



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS**

INÁCIA DOS SANTOS MOREIRA

**QUALIDADE DA ROMÃ 'MOLAR' SUBMETIDA A
TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO E BIOFILMES
COMESTÍVEIS**

**POMBAL - PB
2014**

INÁCIA DOS SANTOS MOREIRA

**QUALIDADE DA ROMÃ ‘MOLAR’ SUMETIDA A
TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO E BIOFILMES
COMESTÍVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre. Linha de pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial

ORIENTADORA: Dra. RAIENE HÉRICA CARLOS ROCHA

**POMBAL - PB
2014**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

DIS
M838s

Moreira, Inácia dos Santos.

Qualidade da romã 'Molar' submetida a temperaturas de armazenamento e biofilmes comestíveis / Inácia dos Santos Moreira. - Pombal, 2014.
87fls.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2014.

"Orientação: Prof.^a Dr^a. Railene Hérica Carlos Rocha".
Referências.

1. Romã - *Punica granatum L.* 2. Romã - Conservação. 3. Películas Comestíveis.
I. Rocha, Railene Hérica Carlos. II. Título.

UFCG/CCTA

CDU 634.64 (664.853)

INÁCIA DOS SANTOS MOREIRA

**QUALIDADE DA ROMÃ ‘MOLAR’ SUMETIDA A
TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO E BIOFILMES
COMESTÍVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre. Linha de pesquisa: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

APROVADA EM: 26/02/2014.

EXAMINADORES

Prof^ª. Dra. Railene Hérica Carlos Rocha
- Orientadora -
UAGRA/CCTA/UFCG

Prof. Dr. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho
UATA/CCTA/UFCG

Prof. Dr. Sidney Carlos Praxedes
UFRN

**POMBAL - PB
2014**

*A Deus, pelo dom da vida, por ser o meu refúgio e minha
fortaleza e por sua infinita misericórdia.*

*À Santíssima Virgem Maria minha protetora, fonte de força,
coragem e incentivo.*

Aos meus pais Vicente e Hermínia

Aos meus irmãos

Aos meus sobrinhos

Com todo amor, compreensão, carinho, dedicação e admiração.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, senhor e autor da minha vida, pois sem Ele nada seria possível. Por nunca me abandonar nas horas de maior dificuldade e por sua presença forte em minha vida. À Santíssima Virgem Maria, por toda proteção e interseção.

Aos meus pais Vicente e Hermínia, acima de tudo pelo amor, dedicação, apoio em todas as decisões tomadas, pelo esforço e compreensão, em todos os momentos desta e de outras caminhadas.

Aos meus irmãos Euricélio, Robério, Nalva, Priscila, Luciano, Gleson, Cristina, Vanessa e em especial à minha irmã Maria (Dorys), por todo amor, companheirismo, apoio, dedicação, incentivo e carinhos durante toda a minha vida.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais pela oportunidade de realização do curso.

À fazenda Águas de Tamanduá pelo fornecimento dos frutos e da *Spirulina platensis*.

À minha Orientadora Dra. Railene Hérica, pela orientação, paciência, dedicação, compreensão e por todos os ensinamentos.

Aos professores que se dispuseram a fazer parte da banca examinadora. Dr. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho e ao Dr. Sdney Carlos Praxedes.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Sistemas Agroindustriais, pelos conhecimentos transmitidos. Em especial a Dra. Adriana Ferreira dos Santos, Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa e ao Dr. Patrício Borges Maracajá.

Aos meus amigos e colegas do grupo de pesquisa, Emanuela Paiva, Francisco de Assis, Helton Silva, Magali, Wellington e Gilmara pela troca de experiência e por toda ajudam durante a condução do experimento.

À Gisleânea Parente, Isana Maria, Amanda, Paula Denise, Paula Cristiane, Damiana, Francinalva Cordeiro, Lúcia Emanuela, Jocy Emanuelle e Edna Mori pela amizade, carinho, companheirismo e por todo incentivo.

Aos amigos que conquistei em Pombal: Delzuite, Elidiana, Janine, Júlia, Maria José, Marlene e Vanies pela amizade, companheirismo e pelos momentos de descontrações.

À técnica e amiga, Fabíola por toda dedicação durante esta caminhada acadêmica. Aos técnicos: Emanuel, Thiago, Joyce e Wélida, por toda ajuda e carinho.

A todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho.

MOREIRA, I. S. **Qualidade da romã ‘Molar’ submetida a temperaturas de armazenamento e biofilmes comestíveis.** 2014. 87f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2014.

RESUMO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a qualidade da romã ‘Molar’ durante o armazenamento dos frutos *in natura*, sob diferentes temperaturas de refrigeração, e avaliar o uso de biofilmes à base de fécula de mandioca e *Spirulina platensis* nos frutos armazenados sob as condições ambiente à 25°C e sob condições de armazenamento refrigerado a 10°C. O estudo foi subdividido em duas etapas no Laboratório de Análise de Alimentos da UFCG, no Campus de Pombal - PB. Na primeira etapa, os frutos foram armazenados nas temperaturas 6°C, 10°C e 12°C e analisados ao 0, 12, 18, 24, 30, 36 dias de refrigeração, sendo cada intervalo acrescidos de dois dias de permanência em sala sob condição ambiente (24 ± 2°C e 43 ± 5% UR), para simular as condições de comercialização (*Shelf life*). Na segunda etapa, foram selecionados doze frutos para sua caracterização inicial, os outros frutos receberam os seguintes tratamentos: T1 - Testemunha, sem recobrimento; T2 - 1% de fécula de mandioca; T3 - 3% de fécula de mandioca; T4 - 1% de *Spirulina platensis*; T5 - 3% de *Spirulina platensis*; T6 - 1% de fécula de mandioca e 1% de *Spirulina platensis* e T7 - 3% de fécula de mandioca e 3% de *Spirulina platensis*. Ao receber os tratamentos, os frutos foram separados em dois experimentos para o estabelecimento das condições de armazenamento, onde: Experimento I – Frutos tratados e armazenados em sala climatizada, com controle de temperatura e umidade, simulando condições de comercialização em temperatura ambiente (25,1°C e 43,3% UR) durante 6 dias e Experimento II - Frutos tratados e refrigerados em B.O.D. (10°C e 56,7% UR) por um período de 12 dias acrescidos de dois dias de permanência sob condições ambiente (*Shelf life*). Avaliou-se características biométricas, visuais e físico-químicas. Romãs ‘Molar’ armazenadas a 10°C por 36 dias seguidos de ‘*shelf life*’ de dois dias a 24°C, se mantêm satisfatórias para comercialização *in natura*, sem prejuízos nos atributos de qualidade biométricos, visuais e físico-químicos. O armazenamento dos frutos a 6°C proporciona prejuízos na qualidade visual dos frutos devido ao aparecimento de manchas, prejudicando a aparência externa. A temperatura de armazenamento a 12°C proporciona sintomas de murcha apenas ao final do armazenamento. As temperaturas de armazenamento a 6°C, 10°C ou 12°C podem ser temperaturas apropriadas para o armazenamento de romãs destinadas à indústria, por não prejudicarem os atributos internos de qualidade da romã ‘Molar’, especialmente relacionados à integridade das sementes, arilos, rendimento de suco, sólidos solúveis, acidez tituláveis, flavonoides e antocianinas. O revestimento com 1% de fécula de mandioca no armazenamento a 25°C reuniu boas características biométricas, visuais e físico-químicas para a conservação pós-colheita da romã; A elevada perda dos diâmetros em frutos armazenados em condição ambiente foi fator limitante na qualidade e vida útil pós-colheita de romã ‘Molar’. O revestimento com 3% de fécula de mandioca e com 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina plantensis* associados à refrigeração apresentaram melhor qualidade biométrica, visual e físico-química durante os quatorze dias de armazenamento.

Palavras-chave: *Punica granatum* L., conservação, películas comestíveis.

MOREIRA, I. S. **Quality of pomegranate 'Molar' posted at temperatures of storage and edible biofilms.** 2014. 87f. Dissertation (Master in Agribusiness Systems) - Federal University of Campina Grande, Pombal - PB, 2014.

ABSTRACT

The present study aimed to characterize the quality of Pomegranate ' Molar ' during storage of raw fruits under different cooling temperatures and evaluate the use of biofilms based on cassava starch and *Spirulina platensis* in fruits stored under ambient conditions at 25°C and under conditions of cold storage at 10°C. The study was divided into two stages at the Laboratory of Food Analysis UFCG, Campus de Pombal - PB. In the first stage , the fruits were stored at temperatures 6°C , 10°C and 12°C and analyzed at 0, 12, 18, 24, 30, 36 days of refrigeration and each range , plus two days of stay in room under ambient conditions (24 ± 2°C and 43 ± 5% RH) to simulate marketing conditions (*Shelf Life*). In the second stage, twelve fruits were selected for initial characterization , the other fruits received the following treatments : T1 - control , Uncoated; T2 - 1% of cassava starch ; T3 - 3% of cassava starch ; T4 - 1% of *Spirulina platensis*; T5 - 3% of *Spirulina platensis*; T6 - 1 % of cassava starch and 1% *Spirulina platensis* and T7 - 3 % of cassava starch and 3% *Spirulina platensis* . Upon receiving the treatments, fruits were separated into two experiments to establish the conditions of storage, where: Experiment I - Fruits processed and stored in a climatic chamber with controlled temperature and humidity conditions simulating marketing at room temperature (25,1°C and 43,3 % RH) for 6 days and Experiment II - Fruits treated and chilled in BOD (10°C and 56,7 % RH) for a period of 12 days plus two days under ambient conditions (*Shelf Life*). It was evaluated biometric, visual and physical- chemical characteristics. Pomegranates 'Molar' stored at 10°C for 36 days followed by '*shelf life*' two days at 24°C, remains satisfactory for fresh fruit market without losses in quality attributes biometric, visual and physical chemistry. The storage of fruits at 6°C provides visual loss in fruit quality due to the appearance of blemishes, impairing external appearance. The storage temperature to 12°C provides wilt symptoms only at the end of storage. Storage temperatures to 6°C, 10°C or 12°C may be appropriate temperatures for storage of pomegranates for industry not to harm the internal quality attributes of pomegranate ' Molar ', especially related to integrity seeds, arils, juice yield , solids soluble, titratable acidity, flavonoids and anthocyanins. The coating with 1% of cassava starch in storage at 25°C has gathered good biometric, visual and physic chemical's characteristic for postharvest conservation pomegranate; The high loss of diameter in fruits stored at ambient condition was a limiting factor in the quality and postharvest pomegranate 'Molar' life. The coating with 3% of cassava starch and 3% of cassava starch 3% *Spirulina plantensis* associated with refrigeration showed better biometric, visual and physico-chemical quality during storage fourteen days.

Keywords: *Punica granatum* L., conservation, edible film.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	v
ABSTRACT	vi
1 INTRODUÇÃO GERAL	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Importância econômica	12
2.2 Maturação e qualidade do fruto	12
2.3 Armazenamento refrigerado	13
2.4 Biofilmes comestíveis	15
2.4.1 Fécula de mandioca	15
2.4.2 <i>Spirulina platensis</i>	16
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO 1: QUALIDADE DA ROMÃ ‘MOLAR’ ARMAZENADA SOB REFRIGERAÇÃO	24
RESUMO.....	25
ABSTRACT	26
1 INTRODUÇÃO	27
2 MATERIAL E MÉTODOS	28
2.1 Aquisição dos frutos	28
2.2 Avaliações	30
2.2.1 Avaliações biométricas	30
2.2.2 Avaliações visuais	31
2.2.3 Avaliações físico - químicas	32
2.3 Delineamento Experimental e Análise estatística	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.1 Avaliações biométricas.....	35
3.2 Avaliações visuais	38
3.3 Avaliações físico - químicas.....	43
4 CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS	49

CAPÍTULO 2: USO DE FÉCULA DE MANDIOCA E <i>Spirulina platensis</i> PARA A CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA ROMÃ.....	53
RESUMO.....	54
ABSTRACT	55
1 INTRODUÇÃO	56
2 MATERIAL E MÉTODOS	57
2.1 Aquisição dos frutos	57
2.2 Preparo e aplicação dos biofilmes	57
2.3 Instalação dos experimentos	58
2.4 Avaliações	59
2.4.1 Avaliações biométricas.....	59
2.4.2 Avaliações visuais	59
2.4.3 Avaliações físico - químicas.....	60
2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas	60
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
3.1 Caracterização inicial do fruto.....	61
3.2 Experimento I.....	64
3.3 Experimento II.....	70
4 CONCLUSÕES.....	77
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICE	81

1 INTRODUÇÃO GERAL

A romãzeira (*Punica granatum L.*) é uma espécie originária da Pérsia (Irã), onde foi domesticada há cerca de 2 mil anos a.C. (LORENZI et al., 2006) e posteriormente foi disseminada pela Índia, Estados Unidos, China, Japão, Rússia e Brasil, sendo aqui, cultivada desde os tempos coloniais (SADEGHI, 2010). A planta é um arbusto lenhoso e ramificado, possui folhas simples e coriáceas, de 5 a 7cm de comprimento, podendo também apresentar espinhos. As flores são andróginas e unissexuais, de cor vermelho-alaranjada, dispostas solitariamente ou em grupos de até cinco nas extremidades dos ramos. Os frutos são esféricos, com muitas sementes em camadas, as quais se acham envolvidas em arilo polposo de cor rósea ou carmim vivo (LORENZI et al., 2006; WERKMAN et al., 2008). São ricos em ácidos orgânicos, açúcares, vitaminas, polissacarídeos, polifenóis e minerais (AL-MAIMAN; AHMAD, 2002).

A romãzeira é importante na medicina humana e as partes da planta têm ampla aplicação clínica. Os preparos obtidos da romãzeira (flor, fruto e casca da árvore) são popularmente usados para tratar vários problemas de saúde, predominantemente gastrintestinais. As antocianinas do fruto da romãzeira têm revelado elevada atividade antioxidante, maior do que a vitamina E (α -tocopherol), vitamina C (ácido ascórbico) e β -caroteno. Além disto, o suco da romã possui atividade antioxidante três vezes maior do que o chá verde ou vinho vermelho, sendo usado contra úlceras, dores de ouvido, disenteria e lepra (JADON et al., 2012).

Além da importância na medicina popular, a romã é amplamente utilizada na indústria de alimentos e de cosméticos. Dentre as utilidades, destacam-se a fabricação de sucos, geleias, aromatizantes, corantes, sabonetes, hidratantes, xampus, condicionadores, entre outros. Desta forma, a demanda pelo fruto da romãzeira vem se expandido por parte das indústrias de alimentos, farmacêuticas, cosméticos e, tem também despertado o interesse de produtores e comerciantes para comercialização do fruto na forma *in natura*.

No Brasil, o cultivo comercial da romã ocorre nos estados de São Paulo, Bahia, Paraíba e Ceará, onde a melhor época para comercialização do fruto *in natura* compreende o período de novembro a dezembro, em que a demanda chega a aumentar até 30% e o preço, até

28%, por quilo (CEAGESP, 2011). Desta forma, o uso de tecnologias para a conservação do fruto *in natura* é fundamental para a valorização comercial e a conquista de novos mercados.

A temperatura de armazenamento é o fator ambiental mais importante para a conservação dos frutos, pois regula os processos fisiológicos e bioquímicos, influenciando na senescência dos frutos. Classificado como um fruto não-climatérico, a romã tem revelado baixas taxas respiratórias durante o armazenamento, desta forma, a 5°C, a taxa respiratória varia de 4 a 8mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹, a 10°C a variação é de 8 a 16mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e à 20°C, esta variação é de 16 a 32mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ (CRISISTO et al., 1996). Trabalhando com diferentes cultivares de romã, na Arábia Saudita, Al-Mughrabi et al. (1995) verificaram que as cultivares de romã ‘Taeifi’, ‘Banati’ e ‘Manfaloti’ podem ser armazenadas a uma temperatura mínima de 5°C por até oito semanas.

Nos últimos anos surgiu o interesse pelo desenvolvimento de biofilmes comestíveis ou degradáveis biologicamente, principalmente devido à demanda por alimentos de alta qualidade, às preocupações ambientais sobre o descarte de materiais não renováveis das embalagens para alimentos e às oportunidades para criar novos mercados às matérias-primas formadoras de filmes, derivadas de produtos agrícolas.

Alguns estudos foram realizados com o objetivo de mostrar a viabilidade do uso de biofilmes de fécula de mandioca em diferentes concentrações na conservação e qualidade de frutos e hortaliças. A película de fécula de mandioca na concentração de 3% conferiu maior brilho em limão ‘Siciliano’ (HENRIQUE; CEREDA, 1996), tendo ocorrido o mesmo em goiabas (OLIVEIRA, 1996) e em morangos (HENRIQUE; CEREDA, 1999).

O recobrimento de romã com fécula de mandioca ou amido de milho adicionada de *Spirulina platensis* pode potencializar a manutenção da qualidade no armazenamento, além de enriquecer nutricionalmente o produto. A utilização da *Spirulina platensis* vem sendo estudada devido aos seus múltiplos benefícios à saúde humana. Trata-se de uma microalga, com composição apropriada para uso como complemento alimentar (FIGUEIRA et al., 2011). Em sua composição em base seca destacam-se elevados teores de proteínas (64 a 74%), ácidos graxos poli-insaturados e vitaminas (COHEN, 1997), além de compostos antioxidantes (COLLA et al., 2007). Esta microalga é classificada como GRAS pelo FDA, o que garante seu uso como alimento sem riscos à saúde (MORAIS et al., 2006).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo a determinação da qualidade pós-colheita da romã ‘Molar’ em diferentes temperaturas de refrigeração e a avaliação da qualidade dos frutos tratados com biofilmes comestíveis enriquecidos com *Spirulina platensis*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância Econômica

A área de cultivo de romã no mundo é estimada em mais de 300.000 hectares, dos quais mais de 50% estão localizados na Índia, China e Irã (QUIROZ, 2009; MORENO, 2012). Na Índia, são produzidas mais de 100.000ha de romãs. No Irã, 65.000ha de romã produzem 600.000 toneladas de frutas anualmente, com cerca de 30% da produção sendo exportada (STOVER; MERCURE, 2007).

Turquia, Estados Unidos, Espanha, Egito e Israel possuem entre 16.000 e 2.400ha plantados, sendo estes países os mais evoluídos em termos de tecnologia para exportação, pesquisa, produção e desenvolvimento de novas variedades (QUIROZ, 2009; MORENO, 2012). A Espanha, com aproximadamente 3000ha plantados, é o maior produtor da Europa Ocidental. Nos Estados Unidos, existem 5,6 mil ha comerciais de romã, principalmente no San Joaquin Valley, que predomina a cultivar ‘Wonderful’ (STOVER; MERCURE, 2007).

No Brasil, segundo os dados da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) foram comercializados nos anos de 2001 a 2004, somente na cidade de São Paulo, em média 200 toneladas de romã (JARDINI; MANCINI FILHO, 2007). Em 2008, a romã ocupou a 172ª posição entre 355 produtos em volume de produção no ranking geral de produtos comercializados na CEAGESP, com 170 toneladas e a 146ª posição em volume financeiro com R\$ 920.000,00, com 0,1% de participação (CEAGESP, 2009).

Em 2009 houve um aumento de oferta de romã no ETSP - Entrepasto Terminal de São Paulo. O volume de entrada em 2008 até o mês de novembro foi de 113 toneladas e em 2009, 156 toneladas, representando um crescimento de 35%. Em 2009, este aumento correspondeu a um crescimento de 48%, comparado ao ano de 2008 (CEAGESP, 2009).

2.2 Maturação e qualidade do fruto

A colheita geralmente é realizada quando o fruto atinge a maturidade plena, período que reúne maiores características de qualidade. A época ideal para a colheita varia entre 4, 5 e 6 meses após a floração, dependendo da variedade e das condições climáticas. Se o período de

colheita for antecipado, os frutos são de baixa qualidade, porque não desenvolveu a cor, o aroma e o sabor característicos. Se for tardia, são obtidos frutos mais suscetíveis a doenças e sujeitos à rápida deterioração em condições de armazenamento (SERRANO, 2012).

Durante a maturação há um acúmulo de açúcares e uma redução na acidez total (KULKARNI; ARADHYA, 2005). Os principais açúcares são frutose e glicose, cujas concentrações no momento da colheita variam entre 3 e 8%, dependendo da cultivar, com concentrações de sólidos solúveis variando de 10 a 18% (FADAVI et al, 2005; OZGEN et al, 2008).

A composição de ácidos orgânicos varia dependendo do tipo de romã. Em variedades ácidas, a acidez varia de 2 a 2,5%, com predominância do ácido cítrico, enquanto que em variedades doces, o teor de acidez varia de 0,2 a 0,4%, possuindo quantidades semelhantes de ácido cítrico e málico, ou em alguns casos, predominância do ácido málico (OZGEN et al., 2008).

O ácido ascórbico diminui durante os primeiros estágios de desenvolvimento dos frutos e se mantém mais ou menos estável nos estágios finais de maturação, com valores entre 10 e 36 mg/100 g, dependendo da variedade (KULKARNI; ARADHYA, 2005; SAYYARI et al., 2010).

As antocianinas são os compostos fenólicos predominantes, além de atuarem como um dos mais importantes antioxidantes naturais, são responsáveis pela intensa coloração vermelha do suco de romã, a qual é um dos parâmetros de qualidade que mais influenciam na aceitação sensorial dos consumidores (BOROCHOV-NEORI et al., 2009; PATRAS et al., 2010).

2.3 Armazenamento Refrigerado

A vida útil de frutas e hortaliças pode ser definida como o período de tempo, desde a colheita até a comercialização, em que os produtos mantêm os padrões de qualidade exigidos pelo mercado. O aumento da vida útil pode ser conseguido de várias formas, que vão desde a utilização de técnicas de resfriamento rápido, armazenamento refrigerado, armazenamento com atmosfera modificada e/ou controlada, processamento mínimo, uso de filmes comestíveis, congelamento e tratamentos térmicos. A temperatura é um dos fatores mais

importantes para a degradação dos tecidos vegetais e que determina a velocidade das reações bioquímicas associadas à senescência (JACOBI et al., 2000; TERUEL, 2008).

