



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA TROPICAL

LUANA MUNIZ DE OLIVEIRA

**USO DE *Spirulina platensis* SOB A QUALIDADE PÓS-
COLHEITA DE ROMÃ EM DUAS CONDIÇÕES DE
ARMAZENAMENTO**

POMBAL – PB
2018

LUANA MUNIZ DE OLIVEIRA

USO DE *Spirulina platensis* SOB A QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ROMÃ EM DUAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Railene Hérica Carlos Rocha Araújo

**POMBAL – PB
2018**

LUANA MUNIZ DE OLIVEIRA

USO DE *Spirulina platensis* SOB A QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ROMÃ EM DUAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Aprovado: 06/Março/2018.

Profª. D. Sc. Railene Hérica Carlos Rocha
(CCTA/UFCG)
Orientadora

Profª. Dr. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga
(CCTA/UFCG)
Examinador Interno

Dr. José Franciraldo de Lima
(CCTA/UFCG)
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo merecimento da vida, pela força e por estar sempre presente em todos os momentos da minha vida.

A meu esposo, Daniel, por todo o seu amor, amizade e compreensão. E ao meu filho, Arthur no qual é a minha razão de viver e vitória.

A minha mãe, Madalena, pelo apoio, por sempre me ajudar em todas as horas, colocar em suas orações, e pelo seu amor incondicional.

Ao meu pai, Leonaldo, pelo apoio e auxílio.

À Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, pela oportunidade da realização do curso.

A minha Orientadora, Prof^a. Dr^a. Railene Hérica Carlos Rocha, pela orientação, ensinamentos e compreensão.

À Fazenda Tamanduá, pela parceria.

Agradecer ao CNPq pelo apoio financeiro.

Aos professores que se dispuseram a fazer partir da banca examinadora, Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga, e José Franciraldo de Lima.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Horticultura Tropical, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos meus amigos, Agda e George pela paciência e companheirismo, pela grande ajuda que deram em todo o experimento da dissertação, por tantas trocas de conhecimento durante nossos encontros.

Às amigas Lizaiane, Marília e Valéria, pelo incentivo, pela amizade, pelo carinho, por toda a força, fundamentais em muitos momentos.

Aos meus colegas e amigos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a realização e o termino deste curso.

EPÍGRAFE

“Uma vez conhecido o caminho, só há uma coisa a fazer: **SEGUIR EM FRENTE**.
Se será fácil ou difícil, claro ou escuro, pequena vereda ou larga estrada, isso não importa.
Temos que dar o primeiro passo, que é sempre o mais difícil”.

Fui lançada ao desafio. E por menor que foi o passo, pra mim foi sempre uma conquista. No caminho que escolhi, teve uma missão que foi cumprida. Houve momentos nos quais as forças diminuíam, a energia faltou e achei que fosse peso demais para os meus ombros... Mas suportei. **VENCI**. Houve sempre uma energia guardada que nem eu sabia que possuía. O importante foi não desanimar, não parar. Dar sempre um passo à frente. Não importava o tempo que se leva... O importante foi o esforço feito, o passo que se deu, o terreno que se ganhou, os amigos que se conquistaram e o quanto eu aprendi. Nessa caminhada, temos sempre que dar o primeiro passo. Quando temos um sonho, a vida faz mais sentido. Quando temos algo pelo qual queremos e precisamos lutar, ganhamos motivação, planejamos o futuro.”

