,21A	15,77±2,08A	9,35
16	16,39±1,89A	15,28±2,19A	16,20±2,26A	15,86±1,79A	
20	15,47±0,73A	16,57±1,90AB	18,69±0,37B	15,67±0,87A	
CV(%) ¹	12,69				
Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	12,79±1,38A	12,79±1,38A	12,79±1,38A	12,79±1,38A	
4	14,33±0,21A	18,86±1,84C	18,33±1,34BC	16,06±0,29AB	
8	14,41±0,53A	15,57±1,92A	13,21±0,44A	14,66±1,23A	
12	17,60±1,03B	16,34±0,95AB	16,49±1,08AB	14,63±0,81A	8,74
16	16,91±3,10A	16,95±1,37A	15,37±0,31A	17,08±0,60A	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	7,61				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

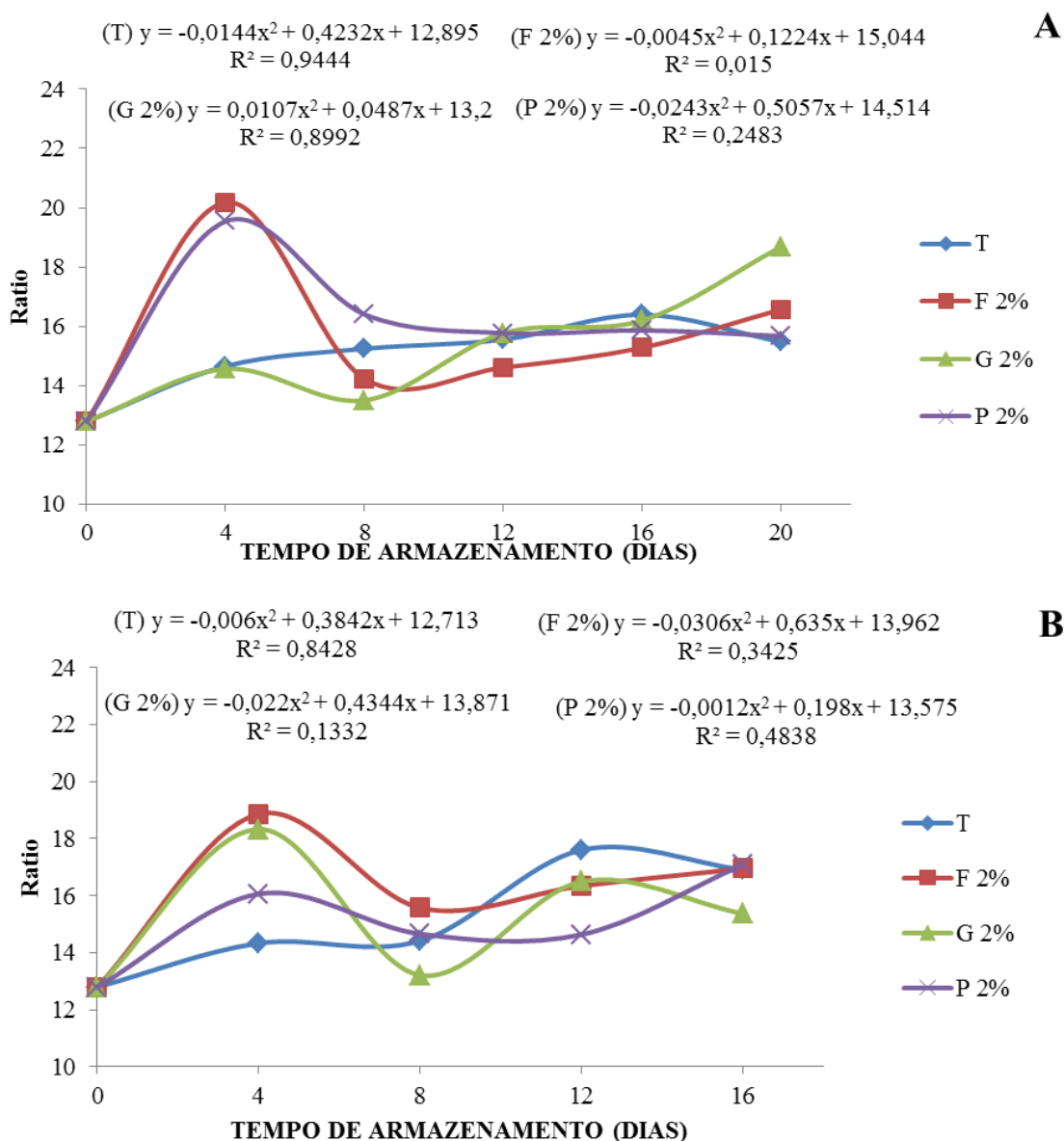


Figura 4. Ratio de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

Os resultados mostraram aumento da relação SS/AT de acordo com o aumento do período de armazenamento em ambas as temperaturas avaliadas. Essa relação tende a aumentar durante o amadurecimento, devido ao aumento dos teores de açúcar e a diminuição dos ácidos. Sendo assim, todos os fatores, sejam eles ambientais ou fisiológicos, que interferem no metabolismo dos açúcares e ácidos, estarão interferindo na relação SS/AT e, conseqüentemente no sabor do fruto (HOJO et al., 2009).

4.5. Ácido ascórbico

As frutas e hortaliças são responsáveis por 95% das fontes de ácido ascórbico na alimentação humana, sendo este um dos mais importantes nutrientes encontrado em frutas e hortaliças (MATSUURA, 2001). Na Tabela 5 e Figura 5 é possível observar os resultados obtidos para ácido ascórbico dos tomates.

Tabela 5. Valores médios de ácido ascórbico (mg ácido ascórbico 100 g⁻¹) de tomate (*Solanum lycopersicum*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Tempo	Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ				CV(%) ²
	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	
0	8,96±1,39A	8,96±1,39A	8,96±1,39A	8,96±1,39A	16,30
4	6,46±2,49AB	7,15±1,16B	8,26±0,70B	4,31±0,01A	
8	5,90±0,75A	6,63±0,34A	6,79±1,71A	5,74±1,63A	
12	4,99±1,28A	8,39±0,34B	8,42±1,08B	7,17±1,61AB	
16	5,18±0,83A	7,97±0,83B	9,03±1,87B	9,68±0,88B	
20	9,89±1,25A	8,26±0,29A	8,87±0,36A	10,22±1,09A	
CV(%) ¹	14,10				
Tempo	Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ				CV(%) ²
	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	
0	8,96±1,39A	8,96±1,39A	8,96±1,39A	8,96±1,39A	14,75
4	4,32±0,01A	6,30±0,89AB	7,55±0,91BC	8,45±0,34bC	
8	5,02±1,43A	8,80±0,89B	6,09±1,25A	6,43±1,74A	
12	5,92±1,10A	8,60±0,05B	8,43±0,37B	6,81±0,71AB	
16	9,22±0,99B	6,84±1,72A	5,45±0,81A	4,97±0,59A	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	16,25				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

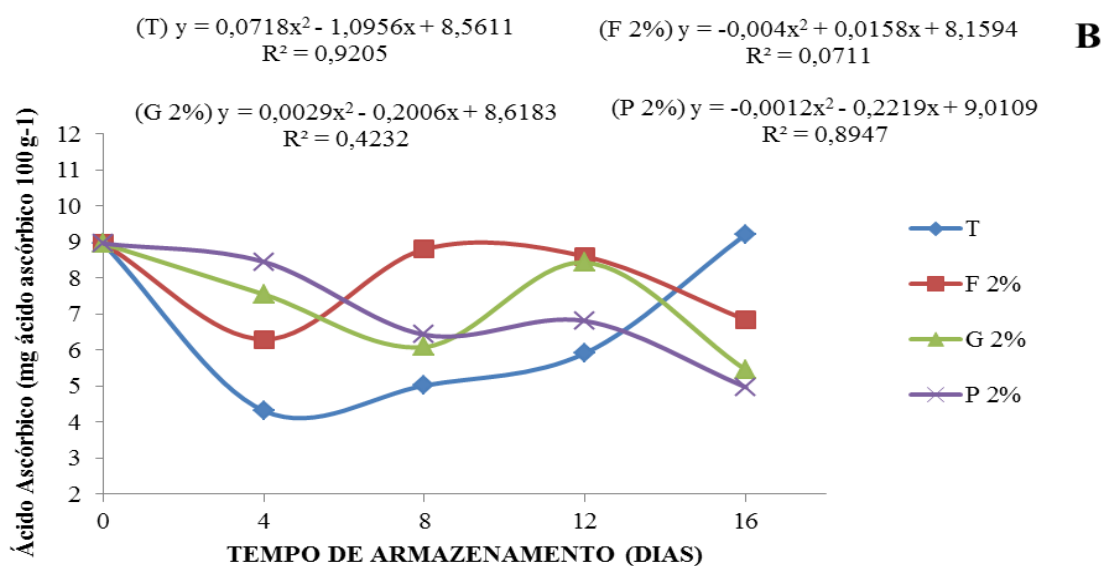
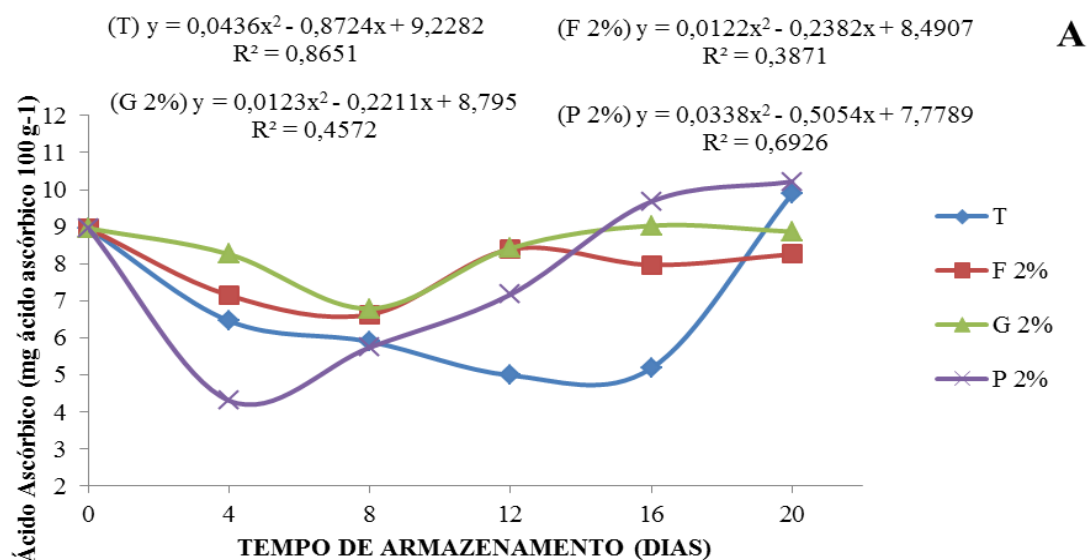


Figura 5. Ácido Ascórbico (mg ácido ascórbico 100g⁻¹) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

A variável ácido ascórbico apresentou interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento nas duas temperaturas. O tratamento testemunha nas duas temperaturas de armazenamento e o tratamento pectina 2% na temperatura de armazenamento 8 °C (T1), apresentaram aumento dos valores de ácido ascórbico no final do

armazenamento. Toor e Savage (2006b), observaram um ligeiro acúmulo de ácido ascórbico durante o armazenamento pós-colheita de tomates, dados esses que concordam com o presente trabalho. Segundo Miller e Rice Evans (1997), tem sido relatado que substâncias fenólicas têm um efeito protetor sobre o ácido ascórbico. Portanto, a presença de compostos fenólicos, carotenóides e flavonóides em células de tomate podem ter ajudado a manter o conteúdo de ácido ascórbico.

Segundo Lee e Kader (2000), tomates acumulam ácido ascórbico durante o processo de amadurecimento, mesmo que este seja realizado após a colheita. Entretanto, para alguns revestimentos comestíveis e alguns dias de armazenamento apresentou diminuição nos teores de ácido ascórbico. Haertel (2013), estudando as características físico-químicas de morangos cv. Camarosa minimamente processados submetidos a revestimentos à base de gelatina, xantana e óleo de canola, observou que todos os revestimentos aplicados demonstraram não apresentar efeito na preservação de ácido ascórbico durante o armazenamento.

Perdas substanciais de nutrientes podem ocorrer com o armazenamento, especialmente de ácido ascórbico, devido aos processos fisiológicos e bioquímicos, e pelo ácido ascórbico ser muito sensível e instável, sendo degradado com a luz e o calor. A redução do teor de ácido ascórbico pode ser devido a ação da enzima ácido ascórbico oxidase ou pela ação da peroxidase (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

4.6. Coloração

Segundo Fagundes et al. (2015), a mudança de cor é uma indicação importante da vida útil pós-colheita de frutas e hortaliças. Para a coloração da casca e polpa de tomate foram avaliados três parâmetros, sendo eles: luminosidade (L^*), o ângulo de cor (h°) e a cromaticidade (C^*). Segundo Giordano et al. (2000), a coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor, sendo um parâmetro essencial para classificação dos frutos. Para tomates maduros, as características desejadas de coloração do fruto devem ser cor vermelha intensa e uniforme, externa e internamente. Segundo Miguel et al. (2009), a coloração varia intensamente entre as cultivares, sendo que os produtos de cor forte e brilhante são os preferidos.