Estudos relacionados com a qualidade da romã têm demonstrado que a temperatura é o fator mais importante para controlar a atividade respiratória, a transpiração e o desenvolvimento de microrganismos patogênicos. O resfriamento rápido, usando ar forçado, é uma das maneiras mais simples de estender a vida comercial de romã. Artés (1992) relatou que a temperatura de 5°C evita a produção de desordens fisiológicas, durante dois e três meses de armazenamento. A temperatura e a umidade relativa estão intimamente relacionadas, tendo como objetivo minimizar a perda de peso sem aumentar o desenvolvimento microbiano e a deterioração do fruto.

Gil et al. (1996) verificam que a temperatura de 5°C foi a mais adequada para o armazenamento de romãs da variedade 'Molar'. De acordo com Onur et al., (1995) a temperatura ótima de armazenamento varia de acordo com a variedade e com o tratamento pós-colheita que os frutos recebem. O armazenamento de romã da variedade 'Wonderful' em temperatura abaixo de 5°C resultou em danos pelo frio; a severidade dos sintomas aumentou com o tempo e temperatura inferior a 5°C (ELYATEM; KADER, 1984).

Durante o armazenamento refrigerado de romã várias desordens fisiológicas, enzimáticas e ataques de microrganismos podem afetar seriamente os atributos de qualidade do fruto. Romã 'doce' pode sofrer danos pelo frio se forem armazenadas por mais de dois meses em temperaturas abaixo de 5°C. Esta lesão inclui sintomas como escurecimento da casca, desenvolvimento de fungos, deterioração e escurecimento das sementes (ARTÉS, 1992). Algumas cultivares, como a 'Wonderful', pode ser armazenada por 2 meses a 5°C. A temperatura mínima segura para armazenar romãs doces é de 10°C (KADER et al., 1984). Estudos anteriores têm demonstrado que o armazenamento convencional de romã 'Molar' a 5°C e 90 a 96% de umidade relativa até oito semanas, não ocasionou danos ocasionados pelo frio. O armazenamento sob atmosfera controlada (5% de CO₂ e 5% de O₂) a 5°C e umidade relativa acima de 95%, durante dois meses, manteve a qualidade da romã, embora algumas manchas na casca foram observadas (ARTES et al., 1996).

2.4 Biofilmes comestíveis

2.4.1 Fécula de mandioca

Biofilme é um filme fino preparado de materiais biológicos, que age como barreira a elementos externos e, conseqüentemente, pode proteger o produto e aumentar a sua vida de prateleira, sem riscos de saúde ao consumidor, uma vez que não são metabolizados pelo organismo e sua passagem pelo trato gastrointestinal se faz de maneira inócua (OLIVEIRA; GRDEN; RIBEIRO, 2007; COSTA, 2008).

A utilização de películas comestíveis tem sido bastante explorada para revestimento de frutas e hortaliças visando minimizar a perda de umidade e reduzir as taxas de respiração, além de conferir aparência brilhante e atraente (AZEREDO, 2003). O uso de películas com esse propósito constitui vantagem econômica, evitando a necessidade de estocagem em atmosfera controlada que implicaria em custos operacionais e de equipamento. A função a ser desempenhada pelo filme depende do produto alimentício e principalmente do tipo de deterioração a que este produto está submetido (MAIA; PORTE; SOUZA, 2000).

A fécula de mandioca tem sido citada como a matéria-prima mais adequada na elaboração de biofilmes comestíveis por formar películas resistentes e transparentes, eficientes barreiras à perda de água, proporcionando bom aspecto e brilho intenso, tornando frutas e hortaliças comercialmente atrativas e, não sendo tóxica, pode ser ingerida juntamente com o produto. O biofilme de fécula de mandioca é facilmente removido com água e apresenta-se como um produto comercial de baixo custo (GUEDES, 2007).

A obtenção do biofilme de fécula de mandioca baseia-se no princípio da geleificação do amido, que ocorre acima de 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 (VILA et al., 2007).

Alguns estudos foram realizados com o objetivo de mostrar a viabilidade do uso de biofilmes de fécula de mandioca em diferentes concentrações na conservação e qualidade de frutos e hortaliças. Os trabalhos de pesquisas realizados para a aplicação de filmes de fécula

de mandioca têm representado resultados muito distintos, quando diferentes materiais vegetais são testados (REIS et al. 2006; LEMOS et al. 2007).

A inclusão de outros componentes à suspensão, tais como ceras e óleos são barreiras eficientes à água e podem prevenir a perda de massa. Entretanto, concentrações altas destes componentes podem ser prejudiciais ao criar condições de anaerobiose nos frutos, induzindo alterações indesejáveis de sabor e odor (DEBEAUFORT et al. 1998).

Segundo Vieira et al. (2009), a aplicação de biofilmes à base de fécula de mandioca ou amido de milho de 1% a 3% contendo óleo de girassol a 0,05% em manga ‘Tommy Atkins’ contribuíram para a manutenção da qualidade dos frutos armazenados sob condições ambientais ($27,9^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$; $64,6\% \pm 3\%$ UR), retardando o amadurecimento por pelo menos quatro dias sem haver prejuízo quanto aos atributos de qualidade de perda de massa, cor da casca e da polpa, firmeza da polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e pH.

Revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca nas concentrações de 2% e 3%, cera de carnaúba e proteínas, conferiram brilho e aderiram bem às frutas, melhorando a aparência em relação ao controle e que contribuem para aumentar o período de conservação em goiabas ‘Kumagai’ (CERQUEIRA, 2007).

Souza et al. (2009) avaliando a conservação pós-colheita de berinjela com revestimentos de 3% de fécula de mandioca ou filme de PVC, observaram que o uso de fécula de mandioca não foi efetivo em prolongar a vida útil pós-colheita da berinjela quando comparado com o uso do filme plástico.

Em mangas ‘Tommy Atkins’ biofilmes de fécula de mandioca a 2% e amido de milho a 4%, e armazenados por até 21 dias a $12 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ e 86% UR, mais período adicional de sete dias a $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e 67% UR, reduziram a perda de massa, mantiveram a firmeza e melhoraram o aspecto visual, permitindo um armazenamento por mais tempo sem perda da qualidade dos frutos (SANTOS et al., 2011).

2.4.2 *Spirulina platensis*

Spirulina platensis é uma microalga utilizada como complemento alimentar, podendo ser empregada no combate à desnutrição (FOX, 1996). A *Spirulina* spp. apresenta elevado

conteúdo protéico e é considerada uma das fontes mais ricas de provitamina A (beta-caroteno) e de ferro absorvível, além de apresentar altos níveis de vitaminas e outros minerais, compostos fenólicos, fitocianina, ácido gama-linolênico e outros ácidos graxos essenciais (Belay et al., 1993).

O conteúdo protéico da *Spirulina* atinge de 60 a 70% do seu peso seco. Estas proteínas apresentam excelente qualidade com um índice balanceado de aminoácidos essenciais. As proteínas presentes possuem digestibilidade de 70%. Entre os aminoácidos não essenciais presentes na *Spirulina* estão: alanina, arginina, ácido aspártico, cistina, ácido glutâmico, glicina, histidina, prolina, serina e tirosina. Entre os aminoácidos essenciais, estão a isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina e a valina (HENRIKSON, 1995).

A presença de outros minerais importantes para o metabolismo humano torna a *Spirulina* um alimento completo por reunir um grande número de propriedades benéficas. Os pigmentos carotenoides estão presentes em quantidades superiores a outras fontes conhecidas na natureza e as ficobilinas podem fortalecer o sistema imunológico, aumentando a resistência do organismo humano contra doenças (SRIVASTAVA, 2008).

É utilizada no desenvolvimento de alimentos funcionais e produtos nutracêuticos visto apresentar efeitos de promoção à saúde, como diminuição da hiperlipidemia, diminuição da pressão arterial, proteção a danos renais, promoção do crescimento de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* na microbiota intestinal, diminuição dos níveis séricos de glicose, aumento da fertilidade e da resposta anti-mutagênica e anti-tumoral. Atualmente têm se dado grande atenção as suas propriedades antioxidantes, atribuídas aos compostos fenólicos e a ficocianina. (TORRES-DURAN et al., 2007; COLLA et al., 2008).

A *Spirulina* é um alimento tradicional nas populações mexicanas e africanas e é encontrada em águas alcalinas de vãos vulcânicos. Esta cianobactéria possui um conteúdo de aminoácidos de cerca de 62% e é a maior fonte mundial de vitamina B12. Atualmente tem merecido maior atenção em função de suas várias propriedades nutricionais e medicinais (ESTRADA; BESCÓS; FRESNO, 2001).

Como alimento nutracêutico, a *Spirulina* é utilizada principalmente pelos consumidores de alimentos naturais, onde ela aparece como uma película grossa seca ou em pó, sendo muitas vezes o único ingrediente no preparo dos pratos. Alguns produtos inovam ao produzir gomas de mascar flavorizadas com laranja e colorida com *Spirulina*; proteína em pó

que recebem adição de 10% de *Spirulina* uma base de soja e outra a base de ovos e leite; e a “Pastaliana” macarrão de soja com trigo integral corado com *Spirulina* (RICHMOND, 1994; COZZA, 1999).

REFERÊNCIAS

- AL-MAIMAN, S. A.; AHMAD, D. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. **Elsevier Science. Food Chemistry**, Oxford, England, v.76, p.437–441, 2002.
- AL-MUGHRABI, M. A.; BACHO, M.A.; ABDELRAHMAN A. O. Effect of storage temperature of fruit quality of three pomegranate cultivars. **Agricultural Science**, Riyadh, v. 7, n. 2, p. 239-248, 1995.
- ARTÉS, F. Factores de calidad y conservación frigorífica de la granada. In: JORNADAS NACIONALES DEL GRANADO, 2., 1992, Valência. **Anais...** Universidade Politécnica de Valencia, 1992.
- ARTÉS, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A. **Post-harvest technological treatments of pomegranate and preparation of derived products**. In: Melgarejo P. (ed.), Martínez-Nicolás J.J. (ed.), Martínez-Tomé J. (ed.). *Production, processing and marketing of pomegranate in the Mediterranean region: Advances in research and technology*. Zaragoza: CIHEAM, n.42, p.199-204, 2000. (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens).
- AZEREDO, H. M. C. de. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, MT, v. 21, n.2, p. 267-278, 2003.
- BELAY, A.; OTA, Y.; MIYAKAWA, K.; SHIMAMATSU, H. Current knowledge on potential health benefits of *Spirulina*. **Journal of Applied Phycology**, Belgium, v.5, n. 2 p. 235-241, 1993.
- BOROCHOV-NEORI, H.; JUDEINSTEIN, S.; TRIPLER, E.; HARARI, M.; GREENBERG, A.; SHOMER, I.; HOLLAND, D. Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**, United States, v. 22, p. 189–195, 2009.
- CERQUEIRA, T.S. **Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. ‘Kumagai’**. 2007. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2007.
- COHEN, Z. The chemicals of *Spirulina*. In: VONSHAK, A. ***Spirulina platensis (Arthrospira) physiology, cell-biology and biotechnology***. London: Taylor & Francis, 1997. 233 p.
- COLLA, L.M.; MUCCILLO-BAISCH, A.L.; COSTA, J.A.V. *Spirulina platensis* Effects on the Levels of Total Cholesterol, HDL and Triacylglycerols in Rabbits Fed with a Hypercholesterolemic Diet. **Brazilian Archives of Biology Technology**, Curitiba, v.51, n.2, p.405-411, 2008.

COLLA, L. M.; REINEHR, C. O.; REICHERT, C.; COSTA, J. A. V. Production of biomass and nutraceutical compounds by *Spirulina platensis* under different temperature and nitrogen regimes. **Bioresource Technology**, Oxford, England, v. 98, n. 7, p. 1489-1493, 2007.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo). **Variedades de Romã** (*Punica granatum*) **comercializadas na CEAGESP**. 2009. São Paulo. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/servicodealimentacao/variedades/rom.pdf>>. Acesso em: 21 dez 2012.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP – Comunicação: **Venda de romã cresce 400%**. 2011. São Paulo. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/comunicacao/arquivo/2011/janeiro/030111>>. Acesso em: jan 2013.

COSTA, D. L. M. G. **Produção por extrusão de filmes de alto teor de amido termoplástico de mandioca com poli(butileno adipado co-tereftalato) (PBAT)**. Londrina, 2008. 102p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, PR, 2008.

COZZA, K.L. ***Spirulina platensis* em meios naturais e sintéticos: fatores nutricionais e custos experimentais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos. Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, 1999.

CRISOSTO, C.H.; E. J. MITCHAM; A. A. KADER. Pomegranates. **Perishables Handling**. Turkey v. 85, p. 17-18, 1996.

DEBEAUFORT, F.; QUEZADA-GALLO, J. A.; VOILLEY, A. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. **Critical Reviews in Food Science**, Amherst, MA, v. 38, n. 4, p. 299-313, 1998.

ELYATEM, S. M.; KADER, A. A. Postharvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, Netherlands, v. 24, p. 287-298, 1984.

ESTRADA, J.E.P.; BESCÓS, P.B.; FRESNO, A.M.V. Antioxidant activity of different fractions of *Spirulina platensis* protean extract. **IL Farmaco**, v. 56, p. 497 – 500, 2001.

FADAVI, A., BARZEGAR, M., AZIZI, M. H., BAYAT, M. Physicochemical composition of ten pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in Iran. **Food Science and Technology International**, v.11, p.113-119, 2005.

FIGUEIRA, F. S. **Produção de pão sem glúten enriquecido com *Spirulina platensis***. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

FOX, R. D. ***Spirulina* production & potential**. Paris: Edisud, 1996. 232 p.

GIL, M. I.; SANCHEZ, R.; MARIN, J. G.; ARTES, F. Quality changes in pomegranate during ripening and cold storage. **Z Lebensm Unters Forsch**, v. 202, p. 481-485, 1996.

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

HENRIKSON, R. **Microalga Spirulina: superalimento del future**. Barcelona: Ediciones Urano S.A., 1995

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de limão Siciliano desverdecido. *In*: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE RAÍZES TROPICAIS, 1. e CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 9., 1996, São Pedro-SP. **Anais...** São Pedro: Centro de Raízes Tropicais, Universidade Estadual Paulista, n. 131, 1996.

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.

JACOBI, K.K; MACRAE, E.A.; HETHERINGTON, S.E. Effects of hot air conditioning of 'Kensington' mango fruit on the response to hot water treatment. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, Netherlands, v. 21, p. 39-49, 2000.

JARDINI, F. A.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum*, L.). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêutica**, São Paulo, v. 43 n.1, 2007.

KULKARNI, A. P., ARADHYA, S. M. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. **Food Chemistry**, Oxford, England, v. 93, p. 319-324, 2005.

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

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3.ed. São Paulo: Nova Odessa; 2001.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. de. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e o oxigênio. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.18, n.1, 2000.

MORAIS, M. G.; MIRANDA, M. Z.; COSTA, J. A. V. Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis*: características físico-químicas, sensoriais e digestibilidade. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, SP, v. 17, n.3, p. 323-328. 2006.

MORENO, P. M. **Conferencia general**: el granado, su problemática y usos. I Jornadas Nacionales sobre el granado. Disponível em: <www.poscosecha.com>. Acesso em: 22 de março de 2012.

OLIVEIRA, C. S. de : GRDEN, L.; RIBEIRO, M. C. de O. Utilização de filmes comestíveis em alimentos. **Série em ciência e tecnologia de alimentos: desenvolvimentos em tecnologia de alimentos**. Ponta Grossa, PR, v. 1, n.1 p. 52-57, 2007.

OLIVEIRA, M. A. **Utilização de película de fécula de mandioca como alternativa à cera na conservação pós-colheita de frutos de Goiaba (*Psidium guajava*)**. 1996, 73p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

ONUR, C.; PEKMEZCI, M.; TIBET, H.; ERKAN, M.; KUZU, S. 1995. Nar (*Punica granatum* L.) muhafazası üzerinde araştırmalar (Investigations on pomegranate storage). 2nd Natl. Hort. Congr. Turkey, Oct. 1995. Adana, Turkey. **Çukurova Univ.** v. 1, p. 696 -700, 1995.

OZGEN, M.; DURGAÇ, C.; SERÇE, S.; KAYA, C. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. **Food Chemistry**, Oxford, England, v.111, p.703-706, 2008.

PATRAS, A.; BRUNTON, N.P.; O'DONNELL, C.; TIWARI, B.K. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. **Trends in Food Science and Technology**, v.21, p. 3–11, 2010.

QUIROZ, I. **Granados, perspectivas y oportunidades de un negocio emergente: Antecedentes de mercado**. Fundación Chile. 2009.

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

RICHMOND, A. IN: BOROWITZKA, M. AND BOROWITZKA, L. **Products from algae, biotechnology in the Asia Pacific, Region**. University of Malaia, 477p. 1994.

SADEGHI, H. Physical and chemical characteristics of four native pomegranate cultivars in Mazandaran province of Iran. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, Finland, v.8, n.2, p.570-572, 2010.

SANTOS, A. E. O.; ASSIS, J. S.; BERBERT, P. A.; SANTOS, O. O.; BATISTA, P. F.; GRAVINA, G. 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, PE, v.6, n.3, p.508-513, 2011.

SAYYARI, M.; VALERO, D.; BABALAR, M.; KALANTARI, S.; ZAPATA, P.J.; SERRANO, M. Prestorage Oxalic acid treatment maintained visual quality, bioactive compounds, and antioxidant potential of pomegranate after long-term storage at 2°C. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, United States, v. 58, p. 6804-6808, 2010.

SERRANO, M. **La Granada**: maduración y post-recolección. In: I Jornadas Nacionales sobre el granado. 2012. Disponível em: <www.poscosecha.com>. Acesso em: 22 de março de 2012.

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

SRIVASTAVA, P. Nutraceutical *Spirulina* – I. **Vegetos**, Meerut, v.21, n.2, p.1-9, 2008.

STOVER, E. D.; MERCURE, E. W. The pomegranate: A new look at the fruit of Paradise. **HortScience**, Alexandria, United States, v. 42, n. 5, 2007.

TERUEL, B. J. M. Tecnologias de resfriamento de frutas e hortaliças. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, RS, v.14, n.2, p.199-220, 2008.

TORRES-DURAN, P.V.; FERREIRA-HERMOSILLO, A. JUAREZ-OROPEZA, M.A. Antihyperlipemic and antihypertensive effects of *Spirulina maxima* in an open sample of Mexican population: a preliminary report. **Lipids in Health and Disease**, London, England, v.6, n.33. 2007.

VIEIRA, E. L.; PEREIRA, M. E. C.; SANTOS, D. B.; LIMA, M A.C. Aplicação de biofilmes na qualidade da manga 'TOMMY ATKINS'. **Magistra**, Cruz das Almas, BA, v. 21, n. 3, p. 165-170, 2009.

VILA, M.T.R.; LIMA, L.C.O.; BOAS, E.V.B.V.; HOJO, E.T.D.; RODRIGUES, L.J.; PAULA, N.R.F. Chemical and biochemical characterization of guavas stored under refrigeration and modified atmosphere. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 31, n.5, p. 1435-1442, 2007.

WERKMAN C; GRANATO, D.C.; KERBAUY, W.D.; SAMPAIO, F.C.; BRANDÃO, A.A.H.; RODE, S.M. Aplicações terapêuticas da *Punica granatum* L. (romã). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, SP, v. 10, n. 3, p.104-11, 2008.

CAPÍTULO I
QUALIDADE DA ROMÃ ‘MOLAR’ ARMAZENADA SOB
REFRIGERAÇÃO

QUALIDADE DA ROMÃ ‘MOLAR’ ARMAZENADA SOB REFRIGERAÇÃO

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a qualidade da romã ‘Molar’ durante o armazenamento dos frutos *in natura* sob diferentes temperaturas de refrigeração. Os frutos foram colhidos pela manhã, em uma propriedade comercial localizada no município de Sousa, PB. Em seguida, foram acomodados em caixas plásticas e transportados para o Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, PB. No laboratório, os frutos foram armazenados nas temperaturas de 6°C, 10°C e 12°C e analisados periodicamente aos 0, 12, 18, 24, 30, 36 dias, acrescidos de dois dias de permanência em sala sob condição ambiente ($24 \pm 2^\circ\text{C}$ e $43 \pm 5\% \text{UR}$). O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no tempo utilizando-se quatro repetições e quatro frutos por parcela. Romãs ‘Molar’ armazenadas a 10°C por 36 dias seguidos de ‘*shelf life*’ de dois dias a 24°C, se mantêm satisfatórias para comercialização *in natura*, sem prejuízos em atributos de qualidade biométricos, visuais e físico-químicos. O armazenamento dos frutos a 6°C proporciona prejuízos na qualidade visual dos frutos devido ao aparecimento de manchas, prejudicando a aparência externa. A temperatura de armazenamento a 12°C proporciona sintomas de murcha apenas ao final do armazenamento. As temperaturas de armazenamento a 6°C, 10°C ou 12°C podem ser temperaturas apropriadas para o armazenamento de romãs destinadas à indústria por não prejudicarem os atributos internos de qualidade da romã ‘Molar’, especialmente relacionados a integridade das sementes, arilos, rendimento de suco, sólidos solúveis, acidez tituláveis, flavonoides e antocianinas.

Palavras-chaves: *Punica granatum*, vida de prateleira, conservação.

QUALITY OF POMEGRANATE 'MOLAR' STORED UNDER REFRIGERATION

ABSTRACT

The present study aimed to characterize the quality of Pomegranate 'Molar' during storage of raw fruits under different cooling temperatures. The fruits were harvested in the morning at a commercial property located in the municipality of Sousa, PB. Then were placed in plastic boxes and transported to the Food Analysis Laboratory of the Federal University of Campina Grande, Campus de Pombal, PB. In the laboratory, the fruits were stored at temperatures of 6°C, 10°C and 12°C and periodically analyzed at 0, 12, 18, 24, 30, 36 days plus two days of stay in the room under ambient conditions ($24 \pm 2^\circ\text{C}$ and $43 \pm 5\%$ RH). The experiment was conducted in a completely randomized design with split plot using four replicates of four fruits per plot. Pomegranates 'Molar' stored at 10°C for 36 days followed by '*shelf life*' two days at 24°C, remains satisfactory for fresh fruit market without losses in quality attributes biometric, visual and physical chemistry. The storage of fruits at 6°C provides visual loss in fruit quality due to the appearance of blemishes, impairing external appearance. The storage temperature to 12°C provides wilt symptoms only at the end of storage. Storage temperatures to 6°C, 10°C or 12°C may be appropriate temperatures for storage of pomegranates for industry not to harm the internal quality attributes of pomegranate 'Molar', especially related to integrity seeds, arils, juice yield, solids soluble, titratable acidity, and anthocyanins flavonoids.