LISTA DE TABELA

Pág

TABELA 1 Caracterização inicial de romã ‘comum’ (n=12), por ocasião da colheita. Pombal-PB, 2017.	18
TABELA 2 Escala subjetiva (notas de 0-5) para avaliações da aparência externa e interna da romã 'molar', de acordo com a severidade dos defeitos.....	19
TABELA 3 Resumo da análise de variância para perda de massa fresca (PMF), luminosidade do fruto (L*), Cromaticidade (C*), ângulo hue (H*), aparência externa (AP EX) e aparência interna (AP IN), em romãs ‘Comum’ submetida ao recobrimento com diferentes doses de <i>Spirulina platensis</i> aos 24 dias de armazenamento sob refrigeração (10 ± 2°C e 85 ± 5% UR) e em seguida, 2 dias em condição ambiente 25°C e 60%UR.	22
TABELA 4 Resumo da análise de variância para luminosidade do fruto (L*), Cromaticidade (C*), ângulo hue (H*), e aparência externa (AP EX) e aparência interna (AP IN), em romãs ‘Comum’ submetida ao recobrimento com diferentes doses de <i>Spirulina platensis</i> aos 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR.....	23
TABELA 5 Resumo da análise de variância para Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, vitamina C (VIT C), antocianinas (ANT), flavonoides (FLAV), compostos fenólicos (FEN), açúcares totais (AT) e açúcares redutores (AR) em romãs ‘Comum’ submetida ao recobrimento com diferentes doses de <i>Spirulina platensis</i> aos 24 dias de armazenamento sob refrigeração (10 ± 2°C e 85 ± 5% UR) e em seguida, 2 dias em condição ambiente 25°C e 60% UR.....	28
TABELA 6 Resumo da análise de variância para Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, vitamina C (VIT C), antocianinas (ANT), flavonoides (FLAV), compostos fenólicos (FEN), açúcares totais (AT) e açúcares redutores (AR) em romãs ‘Comum’ submetida ao recobrimento com diferentes doses de <i>Spirulina platensis</i> aos 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR.....	28

LISTA DE FIGURAS

Pág.

- Figura 1.** Perda de massa fresca em romã ‘Comum’ tratada com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*, após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR) 24
- Figura 2.** Luminosidade do fruto, cromaticidade, ângulo hue da romã ‘Comum’ recoberta com *Spirulina platensis*, (A), (B) e (C), armazenada sob refrigeração após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR). (D), (E) e (F) armazenadas sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR 25
- Figura 3.** Aparência externa, aparência interna, de romã ‘Comum’ recoberta com *Spirulina platensis*, (A) e (B), armazenada sob refrigeração após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR). (C) e (D), armazenadas sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR. 27
- Figura 4.** Sólidos solúveis, acidez titulável e pH, de romã ‘Comum’ recoberta com *Spirulina platensis*, (A), (B) e (C), armazenada sob refrigeração após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR). (D), (E) e (F) armazenadas sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR. 30
- Figura 5.** Vitamina C, antocianinas e flavonoides de romã ‘Comum’ recoberta com *Spirulina platensis*, (A), (B) e (C), armazenada sob refrigeração após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR). (D), (E) e (F) armazenadas sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR. 32
- Figura 6.** Compostos fenólicos, açúcares totais e açúcares redutores de romã ‘Comum’ recoberta com *Spirulina platensis*, (A), (B) e (C), armazenada sob refrigeração após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR). (D), (E) e (F) armazenadas sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR..... 35

SUMÁRIO

RESUMO.....	IX
ABSTRACT.	X
1 INTRODUÇÃO.	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Produção e mercado da romã.....	12
2.2 Armazenamento e vida útil pós-colheita de romã	13
2.3 Recobrimento de frutas e conservação.	15
2.4 <i>Spirulina platensis</i> e seus potenciais de utilização em Alimentos.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.	17
3.1 Condução do experimento.....	17
3.2 Variáveis analisadas.	19
3.2.1 Perda de massa fresca.....	19
3.2.2 Aparência	19
3.2.3 Colorimetria do fruto.....	20
3.2.4 Teor de sólidos solúveis.....	20
3.2.5 Acidez titulável.	20
3.2.6 Potencial Hidrogeniônico (pH).	20
3.2.7 Vitamina C.	20
3.2.8 Antocianina.	21
3.2.9 Flavonóides.....	21
3.2.10 Compostos Fenólicos.	21
3.2.11 Açúcares Totais.....	21
3.2.12 Açúcares Redutores.....	22
3.3 Análise Estatística.	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.	22
5 CONCLUSÕES.....	36
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	38

RESUMO

OLIVEIRA, Luana Muniz de. **Uso de *spirulina platensis* sob a qualidade pós-colheita de romã em duas condições de armazenamento.** 2018. 43p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical). Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB.