O parâmetro L^* indica a luminosidade da parte do fruto medida, onde varia de preto ($L^*=0$) a branco ($L^*=100$). Nas Tabelas 6 e 7 e Figuras 6 e 7, é possível observar os

resultados obtidos para a coloração da casca e da polpa dos tomates (parâmetro L*), respectivamente.

Tabela 6. Valores médios de coloração da casca de tomate (*Solanum lycopersicum*) (parâmetro L*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	37,90±0,61A	39,22±1,08A	38,47±1,20A	38,0±1,02A	3,68
4	36,90±1,75A	36,20±0,55A	35,12±0,68A	36,87±2,99A	
8	36,27±0,50A	36,75±0,84A	35,07±3,18A	36,20±0,53A	
12	35,72±0,73B	35,97±1,11B	35,25±1,30AB	33,22±3,13A	
16	35,52±1,59A	34,62±1,21A	35,17±1,67A	33,10±0,55A	
20	33,97±1,12A	35,72±1,41A	35,02±1,27A	33,97±0,67A	
CV(%) ¹	6,13				
Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	38,80±0,84A	38,0±1,55A	38,87±1,88A	39,80±0,63A	2,90
4	37,60±1,09A	39,30±2,36A	38,42±0,53A	39,17±1,74A	
8	36,35±0,05A	37,57±2,24A	37,07±0,65A	37,72±1,75A	
12	36,30±0,52A	37,9±2,03A	36,85±0,71A	36,75±0,86A	
16	35,75±1,56A	36,85±1,10AB	38,75±0,98B	36,12±1,40A	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	5,77				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

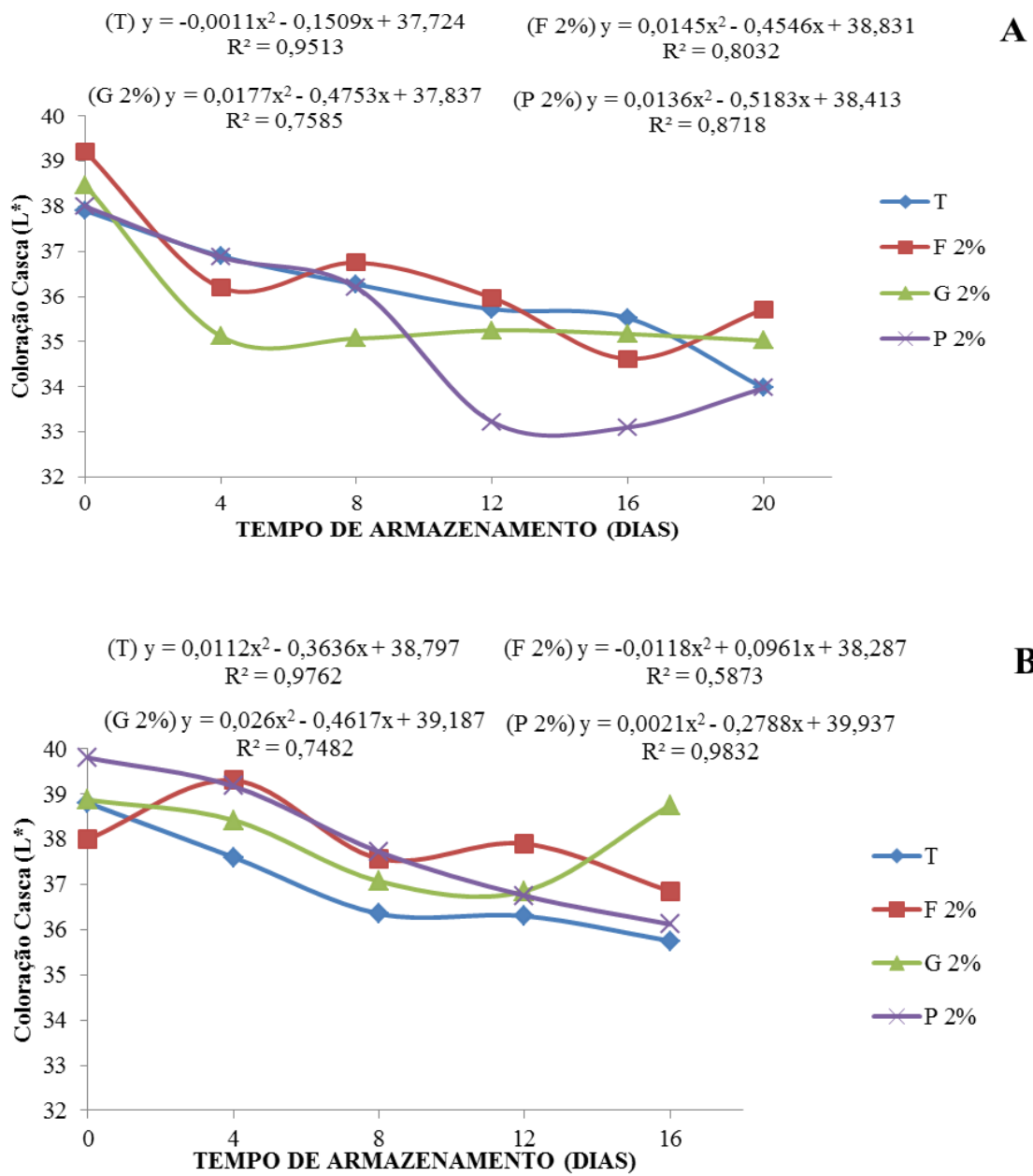


Figura 6. Coloração casca (L^*) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

Tabela 7. Valores médios de coloração da polpa de tomate (*Solanum lycopersicum*) (parâmetro L*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	36,17±5,04A	36,17±5,04A	36,17±5,04A	36,17±5,04A	9,62
4	26,20±1,31A	26,30±2,46A	30,02±4,32A	28,02±2,04A	
8	27,95±2,27B	20,17±2,04A	21,60±1,11A	21,57±2,28A	
12	26,75±1,65A	27,50±3,67A	27,85±2,26A	27,32±1,57A	
16	27,05±0,51A	30,70±2,31A	29,30±1,76A	30,97±1,23A	
20	27,67±1,69AB	28,50±1,52AB	26,52±0,32A	32,40±2,60B	
CV(%) ¹	11,26				
Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	36,17±5,04A	36,17±5,04A	36,17±5,04A	37,17±5,04A	12,08
4	19,77±3,22A	25,32±2,65A	24,65±1,15A	23,27±2,38A	
8	26,85±1,03A	26,55±2,80A	24,90±4,28A	21,80±1,80A	
12	19,72±2,00A	22,40±0,99A	22,92±1,83A	23,02±1,84A	
16	22,95±1,17A	23,85±1,36A	27,87±2,40A	22,30±1,76A	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	8,73				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

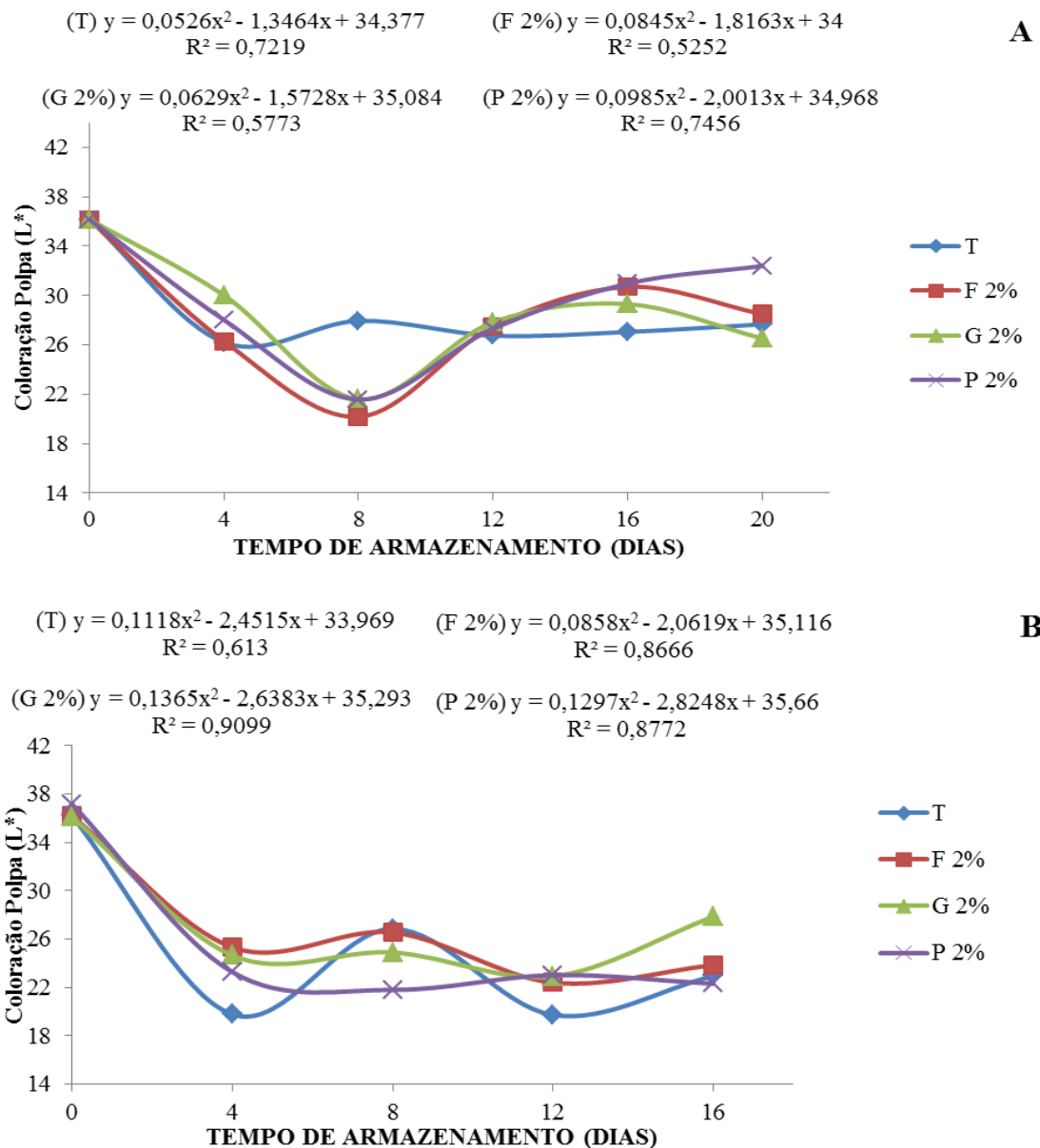


Figura 7. Coloração polpa (L*) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

A variável coloração da casca (L*) apresentou interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento para as duas temperaturas. Para a variável coloração da polpa (L*) houve interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento para a temperatura 8 °C (T1). Já para a temperatura 25 °C (T2), foi influenciada somente pelo tempo de armazenamento.

Em todos os tratamentos a casca e a polpa dos tomates apresentaram redução nos valores de L* no final do armazenamento, demonstrando assim um significativo aumento da cor vermelha durante todo o período de armazenagem. Dados esses que concordam com Oliveira et al. (2012), que estudando o armazenamento de tomates revestidos com pectina observou redução nos valores de L*. Fagundes et al. (2015), estudando o efeito da atmosfera modificada ativa e armazenamento a frio na qualidade pós-colheita de tomates cereja, também observou redução nos valores de L*, concordando com o presente trabalho. Ferreira et al. (2015), estudando a influencia do revestimento de fécula de mandioca em tomate cereja, também observou redução nos valores de L* em relação a época de avaliação.

A tonalidade dos frutos depende da relação entre os valores de a* e b*, que é o valor do h°, para que possam distinguir tons diferentes para uma mesma luminosidade. O ângulo h° tem seus valores determinados, sendo os mais próximos de 0° tonalidades mais fortes de vermelho, o vermelho puro, e 90° representa o amarelo puro (ARIAS, 2000). Nas Tabelas 8 e 9 e Figuras 8 e 9, é possível observar, respectivamente, os resultados da coloração da casca e polpa dos tomates (parâmetro h°).