Keywords: *Punica granatum*, shelf life, conservation.

1 INTRODUÇÃO

A romãzeira (*Punica granatum* L.) é considerada uma excelente árvore para o cultivo em zonas áridas e semi-áridas, especialmente devido à resistência a condições de baixas precipitações e umidade relativa do ar (ERCISLI, 2004). É cultivada em toda região Mediterrânea, na Espanha, Turquia, Marrocos, Egito, Israel, Tunísia, Arábia Saudita, Irã, Paquistão, Afeganistão, Índia e China. Entre estes países, Índia, Irã, China e Turquia são os principais produtores (ERCISLI et al., 2007).

No Brasil, a planta desenvolve-se com condições favoráveis para o crescimento vegetativo, florescimento, frutificação e produção de frutos de boa qualidade (CARDOSO et al., 2011). No Nordeste brasileiro, a cultura tem despertado o interesse de produtores de fruteiras, tendo em vista a demanda pelo produto por parte das indústrias de alimentos, farmacêutica e de cosméticos e a possibilidade de ampliar o uso do fruto para comercialização na forma *in natura*.

Na Paraíba, na cidade de Sousa, encontra-se instalado um dos maiores pomares brasileiros, com cerca de 44ha plantados, sendo cultivadas organicamente as variedades ‘Molar’ e ‘Wonderful’. No entanto, para a expansão de mercado, é necessário o conhecimento de tecnologias voltadas para a conservação do fruto *in natura*.

A determinação do estágio de maturação adequado para a colheita, associado à temperatura ideal de refrigeração, podem potencializar o período de conservação pós-colheita da romã. Neste sentido, a comercialização do fruto *in natura* em mercados distantes do campo de produção requer tecnologias que permitam a manutenção da integridade do produto por mais tempo, sem perda de atributos de qualidade visuais, físico-químicos e nutricionais.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a qualidade da romã ‘Molar’ durante o armazenamento dos frutos *in natura* sob diferentes temperaturas de refrigeração.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 AQUISIÇÃO E SELEÇÃO DOS FRUTOS

Romãs da variedade ‘Molar’ foram adquiridas na Fazenda Águas de Tamanduá, localizada nas Várzeas de Sousa, Sousa-PB (longitude 38°13’41” e latitude 06°45’33”), distante 57,2km de Pombal-PB. A colheita foi realizada pela manhã, com auxílio de tesoura de poda, no estágio de maturação comercial (Figura 1). Após a colheita, os mesmos foram acondicionados em caixas plásticas (31x36x56cm) revestidas internamente com jornal a fim de minimizar danos físicos e, em seguida, foram transportados para o laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB.



Figura 1. Estádio de maturação da romã ‘Molar’ no ponto de colheita. Fazenda Águas de Tamanduá, Várzeas de Sousa-PB.

No laboratório realizou-se seleção quanto à uniformidade de tamanho, cor e ausência de defeitos, descartando-se os frutos manchados, rachados ou doentes. Em seguida, realizou-se lavagem dos frutos selecionados em solução contendo detergente neutro a 1% e, após enxágue, os frutos foram sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 100ppm de cloro ativo por cinco minutos. Após secagem ao ar livre, as romãs foram acondicionadas em bandejas de poliestireno (21cm x 14cm) e embaladas com filme plástico de policloreto de vinila (PVC) com 12 μ m de espessura e armazenadas sob condições de refrigeração em BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio), (Figura 2).



Figura 2. Higienização de romãs. (A) Lavagem em água corrente; (B) Sanitização com solução de hipoclorito de sódio a 100ppm por cinco minutos; (C) Secagem ao ar livre; (D) Embalagem em bandeja de poliestireno envolta com filme de PVC; (E) Armazenamento refrigerado em BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio).

2.2 AVALIAÇÕES

2.2.1 Avaliações biométricas

- a) **Perda de Massa Fresca:** Foi obtida através da pesagem dos frutos, com auxílio de balança eletrônica de precisão. Os resultados foram expressos em porcentagem considerando-se a diferença entre o peso obtido no dia da colheita e após cada período de avaliação.

- b) **Perda de Diâmetro Longitudinal e Transversal:** Os frutos foram aferidos, individualmente, quanto ao comprimento longitudinal (do ápice à base do fruto) e transversal (região equatorial do fruto), utilizando-se paquímetro digital. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se as diferenças entre os diâmetros dos frutos no dia da colheita e os diâmetros obtidos em cada período de avaliação.

- c) **Peso de Arilos/Fruto:** O peso dos arilos foi determinado por gravimetria em balança analítica de precisão, após a separação cuidadosa do conteúdo interno de cada fruto (Figura 3). Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a proporção entre o peso dos arilos e o peso do fruto em cada período de avaliação.

- d) **Volume de Suco/Fruto:** O volume de suco foi quantificado individualmente em proveta volumétrica e os resultados expressos em porcentagem, considerando-se o rendimento de suco por fruto, através da proporção entre o volume de suco e o peso individual de cada fruto, durante o armazenamento.

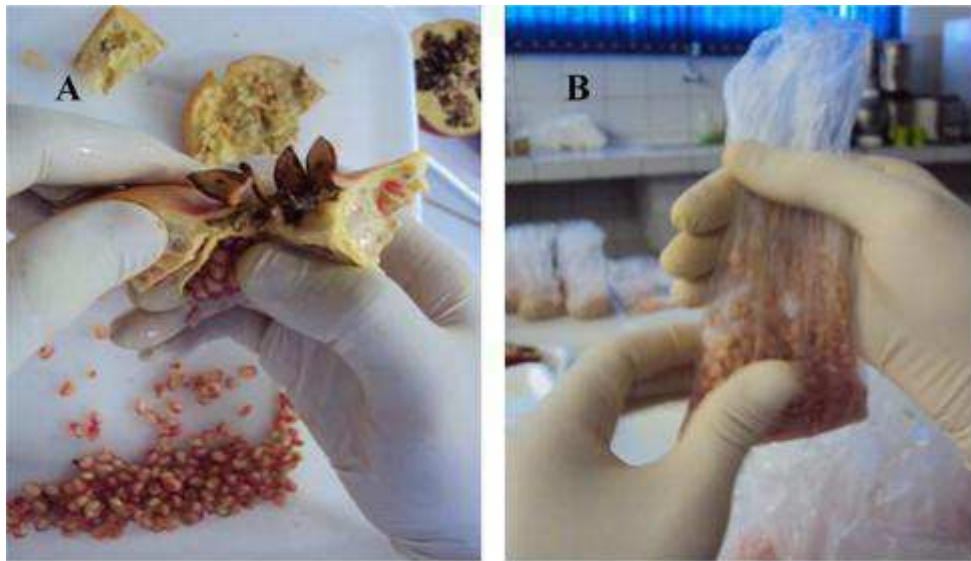


Figura 3. (A) Remoção da casca e dos arilos; (B) Maceração dos arilos para a separação do suco e sementes.

- e) **Peso de Sementes/Fruto:** O peso das sementes foi determinado, em cada fruto individualmente, por gravimetria, utilizando balança analítica de precisão. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a proporção entre o peso das sementes e o peso do fruto, durante o armazenamento.
- f) **Peso de Casca/Fruto:** O peso da casca foi determinado, em cada fruto individualmente, por gravimetria em balança analítica de precisão. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a proporção entre o peso da casca e o peso do fruto, durante o armazenamento.

2.2.2 Avaliações Visuais

Foram realizadas através da aparência externa e interna, através da média da avaliação de três pessoas devidamente treinadas quanto à caracterização dos defeitos, considerando-se escalas subjetivas de notas (Quadro 1). Frutos com notas abaixo de 3 para aparência externa ou interna foram considerado inadequados para a comercialização *in natura* por apresentarem acima de 30% de defeitos.

Quadro 1. Escala subjetiva (notas de 5 a 0) para avaliações da aparência externa e interna na romã ‘Molar’.

Nota*	Aparência externa	Aparência interna
5 (menos de 1% do fruto afetado)	Ausência de depressões, manchas ou ataque de microrganismos.	Ausência de sementes soltas.
4 (1 a 10% do fruto afetado)	Traços de murcha e/ou manchas	Sementes soltas, alterações na coloração do arilo.
3 (11 a 30% do fruto afetado)	Murcha e/ou manchas leves	Sementes soltas, alterações na coloração do arilo, traços de microrganismos.
2 (31 a 50% do fruto afetado)	Murcha e/ou manchas com média intensidade	Sementes soltas, alterações na coloração do arilo, presença de microrganismos.
1 (51 a 60% do fruto afetado)	Murcha e/ou manchas com intensidade severa ou ataque de microrganismo	Sementes soltas, alterações na coloração do arilo, intensidade severa de microrganismos.
0 (mais de 61% do fruto afetado)	Murcha e/ou manchas com intensidade muito severa ou ataque generalizado de microrganismo	Sementes soltas, alterações na coloração do arilo, ataque generalizado de microrganismos.

*Escala estabelecida pelo autor.

2.2.3 Avaliações físico-químicas

Após pesagem dos frutos e separação da casca e arilos, obteve-se o suco por meio de maceração do arilo em saco plástico. Em seguida, determinou-se vitamina C, sólidos solúveis, acidez titulável e pH, posteriormente as amostras foram congeladas em *freezer* doméstico para as demais análises de qualidade.

- a) Sólidos Solúveis – SS (%):** Determinado diretamente no suco homogeneizado, através de leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, Atago Co., LTD., Japan), segundo a recomendação proposta pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005);

- b) Acidez Titulável - AT (% de ácido cítrico):** Determinada por titulometria, utilizando-se uma alíquota de 1,0 ml de suco, à qual foram adicionados 49,0mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína alcoólica a 1%, usando-se solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, padronizada com biftalato de potássio, como titulante (IAL, 2008);
- c) Potencial Hidrogeniônico (pH):** determinado em pHmetro marca Tecnoyon (Modelo mPA – 210P/Versão 7.1), com inserção direta do eletrodo, de acordo com IAL (2008);
- d) Relação SS/AT:** Razão entre os valores de sólidos solúveis e acidez titulável;
- e) Vitamina C (mg.100ml⁻¹ de Ácido ascórbico):** Determinado, segundo AOAC (2005), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1,0ml do suco diluído em 49,0mL de ácido oxálico 0,5%;
- f) Compostos Fenólicos Totais (mg.100ml⁻¹):** Determinados a partir do método de Folin e Ciocalteu descrito por Waterhouse (2006) com modificações. Os extratos foram preparados a partir da diluição de 0,5ml do suco de romã em 10ml de água destilada e deixados em repouso por 1 hora. Uma alíquota de 75µL do extrato foi transferida para um tubo, onde foram adicionados 2.050µL de água destilada e 125µL do reagente folin ciocalteu. A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos e logo após foi adicionado 250µl de carbonato de sódio a 20%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 40°C, por 30 minutos. A curva padrão foi preparada com ácido gálico, e as leituras foram medidas em espectrofotômetro a 765nm;
- g) Flavonoides e Antocianinas (mg.100ml⁻¹):** As determinações seguiram a metodologia proposta por Francis (1982). Tomou-se 1,0 ml do suco de romã em tubos de ensaio revestido com papel alumínio, adicionando-se aproximadamente 10,0ml da solução extratora de etanol 95% com HCl 1,5N na proporção de 85:15 (v/v), respectivamente. A amostra foi homogeneizada em agitador Vortex, posteriormente,

deixou-se em repouso por uma noite na geladeira sob ausência de luz. Em seguida, procedeu-se a leitura em espectrofotômetro. Para determinação de antocianinas, a leitura foi realizada em comprimento de onda de 535nm, calculado através da fórmula: fator de diluição x absorvância/98,2. Para os flavonoides realizou-se a leitura a 374nm, calculado através da fórmula: fator de diluição x absorvância/76,6.

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições e quatro frutos por parcelas. As parcelas foram representadas pelas temperaturas de $6 \pm 2^\circ\text{C}$, $10 \pm 2^\circ\text{C}$ e $12 \pm 2^\circ\text{C}$, com $57 \pm 5\%$ de UR. As subparcelas foram representadas pelos períodos de avaliações ao longo do tempo de armazenamento refrigerado: 0, 12, 18, 24, 30, 36, com um acréscimo de dois (2) dias de armazenamento sob condições ambiente ($24 \pm 2^\circ\text{C}$ e $43 \pm 5\%$ UR), simulando a *shelf life*, a cada avaliação.

Os dados foram submetidos à análise de variância. As características quantitativas foram analisadas através de regressão, onde modelos lineares e não lineares foram escolhidos com base no potencial para explicar o fenômeno biológico em questão, no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes de regressão. As análises subjetivas foram analisadas através do teste de comparação de médias Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para as análises empregou-se o Programa Computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para a interação entre os fatores temperaturas (A) e armazenamentos (B), para as variáveis perda de diâmetro longitudinal (PDL), perda de diâmetro transversal (PDT), volume de suco (VSu), peso de casca (PCa), aparência externa (AE), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT, compostos fenólicos (CF) e antocianinas (ANT). As variáveis perda de massa fresca (PM), peso de arilo (PSA), peso de sementes (Pse), aparência interna (AI), sólidos solúveis (SS), vitamina C (vit C) e flavonoides (FLA) não tiveram interação significativa quanto aos fatores, porém, houve efeito isolado e significativo ao nível de 1% de probabilidade para o fator B, enquanto que o fator A não revelou diferença significativa (Apêndice).

3.1 Características biométricas

Houve aumento na perda de massa fresca com o avanço do tempo de armazenamento. Aos 12 dias de refrigeração, acrescido de ‘*shelf life*’ de dois dias, verificaram-se PM acima de 10%. Ao final do armazenamento, a PM máxima foi inferior a 12% (Figura 4A). A perda de massa fresca é uma consequência da desidratação de frutos, devido a mudanças na resistência à transferência de superfície ao vapor de água e à ocorrência de pequenas fissuras que conectam o interior do fruto com o meio externo (SERRANO et al, 2004).

Em romãs ‘Molar’ armazenadas durante 80 dias em temperatura de 0 e 5°C, com ‘*shelf life*’ de 7 dias, constatou-se PM de 6,0 e 7,8%, respectivamente (ARTES, TUDELA e GIL, 1998). Fawole e Opara (2013) reportaram que em romãs ‘Bhagwa’ e ‘Ruby’ armazenadas em diferentes temperaturas de refrigeração (5, 7 e 10°C e 92% UR) houve incremento na PM com o aumento do tempo de armazenamento, sendo as maiores PM nos frutos armazenados nas temperaturas mais altas. Ao final de 16 semanas de armazenamento apenas os frutos estocados a 5°C foram considerados apropriados para comercialização, com PM menor que 20%.

A perda de diâmetro longitudinal (PDL) foi crescente com o avanço no armazenamento, nas três temperaturas. Porém, ao final do armazenamento, as temperaturas de 6°C e 12°C revelaram maior PDL nas romãs, quando comparadas à temperatura de 10°C

(Figura 4B). Comportamento semelhante foi observado com a perda no diâmetro transversal (PDT) até os 24 dias de armazenamento, seguido de ‘shelf life’ de dois dias (Figura 4C), sugerindo que houve alteração na forma do fruto, com tendência ao formato esférico. O mesmo foi observado por Fawole e Opara (2013b). Complementarmente à alteração no formato do fruto, ocorreu redução da espessura da casca da romã, em resposta à perda de massa fresca (TABATABAEKOLOOR; EBRAHIMPOR, 2013).

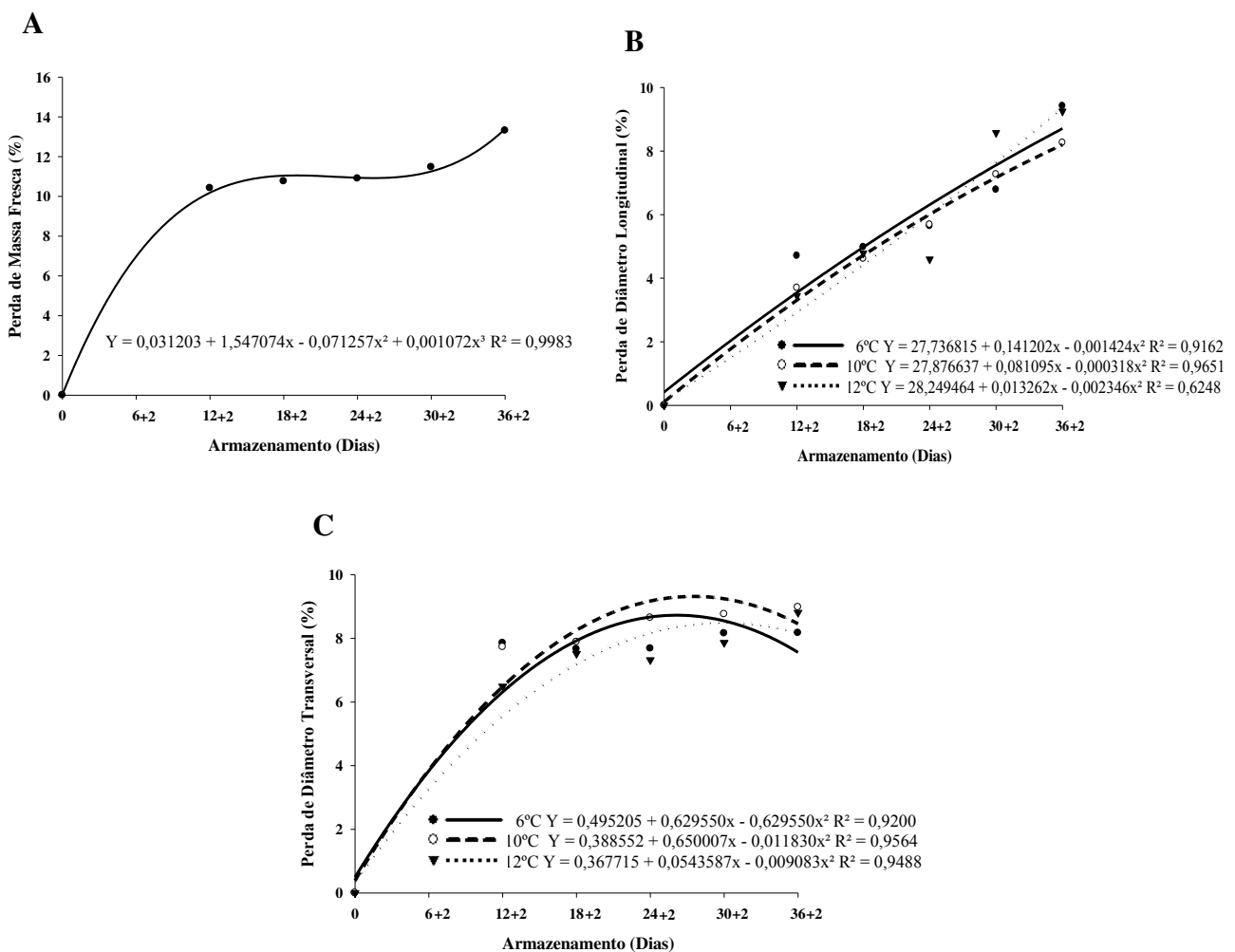


Figura 4 – (A) Perda de Massa Fresca (%), (B) Perda de Diâmetro Longitudinal (%) e (C) Perda de Diâmetro Transversal (%) em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob armazenamento refrigerado a 6°C, 10°C e 12°C e ‘shelf life’ de dois dias (24°C).

Na romã, a perda de diâmetro longitudinal e transversal pode proporcionar desvalorização do produto durante o armazenamento, pois alteram o formato dos frutos em decorrência da perda de massa fresca que deprecia o fruto devido à desidratação na casca,

afetando, conseqüentemente, a qualidade visual exigida pelo consumidor, além de poder proporcionar prejuízos econômicos, devido à redução na massa, pois geralmente os frutos são vendidos por unidade ou peso.

O peso dos arilos por fruto, assim como o peso das sementes sem arilo por fruto aumentaram linearmente, com o avanço do tempo de armazenamento (Figura 5 A e 5 B). Comportamento semelhante foi observado para o volume de suco por fruto, em que se registrou um aumento de aproximadamente 28% no início do armazenamento para 30%, ao final do período de armazenamento para os frutos mantidos à temperatura de 6°C e 10°C e para 12°C, este aumento foi mais acentuado chegando a atingir 32% (Figura 5 C). De forma inversa, houve redução no peso da casca por fruto, durante o armazenamento, em todas as temperaturas estudadas (Figura 5 D). Este comportamento ocorreu em virtude da perda de massa ter sido maior na superfície externa do fruto, sendo evidenciado pela desidratação dos tecidos da casca. Internamente, porém, ao longo do armazenamento, evidencia-se a integridade dos constituintes internos do fruto, como sementes e arilos, que tenderam a aumentar em relação ao peso do fruto, reduzido ao longo do armazenamento, em função da perda de peso da casca.

Os rendimentos de arilos e suco da romã tem relação direta com as perdas sofridas pelos frutos, as quais em função de uma série de fatores, tais como estágio de maturação e técnicas usadas durante a extração do suco. O valor obtido para o rendimento de arilos, suco, sementes e casca tem um papel importante e no caso da romã, pode ser empregada na seleção do melhor tempo e temperatura de armazenamento, levando em consideração um maior aproveitamento do fruto, tanto para o consumo *in natura* quanto para os processos industriais a que se destina.