O uso de tecnologias de forma ecológica é de grande importância para a conservação da romã, especialmente, quando se necessita atingir mercados a longas distâncias, sendo indispensável associar técnicas de armazenamento para o aumento na durabilidade do fruto *in natura*. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de recobrimentos à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de romã 'Comum' em duas condições de armazenamento. A pesquisa foi realizada no laboratório de tecnologia de alimentos da UFCG-CCTA, Pombal, PB, e os frutos foram provenientes de Petrolina-PE, colhidos manualmente no estádio de maturação comercial. Instalou-se dois experimentos em delineamento inteiramente ao acaso, com 3 repetições e 2 frutos por parcela. Um experimento foi realizado para avaliar a qualidade dos frutos mantidos armazenados sob refrigeração, sendo analisados aos 24 dias de armazenamento sob refrigeração ($10 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) e em seguida, 2 dias em condição ambiente 25°C e 60% UR. No outro experimento, os frutos foram mantidos sob temperatura ambiente a 24°C e 60% UR, e avaliados aos 15 dias. Os tratamentos (T) foram representados por diferentes concentrações de *Spirulina platensis*, (0%, 1%, 2%, 3%, e 4%) acrescidos de $0,5 \text{ mL L}^{-1}$ de óleo mineral. Foram realizadas análises de perda de massa, aparência externa e aparência interna, cor da casca, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, vitamina C, flavonoides, antocianinas, compostos fenólicos, açúcares totais e açúcares redutores. Inicialmente foi utilizado uma amostragem de 12 frutos para caracterização das romãs por ocasião da colheita. O uso do recobrimento com *Spirulina platensis* em romã não prejudica a aparência dos frutos para a comercialização, para ambas condições de armazenamento. O recobrimento a 1% de *Spirulina platensis* promove menor conteúdo de compostos fenólicos, fato que pode contribuir para a redução da adstringência do suco, quando destinado ao consumo *in natura*, para ambas condições de armazenamento. O uso de *Spirulina platensis* não promove a conservação do suco do arilo da romã 'Comum' no que se refere aos compostos bioativos como vitamina C, flavonoides, antocianinas, sob armazenamento por 26 dias, sendo 24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR. Sob armazenamento em condições ambiente, 15 dias a 25°C e 42% UR, os frutos tratados com 1% de *Spirulina platensis* tiveram maiores conteúdos de compostos bioativo, tais como vitamina C, flavonoides e antocianinas.

Palavras-chave: *Punica granatum* L. Microalga. Conservação.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Luana Muniz de. **Use of *spirulina platensis* under the quality pomegranate powder-crop in two storage conditions.** 2018. 43p. Dissertation (Master in Tropical Horticulture). Federal University of Campina Grande, Pombal-PB.