Tabela 8. Valores médios de coloração da casca de tomate (*Solanum lycopersicum*) (parâmetro h°) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	55,85±2,09A	55,85±2,09A	55,85±2,09A	55,85±2,09A	3,31
4	46,2±2,31A	52,37±1,06B	50,82±0,88B	52,1±3,08B	
8	43,92±1,33A	50,87±2,55B	49,65±1,39B	49,75±1,14B	
12	42,15±0,56A	49,55±0,58B	47,37±2,28B	47,67±2,41B	
16	39,65±0,65A	47,45±0,45B	45,62±0,86B	45,65±0,95B	
20	38,32±0,38A	46,3±0,21B	44,67±0,41B	44,75±0,38B	
CV(%) ¹	3,19				
Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	55,85±2,09A	55,85±2,09A	55,85±2,09A	55,85±2,09A	2,29
4	43,57±1,15A	51,87±1,06B	49,87±0,90B	50,07±0,17B	
8	41,52±0,34A	48,22±0,74B	47,87±0,59B	47,95±0,04B	
12	40,30±0,52A	46,52±,49B	45,75±0,12B	45,87±0,06B	
16	38,55±0,25A	44,65±0,42B	42,70±0,94B	43,11±0,25B	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	2,25				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

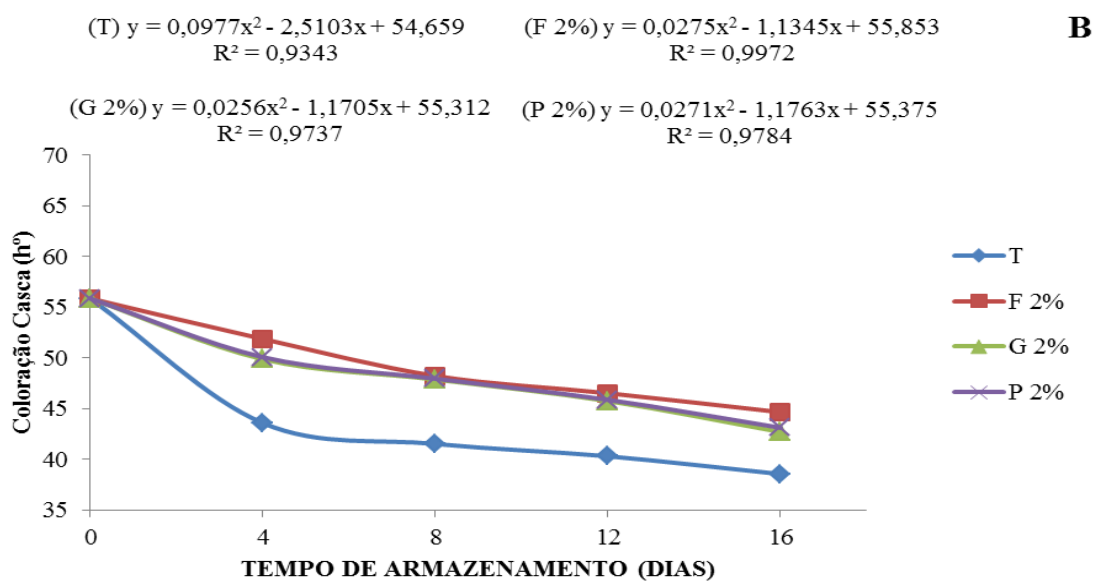
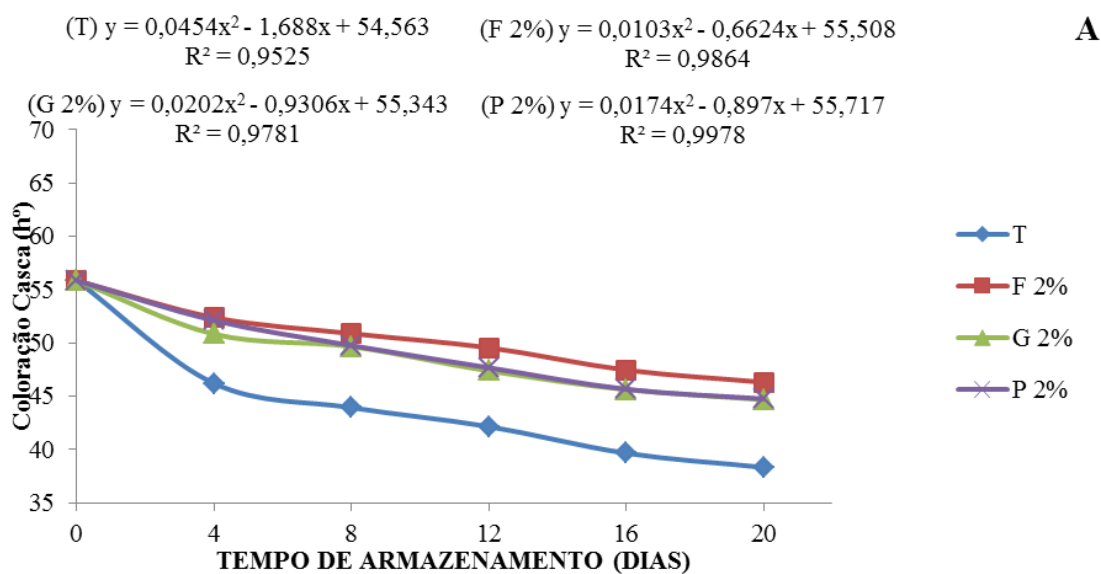


Figura 8. Coloração casca (h°) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

Tabela 9. Valores médios de coloração da polpa de tomate (*Solanum lycopersicum*) (parâmetro h°) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%)²
0	56,12±0,49A	56,12±0,49A	56,12±0,49A	56,12±0,49A	2,80
4	47,2±2,50A	54,05±0,73C	50,30±1,29B	50,6±0,90B	
8	43,65±1,57A	53,55±2,26C	48,00±0,78B	50,2±2,28B	
12	42,5±0,53A	50,57±2,41C	46,92±1,51B	47,52±0,99B	
16	40,9±1,46A	48,70±2,22C	43,57±1,18B	44,15±1,31B	
20	38,95±0,56A	47,95±0,12C	42,05±0,12B	43,40±0,23B	
CV(%)¹	2,79				
Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%)²
0	56,12±0,49A	56,12±0,49A	56,12±0,49A	56,12±0,49A	3,77
4	45,55±1,61A	50,90±2,89B	47,55±1,35A	47,60±1,8AB	
8	41,62±0,51A	48,67±1,71C	45,35±2,65B	45,65±1,81BC	
12	38,22±2,07A	46,55±1,72B	43,70±1,79B	44,65±1,49B	
16	36,15±0,81A	44,60±3,58C	40,70±1,81B	41,07±1,73B	
20	...	...	...	...
CV(%)¹	3,97				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

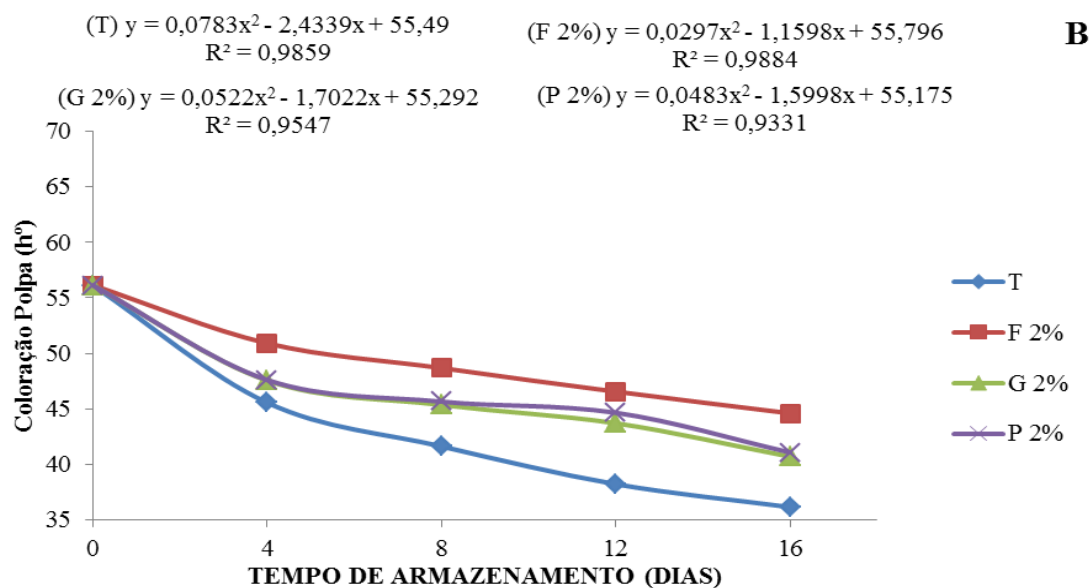
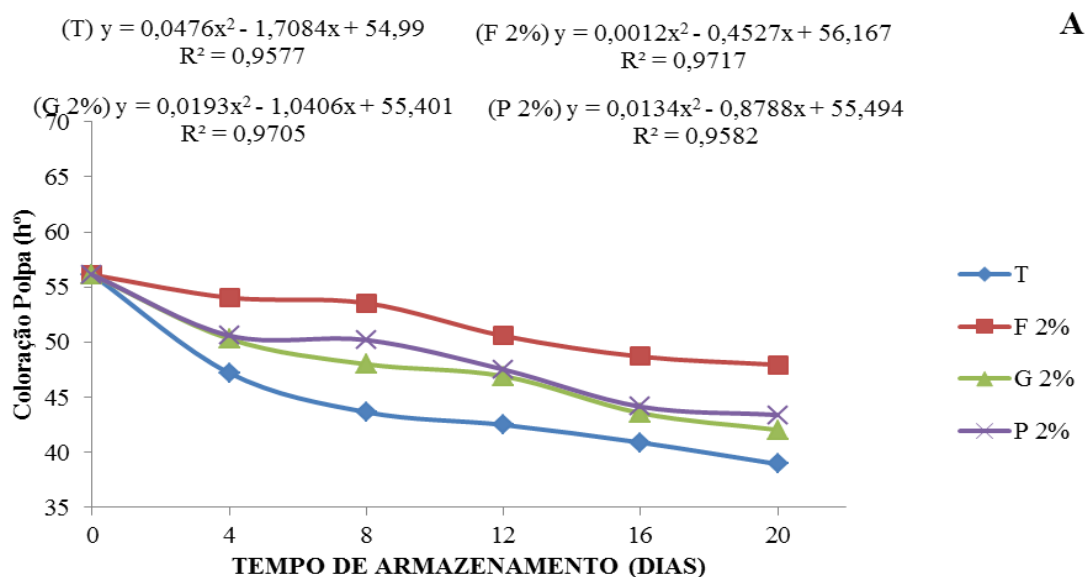


Figura 9. Coloração polpa (h°) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

Para a variável coloração da casca e da polpa, parâmetro h°, houve interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento para as duas temperaturas. Os valores diminuíram com o amadurecimento dos tomates, demonstrando

evolução da coloração vermelha durante o tempo de armazenamento. Ferreira et al. (2015), estudando a influencia do revestimento de fécula de mandioca em tomate cereja, também observou redução nos valores de h° em relação a época de avaliação. Amarante et al. (2012), estudando a conservação pós-colheita em condição ambiente de híbridos de tomate tipo salada, também encontrou resultados semelhantes.

Este comportamento pode ser observado para todos os tratamentos no decorrer do tempo de armazenamento. Sendo que o tratamento testemunha apresentou as maiores quedas no final do armazenamento para essa variável, demonstrando que os frutos sem revestimento apresentaram uma coloração vermelha mais intensa no final do armazenamento, demonstrando assim que tiveram um processo de amadurecimento mais acelerado do que os tomates em que foram aplicados os revestimentos comestíveis.

A ação dos revestimentos decorre da redução da atividade metabólica e da perda de água, melhorando o aspecto comercial e aumentando o período de comercialização dos produtos hortifrutícolas (VILA, 2004). Dados esses que concordam com Shewfelt et al. (1988), que estudaram as alterações na cor dos tomates durante a maturação em diferentes temperaturas de armazenamento.

A cromaticidade define a intensidade da cor, sendo os mais opacos com valores próximos de zero e, com maior vivacidade aqueles próximos de 60. Assim, quanto maior o valor, mais puras e fortes são as cores e, em menores valores, as cores se mostram mais mescladas (ALESSI, 2010). Nas Tabelas 10 e 11 e Figura 10 é possível observar os resultados da coloração da casca e da polpa, respectivamente dos tomates (parâmetro C^*).

Para a cromaticidade, observou-se aumento nos valores, indicando o aumento de intensidade durante o período de armazenamento para a casca e a polpa nas duas temperaturas de armazenamento.

Tabela 10. Valores médios de coloração da casca de tomate (*Solanum lycopersicum*) (parâmetro C*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%)²
0	26,89±1,52A	26,89±1,52A	26,89±1,52A	26,89±1,52A	4,21
4	33,42±1,26B	30,22±0,72A	31,17±1,35AB	30,35±3,29A	
8	34,07±1,12B	31,35±0,42A	32,02±0,84AB	31,37±2,39A	
12	34,18±0,05B	31,55±1,60A	32,3±0,69AB	31,65±0,3A	
16	34,5±3,12B	31,95±0,33A	33,02±0,12AB	32,37±0,43AB	
20	35,4±0,35B	32,17±0,15A	33,72±0,35AB	33,37±0,20AB	
CV(%)¹	5,05				
Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%)²
0	26,89±1,52A	26,89±1,52A	26,89±1,52A	26,89±1,52A	3,75
4	29,57±2,35B	27,42±0,75A	28,12±0,64AB	28,52±0,65AB	
8	29,60±1,35A	27,85±0,23A	28,87±0,55A	28,77±0,20A	
12	30,77±0,60A	28,92±0,54A	29,4±0,36A	29,82±0,79A	
16	31,47±0,69B	29,05±0,88A	30,22±1,00AB	30,10±0,35AB	
20	...	...	...	...
CV(%)¹	3,31				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