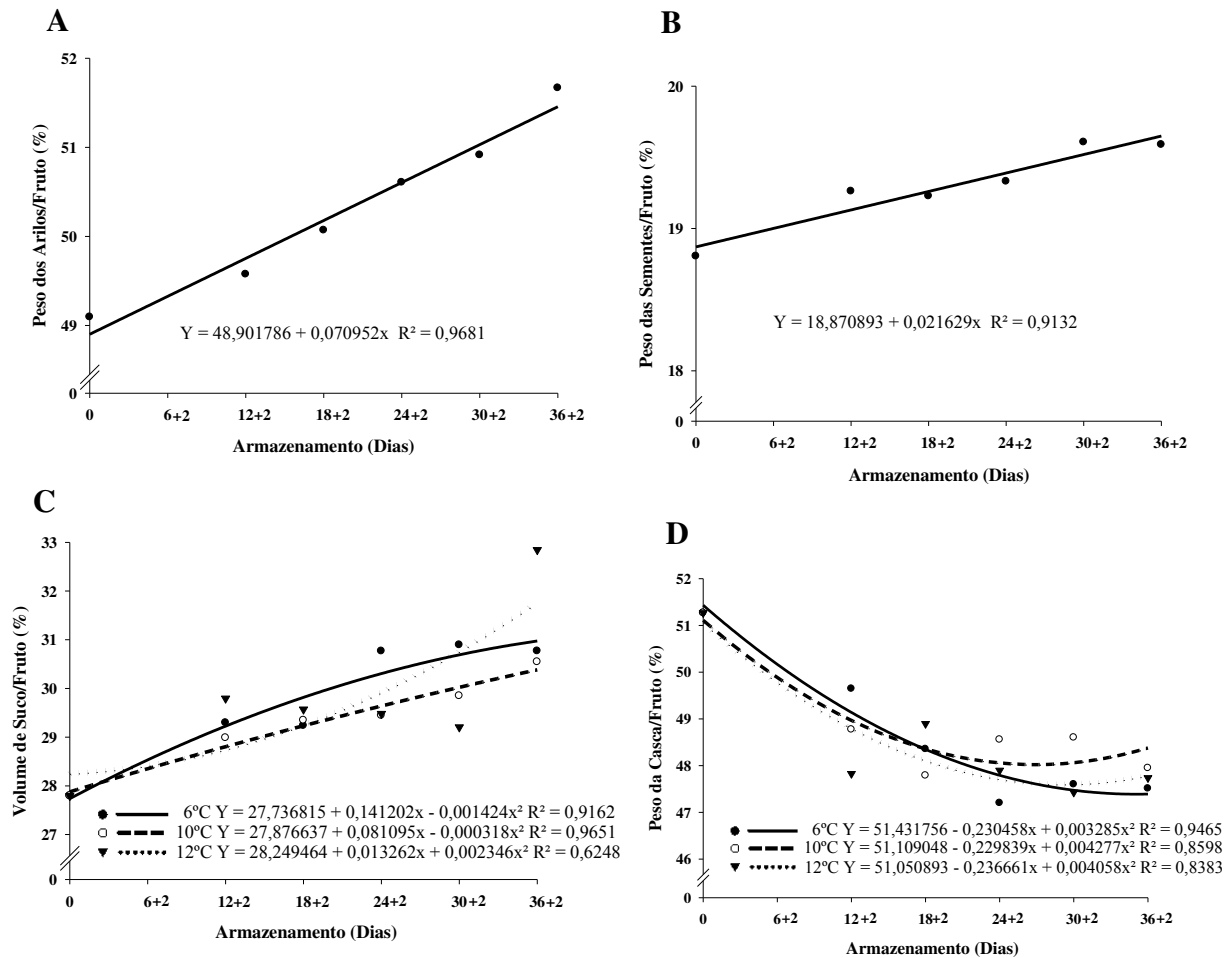


Figura 5. (A) Percentagem de arilos (%), (B) Percentagem de sementes (%), (C) Volume de suco (%) e (D) Percentagem de casca (%) em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob armazenamento refrigerado a 6°C, 10°C e 12°C e ‘shelf life’ de dois dias (24°C).

3.2 Características visuais

Com relação à aparência externa, os frutos apresentaram redução na qualidade ao longo do armazenamento, sendo mais acentuada durante o armazenamento a 6°C e a 12°C (Figura 6 A). A aparência externa dos frutos armazenados a 6°C manteve-se satisfatória até 26 dias de armazenamento, após este período os frutos foram prejudicados por murcha e manchas (Figura 7), obtendo nota inferior a 3 (que representa de 11 a 30% da superfície do fruto afetado). Frutos armazenados a 10°C mantiveram-se satisfatórios durante todo o período de armazenamento (Figuras 6 A e 8). Frutos armazenados a 12°C tiveram sintomas de murcha ao final do armazenamento (Figura 6 e 9). A redução na qualidade relacionada à aparência

externa dos frutos é um dos principais fatores que prejudica a qualidade para comercialização da romã *in natura*, especialmente por ser o principal fator que o consumidor utiliza para a avaliação da qualidade para a aquisição do produto.

Na aparência interna, verificou-se boa qualidade nos frutos, sem alterações visíveis na suculência ou coloração do arilo (Figuras 6 B, 8, 9 e 10), indicando a manutenção interna da integridade do fruto. Se a aparência for afetada haverá redução na qualidade dos frutos e na aceitabilidade por parte do consumidor, mas apesar disso nem sempre um fruto aparentemente saudável tem melhor sabor e aroma (MENDONÇA et al., 2004).

Elyatem e Kader (1984), estudando a fisiologia e o comportamento pós-colheita durante o armazenamento da romã, relataram que frutos armazenados nas temperaturas de 0°C durante 5 semanas e as armazenadas a -1 e 2,2 °C durante 8 semanas, sendo transferidas para condição ambiente à 20°C durante 3 dias, exibiram sintomas externos e internos induzidos pelo frio, sendo os sintomas externos: murcha, descoloração na superfície da casca e crescimento de fungos. Os sintomas internos: da injúria pelo frio, incluindo mudanças na coloração dos arilos. Os frutos armazenados a 5°C durante 8 semanas acrescidos de 3 dias sob condição ambiente de 20°C apresentaram apenas uma ligeira descoloração castanha dos tecidos que separam os arilos. Nenhum sintoma de lesão ocasionado pela refrigeração foi observado nos frutos armazenados a 10°C durante 8 semanas.

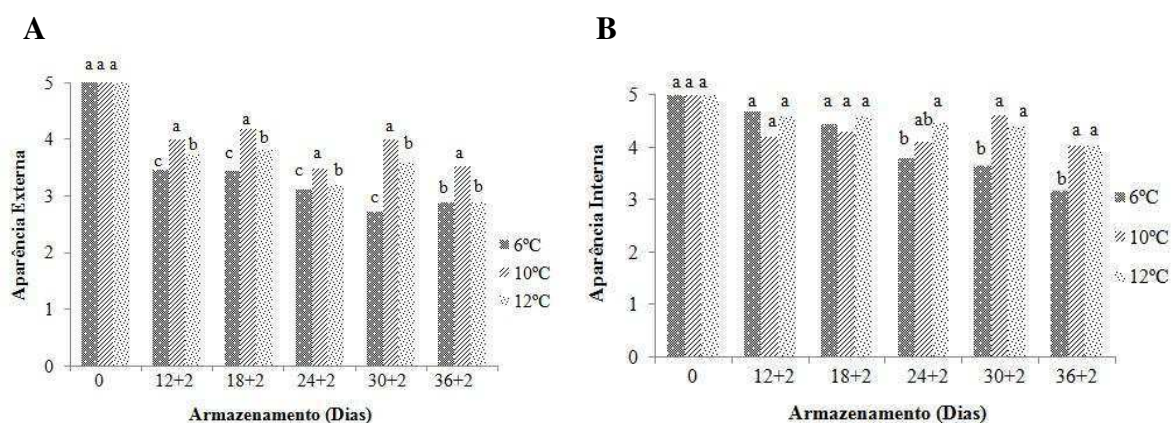


Figura 6 – (A) Aparência externa e (B) Aparência interna em romã ‘Molar’ (notas de 5 a 0), durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob armazenamento refrigerado a 6°C, 10°C e 12°C e ‘shelf life’ de dois dias (24°C).

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem significativamente, conforme o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

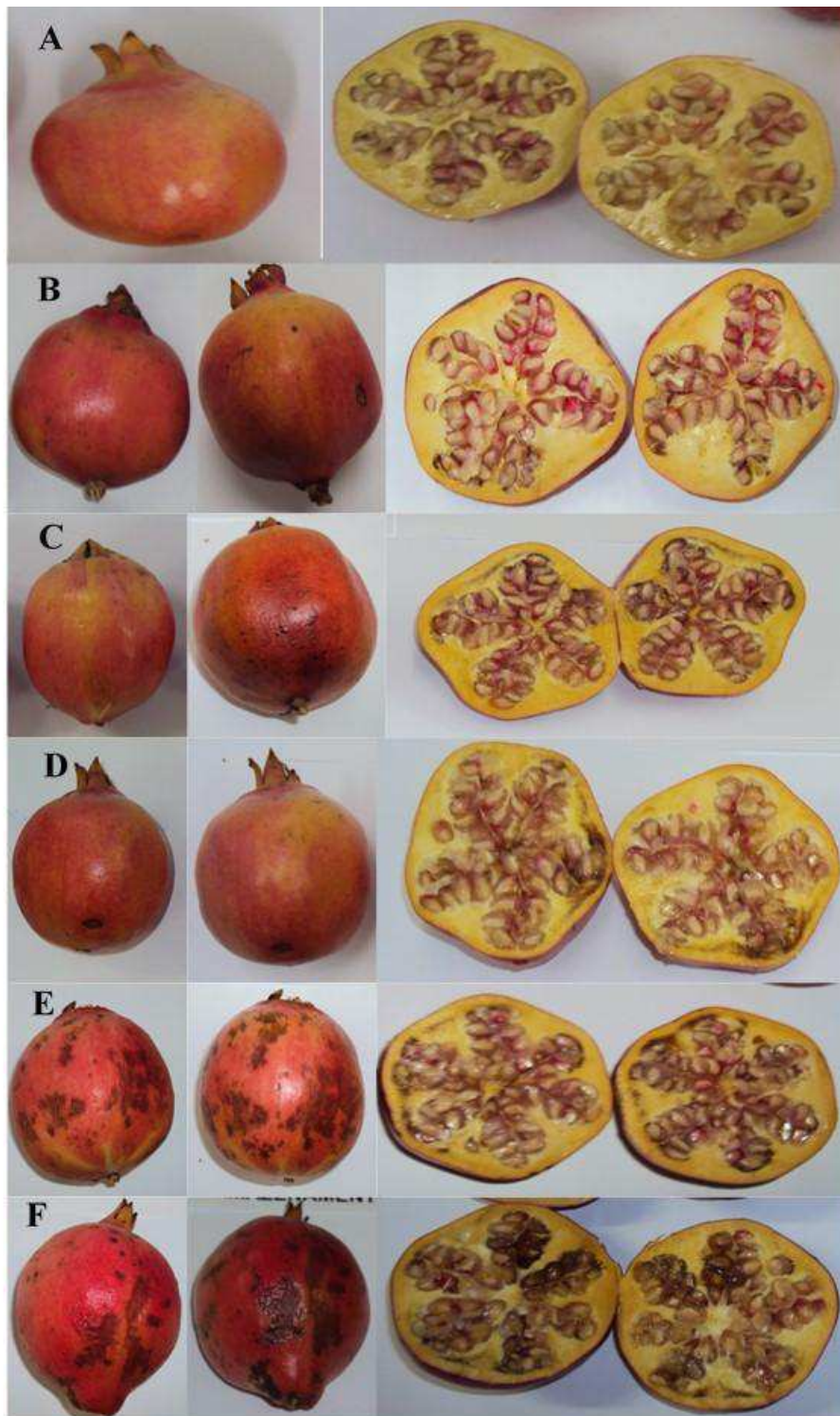


Figura 7. Aparência externa e interna da romã ‘Molar’ refrigerada a $6 \pm 2^\circ\text{C}$, $57 \pm 5\%$ UR. (A) Aos 0, (B) Aos 12, (C) Aos 18, (D) Aos 24, (E) Aos 30 e (F) Aos 32 dias, seguidos de ‘shelf life’ de dois dias a $24 \pm 2^\circ\text{C}$ e $43 \pm 5\%$ UR.

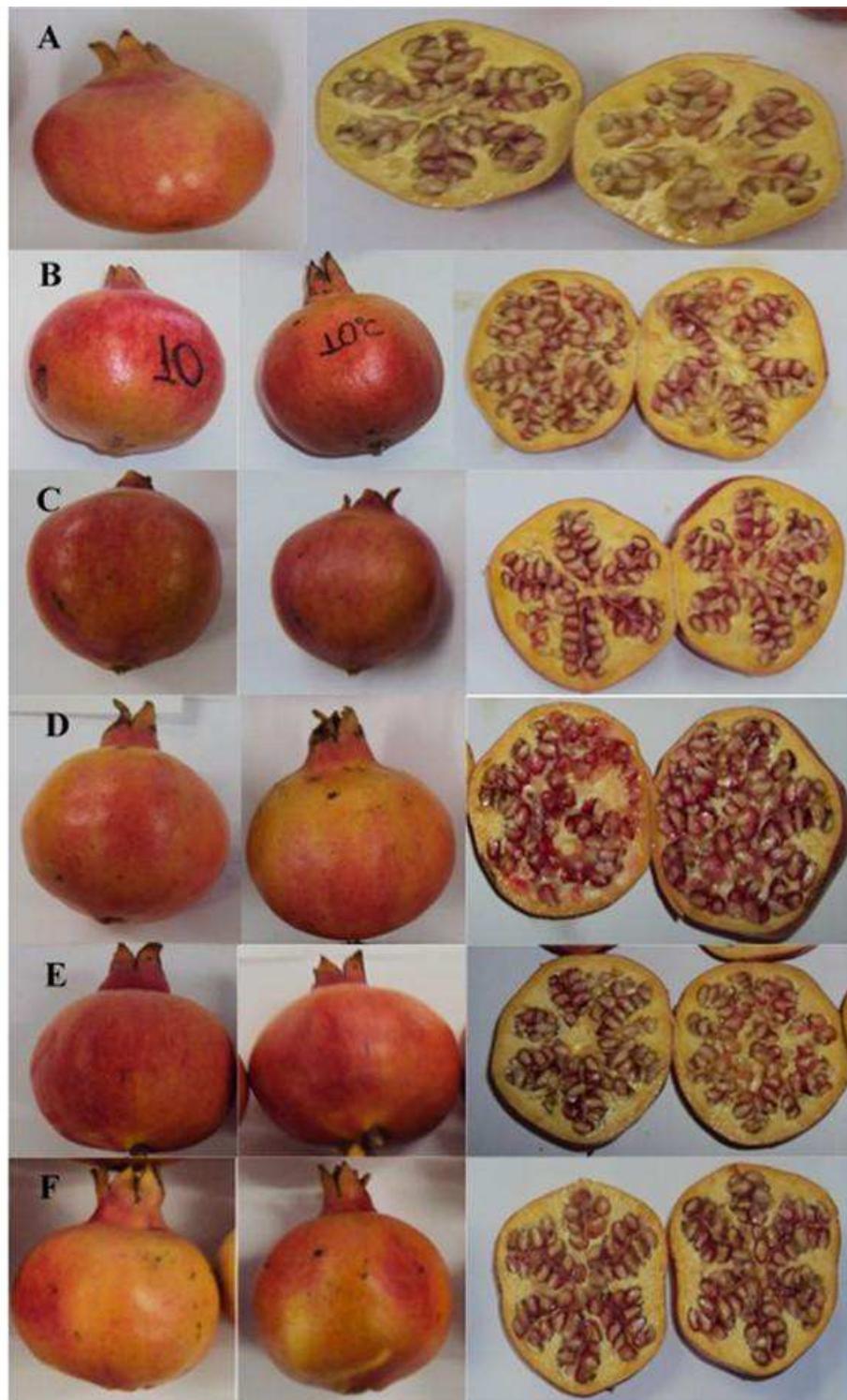


Figura 8. Aparência externa e interna da romã ‘Molar’ refrigerada a $10 \pm 2^\circ\text{C}$, $57 \pm 5\%$ UR. (A) Aos 0, (B) Aos 12, (C) Aos 18, (D) Aos 24, (E) Aos 30 e (F) Aos 32 dias, seguidos de ‘shelf life’ de dois dias a $24 \pm 2^\circ\text{C}$ e $43 \pm 5\%$ UR.

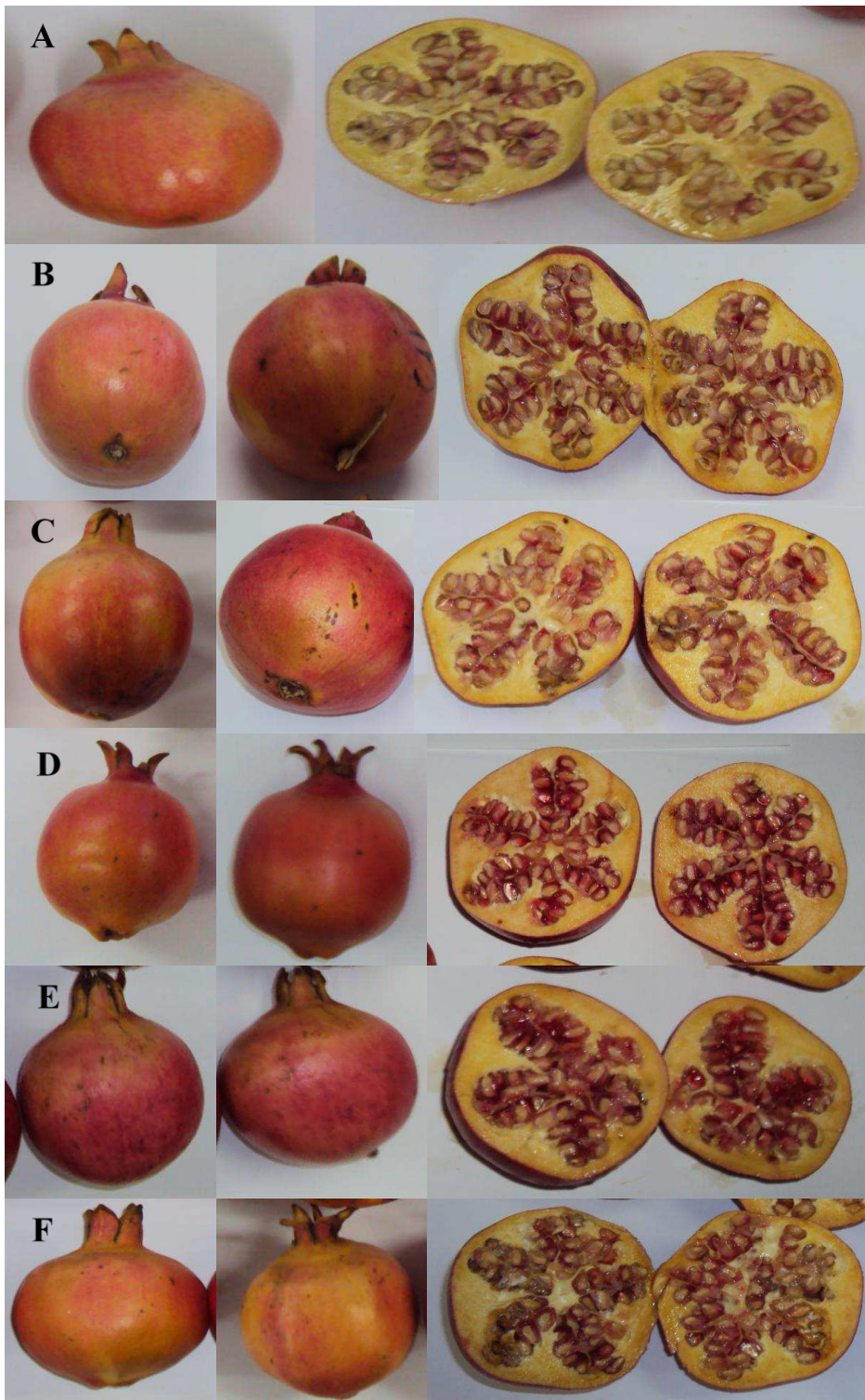


Figura 9. Aparência externa e interna da romã 'Molar' refrigerada a $12 \pm 2^\circ\text{C}$, $57 \pm 5\%$ UR. (A) Aos 0, (B) Aos 12, (C) Aos 18, (D) Aos 24, (E) Aos 30 e (F) Aos 32 dias, seguidos de 'shelf life' de dois dias a $24 \pm 2^\circ\text{C}$ e $43 \pm 5\%$ UR.

3.3 Características físico-químicas

Os sólidos solúveis totais são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade do fruto (KLUGE,2002). O teor de sólidos solúveis teve efeito quadrático, porém apresentando decréscimo ao longo do armazenamento (Figura 11A). Os valores encontrados neste trabalho estão em concordância com os observados por vários autores. Ozgen et al. (2008), em seu estudo sobre as propriedades químicas e antioxidantes de romãs cultivadas na Turquia, constataram teor de sólidos solúveis igual a 16,7%. Valores semelhantes foram observados em trabalho realizado em romãs cultivadas na Espanha (Martinez et al, 2006). Já Poylazoglu, Gökmen e Artik (2002), estudando romãs cultivadas na Turquia, relataram teores de sólidos solúveis entre 16e 19%. E Fawole, Opara e Theron (2012) relataram valores de sólidos solúveis em romãs cultivadas na África do Sul ('Arakata', 'Bhagwa' e 'Ruby') entre 14,07 e 15,10%.

Türkmen e Ekşi (2011) encontraram valores entre 12,2 e 17,8% de Sólidos Solúveis em romãs cultivadas na Turquia. Estes autores relatam que, segundo Anonymous (2008), a referência de orientação provisória para o suco de romã, o grau brix mínimo é definido como 14% quando avaliado diretamente no suco de romã e15% para o suco de romã concentrado.

A acidez titulável teve tendência a aumento até os 24 dias, com posterior redução ao final do armazenamento em todas as temperaturas (Figura 11B). A acidez é uma característica importante em relação ao sabor e aroma do fruto, juntamente com os valores de sólidos solúveis. De acordo com Maciel et al. (2010), quando uma fruta passa do estágio de maturação para a senescência, ocorrem várias reações de decomposição, quer seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, alterando assim a concentração dos íons de hidrogênio e, conseqüentemente, alteração na acidez.