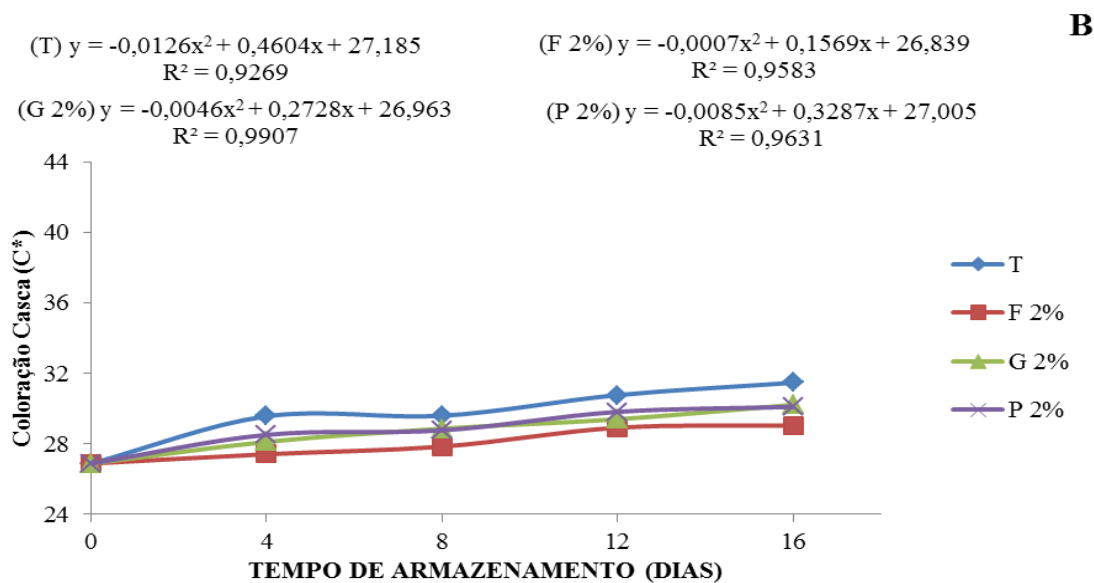
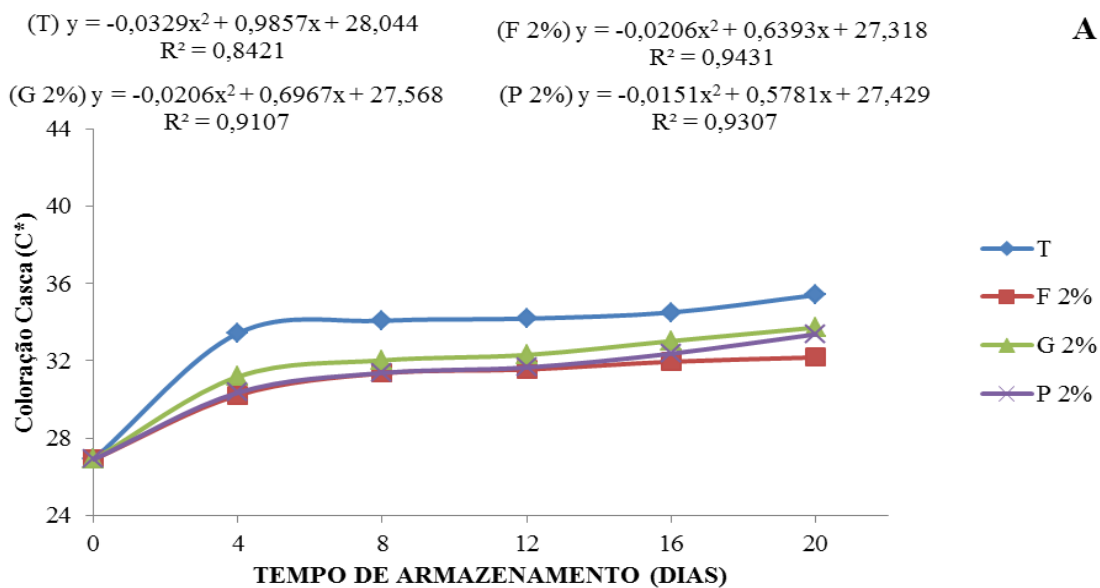


Figura 10. Coloração casca (C^*) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

Para a variável coloração da casca, parâmetro C^* , houve interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento para as duas temperaturas. O tratamento fécula apresentou as menores médias de cromaticidade no final do armazenamento

nas duas temperaturas, diferindo significativamente do tratamento testemunha, que apresentou as maiores médias de cromaticidade, demonstrando assim que os frutos do tratamento testemunha apresentaram maior intensidade de coloração no final do armazenamento. Henrique e Cereda (1999) avaliando o armazenamento de morangos recoberto com revestimento de fécula de mandioca, verificaram que o tratamento fécula de mandioca reteve a coloração dos frutos por um período maior de tempo, proporcionando maior qualidade na vida pós-colheita.

Tabela 11. Valores médios de coloração da polpa de tomate (*Solanum lycopersicum*) (parâmetro C*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	21,57±8,01A	21,57±8,01A	21,57±8,01A	21,57±8,01A	14,45
4	22,30±0,25A	21,96±0,03A	22,00±0,08A	22,02±0,09A	
8	22,42±0,46A	21,98±0,01A	22,15±0,05A	22,10±0,14A	
12	23,45±0,12A	22,02±0,03A	22,37±0,17A	22,38±0,44A	
16	24,42±0,33A	22,77±0,26A	22,92±0,09A	22,83±0,04A	
20	25,65±0,26A	22,95±0,10A	23,42±0,33A	23,22±0,15A	
CV(%) ¹	14,91				
Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	21,57±8,01A	21,57±8,01A	21,57±8,01A	21,57±8,01A	15,80
4	22,72±0,09A	22,00±0,02A	22,40±0,16A	22,57±0,02A	
8	22,85±0,05A	22,05±0,02A	22,55±0,1A	22,63±0,02A	
12	23,72±0,22A	22,07±0,04A	22,66±0,04A	22,72±0,03A	
16	24,80±0,14A	22,92±0,04A	23,05±0,12A	23,29±0,40A	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	16,27				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

Para a variável coloração da polpa, parâmetro C*, não houve interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento para as duas temperaturas. Dados esses que concordam com Bischoff et al. (2012), que estudando a qualidade e aparência do tomate embalado com revestimento comestível e filme de pvc (policloreto de polivinila), observaram que os revestimentos comestíveis e os períodos de armazenamento não influenciaram os teores de croma da polpa de tomate.

4.7. Carotenóides totais expressos em teor de licopeno

O licopeno é um dos principais carotenos encontrados em tomates e em produtos à base de tomate (MELENDEZ-MARTÍNEZ et al., 2010), o que pode estar relacionado com os diversos benefícios para a saúde de produtos à base de tomate (KUN et al., 2006). Na Tabela 12 e Figura 11 é possível observar os resultados obtidos para carotenóides totais expressos em teor de licopeno em tomates, amostrados neste trabalho.

A variável licopeno apresentou interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento, para a temperatura 8 °C (T1). Já para a temperatura 25 °C (T2), foram influenciados somente pelo tempo de armazenamento.

Tabela 12. Valores médios de carotenóides totais expressos em teor de licopeno ($\mu\text{g g}^{-1}$) de tomate (*Solanum lycopersicum*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Tempo	Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ				CV(%) ²
	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	
0	17,61±1,26A	17,61±1,26A	17,61±1,26A	17,61±1,26A	38,00
4	23,47±1,68A	31,65±1,34A	30,97±0,93A	37,32±1,48A	
8	37,58±1,6A	33,56±1,3A	26,37±1,7A	41,12±1,8A	
12	49,46±1,7AB	27,37±1,3A	43,29±1,2AB	57,67±1,1B	
16	41,04±1,09A	39,62±1,34A	50,38±1,43A	53,22±1,95A	
20	28,86±1,71A	26,67±1,61A	42,76±1,32AB	64,22±1,29B	
CV(%) ¹	32,53				
Tempo	Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ				CV(%) ²
	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	
0	17,61±1,26A	17,61±1,26A	17,61±1,26A	17,61±1,26A	37,55
4	36,21±1,8A	37,68±1,00A	51,93±1,50A	56,87±1,2A	
8	45,94±1,00A	55,57±1,2A	39,61±1,3A	33,87±1,5A	
12	49,67±1,5A	50,44±1,6A	52,36±1,8A	45,12±1,8A	
16	44,78±1,6A	29,35±1,4A	26,16±1,3A	50,69±1,8A	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	39,40				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

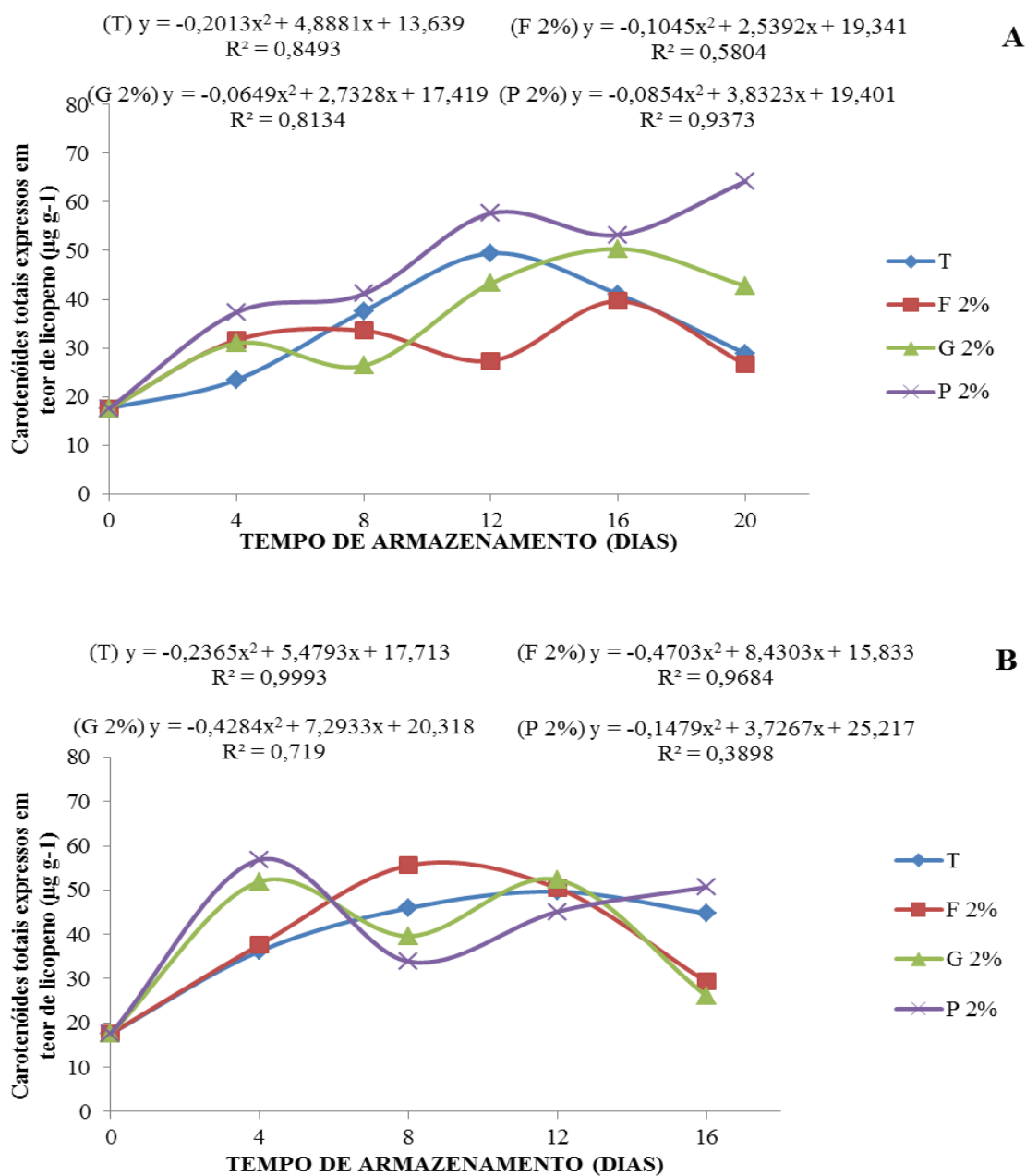


Figura 11. Carotenóides totais expressos em teor de licopeno ($\mu\text{g g}^{-1}$) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

A variável licopeno apresentou aumento nos valores no final do armazenamento para todos os tratamentos nas duas temperaturas de armazenamento. Sendo que na temperatura de armazenamento 8 °C (T1), no 12º e 20º dia de armazenamento, o tratamento pectina

apresentou as maiores médias de licopeno diferindo significativamente dos demais tratamentos. Ali et al. (2013), estudando o efeito de revestimento comestível de goma arábica na capacidade antioxidante de tomate, observou aumento nos valores de licopeno no final do armazenamento, concordando com este trabalho.

O aumento dos níveis de licopeno em tomates é normal durante o amadurecimento do fruto, como pode-se observar durante o armazenamento, neste trabalho. De acordo com Vilas Boas et al. (1999), a síntese de licopeno se dá mais intensamente quando os frutos passam a adquirir coloração avermelhada. Durante o amadurecimento ocorre aumento de licopeno e beta caroteno, ou seja, a síntese de carotenóides, decorrentes das transformações ocorridas nos frutos (LU et al., 2010).

Para tomates Santa Cruz e Italiano, os mesmos apresentaram valores médios de licopeno entre 2,19 a 5,70 $\mu\text{g g}^{-1}$ (SHIRAHIGE et al., 2010), valores bem abaixo dos encontrados no presente trabalho, provavelmente devido a utilização de metodologias diferentes.

4.8. Atividade antioxidante

4.8.1. DPPH

O método de antioxidante por 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), tem como princípio a captura do radical orgânico, onde baseia-se na captura deste radical (DPPH) por antioxidantes (RUFINO et al., 2007a), medindo desta forma a quantidade dos compostos com caráter antioxidante. Na Tabela 13 e Figura 12 é possível observar os resultados obtidos para DPPH dos tomates.

A variável DPPH apresentou interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento nas duas temperaturas de armazenamento. As médias apresentaram-se superiores no final do armazenamento dos frutos quando comparadas ao tempo inicial, independente dos tratamentos aplicados. No último dia de armazenamento nas duas temperaturas de armazenamento, o tratamento testemunha, apresentou as menores médias quando comparadas ao demais tratamentos, diferindo significativamente dos demais tratamentos.

O aumento da atividade antioxidante ao final do armazenamento está relacionado à fisiologia dos frutos, devido condições ambientais adversas, temperaturas baixas, ataque por

microrganismos, danos mecânicos, senescência dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005; TAIZ e ZEIGER, 2013) e estresse oxidativo relacionado com temperatura e transpiração (ROUSSOS et al., 2007), são indicadores de modificações no metabolismo de compostos com caráter antioxidantes. Para tomate inteiro a média de antioxidante é igual a 3,01 mmol trolox L⁻¹ (KALOGEROPOULOS et al., 2012), discordando dos resultados encontrados neste trabalho, que encontrou resultados superiores.

Tabela 13. Valores médios de DPPH (mmol trolox L⁻¹) de tomate (*Solanum lycopersicum*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8°C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	5,65±0,22A	5,65±0,22A	5,65±0,22A	5,65±0,22A	3,60
4	7,18±0,42A	8,34±0,41C	7,58±0,14AB	7,73±0,35B	
8	9,36±0,47A	10,76±0,02B	9,34±0,30A	10,25±0,11B	
12	6,17±0,42A	8,48±0,01C	8,21±0,58C	7,19±0,08B	
16	5,99±0,23A	11,36±0,05B	10,99±0,30B	10,91±0,09B	
20	5,89±0,06A	8,07±0,03C	7,08±0,01B	7,21±0,01B	
CV(%) ¹	1,94				
Temperatura de refrigeração (25°C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	5,65±0,22A	5,65±0,22A	5,65±0,22A	5,65±0,22A	5,85
4	4,57±0,15A	8,36±0,21B	10,22±0,67C	11,47±0,57D	
8	4,14±1,26A	8,74±0,41B	8,66±0,49B	9,14±0,01B	
12	5,68±0,80A	9,00±0,20B	8,83±1,19C	7,06±0,01C	
16	8,49±0,03A	11,42±0,32B	11,26±0,13C	10,26±0,07C	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	8,44				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

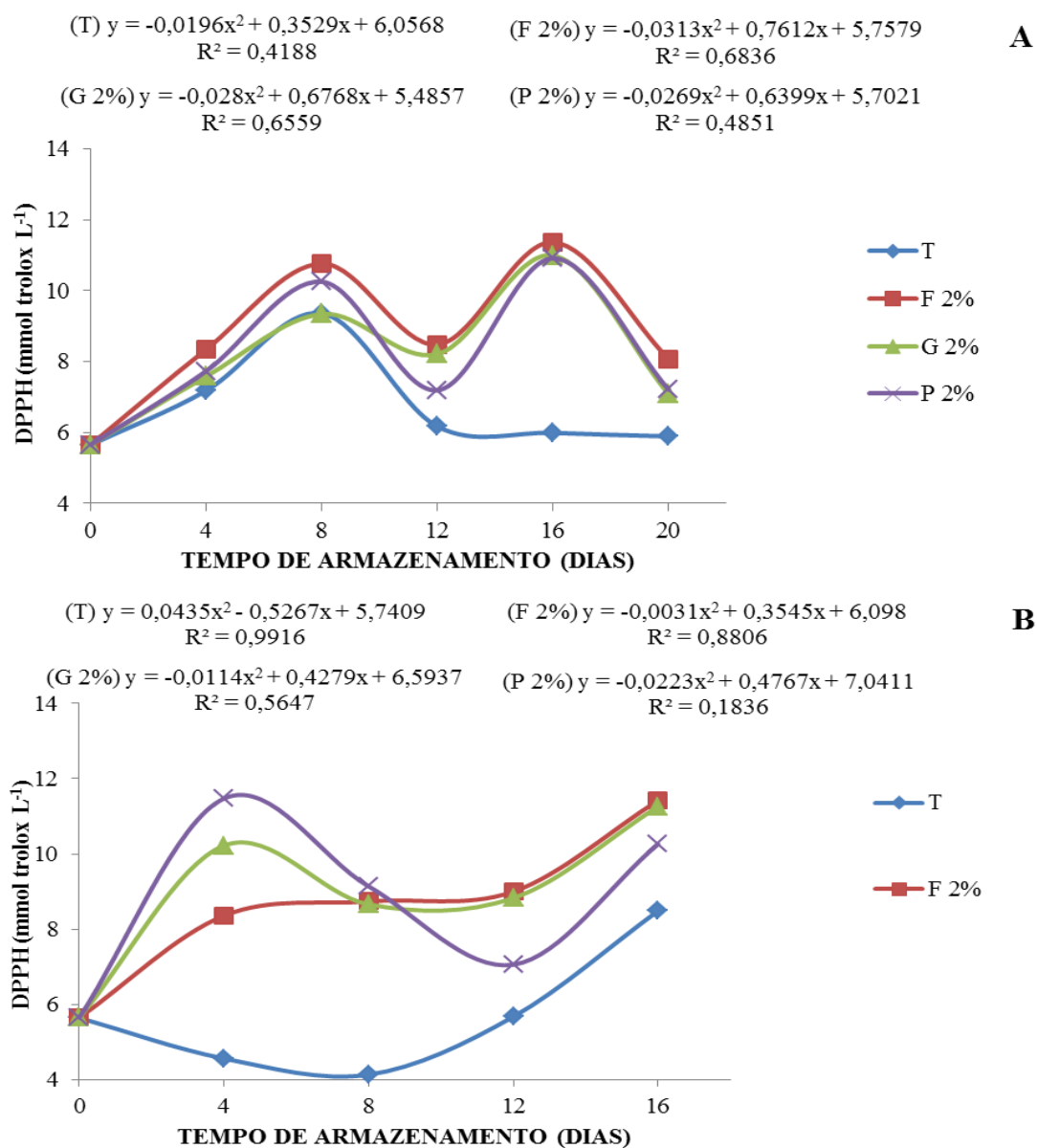


Figura 12. DPPH (mmol trolox L⁻¹) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

4.8.2. ABTS

Este método, assim como o DPPH, tem como princípio a captura do radical orgânico por antioxidantes, entretanto o radical é 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico) (ABTS), que é gerado por reações químicas, eletroquímica ou enzimática (RUFINO et al., 2007b). Na Tabela 14 e Figura 13 é possível observar os resultados obtidos para ABTS dos tomates.

A variável ABTS apresentou interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento nas duas temperaturas, sendo que o comportamento das médias para a variável ABTS, nas duas temperaturas de armazenamento apresentaram diminuição nos valores no final do período de armazenamento para todos os tratamentos, sendo que o tratamento testemunha nas duas temperaturas de armazenamento foram os que apresentaram as menores médias.

Tabela 14. Valores médios de ABTS (mmol trolox L⁻¹) de tomate (*Solanum lycopersicum*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Tempo	Temperatura de refrigeração (8°C±1) (T1) ±σ				CV(%) ²
	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	
0	16,22±0,11A	16,22±0,11A	16,22±0,11A	16,22±0,11A	3,61
4	13,26±0,20A	15,27±0,76B	14,99±0,45B	14,89±0,67B	
8	14,45±0,04A	16,33±0,05B	16,25±0,02B	17,23±0,30B	
12	13,72±0,59A	16,33±0,05C	15,16±0,04B	17,24±0,29C	
16	12,76±0,02A	16,08±0,16B	18,04±0,06C	18,32±0,39C	
20	8,14±0,27A	16,05±0,18D	13,71±0,28C	12,07±0,27B	
CV(%) ¹	2,92				
Tempo	Temperatura de refrigeração (25°C±1) (T2) ±σ				CV(%) ²
	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	
0	16,22±0,11A	16,22±0,11A	16,22±0,11A	16,22±0,11A	4,37
4	14,96±0,79A	16,10±0,80AB	16,31±0,03B	17,24±0,39B	
8	12,03±1,35A	19,80±0,89C	15,74±0,33B	15,28±0,01B	
12	9,90±1,49A	15,03±0,02C	13,63±0,60B	13,18±0,41B	
16	8,14±0,05A	15,53±0,11C	14,16±1,25B	15,07±0,10BC	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	4,61				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

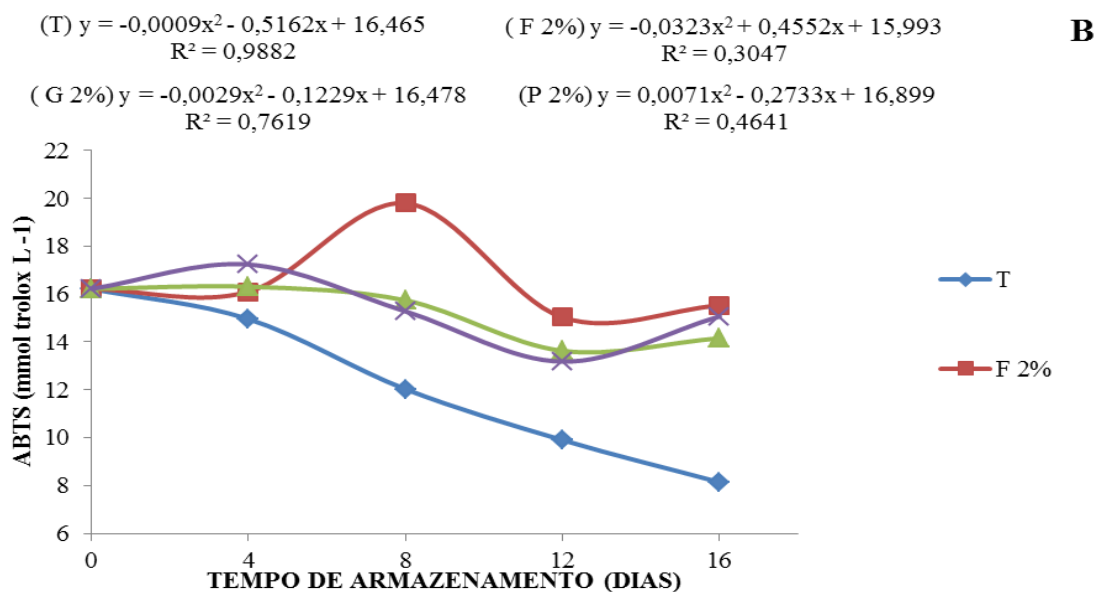
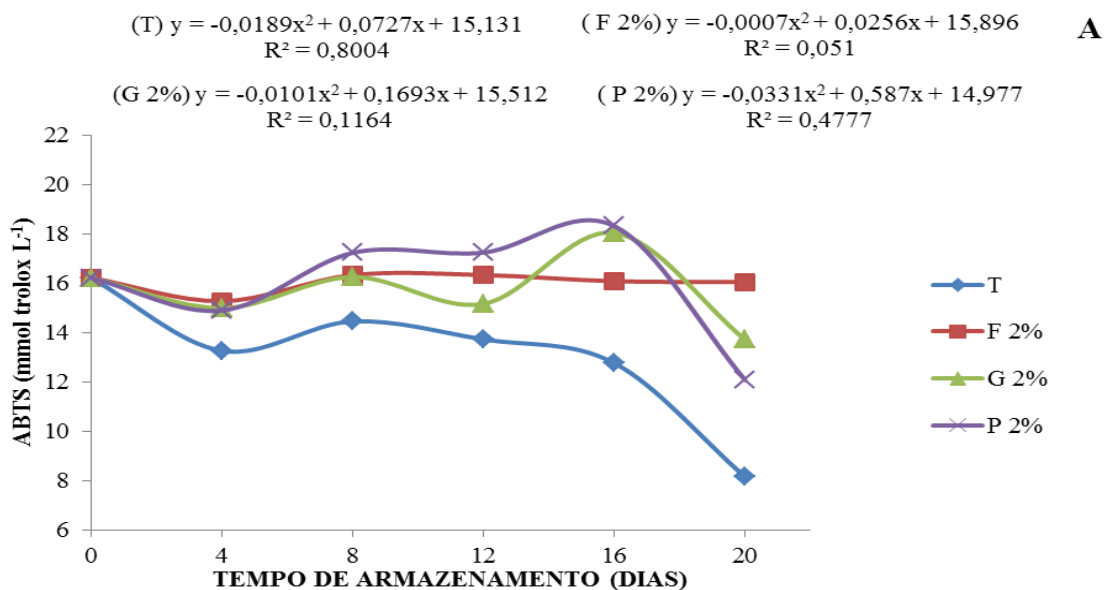


Figura 13. ABTS (mmol trolox L⁻¹) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

Polpas de frutas congeladas que apresentam quantidades significativas de licopeno, assim como o tomate e goiaba *in vitro*, apresentam em média valores de 3,69 e 0,40 mmol trolox g⁻¹, respectivamente, valores superiores aos encontrados para este estudo, quando convertidos a mesma unidade (VIEIRA et al., 2011). Estudos demonstraram a atividade

antioxidante por ABTS por diferentes métodos para vegetais, como o tomate que demonstrou média de 39,10 mg de ácido ascórbico equivalente (VCE) 100g⁻¹, onde os autores citam como baixa atividade comparados a vegetais que apresentaram alta atividade antioxidante com a presença de licopeno como laranja (141,10 mg VCE 100g⁻¹) e pepper chili (136,90 273,50 mg VCE 100g⁻¹) (FLOEGEL et al., 2011). Devido à escassez de trabalhos com este método, o comportamento destes resultados em frutos de tomateiro ainda é pouco explorado.