Menores valores de acidez foram relatados por Silva et al (2012) em romã 'Molar' (0,46% ácido cítrico). Akbarpour, Hemmati e Sharifani (2009) em seu estudo sobre propriedades físicas e químicas de frutas de romã encontraram valores de acidez entre 0,35% e 3,36%.

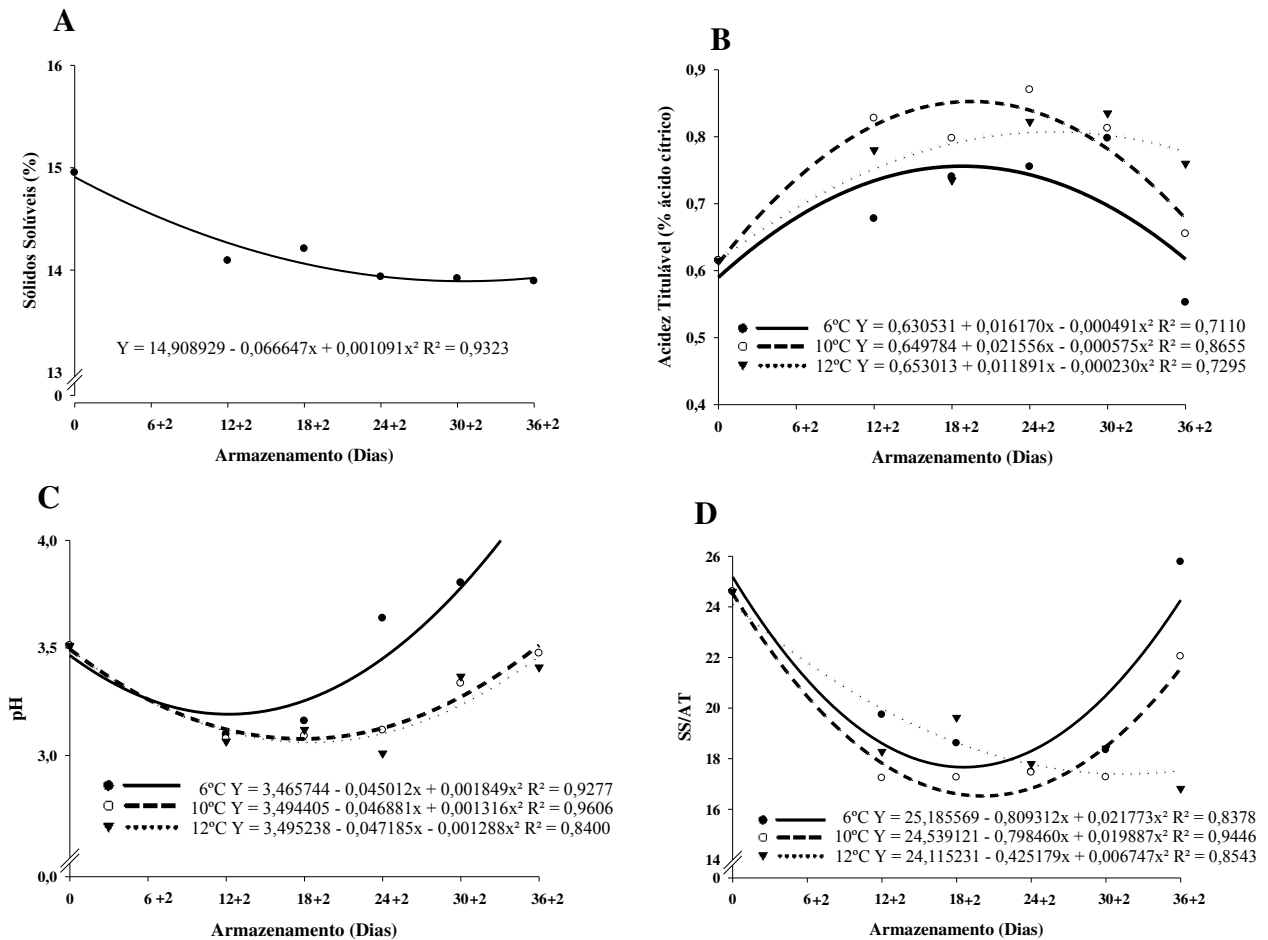


Figura 11 – (A) Sólidos Solúveis (%), (B) Acidez titulável, (C) pH e (D) Relação Sólidos Solúveis/Acidez Titulável (%) em romã ‘Molar’ armazenada sob refrigeração seguidos de ‘shelf life’ de dois dias a 24 ± 2 °C e 43 ± 5 % UR.

Quiroz (2009) classifica a romã de acordo o teor de ácido cítrico do suco. São consideradas ‘doce’ as variedades com teor de ácido cítrico $<0,9\%$ e ‘ácidas’ as variedades com teores de ácido cítrico $>2\%$. Sendo as variedades com teor de ácido cítrico inferior a $0,9\%$ utilizadas principalmente para o consumo *in natura*, e as variedades com ácido cítrico acima de 1% são mais apropriadas para fins industriais. Verifica-se que a romã ‘Molar’ armazenada sob as três condições de refrigeração caracteriza-se como ‘doce’ com valores entre $0,6$ a $0,8\%$ de ácido cítrico, estando aptas para o consumo *in natura*.

O pH variou entre 3 e 4 ao longo do armazenamento (Figura 11C). Este comportamento foi semelhante ao relatado por Tehranifar et al. (2010), que encontraram pH entre 3,16 a 4,09. Fawole, Opara e Theron (2012), estudando as propriedades químicas, fitoquímicas e antioxidantes encontraram valores de pH entre 3,32 e 3,64.

A razão SS/AT oscilou em decorrência das mudanças na acidez titulável. Na Figura 11D, observa-se um declínio nesta relação a partir do décimo quarto dia, sendo reduzida de 24,6 para aproximadamente 18,3, e 17,2 e 18,41 para as temperaturas de 6°C, 10°C e 12°C respectivamente, até o trigésimo segundo dia, no final do armazenamento. Esta relação tendeu a aumentar para 25,7 e 22,0 para as temperaturas 6°C e 10°C. Em romãs armazenadas a 12°C esta relação apresentou um ligeiro decréscimo durante todo armazenamento, reduzindo de 24,6 para 16,8, sendo significativamente superior em frutos armazenados a 6°C, em comparação aos armazenados a 10°C e 12°C.

Al-Said, Opara, Al-yahyai (2009) relatam que a relação SST/AT desempenha um papel importante, pois influencia o sabor da romã e também é um critério de qualidade utilizado para a formulação de produtos alimentares e bebidas na indústria de processamento de suco. Valores acima dos encontrados neste trabalho foram relatados por Fawole, Opara e Theron (2012) em seu estudo sobre três cultivares de romãs produzidas na África do Sul. Os autores relataram valores em torno de 45,38 a 63,13 da relação sólidos solúveis/acidez titulável.

O conteúdo de vitamina C dos frutos de romã aumentou com o tempo de armazenamento de 10,9 para aproximadamente 15mg.100ml⁻¹ de ácido ascórbico (Figura 12A). Sayyari et al. (2010) relatam que o suco de romã possui valores entre 10 e 36 mg/100g de ácido ascórbico. Tehranifar et al. (2010) reportaram valores de vitamina C em romãs cultivadas no Irã entre 9,91 e 20,92 mg/100g.

Segundo Kulkarni e Aradhya (2005), o ácido ascórbico (vitamina C) é abundante e tem muitas funções biológicas em frutas, com diversos aspectos do redox e atividade antioxidante. As medidas do conteúdo de ácido ascórbico mostram que os níveis diminuíram significativamente com o amadurecimento em romãs 'Ganesh' e Taifi (AL-MAIMAN e AHMAD, 2002; KULKARNI e ARADHYA, 2005).

A quantidade de compostos fenólicos variou em função da temperatura e do tempo de armazenamento, sendo verificado um comportamento cúbico na interação tempo e temperatura, porém, com grande tendência ao declínio, especialmente do décimo quarto ao vigésimo sexto dia de armazenamento. Posteriormente, observou-se aumento aos trigésimo segundo dia, sendo este comportamento semelhante nas três temperaturas. Provavelmente este efeito de declínio e aumento durante o armazenamento tenha sido reflexo de pequenas

variações nos estádios de maturação dos frutos no momento da colheita, que são imperceptíveis através dos critérios de tamanho e cor adotados para a colheita dos frutos e em decorrência da redução no metabolismo e senescência do fruto, corroborando com a perda de massa fresca, perda dos diâmetros, redução da acidez e consequente aumento do pH.

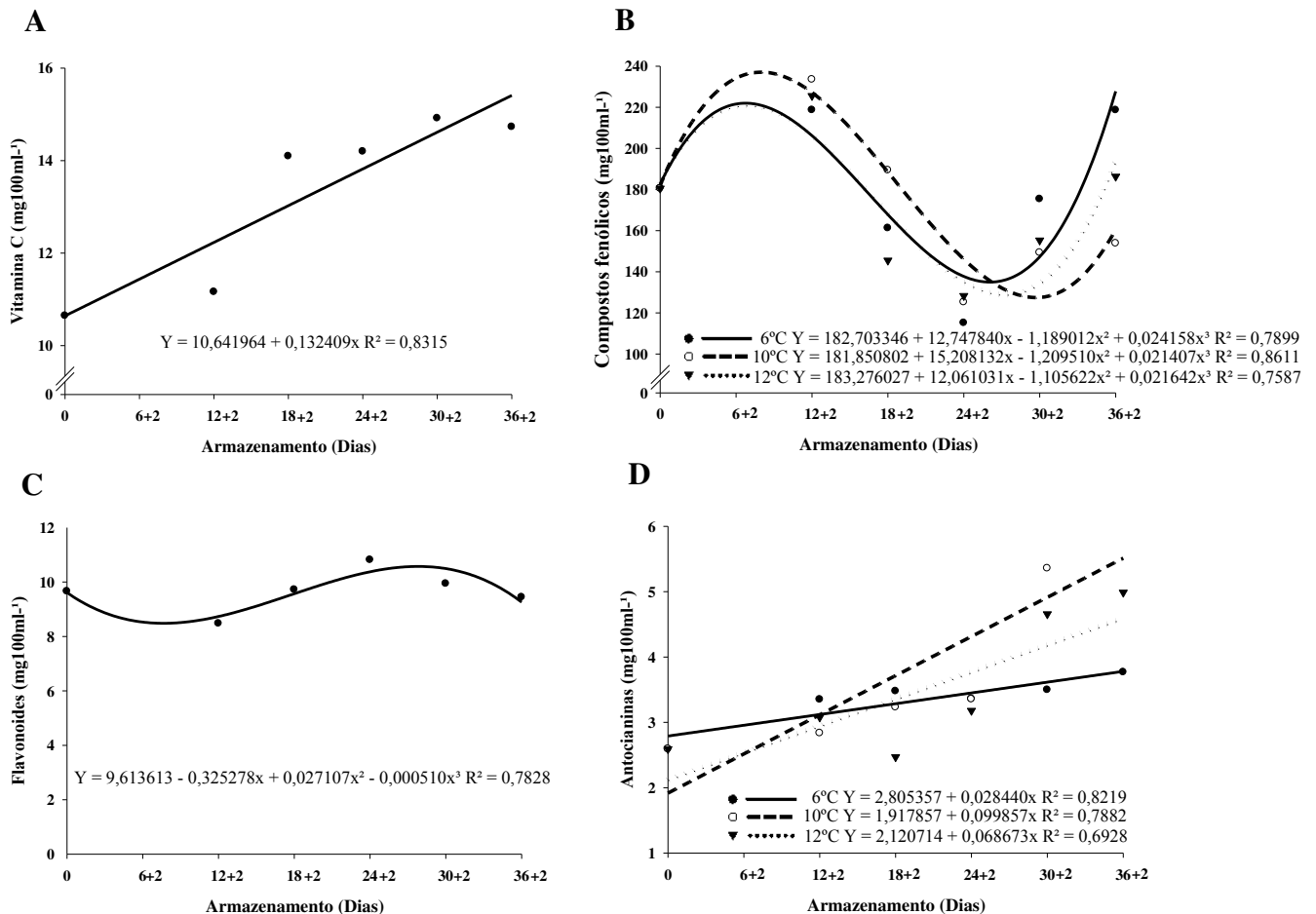


Figura 12 – (A) Vitamina C, (B) Compostos fenólicos, (C) Flavonoides e (D) Antocianinas em romã ‘Molar’ armazenada a 6°C, 10°C, 12°C (± 2) e 85% UR ($\pm 5\%$ UR) seguidos de ‘shelf life’ de dois dias a 24 ± 2 °C e 43 $\pm 5\%$ UR.

Em concordância aos valores registrados neste trabalho, Tehranifar et al. (2010) relataram valores maiores do que os encontrados neste experimento, 295,79 a 985,37mg.100g⁻¹. Porém, dependendo da variedade os compostos fenólicos, podem variar de 90 a 210 mg.100g⁻¹ (OZGEN et al, 2008; SAYYARI et al, 2011).

A quantidade de flavonoides variou significativamente ao nível de 1% de probabilidade apenas em função do tempo de armazenamento, sendo observado um leve

declínio a partir do décimo quarto dia, seguido por um leve aumento até o trigésimo segundo dia. Ao trigésimo oitavo dia de armazenamento, houve uma redução desta variável (Figura 12C).

Gadže et al. (2012), em seu estudo sobre as características físico-químicas da romã cultivada na região Dalmácia da Croácia, relataram valores de flavonoides acima dos encontrados neste trabalho, sendo que para a polpa da romã estes autores encontraram entre 62,8 a 87,8mg.100ml⁻¹, e para o suco de 50,2 a 111,0mg.100ml⁻¹. Ardekani et al. (2011), estudando sobre a atividade antioxidante e o conteúdo de flavonoides totais em romãs, encontraram valores de 18,61 a 36,4mg.100g⁻¹, respectivamente.

A quantidade de antocianinas aumentou significativamente nas temperaturas de 6°C, 10°C e 12°C, variando de 2,5 a 3,5mg.100ml⁻¹; 2,5 a 5,5mg.100ml⁻¹ e 2,5 a 4,5mg.100ml⁻¹ respectivamente (Figura D). Valores semelhantes aos encontrados neste estudo foram relatados por Tehranifar et al., (2010) onde estes autores encontraram 5,56 a 30,11mg.100g⁻¹ de antocianinas em romãs cultivadas no Irã. Valores superiores foram relatados por Fawole, Opara e Theron (2012) em romãs provenientes da África do Sul. De acordo com Sayyari et al., (2011), a concentração de antocianinas na fruta madura, dependendo da variedade, pode variar entre 10 e 220mg.100g⁻¹.

4 CONCLUSÕES

- Romãs ‘Molar’ armazenadas a 10°C por 36 dias seguidos de ‘*shelf life*’ de dois dias a 24°C, se mantêm satisfatórias para comercialização *in natura*, sem prejuízos nos atributos de qualidade biométricos, visuais e físico-químicos;
- O armazenamento dos frutos a 6°C proporciona prejuízos na qualidade visual dos frutos devido ao aparecimento de manchas, prejudicando a aparência externa;
- A temperatura de armazenamento a 12°C proporciona sintomas de murcha apenas ao final do armazenamento;
- As temperaturas de armazenamento a 6°C, 10°C ou 12°C podem ser temperaturas apropriadas para o armazenamento de romãs destinadas à indústria por não prejudicarem os atributos internos de qualidade da romã ‘Molar’, especialmente relacionados à integridade das sementes, arilos, rendimento de suco, sólidos solúveis, acidez tituláveis, flavonoides e antocianinas.

REFERÊNCIAS

AKBARPOUR, V.; HEMMATI, K.; SHARIFANI, M. Physical and Chemical Properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit in Maturation Stage. **American-Eurasian Journal Agriculture& Environ**, v.6, n.4, p. 411-416, 2009.

AL-MAIMAN, S. A.; AHMAD, D. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. **Elsevier Science. Food Chemistry**, Oxford, England, v.76, p.437–441, 2002.

AL-SAID, F.A.;OPARA, U.L.; AL-YAHYAI, R.A. Physico-chemical and textural quality attributes of pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.) grown in the Sultanate of Oman. **Journal of Food Engineering**, Oxford, England, v.90, n. 1, p.129–134. 2009.

ANONYMOUS. Provisional reference guideline for pomegranate juice, AIJN, **Brussels**. 2008.

ARDEKANI, M. R. S.; HAJIMAHMOODI, M.; OVEISI, M. R.; SADEGHI, N.; JANNAT, B.; RANJBAR, A. M.; GHOLAM, N.; MORIDI, T. Comparative Antioxidant Activity and Total Flavonoid Content of Persian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, Tehran, Iran, v.10, n. 3, p. 519-524, 2011.

AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, C. S. M.; SOUZA, A. E. D.; FERREIRA, R. M. A.; AROUCHA FILHO, J.C. Qualidade pós-colheita da cajarana em diferentes estádios de maturação durante armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 34, n. 2, p. 391-399, 2012.

ARTÉS, F.; TUDELA, J. A.; GIL, M. I. Improving the keeping quality of pomegranate fruit by intermittent warming. **Z Lebensm Unters Forsch**, n. 207, p. 316-321, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18 ed, Gaithersburg, Maryland, 2005.

BOROCHOV-NEORI, H.; JUDEINSTEIN, S.; TRIPLER, E.; HARARI, M.; GREENBERG, A.; SHOMER, I.; HOLLAND, D. Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, United States, v.22, p.189–195, 2009.

CARDOSO, J. E.; MARTINS, M. V. V.; VIANA, F. M. P.; MOREIRA, R. C.; LIMA, J. S. **Ocorrência e Controle Químico da Antracnose em Plantio Comercial da Romãzeira no Estado do Ceará**. EMBRAPA, Comunicado Técnico 165. Fortaleza, CE, 2011.

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

DJERIDANE, A.; YOUSFI, M.; NADJEMI, B.; VIDAL, N.; LESGARDS, J.F.; STOCKER, P. Screening of some Algerian medicinal plants for the phenolics compounds and their antioxidant activity. **European Food Research and Technology**, Germany, v. 224, n. 6, p.801–809, 2007.

ERCISLI, S. A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, Netherlands, v.51, n. 4, p.419-435, 2004.

ERCISLI, S.; ORHAN, E.; OZDEMIR, O.; SENGUL, M. The genotypic effects on the chemical composition and antioxidant activity of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries grown in Turkey. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, Netherlands, v.115, n.1, p.27-33, 2007.

FAWOLE, O. A.; OPARA, U. L.; THERON, K. I. Chemical and Phytochemical Properties and Antioxidant Activities of Three Pomegranate Cultivars Grown in South Africa. **Food and Bioprocess Technology**, New York, United States, v. 5, n. 7, p. 2934-2940, 2012.

FAWOLE, O. A.; OPARA, U. L. Changes in physical properties, chemical and elemental composition and antioxidant capacity of pomegranate (cv. Ruby) fruit at five maturity stages. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, Netherlands, v.150, p. 37–46, 2013a.

FAWOLE, O. A.; OPARA, U. L. Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, Netherlands, v. 47, n. 7, p. 300-309, 2013b.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000. São Carlos. **Programas e resumos**. São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FRANCIS, F. J. **Analysis of anthocyanins in foods**. In: Anthocyanins as Food Colors. [P. Markakis, editor]. New York: Academic Press. p. 181-207, 1982.

GADŽE, J.; VOĆA, S.; ČMELIK, Z.; MUSTAĆ, I.; ERCISLI, S.; RADUNIĆ, M. Physico-chemical characteristics of main pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Dalmatia region of Croatia. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 85, p. 202 – 206, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 4ed. São Paulo: IAL, 2008, 1020p.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 532p.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002, 214p.

KULKARNI, A. P., ARADHYA, S. M. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. **Food Chemistry**, Oxford, England, v. 93, n. 2, p. 319-324, 2005.

MACIEL, M.I.S.; SILVA, W.S.; SOUZA, K.A.; MELO, E.A.; LIMA, V.L.A.G.; PEDROSA, E.M.R. Modificações pós-colheitas em frutos de 16 genótipos de aceroleira armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 3, n. 2, p. 157-163, 2008.

MARTINEZ, J.J.; MELAREJO, P.; HERNANDEZ, F.; SALAZAR, D.M.; D.M.; MARTINEZ, R. Arils characterization of five new pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, Netherlands, v. 110, p. 241-246. 2006.

MENDONÇA, F.V.S.; MENEZES, J. B.; GOIS, V.A.; GUIMARÃES, A.A.; NUNES, G. H. S.; MENDONÇA JUNIOR, C. F. Efeito do retardamento da colheita, na qualidade e na vida útil do melão Orange Flesh. **Horticultura Brasileira**, Campinas, SP, v. 23, n.1, p.35 – 38, 2004.

OZGEN, M.; DURGAÇ, C.; SERÇE, S.; KAYA, C. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. **Food Chemistry**, Oxford, England, v.111, p.703-706, 2008.

OZKAN, M. Degradation of anthocyanins in sour cherry and pomegranate juices by hydrogen peroxide in the presence of added ascorbic acid. **Food Chemistry**, Oxford, England, v.78, p.499–504. 2002.

POYRAZOGLU, E.; GÖKMEN, V.; ARTIK, N. Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (*Punica granatum* L.) grown in Turkey. **Journal of Food Composition and Analysis**, San diego, United States, v. 15, p. 567-575, 2002.

QUIROZ, I. Granados, características generales. Granados, Perspectivas y Oportunidades de un negocio emergente. Agosto 2009. **Fundación Chile**, Chile. p. 6-13, 2009.

SAYYARI, M.; BABALAR, M.; KALANTARI, S.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; GUILLÉN, F.; SERRANO, M.; VALERO, D. Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. **Food Chemistry**, Oxford, England, v.124, p.964-970, 2011.

SAYYARI, M.; VALERO, D.; BABALAR, M.; KALANTARI, S.; ZAPATA, P.J.; SERRANO, M. Prestorage Oxalic acid treatment maintained visual quality, bioactive compounds, and antioxidant potential of pomegranate after long-term storage at 2 °C.

Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, United States, v. 58, p. 6804-6808, 2010.

SEERAM, N. P.; NAIR, M. G. Inhibition of lipid peroxidation and structure–activity-related studies of the dietary constituents anthocyanins, anthocyanidins, and catechins. **Journal Agriculture Food Chemistry**, Washington, United States, v.50, p.5308–5312. 2002.

SERRANO, M.; ROMERO, D. M.; CASTILLO, S.; GUILLÉN, F.; VALERO, D. Role of calcium and heat treatments in alleviating physiological changes induced by mechanical damage in plum. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, Netherlands, v. 34, p. 155-167, 2004.

SILVA, L. M. M.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; SOUSA, F. C. Parâmetros físico-químicos de duas variedades de romã produzidas no sertão paraibano. *In: XXII Congresso brasileiro de fruticultura*, Bento Gonçalves, RS, 2012.

SILVA, P.R. Uma abordagem sobre o mercado de hortaliças minimamente processadas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 52-57, 2008.

TABATABAEKOLOOR, R.; EBRAHIMPOR, R. Effect of storage conditions on the postharvest physico-mechanical parameters of pomegranate (*Punica granatum* L.). **Asian Journal of Science and Technology**, v. 4, n. 5, p. 82-85, 2013.

TEHRANIFAR, A.; ZAREI, M.; NEMATI, Z.; ESFANDIYARI, B.; VAZIFESHENAS, M.R. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, Netherlands, v.126, p.180–185, 2010.

TÜRKMEN İ., EKŞİ A. Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate (*Punica granatum*) juice. **Food Chemistry**, Oxford, England, v.127, p.1404-1407, 2011.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micromethod for total phenol in wine. **American Journal of Enology and viticulture**, United States, p. 3-5, 2006.

ZAOUAY, F.; MENA, P.; GARCIA-VIGUERA, C.; MARS, M. Antioxidant activity and physico-chemical properties of Tunisian grown pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, Netherlands, v. 40, p. 81–89, 2012.

CAPÍTULO II
BIOFILMES À BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA E *Spirulina platensis*
EM ROMÃ ‘MOLAR’

BIOFILMES À BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA E *Spirulina platensis* EM ROMÃ ‘MOLAR’

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de biofilmes à base de fécula de mandioca e *Spirulina platensis* em romã ‘Molar’ sob as condições ambiente a 25°C e sob condições de armazenamento refrigerado a 10°C. Os frutos foram colhidos pela manhã em propriedade comercial e em seguida transportados para o Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal-PB. No laboratório um lote constituído por doze frutos foi utilizado para caracterização inicial. Posteriormente, romãs foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1 - Testemunha, sem biofilmes; T2 - 1% de fécula de mandioca; T3 - 3% de fécula de mandioca; T4 - 1% de *Spirulina platensis*; T5 - 3% de *Spirulina platensis*; T6- 1% de fécula de mandioca e 1% de *Spirulina platensis*; T7 - 3% de fécula de mandioca e 3% de *Spirulina platensis*. O estudo foi subdividido em dois experimentos, onde: Experimento I - realizado em sala climatizada, com controle de temperatura e umidade, simulando condições de comercialização em temperatura ambiente (25,1°C e 43,3% UR) durante 6 dias; e Experimento II - foi analisado o comportamento pós-colheita dos frutos após a aplicação dos biofilmes, sendo armazenados sob refrigeração (10°C e 56,7% UR) por um período de 12 dias acrescidos de dois dias de permanência sob condições ambiente (*Shelf life*). Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso, o efeito dos tratamentos foi avaliado através da análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O revestimento com 1% de fécula de mandioca no armazenamento a 25°C reuniu boas características biométricas, visuais e físico-químicas para a conservação pós-colheita da romã. A elevada perda dos diâmetros em frutos armazenados em condição ambiente foi fator limitante na qualidade e vida útil pós-colheita de romã ‘Molar’. O revestimento, com 3% de fécula de mandioca e com 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina plantensis*, associado à refrigeração apresentou melhor qualidade biométrica, visual e físico-química durante o armazenamento.

Palavras-chave: *Punica Granatum* L., qualidade, revestimentos comestíveis.

BASED BIOFILMS CASSAVA STARCH *Spirulina platensis* IN POMEGRANATE 'MOLAR'

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the use of biofilms based on cassava starch and *Spirulina platensis* in pomegranate 'Molar' under ambient conditions at 25°C under conditions cooled 10th C. Os fruit storage were collected in the morning in commercial property and then transported to the Food Analysis Laboratory of the Federal University of Campina Grande (UFCG), Pombal, PB. In the laboratory a batch consisting of twelve fruits was used for initial characterization. Subsequently, pomegranates were subjected to the following treatments: T1 - control without biofilms; T2 - 1 % of cassava starch ; T3 - 3 % cassava starch ; T4 - 1 % of *Spirulina platensis* ; T5 -3 % of *Spirulina platensis*; T6 - 1 % cassava starch and 1% *Spirulina platensis*; T7 -3 % of cassava starch and 3% *Spirulina platensis*. The study was divided into two experiments where: Experiment I - performed in a climatic chamber with controlled temperature and humidity conditions simulating marketing at room temperature (25.1°C and 43.3% RH) for 6 days; and Experiment II - was analyzed postharvest fruit behavior after application of biofilms being stored under refrigeration (10°C and 56.7% RH) for a period of 12 days plus two days under ambient conditions (*Shelf Life*). We used a completely randomized design, the effect of the treatments was evaluated by variance analysis and comparison of means was performed by Tukey test at 5 % probability. The coating with 1 % of cassava starch in storage at 25°C has gathered good biometric, visual and physic-chemical's characteristic for Postharvest conservation pomegranate. The high loss of diameter in fruits stored at ambient condition was a limiting factor in the quality and postharvest pomegranate 'Molar' life. The coating with 3% of cassava starch and 3% of cassava starch 3% *Spirulina plantensis* associated refrigeration showed better biometric, visual and physico-chemical quality during storage.

Keywords: *Punica granatum* L., quality, edible coatings.

1 INTRODUÇÃO

Na tentativa de promover e aumentar a durabilidade de frutos e hortaliças, minimizando as perdas pós-colheita, utiliza-se a refrigeração. No entanto, é necessário associá-la a outros métodos de conservação para melhorar e preservar os aspectos de qualidade pós-colheita (FANTE et al., 2013), um desses métodos é a aplicação de revestimentos comestíveis, a exemplo do biofilme de fécula de mandioca. A obtenção deste biofilme baseia-se nos princípios da geleificação da fécula que ocorre acima de 70°C, com excesso de água. Esses biofilmes apresentam bom aspecto, não são pegajosos, são brilhantes e transparentes, melhorando o aspecto visual dos frutos e, não sendo tóxicos, podem ser ingeridos juntamente com o produto protegido. Podem ser removidos com água e apresentam-se também como um produto comercial de baixo custo (CEREDA et al., 1995).

A utilização da *Spirulina platensis* vem sendo estudada devido aos seus múltiplos benefícios à saúde humana, sendo apropriada em uso como complemento alimentar. Em sua composição em base seca destacam-se elevados teores de proteínas (64 a 74%), ácidos graxos poli-insaturados e vitaminas (COHEN, 1997; FIGUEIRA et al., 2011), além de compostos antioxidantes (COLLA et al., 2007, FIGUEIRA et al., 2011). Porém, estudos sobre o uso de *Spirulina* como biofilmes ainda não foram relatados.

A utilização de biofilmes a base de fécula de mandioca mostra resultados variáveis a depender dos vegetais tratados, sendo assim, torna-se necessário estudos detalhados sobre o efeito da aplicação de biofilme com fécula de mandioca associado com *Spirulina* na pós-colheita da romã, armazenada em condições ambiente (média de 25°C) e refrigeração (média de 10°C).

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de biofilmes à base de fécula de mandioca e *Spirulina platensis* em romã ‘Molar’ sob as condições ambiente a 25°C e sob condições de armazenamento refrigerado a 10°C.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 AQUISIÇÃO DOS FRUTOS

Romãs ‘Molar’ foram adquiridas em um pomar comercial da Fazenda Águas de Tamanduá, município de Sousa-PB. A colheita foi realizada manualmente pela manhã, no estágio de maturação comercial. Em seguida, as romãs foram acondicionadas em contentores revestidos internamente com papel jornal para minimizar o impacto e o atrito entre eles e, posteriormente, foram transportados para o Laboratório de Análise de Alimentos da UFCG/CCTA/UATA.

2.2 PREPARO E APLICAÇÃO DOS BIOFILMES

No laboratório os frutos foram lavados com solução de detergente neutro a 1% e, após enxágue, foram imersos por três minutos em solução de hipoclorito de sódio a 100ppm de cloro ativo. Após secagem ao ar livre, doze frutos foram separados para caracterização inicial. Os demais frutos (168 frutos) foram separados ao acaso em lotes para a aplicação dos biofilmes comestíveis (T) que foram formulados adotando-se as seguintes concentrações:

T1: Testemunha, sem revestimento;

T2: 1% de fécula de mandioca;

T3: 3% de fécula de mandioca;

T4: 1% de *Spirulina platensis*;

T5: 3% de *Spirulina platensis*;

T6: 1% de fécula de mandioca mais 1% de *Spirulina platensis*;

T7: 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina platensis*.

Para o preparo das suspensões e aplicação dos recobrimentos pesou-se, em balança semi-analítica, quantidades adequadas de fécula de mandioca (adquiridos em supermercado local) e *Spirulina platensis* (adquirida diretamente do produtor, na forma comercial, em pó). A fécula foi preparada sob agitação constante em água à temperatura de 70°C e a *Spirulina platensis* foi preparada sob agitação em água à temperatura ambiente. Nos tratamentos constituídos por fécula de mandioca e *Spirulina plantensis* (T6 e T7), adicionou-se a *Spirulina*

à suspensão, após o resfriamento da mesma. Os frutos, em todos os tratamentos foram imersos nas suspensões de biofilmes após as mesmas esfriarem à temperatura ambiente, sendo mesmos imersos nas suspensões por 5 minutos, o excesso foi drenado, dispondo-se os frutos em recipientes de plástico vazado.

2.3 INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Instalou-se dois experimentos. No primeiro, os frutos foram mantidos em sala climatizada, com controle de temperatura e umidade, simulando as condições de comercialização em temperatura ambiente a $25,1^{\circ}\text{C}$ e $43,3\%$ UR, permanecendo por 6 dias para serem avaliados. No segundo experimento, os frutos foram mantidos sob condições de refrigeração a 10°C e $56,7\%$ UR, permanecendo por 12 dias para serem avaliados após a transferência dos frutos em ‘*Shelf life*’ de dois dias (Figura 1).



Figura 1. (A) Frutos armazenados sob temperatura ambiente ($25,1 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $43,3 \pm 5\%$ UR) e (B) Frutos armazenados sob refrigeração ($10 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $56,7 \pm 5\%$ UR).

2.4 AVALIAÇÕES

As avaliações biométricas, visuais e físico-químicas seguiram a mesma metodologia descrita no Capítulo I.

2.4.1 Avaliações biométricas

- a) Perda de Diâmetro Longitudinal e Transversal;
- b) Peso dos Arilos no fruto;
- c) Volume de Suco no fruto;
- d) Peso das Sementes/Fruto;
- e) Peso de Casca/Fruto.

2.4.2 Avaliações visuais

- a) Aparência externa e interna;
- b) Incidência de doenças: A ocorrência de doenças foi avaliada pela média resultante das observações visuais realizadas por três avaliadores, caracterizadas pela porcentagem de sintomas de doença e/ou sinais de patógenos em cada fruto (Quadro 1).

Quadro 1. Escala subjetiva (notas de 0 - 4) para avaliações da severidade de doenças pós-colheita em romã.

Notas	Sintomas
0	Frutos sem sintomas de manchas e podridão e sem estruturas fúngicas
1	Frutos com sintomas iniciais (10%) de podridão e sem estruturas fúngicas
2	Frutos com sintomas de podridão (20%) e com estruturas fúngicas
3	Frutos com sintomas de podridão (30%) com estruturas fúngicas
4	Frutos com sintomas de podridão (50%) com diferentes estruturas fúngicas

2.4.3 Avaliações físico-químicas

- a) Sólidos Solúveis (SS);
- b) Acidez Titulável (AT);
- c) Potencial Hidrogeniônico (pH);
- d) Relação SS/AT;
- e) Vitamina C (Ácido ascórbico);
- f) Flavonoides Amarelos e Antocianinas;

2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os experimentos foram instalados individualmente em delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos representados pelos revestimentos, quatro repetições e quatro frutos por parcela. Para os frutos no dia da colheita foi determinado apenas a média e o desvio padrão. O efeito dos tratamentos, em cada experimento, foi avaliado através da análise de variância, detectando significância do teste F, as médias das variáveis avaliadas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, empregando-se o Programa Computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização inicial dos frutos

Os valores médios e respectivos desvios-padrão das variáveis biométricas, visuais e físico-químicas de romã ‘Molar’ avaliadas por ocasião da colheita, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização inicial de romã ‘Molar’ por ocasião da colheita.

Avaliações Biométricas	Valores médios
MF (g)	189,29 ± 38,92
DL (mm)	70,59 ± 1,66
DT(mm)	63,92 ± 2,02
PA/Frutos (%)	48,54 ± 4,00
VSu/Frutos (%)	26,85 ± 3,76
PSe/Frutos (%)	19,19 ± 2,13
PCa/Frutos (%)	48,52 ± 3,75
Avaliações visuais	Médias
AE	3,53 ± 0,25
AI	4,31 ± 0,19
ID	0,89±0,12
Avaliações Físico-químicas	Médias
SS (%)	12,18 ± 0,77
AT (% ácido cítrico)	0,85 ± 0,05
pH	3,24 ± 0,25
SS/AT	14,38 ± 1,35
Vit C (mg100ml ⁻¹ ác asc)	11,01 ± 1,68
FLAV (mg100ml ⁻¹)	8,85 ± 0,31
ANT (mg100ml ⁻¹)	3,78 ± 0,60

Massa fresca (MF), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), peso de arilo (PA), volume de suco (VSu), peso de sementes (Pse), peso de casca (PCa), aparência externa (AE), aparência interna (AI), incidência de doenças (ID), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT, vitamina C (Vit C), flavonoides (FLA) e antocianinas (ANT).

Para a massa fresca os valores médios do peso dos frutos encontrados foram de 189,29g (Tabela 1). A massa média dos frutos encontrada por Al-Maiman e Ahmad (2002) em seu estudo sobre as mudanças nas propriedades físicas e químicas, durante a maturação do fruto de romã, foi de 193,82g. Akbarpour, Hemmati e Sharifani (2009), estudando sobre as propriedades físicas e químicas de romãs das variedades ‘Lamsari-e-Behshahr’ e ‘Khazar-e-Bardaskan’ cultivadas no Irã, verificaram que o peso dos frutos foi de 103,38 e 505,00g, respectivamente. Turkmen e Eksi (2011), em seu estudo sobre a determinação do grau Brix no suco de romãs cultivadas na Turquia, encontraram frutos com peso entre 137,1 e 738,2g.

Os frutos apresentaram diâmetros longitudinais e transversais iguais a 70,59mm e 63,92mm, respectivamente (Tabela 1). Santos et al., (2013), em seu estudo sobre a composição físico-química dos frutos de romã, relataram valores de 73,73mm e 68,20mm para os diâmetros longitudinal e transversal, respectivamente, resultados semelhantes aos encontrados neste estudo para esta característica. Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que a relação entre o diâmetro longitudinal e transversal dá uma ideia da forma do produto, podendo ser usada como um dos critérios para distinguir diferentes cultivares de uma mesma espécie.

Onur (1985) classifica a romã em quatro grupos, conforme o peso e o tamanho, como: pequenas com 150 a 200g, 65 a 74mm de diâmetro, médios 201 a 300g, 75 a 84mm de diâmetro, grandes 301 a 400g, 85 a 94mm de diâmetro, e extra grandes 401 a 500g, 94 a 104mm de diâmetro para o padrão turco. De acordo com esta classificação, verifica-se que a romã ‘Molar’ utilizada neste estudo classifica-se como fruto pequeno.

Com relação ao peso dos arilos, volume de suco, peso das sementes e peso da casca, foi observado valores médios de 48,54%; 26,85% e 19,19% e 48,52%, respectivamente (Tabela 1). Percentuais superiores foram relatados por Al-Maiman e Ahmad (2002), para as características: arilos (57,51%), suco (63,58%) e sementes (36,21%). Quiroz (2009), estudando sobre as características gerais da romã, relatou que a quantidade de arilos varia entre 55 a 60%, e sementes variando de 15 a 25%.

Através da Figura 2 observa-se a aparência externa e interna dos frutos. A aparência externa manteve-se satisfatória, recebendo nota em média 3, que representa o máximo de 30% da superfície do fruto com defeito (marchas e/ou murchas). As notas obtidas para aparência interna foram em média 4, que representa frutos com no máximo 10% afetados (por alterações na coloração dos arilos, na integridade da semente e ocorrência de doenças). Para a incidência

de doenças, frutos no dia da colheita apresentaram notas em média de 0,89, o que representa frutos com sintomas iniciais (10% do fruto afetado com podridão e sem estruturas fúngicas) (Tabela 1). Em trabalho realizado por Silva (2013) em romã 'Molar', constatou-se que no dia da colheita a qualidade, referente às aparências externa e interna, recebeu notas iguais a 5 (menos de 1% do fruto afetado). Com relação às aparências externa e interna e a severidade de doenças, os frutos avaliados no dia da colheita foram considerados adequados para comercialização tanto para o mercado *in natura* como para a industrialização.

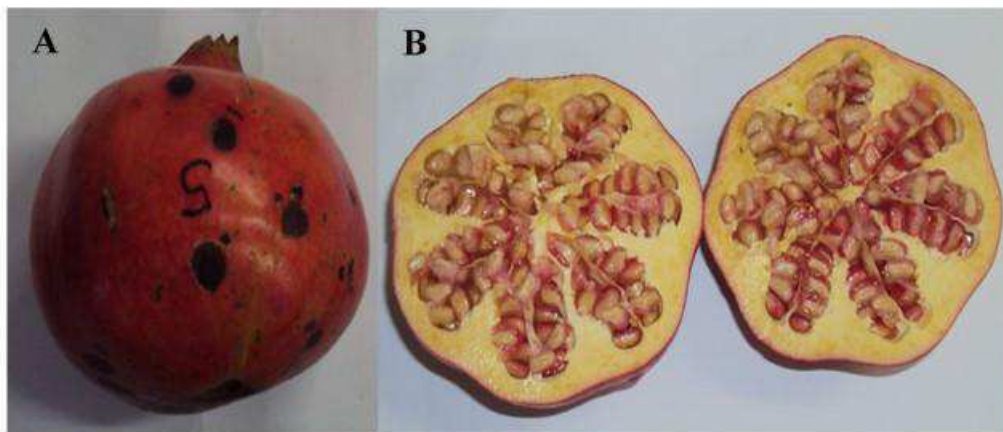


Figura 2. (A) Aparência externa e (B) aparência interna da romã 'Molar', no dia da colheita.

O teor de sólidos solúveis (Tabela 1), que geralmente é utilizado como índice de maturação, foi de 12,18%. Santos et al. (2010) constataram em romã 'Wonderful' valores semelhantes de sólidos solúveis (12,89 %). Martinez et al. (2006) relataram teores de sólidos solúveis, em alguns cultivares espanholas, variando de 12,36% a 16,32%.

O conteúdo da acidez titulável dos sucos de romã apresentou valores médios iguais a 0,85% de ácido cítrico. Menores valores de acidez foram relatados por Silva et al, (2011) em romã variedades 'Wonderful' e 'Molar' (0,46 a 0,51% de ácido cítrico em respectivamente).

Os Padrões de Qualidade e Identidade (PIQ's) para polpas de fruta, determinam que o valor de pH da polpa deve ser de 3,30 a 4,50 (BRASIL, 2000). O suco da romã apresentou valor de pH inferior a este, encontrando-se fora dos padrões. Valores semelhantes foram relatados por Al-Maiman e Ahmad (2002) que encontraram valores de pH igual a 3,48. LEGUA et al. (2000), relataram valores de pH variando entre 3,60 a 4,15 em seu estudo sobre evolução de açúcares e teor de ácido orgânico em três cultivares de romã.

A relação SS/AT foi igual a 14,38. Chitarra e Chitarra relatam que em muitos frutos o equivalente entre os ácidos orgânicos e os açúcares é utilizado como critério de avaliação do “flavour”.

O conteúdo de vitamina C nos frutos no dia da colheita foi de 11,01mg.100ml⁻¹ de ácido ascórbico. Akbarpour, Hemmati e Sharifani (2009), em seu estudo sobre romãs cultivadas no Irã, relataram quantidade de vitamina C, variando 9,68 e 17,45mg.100 ml⁻¹.

O teor de flavonoides foi em média 8,85mg.100ml⁻¹. Gadže et al. (2012), em seu estudo sobre as características físico-químicas da romã cultivada na região Dalmácia da Croácia, relataram valores de flavonoides para a polpa da romã variando de 50,2 a 111,8mg.100ml⁻¹ em suco de romã.

As antocianinas variaram de 3,78mg.100ml⁻¹. Valores semelhantes foram relatados por Gadže et al. (2012), 1,5 a 6,9mg.100 ml⁻¹ em polpa e 2,5 a 12,8mg.100 ml⁻¹ para o suco de romã. Já Tehrannifar et al. (2010) e Fawole, Opara e Teron (2012) relataram valores de antocianinas totais em romãs cultivadas no Irã, Turquia e África do Sul que estavam de 9,9 a 20,9mg.100g⁻¹; 8,10 a 36,9mg.100g⁻¹ e 16,5 a 26,9mg.100g⁻¹, respectivamente.

3.2 EXPERIMENTO I

Frutos tratados com T1, T2 e T6 não diferiram quanto a PDL, porém, foram os que apresentaram maiores valores, indicando que a concentração de 1% de fécula de mandioca, adicionada ou não de *Spirulina platensis*, não foi eficaz para conter alterações no diâmetro, comportamento não verificado com o PDT (Tabela 2).

O peso do arilo por fruto não diferiu entre os recobrimentos, apresentando uma média de 58,27%. No revestimento T7 os frutos apresentaram maior volume de suco quando comparados com a testemunha, já os tratados com T4 apresentaram os menores valores (Tabela 2).