4.9. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são encontrados em tomates e estão ligados à redução de diversas doenças (SPENCER et al., 2008). Na Tabela 15 e Figura 14 é possível observar os resultados obtidos para compostos fenólicos dos tomates.

A variável compostos fenólicos apresentou interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento nas duas temperaturas de armazenamento.

Tabela 15. Valores médios de Compostos fenólicos (mg 100g⁻¹) de tomate (*Solanum lycopersicum*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	258±0,56A	258±0,56A	258±0,56A	258±0,56A	7,13
4	201±0,74A	309,5±0,79C	304±0,81C	251,50±0,71B	
8	198,75±0,13A	384,25±0,19B	437,75±0,11C	426,75±0,16BC	
12	202,5±0,09A	375±0,8B	332±0,13B	422,50±0,23C	
16	360,25±0,23A	611,5±0,21C	537±0,19B	533,5±0,19B	
20	174,25±0,09A	610,25±0,13C	418,75±0,23B	203,50±0,26A	
CV(%) ¹	10,45				
Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%) ²
0	258,0±0,56A	258,0±0,56A	258,0±0,56A	258,0±0,56A	17,48
4	205,5±0,08A	266,75±0,11AB	356,75±0,12BC	447,5±0,23B	
8	141,75±0,21A	445,0±0,23C	258,75±0,36B	365,25±0,65BC	
12	155,0±0,43A	316,0±0,34B	271,75±0,36B	445,0±0,37C	
16	379,5±0,26C	532,25±0,29B	493,50±0,12B	430,25±0,23AB	
20	...	...	...	...
CV(%) ¹	11,72				

*n = número de repetições. *Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

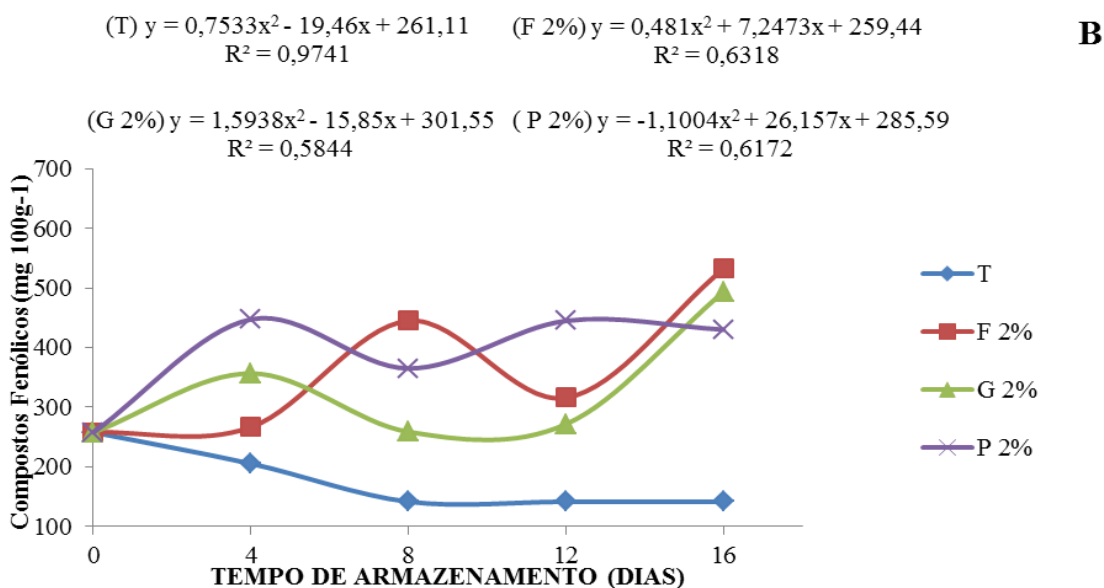
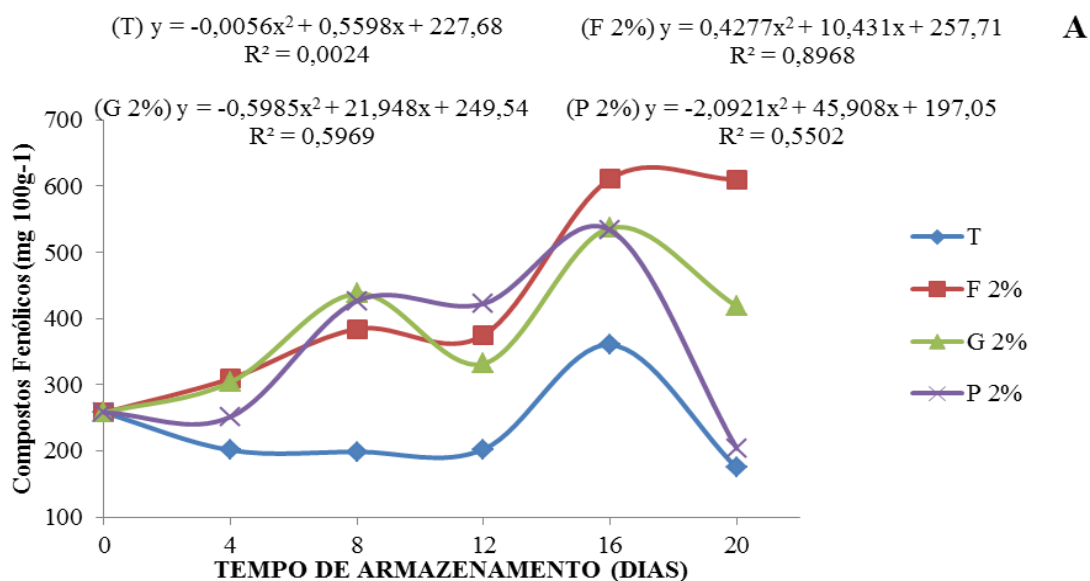


Figura 14. Compostos fenólicos ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de $8 \text{ }^\circ\text{C}$ (A) e $25 \text{ }^\circ\text{C}$ (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

As médias aumentaram conforme o tempo de armazenamento dos tomates, exceto para o tratamento testemunha e pectina na temperatura de armazenamento de $8 \text{ }^\circ\text{C}$ (T1). Os tratamentos fécula 2% e gelatina 2% demonstraram diferença significativa do tratamento testemunha, apresentando médias superiores a testemunha, nas duas temperaturas de

armazenamento. Vieities et al. (2012), observaram no armazenamentos de abacates “Fuerte” acondicionados em temperatura ambiente e refrigerada (10 °C) durante 15 dias o mesmo comportamento para atividade antioxidante, onde os mesmos aumentaram nos últimos dias no período analisado.

Os compostos fenólicos são encontrados em tomates e estão ligados à redução de diversas doenças (SPENCER et al., 2008). Apesar dos compostos fenólicos não estarem diretamente relacionados com a atividade antioxidante, pois nem todos os compostos apresentam caráter antioxidante, estes demonstram relação com a atividade antioxidante já apresentado, com aumento dos teores dos compostos conforme armazenamento dos tomates.

Para tomates “tipo italiano” *Solanum lycopersicum*, apresentaram valores inferiores aos encontrados neste estudo, onde para *S. lycopersicum* demonstraram potencial antioxidante baixo comparado aos demais compostos com caráter antioxidante, como o ácido ascórbico (MONTEIRO et al., 2008). Para tomates inteiros (*Solanum lycopersicum*), foram encontradas altas médias, como 9.779,30 mg de ácido gálico equivalente (KALOGEROPOULOS et al., 2012).

4.10. Perda de massa

A perda de massa de frutas e hortaliças na pós-colheita ocorre principalmente devido a respiração e a transpiração (FERREIRA, 2004). Na Tabela 16 e Figura 15 é possível observar os resultados obtidos para a perda de massa fresca dos tomates.

A variável perda de massa apresentou interação significativa entre os revestimentos comestíveis e o tempo de armazenamento nas duas temperaturas de armazenamento. Para a análise de perda de massa (%), em todas as temperaturas e revestimentos, ambos apresentaram um aumento de perda de massa durante os dias de armazenamento, onde os valores variaram entre 2,77 a 4,21% no primeiro dia de avaliação e 9,21 a 15,70% para os últimos dias de avaliação para as duas temperaturas.

Tabela 16. Valores médios de perda de massa (%) de tomate (*Solanum lycopersicum*) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C e 25 °C (n = 4).

Temperatura de refrigeração (8 °C±1) (T1) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%)²
0	0,00±0,00A	0,00±0,00A	0,00±0,00A	0,00±0,00A	8,01
4	3,09±0,38A	2,77±0,38A	2,86±0,25A	3,63±0,35A	
8	6,03±0,76B	4,74±0,67A	4,57±0,51A	6,18±0,70B	
12	9,20±1,20C	6,59±0,82A	6,69±0,70A	8,13±0,84B	
16	11,52±1,32C	8,55±0,94A	8,74±1,02A	10,21±1,15B	
20	14,55±1,48C	10,52±1,23A	11,26±1,28A	12,39±1,21B	
CV(%)¹	27,70				
Temperatura de refrigeração (25 °C±1) (T2) ±σ					
Tempo	Testemunha	Fécula	Gelatina	Pectina	CV(%)²
0	0,00±0A	0,00±0A	0,00±0A	0,00±0A	7,07
4	4,21±0,12C	2,79±0,45 ^a	3,32±0,35AB	3,81±0,41BC	
8	7,94±0,39C	5,27±1,02 ^a	6,16±0,54B	6,67±0,49B	
12	11,49±0,49C	7,37±1,37 ^a	9,06±0,93B	9,51±0,47B	
16	15,70±0,45C	9,21±1,07 ^a	12,53±1,37B	12,91±0,46B	
20	...	...	...	...
CV(%)¹	18,66				

*n = número de repetições. * Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos.

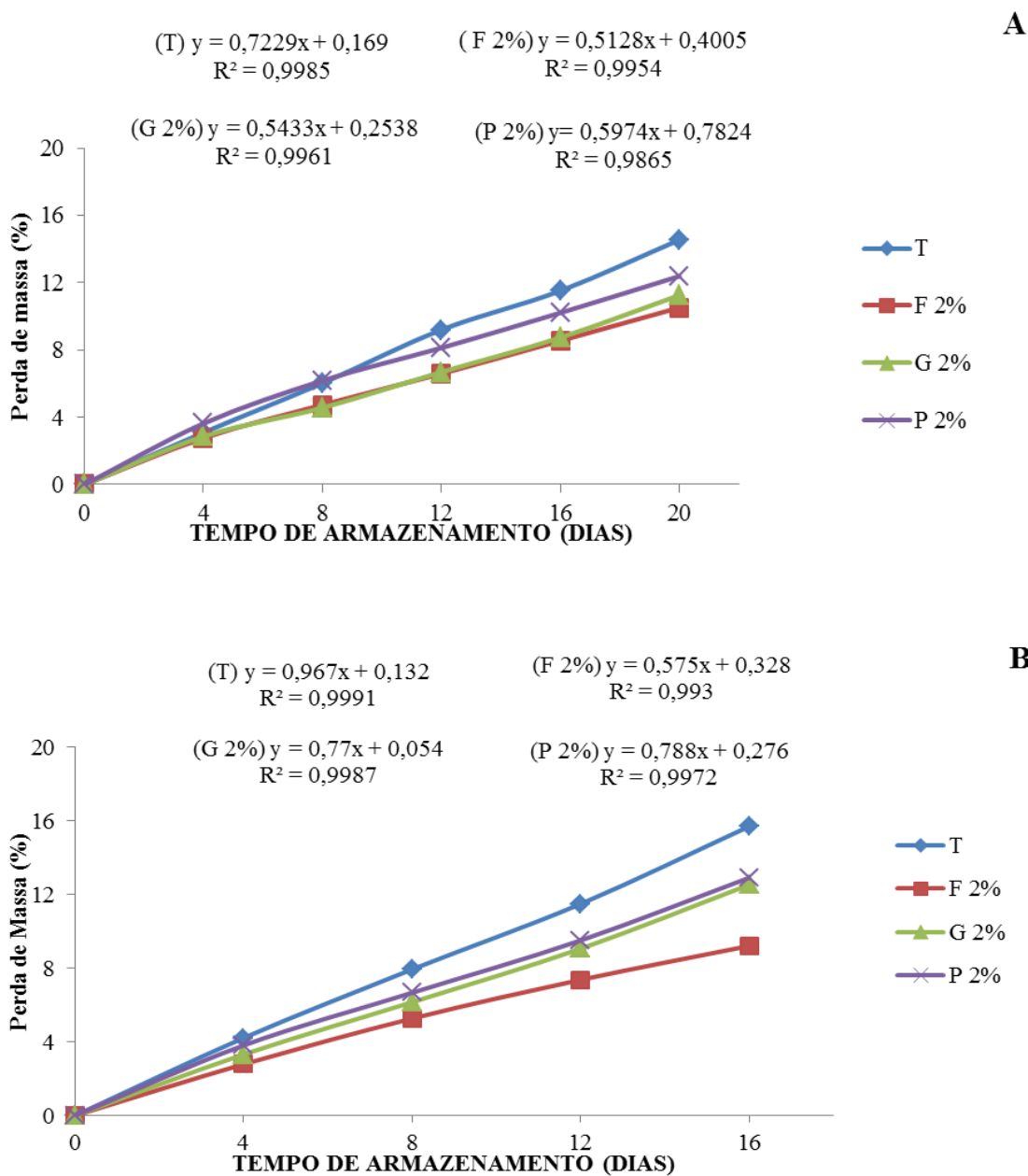


Figura 15. Perda de Massa (%) de tomate durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 25 °C (B). Tratamentos: (T = Testemunha; F 2% = fécula de mandioca 2%; G 2% = gelatina 2% e P 2% = pectina 2%).

Em relação aos revestimentos, a fécula de mandioca foi o tratamento que apresentou frutos com as menores perdas de massa durante o armazenamento, comparado com os demais revestimentos, para as duas temperaturas de armazenamento. O tratamento que apresentou a maior perda de massa foi a testemunha nas duas temperaturas de armazenamento. As maiores

perdas de massa no tratamento testemunha, segundo Antunes et al. (2003), podem estar relacionadas, provavelmente, ao processo de respiração mais intenso que nos demais tratamentos.

A perda de massa fresca ocasiona o murchamento dos frutos, um dos sinais de perda excessiva de umidade. Tal fator compromete a qualidade visual dos produtos hortícolas como foi observado neste trabalho, principalmente no tratamento sem revestimento. De acordo com Andrade Junior et al. (2001), uma perda de massa equivalente de 3 a 6% já representa depreciação do produto.

Para Chitarra e Chitarra (2005), a perda de água necessita ser controlada para evitar que o produto não murche rapidamente, endureça ou enrugue, perdendo com isso seu poder de comercialização. A perda máxima aceitável de água para tomates é de 7%, acima desta faixa, ocorre perda de turgor celular e conseqüentemente murchamento dos tecidos, tornando o tomate inadequado para a comercialização. A perda de massa do tomate pode estar relacionada à degradação das membranas celulares. Estas funcionam como barreiras seletivas ao movimento de compostos entre as células (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Oliveira (1996), estudando a utilização de filmes de fécula de mandioca como alternativa à cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de goiaba, observou que o revestimento de fécula de mandioca teve a menor perda de massa. Bons resultados foram encontrados por Santos et al. (2011) para manga, onde o revestimento de fécula de mandioca controlou a perda de massa fresca ao longo do tempo nos frutos da cv. Tommy Atkins, concordando com os dados deste trabalho.

Feitosa et al. (2010), estudando o uso de revestimento comestível na conservação de frutos de figo, concluiu que o revestimento comestível de fécula de mandioca a 3% reduziu significativamente a perda de massa dos frutos em relação ao controle, concordando com os dados deste trabalho.

Observa-se que a perda de massa aumenta com o período de conservação para os tomates nas duas temperaturas de armazenamento. Este comportamento concorda com diversos autores que já relataram este comportamento (CHIUMARELLI e FERREIRA, 2006; FERREIRA, 2004; BORGUINI, 2002) em decorrência de processos metabólicos de degradação que ocorrem durante o período de senescência (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Observou-se, que as médias de perda de massa dos tomates, sob a temperatura de 8°C (T1), foram de 2,77 a 14,55 e para a temperatura 25°C (T2) foram de 2,79% a 15,70%, demonstrando que os tomates armazenados sob a temperatura de 25 °C (T2), apresentaram os maiores valores de perda de massa, mostrando a influência positiva da refrigeração na qualidade pós-colheita dos frutos.

Concordando com Todisco et al. (2012), que pesquisando a conservação e qualidade pós-colheita de laranjas “folha murcha” armazenadas em duas temperaturas, observou que a perda de massa foi maior para as laranjas armazenadas em temperatura ambiente. Em ambiente refrigerado, a temperatura mais baixa reduz o metabolismo do fruto e, conseqüentemente, ocorre menor perda de massa (JERONIMO e KANESIRO, 2000), concordando com o presente trabalho.

4.11. Refrigeração

Segundo Jerônimo e Kaneshiro (2000), o emprego da refrigeração prolonga o período de conservação dos frutos e hortaliças. Os tomates armazenados à temperatura de 8 °C (T1) para todos os revestimentos, apresentaram o maior tempo de armazenamento (21 dias), em relação aos frutos armazenados à temperatura ambiente, de 25 °C (T2). Os frutos mantidos à temperatura ambiente apresentaram menor tempo de conservação (17 dias), sendo que todos os tratamentos apresentaram-se, ao final do período de armazenamento, impróprios para consumo.

A refrigeração atua como meio de prolongar a vida útil pós-colheita de frutas e hortaliças, conservando as características desejáveis para comercialização (FEITOSA et al., 2010). A refrigeração associada ao uso de revestimentos comestíveis possibilita aumento da vida útil dos frutos (SOUSA et al., 2000) e, conseqüentemente, maior conservação da qualidade química e física do produto.

Os dados encontrados para este estudo estão de acordo com os determinados por Brunini e Cardoso (2011), que estudando a qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas, observaram que na temperatura de 8 °C os frutos conservaram-se até 25 dias de armazenamento. Concordam também com Fagundes et al. (2015), que estudando o efeito da atmosfera modificada ativa e armazenamento a frio na qualidade pós-colheita de tomates cereja, observaram que a baixa temperatura mantida no armazenamento

estendeu a vida útil pós-colheita em até 25 dias). Rinaldi et al. (2011), avaliando a vida útil pós-colheita e o tipo mais adequado de embalagem para conservar tomate de mesa, cultivar Dominador, armazenado em condição ambiente e sob refrigeração observaram que tomates armazenados em temperatura refrigerada tiveram vida útil maior do que os armazenados em temperatura ambiente.

5. CONCLUSÕES

Para as variáveis pH, acidez titulável, ratio e ácido ascórbico houve diferença significativa entre os tratamentos para alguns tempos de análise. Para a variável carotenóides totais expressos em teor de licopeno, o tratamento pectina 2% apresentou os maiores valores médios no final do armazenamento na temperatura 8 °C. Para as variáveis DPPH, ABTS e Compostos Fenólicos o tratamento testemunha apresentou os menores valores médios no final do armazenamento dos tomates.

O revestimento a base de fécula de mandioca 2% foi o revestimento mais efetivo na redução da perda de massa e na retenção do aumento da coloração vermelha dos frutos analisados, nas duas temperaturas de armazenamento.

A temperatura de armazenamento 8 °C proporcionou maior vida útil pós-colheita dos tomates.

6. REFERÊNCIAS

AGRISTAR, e-mail recebido da empresa AGRISTAR. 2015.

ALESSI, E. S. **Tomate seco obtido por energia solar e convencional a partir de mini-tomates congelados**. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, SP – ESALQ, 2010.

ALI, A.; MAQBOOL, M.; ALDERSON, P. G.; ZAHID, N. Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 76, p. 119–124, 2013.

ALMEIDA, D. **Manual de Culturas Hortícolas** – Volume II. Lisboa: Editora Presença, 304 p, 2006.

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

AMARANTE, C. V. T.; MARTIN, M. S.; SOETHE, C.; SANTOS, A.; MATTOS, L. M. Conservação pós-colheita em condição ambiente de híbridos de tomate tipo salada. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 7254 – 7260, 2012.

AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; RIBEIRO, T. P. Recobrimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2199-2205, 2010.

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

ANESE, M.; FALCONE, P.; FOGLIANO, V.; NICOLI, M. C.; MASSINI, R. Effect of equivalent thermal treatments on the color and the antioxidant activity of tomato purees. **Jornal Food Science**, v. 67, n. 9, p. 3442-3444, 2002.

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

A.O.A.C. Association of Official analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16° ed. Gaithersburg: Published by AOAC International, v.2, 1997.

ARIAS, R.; LEE, T. C.; LOGENDRA, L.; JANES, H. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L*, a*, b* color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. **Journal Agriculture Food Chemical**, v. 48, p. 1697-1702, 2000.

ARVANITTOYANNIS, I. S.; NAKAYAMA, A.; AIBA, S. I. Chitosan and gelatin based edible biofilms: state diagrams, mechanical and permeation properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 37, n. 4, p. 371-382, 1998.

ASSIS, O. B. G.; BRITO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014.

ASSIS, O. B. G.; BRITO, D.; FORATO, L. A. **O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas**. São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária, 23 p., 2009. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 2009).

ASSIS, O. B. G.; FORATO, L. A.; BRITTO, D. Revestimentos Comestíveis Protetores em Frutos Minimamente Processados. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 22, n. 160, p. 99-106, 2008.

BARRETT REINA, L. C. **Conservação Pós-colheita de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) da Cultivar Gigante Kada Submetido a Choque a Frio e Armazenamento com Filme de PVC**. 1990. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1990.

BERTAN, L. C. **Desenvolvimento e Caracterização de Filmes Simples e Compostos à base de Gelatina, Ácidos Graxos e Breu Branco**. 2003. 159 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, 2003.

BISCHOFF, T. Z.; SCHOENINGER, V.; PRADO, N. V.; PRAMIU, P. V.; COELHO, S. R. M. C. Qualidade e aparência do tomate embalado com biofilme comestível e filme de pvc. **Cultivando o saber**, Cascavel, v. 5, n. 4, p. 1-7, 2012.

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

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

BRACKMANN, A.; PETERLE, M.E.; PINTO, J.A.V.; WEBER, A.; SAUTTER, C.K.; EISERMANN, A.C. Temperatura e umidade relativa na qualidade da tangerina “Montenegrina” armazenada. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 340-344, 2008.

BRAMLEY, P. M. Is lycopene beneficial to human health? **Phytochemistry**, v. 54, n. 3, p. 233-236, 2000.

BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 78-84, 2011.

CARVALHO FILHO, C. D. **Conservação de cerejas (*Prunus avium* L.), cv. Ambrunés, utilizando coberturas comestíveis**. 2000. 123 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

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

CARVALHO, W.; FONSECA, M. E. N.; SILVA, H. R.; BOITEUX, L. S.; GIORDANO, L. B. Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 232, n. 3, p. 819 - 825, 2005.

CASTRICINI, A.; CONEGLIAN, R. C. C.; VASCONCELLOS, M. A. S. Qualidade e amadurecimento de mamões ‘golden’ revestidos por película de fécula de mandioca. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 1, p. 32-41, 2010.

CASTRO, L. R.; CORTEZ, L. A. B. Aplicação da refrigeração na conservação pós-colheita do tomate. Aplicação da refrigeração na conservação pós-colheita do tomate. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., **Anais...** Campinas, 2003.

CEREDA, M. P.; BERTOLINI, A. C.; EVANGELISTA, R. M. Uso do amido em substituição às ceras na elaboração de “filmes” na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7, 1992, **Anais...** Recife, p. 107, 1992.

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, **Anais...** Buenos Aires, 1995.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Rev. e Ampl. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 785 p, 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, 2006.

COSTA, C. S. **Coberturas à base de quitosana na qualidade pós-colheita de morangos cv. Aromas**. 2009. 107 f. Tese (Doutorado em Tecnologia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, 2009.

DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P. V. S. de; MORO, E.; MACEDO JÚNIOR, E. K.; LOPES, M. C.; VICENTINI, N. M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na

conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 377-380, 2003.

DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU, P.; GROSSO, C. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capríco: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos filmes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 408-416, 2007.

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

DONER, L. W., BECARD, G. E IRWIN, P. L. Binding of flavonoids by polyvinylpyrrolidone. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, p 753-757, 1993.

EMBRAPA. Cultivo de tomate para industrialização. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/expediente.htm>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

FADINI, A. L.; ROCHA, F. S.; ALVIM, I. D.; SADAHIRA, M. S.; QUEIROZ, M. B.; ALVES, R.M.V.; SILVA, L.B. Mechanical properties and water vapour permeability of hydrolysed collagen–cocoa butter edible films plasticised with sucrose. **Food Hydrocolloids**, v. 30, p. 625–631, 2013.

FAGUNDES, C.; MORAES, K.; PÉREZ-GAGOB, M. B.; PALOUB, L.; MARASCHINC, M.; MONTEIRO, A. R. Effect of active modified atmosphere and cold storage on the postharvest quality of cherry tomatões. **Postharvest Biology and Technology**, v.109, p. 73–81, 2015.

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, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.

FAKHOURI, F. M.; MARTELLIA, S. M.; CAONC, T.; VELASCOD, J. I.; MEIB, L. H. I. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 109, p. 57–64, 2015.

FARIAS, M. G.; FAKHOURI, F. M.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R. Caracterização físico-química de filmes comestíveis de amido adicionado de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.). **Química Nova**, v. 35, n. 3, p. 546-552, 2012.

FARZANEH, V.; CARVALHO, I. S. A review of the health benefit potentials of herbal plant infusions and their mechanism of actions. **Industrial Crops and Products**, v. 65, p. 247–258, 2015.

FEITOSA, H. O.; CONEGLIAN, R. C. G.; CARVALHO, C. M.; GONÇALVES F. M.; FEITOSA, E. O.; GALAZZI, E. B. Uso de filme comestível na conservação de frutos de figo refrigerados e não refrigerados produzidos em sistema orgânico. **Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 2, p 164–169, 2010.

FERRAZ, E.O.; EVANGELISTA, R.M.; CLÁUDIO, M. T. R.; SOARES, L. P. R.; SILVA, B. L.; CARDOSO, A.I.I. Características físico-químicas em tomates cereja tipo Sweet Grape envolvidos por diferentes películas protetoras. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 7115 – 7122, 2012.