O peso do arilo por fruto não diferiu entre os recobrimentos, apresentando uma média de 58,27%. No revestimento T7 os frutos apresentaram maior volume de suco quando comparados com a testemunha, já os tratados com T4 apresentaram os menores valores (Tabela 2).

Tabela 2. Perda de diâmetro longitudinal (PDL), Perda de diâmetro transversal (PDT), peso de arilo/Fruto (%), volume de suco/Fruto (%), peso de sementes/Fruto (%) e peso de casca/Fruto (%), em romã ‘Molar’ revestida com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* aos seis dias de armazenamento ($25,1 \pm 2^\circ\text{C}$ e $43,3 \pm 5\%$ UR).

Revestimentos	Características Avaliadas					
	PDL (%)	PDT (%)	Arilos (%)	Suco (%)	Sementes (%)	Casca (%)
T1	8,48 ab	10,69 a	56,90 a	29,03 bc	24,30 ab	35,32 a
T2	8,00 abc	5,50 b	58,80 a	33,82 ab	20,07 b	35,56 a
T3	6,17 d	5,77 b	57,19 a	30,89 bc	22,93 ab	37,50 a
T4	6,85cd	6,35 b	56,75 a	28,07 c	26,63 a	37,76 a
T5	7,14 bcd	6,35 b	58,05 a	33,71 ab	19,95 b	37,56 a
T6	9,19 a	5,94 b	58,28 a	32,53 abc	21,14 b	35,21 a
T7	7,07 bcd	5,60 b	61,94 a	36,55 a	21,78 ab	35,32 a
Média	7,56	6,60	58,27	32,08	22,40	36,47
CV(%)	8,44	7,82	4,25	7,06	9,91	6,41

Revestimentos: T1 - Testemunha, sem recobrimento; T2 - 1% de fécula de mandioca; T3 - 3% de fécula de mandioca; T4 - 1% de *Spirulina platensis*; T5 - 3% de *Spirulina platensis*; T6 - 1% de fécula de mandioca mais 1% de *Spirulina platensis*; T7 - 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina platensis*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Silva (2008), em seu estudo sobre a utilização de revestimentos na conservação pós-colheita de maracujá-amarelo armazenado sob condição de 26°C e 85 a 90% UR, verificou que houve influência da utilização de filmes e/ou revestimentos na conservação pós-colheita de maracujás-amarelos para o percentual de rendimento de polpa, sendo que o tratamento contendo cloreto de cálcio como revestimento apresentou maior percentual de rendimento de polpa (41,11%), apesar de não ter diferido dos tratamentos controle (39,39%), látex de seringueira (37,28%) e fécula de mandioca (39,83%), diferindo apenas do revestimento de cera Fruit Wax (35,06%).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) o peso da polpa aumenta durante o amadurecimento, não só devido ao aumento do volume de água resultante da hidrólise dos carboidratos como consequência da respiração, mas, principalmente, devido ao movimento osmótico da água da casca para a polpa. Para estes mesmos autores o elevado teor de polpa é uma das características mais desejáveis, seja na comercialização da fruta *in natura*, seja para fins industriais, por ser essa a fração de interesse econômico.

O peso das sementes foi maior em frutos revestidos com T4 e menores nos revestidos com T2, T5 e T6. O peso das cascas não foi influenciada pelo uso dos revestimentos (Tabela 2). Analisando-se a aparência externa de romãs durante o armazenamento sob condição ambiente, verificou-se que houve diferença entre os revestimentos apresentando murchas, manchas e depressões na casca das romãs (Figura 3), com até 31% da casca afetada aos 6 dias após a colheita. O revestimento T2 recebeu maior nota e o revestimento T5 a menor nota (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios da aparência externa (AE), aparência interna (AI) e incidência de doenças (ID) em romã ‘Molar’ revestida com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* aos seis dias de armazenamento ($25,1 \pm 2^\circ\text{C}$ e $43,3 \pm 5\%$ UR).

Revestimentos	Condições de Armazenamento		
	AE	AI	ID
T1	2,95 abc	4,67 a	1,39 b
T2	3,41 a	4,20 a	1,36 b
T3	2,95 abc	4,04 a	1,72 ab
T4	2,47 bc	2,86 b	2,24 a
T5	2,30 c	2,30 b	2,27 a
T6	2,64 bc	4,15 a	1,99 ab
T7	3,15 ab	3,09 b	2,15 ab
Média	2,84	3,62	1,87
CV(%)	11,32	10,00	18,51

Revestimentos: T1 - Testemunha, sem recobrimento; T2 - 1% de fécula de mandioca; T3 - 3% de fécula de mandioca; T4 - 1% de *Spirulina platensis*; T5 - 3% de *Spirulina platensis*; T6 - 1% de fécula de mandioca mais 1% de *Spirulina platensis*; T7 - 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina platensis*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação à aparência interna, frutos revestidos com T4, T5 e T7 receberam menores notas quando comparadas com a testemunha. Para a incidência de doenças, T4 e T5 receberam notas entre 2,27 e 2,24, representando frutos com sintomas de podridão em até 20%, sendo estas notas maiores que a recebida pela testemunha que foi de 1,39, representando frutos com sintomas iniciais de podridão com até 10% (Tabela 3).

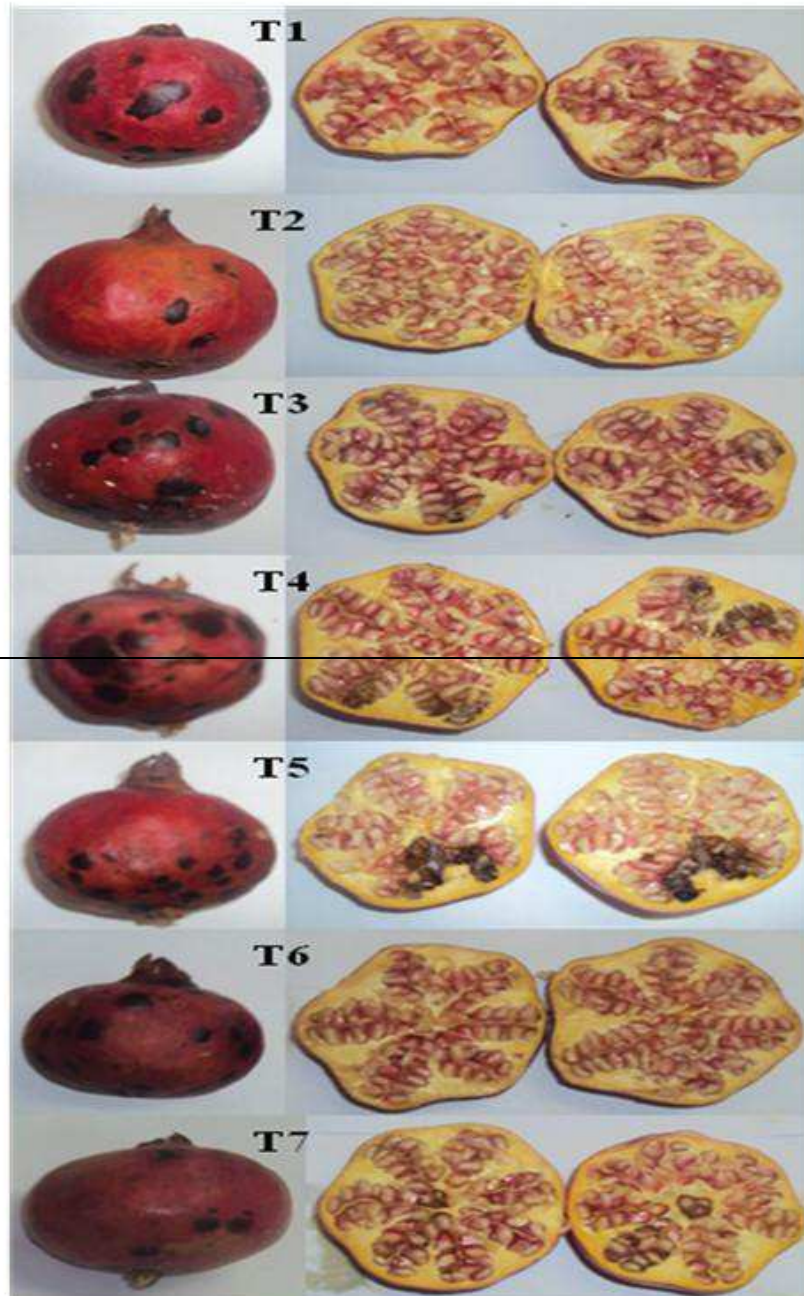


Figura 3. Aparência externa e interna de romãs ‘Molar’ tratadas com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* aos seis dias de armazenamento sob condições ambiente ($25,1 \pm 2$ °C e $43,3 \pm 5\%$ UR).

O teor de sólidos solúveis não diferiu estatisticamente para os tratamentos, mas foi possível observar uma pequena redução para ambos tratamentos (Tabela 5). Os maiores teores foram observados nos revestimentos T3 e T5.

Em estudo realizado por Loyola e Muñoz (2009), testando a aplicação de diferentes doses de extrato de algas em frutos de mirtilo, observaram aumento significativo no teor de sólidos solúveis. Já Roussos et al. (2009) avaliaram o efeito de um composto à base de extrato de algas comercial sobre a produtividade e qualidade dos frutos de morangueiro, verificando que os tratamentos não foram significativos para a concentração de sólidos solúveis.

Tabela 4. Sólidos Solúveis (SS), Acidez Titulável (AT), pH e relação Sólidos Solúveis/Acidez Titulável (SS/AT) em romã ‘Molar’ revestida com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* aos seis dias de armazenamento ($25,1 \pm 2$ °C e $43,3 \pm 5\%$ UR).

Revestimentos	Características Avaliadas			
	SS (%)	AT (%ácido cítrico)	pH	SS/AT
T1	13,65 a	0,83 b	3,47 a	15,61 abc
T2	13,35 a	0,87 ab	3,25 c	15,40 abc
T3	14,09 a	0,96 a	3,33 bc	14,15 c
T4	13,85 a	0,93 ab	3,38 ab	15,77 abc
T5	14,15 a	0,87 ab	3,26 c	16,93 a
T6	13,79 a	0,91 ab	3,27 bc	15,09 bc
T7	14,53 a	0,90 ab	3,29 bc	16,43 ab
Média	13,91	0,89	3,32	15,62
CV(%)	4,88	5,01	1,51	4,95

Revestimentos: T1 - Testemunha, sem recobrimento; T2 - 1% de fécula de mandioca; T3 - 3% de fécula de mandioca; T4 - 1% de *Spirulina platensis*; T5 - 3% de *Spirulina platensis*; T6 - 1% de fécula de mandioca mais 1% de *Spirulina platensis*; T7 - 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina platensis*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação à acidez titulável (Tabela 4) o revestimento T3 diferiu da testemunha, apresentando maior valor em relação a testemunha.

Silva (2011), em seu estudo com oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga (*Ascophyllum nodosum*) em cultivo orgânico, observou influência do extrato de algas sobre a acidez total de frutos, sendo que as médias mantiveram-se dentro do limite máximo de acidez estipulado para comercialização.

Verificou-se que o pH Tabela 4 apresentou diferenças entre os tratamentos. Romãs revestidas com T2 e T5 apresentaram menores valores de pH quando comparados com a testemunha. Constatou-se que frutos testemunha apresentaram menor valor de acidez maior pH elevado, registrando-se em média um pH de 3,47 (Tabela 4).

Os frutos com T5 apresentaram maior valor da relação SS/AT do que os tratamentos com T3 e T6. A testemunha e os tratamentos T2 e T4 não diferiram dos demais revestimentos. Chitarra e Chitarra (2005) relatam que o sabor do fruto reflete o balanço entre açúcares e ácidos, que, isoladamente, podem representar um falso indicativo do sabor dos frutos.

Batista et al (2007), estudando sobre a utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão, relatam que os teores de sólidos solúveis, acidez titulável e o pH não foram afetados pelos tratamentos, apesar dos tratamentos revestidos com filme de PVC e fécula de mandioca a 3% terem apresentado processos iniciais de fermentação e ataques fúngicos.

Segundo Czelusniak et al. (2003), quanto mais baixa for a relação SS/AT, mais interessante é o fruto para os processos industriais. Nesse contexto, amostras com valores inferiores a 20 são de maior interesse do ponto de vista industrial, pois apresentam elevado teor de acidez. Consta-se na Tabela 4 que romãs testemunha e as revestidas com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* encontram-se com valores abaixo de 20 para a relação SS/AT, demonstrando que os frutos estão aptos para serem utilizados em processos industriais.

Nos frutos testemunha e nos revestidos com fécula de mandioca reduziram o teor de vitamina C, enquanto os frutos tratados com *Spirulina platensis*, associados ou não a fécula de mandioca (T4, T5, T6 e T7), apresentaram maior conteúdo de vitamina C (Tabela 5), podendo indicar maior eficiência destes revestimentos em minimizar a sua perda.

Resultados diferentes foram relatados por Vila et al. (2007) em seu estudo sobre o uso de revestimento de fécula de mandioca na manutenção da qualidade pós-colheita de goiabas, utilizando-se as concentrações de 2%, 3% e 4%. Verificaram que o biofilme, nas concentrações de 3% e 4% de fécula de mandioca proporcionou maior teor de vitamina C.

Tabela 5. Vitamina C, flavonoides e antocianinas de romã ‘Molar’ revestida com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* aos seis dias de armazenamento ($25,1 \pm 2^\circ\text{C}$ e $43,3 \pm 5\%$ UR).

Revestimentos	Características Avaliadas		
	Vit C (mg100ml ⁻¹ ácido ascórbico)	Flavonoides (mg100ml ⁻¹)	Antocianinas (mg100ml ⁻¹)
T1	9,23 b	6,86 c	3,09 ab
T2	9,90 b	8,90 bc	2,60 b
T3	9,62 b	8,27 bc	3,17 ab
T4	11,43 a	12,21 a	3,16 ab
T5	11,45 a	9,37 b	2,72 b
T6	12,46 a	7,00 c	3,75 a
T7	12,01 a	8,10 bc	3,40 ab
Média	10,87	8,67	3,13
CV(%)	6,00	10,45	13,27

Revestimentos: T1 - Testemunha, sem recobrimento; T2 - 1% de fécula de mandioca; T3 - 3% de fécula de mandioca; T4 - 1% de *Spirulina platensis*; T5 - 3% de *Spirulina platensis*; T6 - 1% de fécula de mandioca mais 1% de *Spirulina platensis*; T7 - 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina platensis*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O conteúdo de flavonoides diferiu entre os revestimentos, sendo encontrados maiores quantidades no tratamento T4 quando comparado com a testemunha. Os que foram tratados com T6 apresentaram valores semelhantes aos da testemunha.

Frutos revestidos com T6 apresentaram maior conteúdo de antocianinas, diferindo da testemunha e dos demais revestimentos. Sendo que a testemunha e os outros revestimentos não diferiram entre si.

3.3 EXPERIMENTO II

A perda dos diâmetros longitudinal e transversal estabelecidos foi essencial para verificar a eficiência dos recobrimentos no controle da perda de massa do fruto. Com relação ao diâmetro longitudinal (Tabela 6), frutos revestidos com T6 tiveram maior redução e o revestimento com T3 propiciou a menor redução quando comparado com T1.

Verifica-se que o revestimento com T5 ocasionou maior redução do diâmetro transversal.

Tabela 6. Perda de diâmetro longitudinal (PDL), perda de diâmetro transversal (PDT), peso do arilo/Fruto (%), volume de suco/Fruto (%), peso de sementes/Fruto (%) e peso de casca/Fruto (%), em romã ‘Molar’ revestida com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* após 12 dias sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $56,7 \pm 5\%$ UR) e ‘shelf life’ de dois dias ($25,1 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $43,3 \pm 5\%$ UR).

Revestimentos	Características avaliadas					
	PDL (%)	PDT (%)	Arilos (%)	Suco (%)	Sementes (%)	Casca (%)
T1	4,25 ab	3,41 c	55,07 a	31,34 bc	24,08 ab	40,75 ab
T2	4,40 ab	4,08 bc	55,07 a	30,47 bc	26,72 a	40,44 b
T3	3,98 b	5,09 ab	51,99 a	26,40 d	24,51 ab	45,17 a
T4	5,14 ab	3,35 c	54,48 a	29,95 b	25,78 ab	42,71 ab
T5	5,10 ab	5,54 a	54,78 a	32,82 ab	25,82 ab	43,50 ab
T6	5,69 a	3,29 c	55,64 a	26,07 d	23,13 b	40,50 b
T7	4,29 ab	3,10 c	58,27 a	34,98 a	23,46 b	42,09 ab
Média	4,69	3,98	55,04	30,29	24,79	42,16
CV(%)	14,91	14,41	5,14	3,87	5,50	4,65

Revestimentos: T1 - Testemunha, sem recobrimento; T2 - 1% de fécula de mandioca; T3 - 3% de fécula de mandioca; T4 - 1% de *Spirulina platensis*; T5 - 3% de *Spirulina platensis*; T6 - 1% de fécula de mandioca mais 1% de *Spirulina platensis*; T7 - 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina platensis*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O peso do arilo não diferiu entre os revestimentos com valores médios entre 51,99 para frutos com T3 e 58,27 para T7. Frutos tratados com T7 apresentaram maior volume de suco quando comparados com a testemunha, já os revestidos com T4 e T6 apresentaram os menores valores (Tabela 6).

Silva et al. (1999), utilizando cera e choque a frio em maracujá, verificaram que durante o armazenamento (30 dias a 9°C e 85–90% UR) houve aumento no rendimento de suco dos frutos, porém não foi detectada diferença entre os tratamentos no decorrer do período, nem mesmo com a utilização de cera. Para estes autores, o aumento no rendimento de suco dos frutos deve-se à maior desidratação da casca em relação à polpa.

A aparência externa dos frutos (Tabela 7) que foram revestidos com T3 recebeu as maiores notas. A testemunha e os frutos tratados com T5 receberam menores notas (1,74 e 1,53, respectivamente). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a aparência externa é o fator de qualidade de maior importância do ponto de vista de comercialização.

Tabela 7. Aparência externa (AE), aparência interna (AI) e incidência de doença (ID) em romã ‘Molar’ revestida com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* em romã ‘Molar’ revestida com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* após 12 dias sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $56,7 \pm 5\%$ UR) e ‘shelf life’ de dois dias ($25,1 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $43,3 \pm 5\%$ UR).

Revestimentos	Características Avaliadas		
	AE	AI	ID
T1	1,74 d	4,90 a	1,81 bc
T2	2,76 b	4,88 a	1,90 abc
T3	3,28 a	4,79 a	1,45 c
T4	2,54 bc	4,83 a	1,81 bc
T5	1,53 d	4,66 a	2,41 ab
T6	2,31 c	3,84 b	2,54 ab
T7	2,81 b	4,33 ab	2,74 a
Média	2,42	4,60	2,09
CV(%)	7,96	7,04	18,58

Revestimentos: T1 - Testemunha, sem recobrimento; T2 - 1% de fécula de mandioca; T3 - 3% de fécula de mandioca; T4 - 1% de *Spirulina platensis*; T5 - 3% de *Spirulina platensis*; T6 - 1% de fécula de mandioca mais 1% de *Spirulina platensis*; T7 - 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina platensis*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A aparência interna de frutos revestidos com T6 diferiu dos demais revestimentos, obtendo menores notas que a testemunha.

Com relação à incidência de doença (Tabela 7), frutos revestimentos com T7 receberam maior nota (2,74) e T3 a menor nota (1,45).

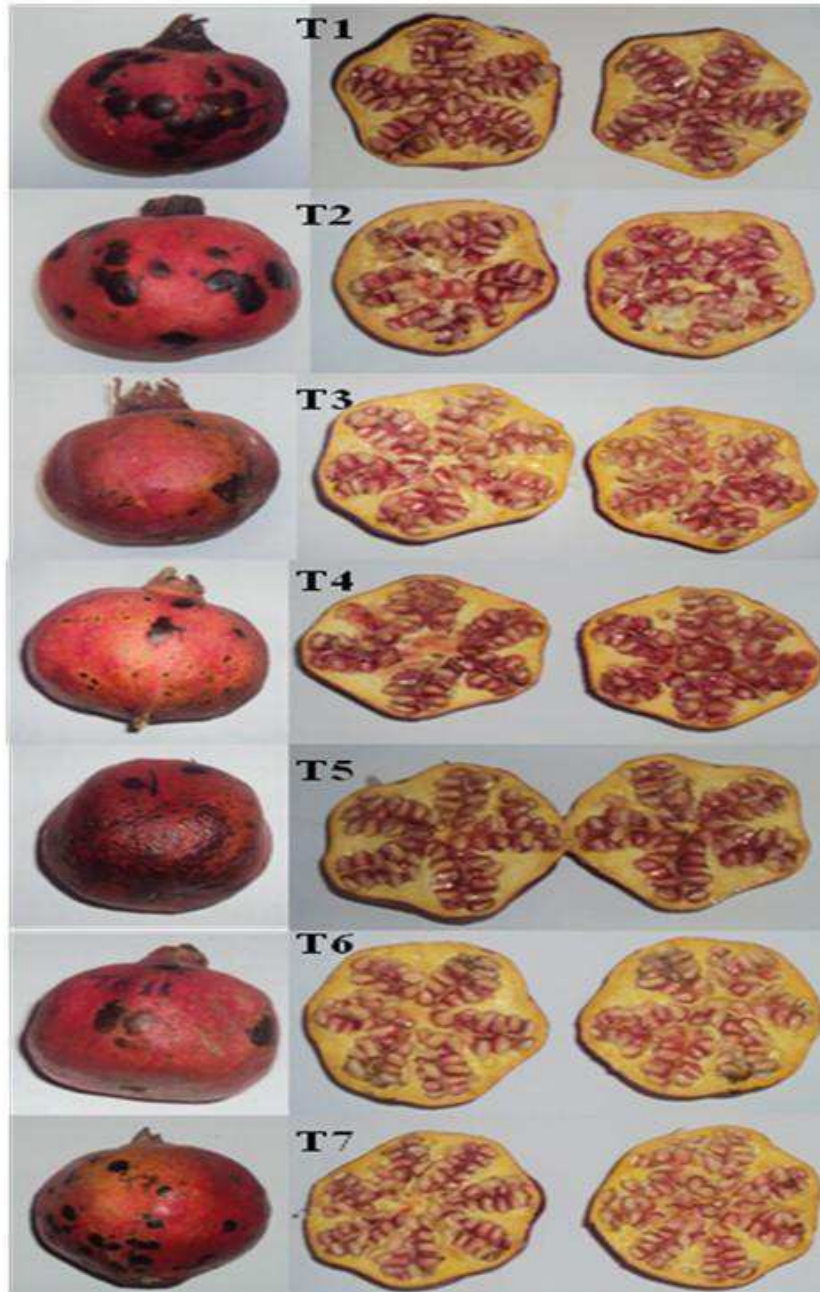


Figura 4. Aparência externa e interna de romãs tratadas com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* após 12 dias sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $56,7 \pm 5\%$ UR) e 'shelf life' de dois dias ($25,1 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $43,3 \pm 5\%$ UR).

O teor de sólidos solúveis é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares. A sua determinação não representa o teor exato dos açúcares, pois outras substâncias também estão presentes nos frutos e hortaliças e se encontram dissolvidas na seiva vacuolar, como por exemplo, vitaminas, compostos fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos, etc.; no entanto, os açúcares são os que apresentam maiores teores, chegando a constituir até 85 a 90% dos SS (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os sólidos solúveis (Tabela 8) dos frutos testemunha apresentaram menores quando comparados com frutos que receberam revestimentos. Damasceno et al. (2003) observaram que tratamentos com película de fécula de mandioca a 2 e 3% diferiram estatisticamente da testemunha, apresentando teores mais baixos de SST em frutos de tomate.

Tabela 8. Sólidos Solúveis (SS), Acidez Titulável (AT), pH e relação Sólidos Solúveis/Acidez Titulável (SS/AT) em romã ‘Molar’ revestida com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* após 12 dias sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $56,7 \pm 5\%$ UR) e ‘shelf life’ de dois dias ($25,1 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $43,3 \pm 5\%$ UR).

Revestimentos	Características Avaliadas			
	SS (%)	AT (% ácido cítrico)	pH	SS/AT
T1	12,98 b	0,92 a	3,52 ab	14,49 c
T2	14,64 a	0,86 a	3,66 a	16,52 b
T3	15,65 a	0,92 a	3,34 b	16,93 b
T4	15,66 a	0,85 a	3,50 ab	19,09 a
T5	14,45 a	0,86 a	3,36 b	17,53 ab
T6	14,98 a	0,92 a	3,42 b	16,46 b
T7	15,74 a	0,84 a	3,50 ab	18,90 a
Média	14,87	0,88	3,47	17,13
CV(%)	3,92	5,37	2,85	4,63

Revestimentos: T1 - Testemunha, sem recobrimento; T2 - 1% de fécula de mandioca; T3 - 3% de fécula de mandioca; T4 - 1% de *Spirulina platensis*; T5 - 3% de *Spirulina platensis*; T6 - 1% de fécula de mandioca mais 1% de *Spirulina platensis*; T7 - 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina platensis*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A acidez não diferiu entre os tratamentos (Tabela 8), com valores entre 0,84 e 0,92% ácido cítrico. Santos et al., (2011), estudando a influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’, armazenadas sob refrigeração ($12 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ e 86% UR) durante 21 dias, mais o período adicional de sete dias a $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e 67% UR, relataram que os frutos revestidos com o amido de milho para todas as

concentrações avaliadas, mantiveram maiores valores de acidez que os dos frutos do tratamento controle.

Silva et al. (1999), analisando a conservação de maracujá doce pelo uso de cera e choque a frio, verificaram decréscimo no percentual de ácido cítrico em todos os tratamentos do decorrer do período de conservação de 30 dias, a uma temperatura de 9°C e umidade relativa de 85-90%. Para estes autores esse decréscimo pode ser explicado provavelmente pela utilização desses compostos como substratos respiratórios ou pela conversão em açúcares.

Verificou-se que o pH dos frutos variou de 3,66 a 3,34. O maior valor de pH foi obtido no tratamento com T2. Silva (2008) verificou que o valor do pH (2,89) entre os tratamentos aplicados aumentou de forma linear com o decorrer do armazenamento, corroborando com a redução dos ácidos obtidos no amadurecimento/armazenamento.

Para a relação SS/AT (Tabela 8), frutos tratados com T4 e T7 de apresentaram os maiores valores (19,09 e 18,90) quando comparados com a testemunha (14,49). Essa relação é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois dá uma ideia do equilíbrio entre esses dois componentes e indica a doçura dos alimentos. Assim, quanto maior for esta relação maior será a sensação de doçura no paladar (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Frutos revestidos com T3 obtiveram maior quantidade de vitamina C, já os frutos com T5 obtiveram menor teor desta variável (Tabela 9). Para Marchi et al. (2000) o teor de vitamina C das frutas é um parâmetro nutricional de grande importância. Contudo, não se verificam exigências relacionadas ao mesmo no caso de frutas destinadas à industrialização. Embora a vitamina C presente naturalmente na fruta seja relevante sob o ponto de vista nutricional, não é considerada um parâmetro tecnológico indispensável.

Tabela 9. Valores médios da vitamina C, flavonoides e antocianinas em romã ‘Molar’ revestida com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* após 12 dias sob refrigeração ($10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $56,7 \pm 5\%$ UR) e ‘shelf life’ de dois dias ($25,1 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $43,3 \pm 5\%$ UR).

Revestimentos	Características Avaliadas		
	Vit C (mg100ml ⁻¹ ácido ascórbico)	Flavonoides (mg100ml ⁻¹)	Antocianinas (mg100ml ⁻¹)
T1	12,54 bc	8,58 ab	4,90 b
T2	13,20 bc	9,37 a	4,76 b
T3	15,49 a	9,49 a	4,47 b
T4	12,82 bc	7,68 bc	4,92 b
T5	12,26 c	7,24 bc	4,20 b
T6	13,23 bc	7,85 bc	6,86 a
T7	13,79 b	6,98 c	4,73 b
Média	13,33	8,17	4,98
CV(%)	4,80	7,58	11,43

Revestimentos: T1 - Testemunha, sem recobrimento; T2 - 1% de fécula de mandioca; T3 - 3% de fécula de mandioca; T4 - 1% de *Spirulina platensis*; T5 - 3% de *Spirulina platensis*; T6 - 1% de fécula de mandioca mais 1% de *Spirulina platensis*; T7 - 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina platensis*. Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os revestimentos T2 e T3 obtiveram maiores valores de flavonoides quando comparados com os demais tratamentos e os frutos T7 apresentaram menores valores. Os tratamentos com T4, T5 e T6 não diferiram entre si (Tabela 9).

Para antocianinas, romãs revestidas com T6 apresentam maior quantidade desta variável. Os outros tratamentos não diferiram da testemunha.

4 CONCLUSÕES

- O revestimento com 1 % de fécula de mandioca no armazenamento a 25°C reuniu boas características biométricas, visuais e físico-químicas para a conservação pós-colheita da romã;
- A elevada perda dos diâmetros em frutos armazenados em condição ambiente foi fator limitante na qualidade e vida útil pós-colheita de romã ‘Molar’;
- O revestimento com 3% de fécula de mandioca e com 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina plantensis* associados à refrigeração apresentaram melhor qualidade biométrica, visual e físico-química durante os quatorze dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- AKBARPOUR, V.; HEMMATI, K.; SHARIFANI, M. Physical and Chemical Properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit in Maturation Stage. **American-Eurasian Journal Agriculture & Environ. Sci.**, v.6, n.4, p. 411-416, 2009.
- AL-MAIMAN S. A.; AHMAD, D. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. **Food Chemistry**, Oxford, England v. 76, p. 437 – 441, 2002.
- BATISTA, P.F.; SANTOS, A.E.O.; PIRES, M.M.M.L.; DANTAS, B.F.; PEIXOTO, A.R.; ARAGÃO, C.A. Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, Campinas, SP, v.25, n. 4, p.572-576, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA. Instrução Normativa nº 1, de 07 de Janeiro de 2000. Regulamento Técnico Geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 de janeiro de 2000, seção 1, página 54.
- CEREDA, M.P.; BERTOLLINI, A.C.; SILVA, A.C.; OLIVEIRA, M.A.; EVANGELISTA, R.M. Películas de Almidon para la preservacion de frutas. **In: Congreso de Polimeros Biodegradables. Avances y Perspectivas**, 1995, Buenos Aires. Anais. Buenos Aires, 1995.
- CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- COHEN, Z. The chemicals of Spirulina. In: VONSHAK, A. **Spirulina Platensis (Arthrospira) Physiology, Cell-Biology and Biotechnology**. London: Taylor & Francis, 1997. 233 p.
- COLLA, L. M.; REINEHR, C. O.; REICHERT, C.; COSTA, J. A. V. Production of biomass and nutraceutical compounds by *Spirulina platensis* under different temperature and nitrogen regimes. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 98, n. 7, p. 1489- 1493, 2007.
- CZELUSNIAK, C.; OLIVEIRA, M. C. S.; NOGUEIRA, A.; SILVA, N. C. C.; WOSIACKI, G. Qualidade de maçãs comerciais produzidas no Brasil: aspectos físico-químicos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, SP, v.6, n. 1 p.25-31, 2003.
- DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P.V.S. DE; MORO, E.; JR MACEDO, E. K.; LOPES, M. C.; VICENTINI, N. M. Efeito da aplicação defécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v.23, n.3, p.377-380, 2003.
- FANTE, C. A.; VILAS BOAS, A. C.; COSTA, A. C.; SILVA, E. P.; OLIVEIRA, M. C.; LIMA, L. C. O. 1-MCP nos aspectos fisiológicos e na qualidade pós-colheita de maçãs Eva

durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.43, n.12, p.2142-2147, 2013.

FAWOLE, O. A.; OPARA, U. L.; THERON, K. I. Chemical and Phytochemical Properties and Antioxidant Activities of Three Pomegranate Cultivars Grown in South Africa. **Food and Bioprocess Technology**. v. 5, n. 7, p. 2934-2940, 2012.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000. São Carlos. **Programas e resumos**. São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIGUEIRA, F. S.; CRIZEL, T. M.; SILVA, C. R.; SALAS-MELLADO, M. M. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, SP, v. 14, n. 4, p. 308-316, 2011.

GADŽE, J.; VOĆA, S.; ČMELIK, Z.; MUSTAĆ, I.; ERCISLI, S.; RADUNIĆ, M. Physico-chemical characteristics of main pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Dalmatia region of Croatia. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 85, p. 202 – 206, 2012.

LEGUA, P.; MELGAREJO, P.; MARTÍNEZ, M.; FERNÁNDEZ, F. Evolution of sugars and organic acid content in three pomegranate cultivars (*Punica granatum* L.). In: Melgarejo P. (ed.), Martínez-Nicolas J.J. (ed.), Martínez-Tomé J. (ed.). Production, processing and marketing of pomegranate in the Mediterranean region: Advances in research and technology. Zaragoza: CIHEAM – Options Méditerranéennes: Série A. **Séminaires Méditerranéens**, n.42, p. 99-104, 2000.

LOYOLA, N.; MUÑOZ, C. Effect of the biostimulant foliar addition of marine algae on oneal production. **Acta Horticulturae**, v. 810, p. 709-722, 2009.

MARCHI, R. de; MONTEIRO, M.; BENATO, E. A.; SILVA, C. A. R. da. Uso da cor dadasca como indicador de qualidade do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) destinado à industrialização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, 2000.

ONUR, C.; KASKA, N. Akdeniz bölgesi narlarının (*Punica granatum* L.) seleksiyonu (Selection of Pomegranate of Mediterranean region). **Turkish Journal of Agriculture For.**, v. 9, n.1, p.25-33, 1985.

QUIROZ, I. Granados, características generales. Granados, **Perspectivas y Oportunidades de un negocio emergente**. Fundación Chile, Chile. p. 6-13, 2009.

ROUSSOS, P. A.; DENAXA, N. K.; DAMVAKARYS, T. Strawberry fruit quality Attributes after application of plant growth stimulating compounds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, Netherlands, v. 119, n. 2, p. 138-146, 2009.

SANTOS, A. E. O.; ASSIS, J. S.; BERBERT, P. A.; SANTOS, O. O.; BATISTA, P. F.; GRAVINA, G. 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, PE, v.6, n.3, p.508-513, 2011.

SANTOS, E. H. B.; BATISTA, F. P. R.; PEREIRA, L. M.; CAMPOS, L. M. A.; CASTRO, M. S.; AZEVEDO, L. C. Composição físico-química dos frutos da romã (*Punica granatum* L.). In: V CONNEPI – IFAL, 2010. Disponível em: <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/anais/conteudo/anais/files/conferences/1/schedConfs/1/papers/462/public/462-3520-1-PB.pdf>>. Acesso em: 08 dez 2013.

SANTOS, E. H. B.; BATISTA, F. P. R.; PEREIRA, L. M.; CAMPOS, L. M. A.; CASTRO, M. S.; AZEVEDO, L. C. Composição físico-química dos frutos da romã (*Punica granatum* L.). disponível em: <<http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/Rom%C3%A3.pdf>>. Acesso em: 20 jul 2013.

SILVA, A. P. da; VIEITES, R. L.; CEREDA, E. Conservação de maracujá-doce pelo uso de cera e choque a frio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 56, n. 4, 1999.

SILVA, L. J. B. **Utilização de revestimentos na conservação Pós-colheita de maracujá-amarelo produzido em Sistema orgânico**. Rio branco, Universidade Federal do Acre, 2008. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Acre, Rio branco, 2008.

SILVA, L. M. M.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; SOUSA, F. C. Parâmetros físico-químicos de duas variedades de romã produzidas no sertão paraibano. In: XXII Congresso brasileiro de fruticultura, Bento Gonçalves, RS. 2012.

SILVA, T. P. **Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de alga**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p.123, 2011. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

TEHRANIFAR, A.; ZAREI, M.; NEMATI, Z.; ESFANDIYARI, B.; VAZIFESHENAS, M. R. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, Netherlands, v.126, p.180–185, 2010.

TÜRKMEN İ., EKŞİ A. Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate (*Punica granatum*) juice. **Food Chemistry**, Oxford, England, v.127, p.1404-1407, 2011.

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

APÊNDICE

CAPÍTULO I

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis, perda de massa fresca (PM), perda de diâmetro longitudinal (PDL), perda de diâmetro transversal (PDT) e peso do arilo no fruto (PSA), em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob armazenamento refrigerado a 6°C, 10°C e 12°C.

FV	GL	Quadrado Médio			
		PM	PDL	PDT	PSA
Temperaturas (A)	2	8,177150 ^{ns}	0,673906 ^{ns}	2,714701 ^{ns}	2,181354 ^{ns}
Resíduo	2	8,177150	0,673906	2,714701	2,181354
Armazenamentos (B)	5	271,295253 ^{**}	116,281801 ^{**}	129,435560 ^{**}	10,483323 ^{**}
A x B	10	1,351353 ^{ns}	1,546329 ^{**}	0,628036 ^{**}	0,267923 ^{ns}
Resíduo	52	0,741176	0,095985	0,044578	0,454067
CV (A, %)		30,18	16,12	24,81	2,94
CV (B, %)		9,09	6,08	3,81	1,34
Média		4,47	5,09	6,64	50,32

^{**}Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns}Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2. Resumo da análise de variância do volume de suco (VSu), peso de sementes (PSe), peso de casca no fruto (PCa), aparência externa (AE) e aparência interna (AI), em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob armazenamento refrigerado a 6°C, 10°C e 12°C.

FV	GL	Quadrado Médio				
		VSu	PSe	PCa	AE	AI
Temperaturas (A)	2	1,693400 ^{ns}	2,237239 ^{ns}	0,627339 ^{ns}	2,151376 ^{ns}	0,936504 ^{ns}
Resíduo	2	1,693400	2,237239	0,627339	2,151376	0,936504
Armazenamentos(B)	5	16,269823 ^{**}	1,032698 ^{**}	21,554491 ^{**}	5,612239 ^{**}	2,087960 ^{**}
A x B	10	2,139558 ^{**}	0,482779 ^{ns}	1,508464 ^{**}	0,219761 ^{**}	0,377589 ^{ns}
Resíduo	52	0,181410	0,197335	0,230751	0,000700	0,145213
CV (A, %)		4,39	7,75	1,63	39,42	22,27
CV (B, %)		1,44	2,30	0,99	0,71	8,77
Média		29,63	19,30	48,64	3,72	4,34

^{**}Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns}Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância teor do sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT, em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob armazenamento refrigerado a 6°C, 10°C e 12°C.

FV	GL	Quadrado Médio			
		SS	AT	pH	SS/AT
Temperaturas (A)	2	1,681806 ^{ns}	0,050915 ^{ns}	0,755879 ^{ns}	17,418071 ^{ns}
Resíduo	2	1,681806	0,050915	0,755879	17,418071
Armazenamentos (B)	5	1,952472**	0,061381**	0,708626**	90,971865**
A x B	10	0,506472 ^{ns}	0,011204**	0,139538**	15,459728**
Resíduo	52	0,539786	0,001063	0,000667	0,276683
CV (A, %)		9,16	30,40	25,88	21,11
CV (B, %)		5,19	4,39	0,77	2,66
MÉDIA		14,17	0,74	3,35	19,77

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância da vitamina C (Vit C), compostos fenólicos (CF), flavonoides (FLA) e antocianinas (ANT) em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob armazenamento refrigerado a 6°C, 10°C e 12°C.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Vit C	CF	FLA	ANT
Temperaturas (A)	2	3,892572 ^{ns}	425,675454 ^{ns}	16,098006 ^{ns}	1,936006 ^{ns}
Resíduo	2	3,892572	425,675454	16,098006	1,936006
Armazenamentos (B)	5	42,504578**	13850,587653**	6,854061**	10,283222**
A x B	10	19,689739 ^{ns}	1380,681058**	9,854061 ^{ns}	1,726776**
Resíduo	52	0,868910	163,069213	0,935491	0,044286
CV (A, %)		14,85	11,89	41,47	38,71
CV (B, %)		7,01	7,36	10,00	5,85
Média		13,29	173,50	9,67	3,59

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

CAPÍTULO II

Experimento I

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis, perda de diâmetro longitudinal (PDL), perda de diâmetro transversal (PDT), peso do arilo no fruto (PSA) e volume do suco no fruto (VSu), em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob condições ambiente (25°C, 43,3%UR).

FV	GL	Quadrado Médio			
		PDL	PDT	PSA	VSu
Revestimentos	6	4,373379**	13,449474**	12,761244 ^{ns}	35,106510**
Resíduo	21	0,407049	0,266362	6,142809	5,131220
CV (%)		8,44	7,82	4,25	7,06
Média		7,56	6,60	58,27	32,08

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2. Resumo da análise de variância do peso de sementes (PSe), peso de casca no fruto (PCa), aparência externa (AE), aparência interna (AI) e severidade de doença (SD), em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob condições ambiente (25°C, 43,3%UR).

FV	GL	Quadrado Médio				
		PSe	PCa	AE	AI	SD
Revestimentos	6	23,439817**	5,098031 ^{ns}	0,606261**	2,986228**	0,606386**
Resíduo	21	4,926410	5,463523	0,103576	0,130994	0,121005
CV (%)		9,91	6,41	11,32	10,00	18,51
Média		22,40	36,47	2,84	3,62	1,87

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância teor do sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT, em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob condições ambiente (25°C, 43,3%UR).

FV	GL	Quadrado Médio			
		SS	AT	pH	SS/AT
Revestimentos	6	0,585491 ^{ns}	0,006762*	0,024097**	3,263850**
Resíduo	21	0,460744	0,002033	0,002503	0,599183
CV (%)		4,88	5,01	1,51	4,95
Média		13,91	0,89	3,32	15,62

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância da vitamina C (Vit C), flavonoides (FLA) e antocianinas (ANT) em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob condições ambiente (25°C, 43,3%UR).

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		Vit C	FLA	ANT
Revestimentos	6	6,447167**	13,104857**	0,601158*
Resíduo	21	0,425369	0,823122	0,172786
CV (%)		6,00	10,45	13,27
Média		10,87	8,67	3,13

* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Experimento II

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis, perda de diâmetro longitudinal (PDL), perda de diâmetro transversal, peso do arilo no fruto (PSA) e volume de suco no fruto (VSu) em romã ‘Molar’ durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob armazenamento refrigerado a 10°C e 57,7% UR.

FV	GL	Quadrado Médio			
		PDL	PDT	PSA	VSu
Revestimentos	6	1,550662*	3,759815**	13,640113 ^{ns}	41,747041**
Resíduo	21	0,490652	0,329302	8,017828	1,371404
CV (%)		14,91	14,41	5,14	3,87
Média		4,69	3,98	55,04	30,29

*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Resumo da análise de variância do peso de sementes (PSe), peso de casca no fruto (PCa), aparência externa (AE), aparência interna (AI) e severidade de doenças (SD), em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob 10°C, 56,7%UR.

FV	GL	Quadrado Médio				
		PSe	PCa	AE	AI	SD
Revestimentos	6	7,242991**	12,590400*	1,519057**	0,604792**	0,886117**
Resíduo	21	1,860601	3,850322	0,037399	0,105312	0,152016
CV (%)		5,50	4,65	7,96	7,04	18,58
Média		24,79	42,16	2,42	4,60	2,09

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância teor do sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, relação SS/AT, em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob 10°C, 56,7%UR.

FV	GL	Quadrado Médio			
		SS	AT	pH	SS/AT
Revestimentos	6	3,868854**	0,005008 ^{ns}	0,046555**	9,944980**
Resíduo	21	0,340565	0,002266	0,009809	0,630835
CV (%)		3,92	5,37	2,85	4,63
Média		14,87	0,88	3,47	17,13

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 4. Resumo da análise de variância da vitamina C (Vit C), flavonoides (FLA) e antocianinas em romã ‘Molar’, durante o período de avaliação dos frutos mantidos sob 10°C e 56,7% de UR.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		Vit C	FLA	ANT
Revestimentos	6	4,615863**	3,976222**	3,013084**
Resíduo	21	0,410001	0,383442	0,324876
CV (%)		4,80	7,58	11,43
Média		13,33	8,17	4,98

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.