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

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA. 68 p. , 2008.

FERREIRA, L. B.; DUARTE, A. B.; MARTINS, J. C.; SILVA, N. P.; MIZOBUTSI, G. P. Influencia do revestimento de fécula de mandioca em tomate cereja. In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 1, 2015, **Anais...** Aracaju, 2015.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 421 p, 2012.

FLOEGEL, A., KIM, D., CHUNG, S., KOO, S. I., CHUN, O. K. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidante capacity in popular antioxidante-rich US foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 7, p. 1043-1048, 2011.

GAMEIRO, A. H.; FILHO, J. V. C.; ROCCO, C. D.; RANGEL, R. 2007. **Estimativa de perdas no suprimento de tomate para processamento industrial no estado de Goiás**. *Informações Econômicas* 37(7): 7-16, 2007.

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

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

GIOVANELLI G, LAVELLI V, PERI C, NOBILI S. Variation in antioxidant components of tomato during vine and post-harvest ripening. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, p. 1583–1588, 1999.

GIOVANNUCCI, E.; ASCHERIO, A.; RIMM, E. B.; STAMPFER, M. J.; COLDITZ, G. A.; WILLETT, W. C. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. **Journal of the National Cancer Institute**, v. 87, n. 3, p. 1767-76, 1995.

GUEDES, P. A. **Utilização de biofilme comestível na conservação pós-colheita de manga, cv. Rosa**. 2007. 69 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus de Vitória da Conquista - BA, 2007.

HAERTEL, A. O. S. **Compostos bioativos e características físico-químicas de morangos cv. Camarosa minimamente processados submetidos a revestimentos à base de gelatina, xantana e óleo de canola**. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, 2013.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa* Duch) cv. IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 231-233, 1999.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 231-240, 2008

HOJO, E. T. D.; ABREU, C. M. P.; ASMAR, S. A.; HOJO, R. H.; CÔRREA, A. D.; VILAS BOAS, E. V. D. Avaliação da qualidade de mangas 'Palmer' tratadas com 1-metilciclopropeno armazenadas sob refrigeração e condição ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 28-38, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, RJ, 2016

IAL (Instituto Adolfo Lutz). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1 ed. São Paulo, 2008.

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

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

KALOGEROPOULOS, N., CHIOU, A., PYRIOCHOU, V., PERISTERAKI, A., KARATHANOS, V. T. Bioactive phytochemicals in industrial tomatoes and their processing byproducts. **LWT – Food Science and Technology**, v. 49, n. 2, p. 213-216, 2012.

KOBORI, C. N.; HUBER, L. S.; KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de carotenoides em produtos de tomate. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 1, p. 78-83, 2010.

- KUN, Y.; SSONKO LULE, U.; XIAO-LIN, D. Lycopene: its properties and relationship to human health. **Food Reviews International**, v. 22, p. 309-333, 2006.
- LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing Vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.
- LEMOS JÚNIOR, H. P.; BRUNELLI, M. J.; LEMOS, A. L. A. Licopeno. **Revista Diagnóstico e Tratamento**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 71-74, 2011.
- LIMA, A. A.; ALVARENGA, M. A. R.; RODRIGUES, L.; CHITARRA, A. B. Yield and quality of tomato produced on substrates and with application of humic acids. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 29, n. 3, p. 269-274, 2011.
- LU, J.; CHARLES, M. T.; VIGNEAULT, C.; GOYETTE, B.; RAGHAVAN, G. S. V. Effect of heat treatment uniformity on tomato ripening and chilling injury. **Postharvest Biology and Technology**, n. 56, p. 155-162, 2010.
- LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 8-15, 2012.
- MA, X.; WU, H.; LIU, L.; YAO, Q.; WANG, S.; ZHAN, R.; XING, S.; ZHOU, Y. Polyphenolic compounds and antioxidant properties in mango fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 129, p. 102-107, 2011.
- MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. de. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira à umidade e ao oxigênio. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.18, n.1, 2000.
- MARCOS S. R. **Desenvolvimento de Tomate de Mesa, com o Uso do Método Q. F. P.(Quality Function Deployment) comercializado em um supermercado**. 2001. 200 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- MARTELLI, S. M.; LAURINDO, J. B. Chicken feather keratin films plasticized with polyethylene glycol. **International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials**, v. 61, p. 17-29, 2012.
- MATSUURA, F. C. A. Avaliações físico-química em frutos de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia Punicifolia* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 602-606, 2001.
- MATTIUZ, B.; MIGUEL, A. C. A.; NACHTIGAL, J. C.; et al. Processamento mínimo de uvas de mesa sem semente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 226-229, 2004.

MELLENDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; FRASER, P. D.; BRAMLEY, P. M. Accumulation of health promoting phytochemicals in wild relatives of tomato and their contribution to in vitro antioxidant activity. **Phytochemistry**, v. 71, p. 1104-1114, 2010.

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 e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 277-282, 2009.

MILLER, N. J.; RICE EVANS, C. A. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. **Food Chemistry**, London, v. 60, p. 331-337, 1997.

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

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". **Revista Alimentos e Nutrição**. v.19., n.1., p.25-31, 2008.

NASCIMENTO, D. S. **Conservação pós-colheita de tomate italiano da cultivar 'vênus' revestido com fécula de batata**. 2012. 51 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Acre, Rio Branco. 2012.

NASCIMENTO, A. R; JÚNIOR, M. S. S; CALIARI, M; FERNANDES, P. M; RODRIGUES, J. P. M; CARVALHO, W. T. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 628-635, 2013.

NUNES, E. E.; VILAS BOAS, B. M.; CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, H. H.; LIMA, L. C. O. Vida útil de pêssegos 'Aurora 2' armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 438-440, 2004.

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

OLIVEIRA, M. A. **Comportamento pós-colheita de pêssegos (*Prunus pérsica* L. Baltsch) revestidos com filmes a base de amido como alternativa a cera comercial**. 2000. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

OLIVEIRA, E. N. A.; MARTINS, J. N.; SANTOS, D. C.; GOMES, J. P.; ALMEIDA, F. A. C. Armazenamento de tomates revestidos com pectina: avaliação colorimétrica. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 25, n. 4, p. 19-25, 2012.

OLIVEIRA, C.M.; CONEGLIAN, R. C. C.; CARMO, M. G. F. Conservação pós-colheita de tomate cereja revestidos com película de fécula de mandioca. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 471-479, 2015.

PALOMO, I.; MOORE-CARRASCO, R.; CARRASCO, G.; VILLA LOBOS, P.; GUZMÁN, L. El consumo de tomates previene el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer: antecedentes epidemiológicos y mecanismos de acción. **Idesia**, Chile, v. 28, n. 3, p.121- 129, 2010.

PERALTA, I. E.; KNAPP, S.; SPOONER, D. M. New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: Solanaceae) from Northern Peru. **Systematic Botany**, Laramie, v. 30, p. 424-434, 2005.

PIERPOINT, W.S. The extraction of enzymes from plant tissues rich in phenolic compounds. In: **Methods in Molecular Biology**; Doonan, S., Ed.; Humana Press Inc.: Totowa, v.244, p 65-74, 2004.

PIERRO, A. Gosto bom. **Cultivar**, v.2, p.10-12, 2002.

POPPE, J. **Gelatin**. In: Thickening and Gelling Agents for Food, New York: Ed. Alan Imeson, Blackie Academia & Professional, v. 7, p. 144-168. 1987.

REIS, K. C.; ELIAS, H. H. S.; LIMA, L. C. O.; SILVA, J. D.; PEREIRA, J. Pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) submetido ao tratamento com fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 487-493, 2006 .

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. **CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 305 - 316, 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.A. **Guide to Carotenoids Analysis in Food**. Washington: International Life Sciences Institute, 2001, 64p.

ROUSSOS, P. A.; MATSOUKIS, A.; PONTIKIS, C. A.; CHRONOPOULOU-SERELI, A. Relations of environmental factors with the phenol content and oxidative enzyme activities of olive explants. **Scientia Horticulturae**, Scottsville Pietermaritzburg, v. 113, n. 1, p. 100-102, 2007.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E. BRITO, E. S., MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica**: Determinação da atividade antioxidante total em frutos pela captura do radical livre DPPH. Comunicado Técnico 127. ISSN 1679-6535. 2007a.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica**: Determinação da atividade antioxidante total de frutas pela captura do radical livre ABTS●+. Comunicado Técnico, Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 128. ISSN 1679-6535, 2007b.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZC, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non traditional fruits from Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

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

SANTOS, A. E. O.; ASSIS, J. S. de; BERBERT, P. A.; SANTOS, O. O. dos; BATISTA, P. F.; GRAVINA, G. DE A. Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, 2011.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.

SHEWFELT, R. L.; THAI, C. N.; DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. **Journal of Food Science**, Chicago, v.53, n.5, p.1433-1437, 1988.

SHIRAHIGE, F. H.; MELO, A. M. T.; PURQUERIO, L. F. V.; CARVALHO, C. R. L.; MELO, P. C. T. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.292-298, 2010.

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

SILVA, C. V.; BARBOSA, C. P. I.; PAULA, M. L.; COELHO, N. R. A. Obtenção e caracterização físico-química do pó de tomate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19, 2004, **Anais...** Recife, 2004.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; SANTOS, D.; MACHADO, D. L. M.; SALOMÃO, L. C. C. Recobrimentos comestíveis na conservação pós-colheita de 'Mexerica-do-Rio'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 357-362, 2011.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, n.3, p.144-158, 1965.

SOUSA, R.F. de; FILGUEIRAS, H.A.C.; COSTA, J.T.A.; ALVES, R.E.; OLIVEIRA, A.C. de. Armazenamento de ciriguela (*Spondia purpurea* L.) sob atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.22, n.3, p.334-338, 2000.

SPENCER, J. P.; ABD, E. L.; MOHSEN, M. M.; MINIHANE, A. M.; MATHERS, J. C. Biomarkers of the intake of dietary polyphenols: strengths, limitations and application in nutrition research. **British Journal of Nutrition**, v. 99, n. 1, p. 12-22, 2008.

STÜLP, M.; CLEMENTE, E.; OLIVEIRA, D. M.; GNAS, B. B. B. Conservação e qualidade de mirtilo orgânico utilizando revestimento comestível a base de fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 06, n. 1, p.713-721, 2012.

TANABE, C. S.; CORTEZ, L. A. B. Perspectiva da Cadeia do frio no Brasil. **Revista do Frio**, São Paulo, v. 9, n. 114, p. 46-53, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 954 p, 2013.

TODISCO, K. M.; CLEMENTE, E.; ROSA, C. I. L. F. Conservação e qualidade pós-colheita de laranjas “folha murcha” armazenadas em duas temperaturas. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.5, n.3, p. 579-591, 2012.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P.; HEEB, A. Influence of different types of fertilizer on the major antioxidant components of tomatoes. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 19, n. 1, p. 20-27, 2006a.

TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage. **Food Chemistry**, London, v. 99, p. 724–727, 2006b.

TOMMONARO, G.; NICOLAUS, B.; ROCCO DE PRISCO, R.; DE GIULIO, A.; STRAZZULLO, G.; POLI, A. Antioxidant compound studies in different tomato cultivars. In V.R. Preedy, & R.R. Watson (Eds.), **Tomatoes and tomato products: Nutritional, medicinal and therapeutic properties** (pp. 334–343). Enfield, United States of America: Science Publishers, 2008.

VARGAS, M.; PASTOR, C.; CHIRALT, A.; MCCLEMENTS, D. J.; GONZÁLEZMARTÍNEZ, C. Recent Advances in Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v, 48, n. 6, p. 496-511, 2008.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J. LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 33., n.3., p.888-897, 2011.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, A. R.; SILVA, A. P. Efeito da utilização de cera e películas de amido e fécula em condições de refrigeração, na conservação do tomate. **Revista Cultural Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 127-129, 1999.

VILA, M. T. R. **Qualidade pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’ armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca**. 2004. 66f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

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

VILAS-BOAS, E. V. B.; CHITARRA, A. B.; MALUF, W. R.; CHITARRA, M. I. F. Influência do alelo alcobaça em heterozigose sobre a vida-de-prateleira e qualidade pós-colheita de tomates. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 650-657, 1999.

VOLPE, C. A.; SCHOFFEL, E. R.; BARBOSA, J. C. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas-‘Valência’ e ‘Natal’ na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 436-441, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Recepção dos frutos



Figura 16. Recepção dos tomates durante o período matutino no Laboratório de Bioquímica de Alimentos – Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Fonte: Arquivo pessoal.

APÊNDICE B. Imersão dos tomates nos revestimentos.



Figura 17. Imersão dos tomates nos revestimentos durante dois minutos para posterior secagem.

Fonte: Arquivo pessoal.

APÊNDICE C. Secagem dos tomates com revestimentos.



Figura 18. Tomates revestidos e acondicionados em telas para secagem.

Fonte: Arquivo pessoal.

APÊNDICE D. Armazenamento dos tomates sob refrigeração



Figura 19. Tomates sob refrigeração durante o período de armazenamento.

Fonte: Arquivo pessoal.

APÊNDICE E. Liofilização das amostras de tomate.



Figura 20. Processo de liofilização de amostras de tomate.

Fonte: Arquivo pessoal.