The use of technologies in an ecological way is of great importance for the conservation of the pomegranate, especially, when one needs to reach markets the long ones distance, being indispensable to associate storage techniques for the increase in the durability of the fruit in nature. The objective of this work was to evaluate the effect of coatings based on *Spirulina platensis* in the conservation pomegranate powder-crop 'Common' in two storage conditions. The research was accomplished at the laboratory of technology of foods of UFCG-CCTA, Pombal, PB, and the fruits were coming of Petrolina-PE, picked manually at the stadium of commercial maturation. Two experiments were set up in a completely randomized design, with 3 repetitions and 2 fruits for portion. An experiment was accomplished to evaluate the quality of the maintained fruits stored under cooling, being analyzed to the 24 days of storage under cooling ($10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ and $85 \pm 5\%$ UR) and soon afterwards, 2 days in condition it adapts 25°C and 60% UR. In the other experiment, the fruits were maintained under room temperature to 24°C and 60% UR, and appraised to the 15 days. The treatments (T) they were represented by different concentrations of *Spirulina platensis*, (0%, 1%, 2%, 3%, and 4%) added of 0,5 mL L⁻¹ of mineral oil. They were accomplished analyze of mass loss, appearance expresses and appearance interns, color of the peel, soluble solids, titratable acidity, pH, vitamin C, flavonoids, anthocyanins, phenolic compounds, sugar total and sugar reducers. Initially a sampling of 12 fruits was used for characterization of the pomegranates by occasion of the crop. The use of the coating with *Spirulina platensis* in pomegranate doesn't harm the appearance of the fruits for the commercialization, for both storage conditions. The coating at 1% of *Spirulina platensis* promotes smaller content of phenolic compounds, fact that can contribute to the reduction of the astringency of the juice, when destined to the consumption in nature, for both Storage conditions. The use of *Spirulina platensis* it doesn't promote the conservation of the juice of the arilo of the pomegranate 'Common' in what it refers to the bioactive compounds as vitamin C, flavonoids, anthocyanins, under storage for 26 days, being 24 days to 10°C and 85% UR and, soon afterwards, two days to 25°C and 60% UR. Under storage in conditions atmosphere, 15 days to 25°C and 42% UR, the fruits treated with 1% of *Spirulina platensis* had larger contents of bioactive compounds, such as vitamin C, flavonoids and anthocyanins.

Key word: *Punica granatum* L. Microalga. Conservation.

1 INTRODUÇÃO

A romã (*Punica granatum*) são frutos atrativos, ricos em compostos fenólicos e compostos bioativo, têm despertado interesse em várias regiões do mundo, tanto para fins alimentares e farmacêuticos, devido sua alta capacidade antioxidante capaz de prevenir uma variedade de doenças crônicas não transmissíveis, (SALGADO et al., 2012).

A romã é um fruto não-climatérico, e apresenta baixas taxas respiratória próximo ao final do período de maturação, a taxa respiratória apresenta um declínio constante até atingir a fase de senescência, a colheita deve ser realizada quando o fruto atinge a maturidade plena na planta, período que reúne maiores características de qualidade, (SILVA, 2015).

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 têm desenvolvido a cor, aroma e sabor característicos; Se for tardia, são obtidos frutos mais susceptíveis a doenças e sujeitos a rápida deterioração em condições de armazenamento (SERRANO, 2012).

Diante da crescente exigência dos consumidores na obtenção de alimentos naturais e/ou funcionais e o desejo de proteger o meio ambiente, as microalgas vem se destacando devido à aplicabilidade econômica, ecológica e nutricional, principalmente pela identificação de substâncias sintetizadas por estes organismos em várias áreas, tais como na indústria farmacêutica, cosméticas e alimentícias, entre outras (CHU et al., 2010).

As microalgas têm se destacado pelo seu alto valor nutricional e comercial, pois são empregados em muitas atividades e para fins diversificados, tais como: biopigmentos, antioxidantes, marcadores fluorescentes, enzimas, fármacos, exopolissacarídeos (usados como gelificantes, emulsificantes, flocculantes e hidratantes), e diferentes nutrientes, como algumas vitaminas do complexo A, B2, B6, B12, E e D , elevados níveis proteicos, alguns minerais essenciais ao organismo tais como Cálcio, fosforo e potássio, lipídios, Antioxidantes como o Betacaroteno e a Vitamina E, carboidratos, (FERREIRA et al., 2013)

O uso de tecnologias de forma ecológica é de grande importância para a conservação da romã, especialmente, quando se necessita atingir mercados a longas distancias, sendo indispensável associar a técnica de refrigeração para o aumento na durabilidade do fruto *in natura*. Nesta etapa do trabalho propõe-se avaliar recobrimentos à base de *Spirulina platensis* sob a conservação pós-colheita da romã. Embora ainda haja pouca pesquisa neste sentido, pretende-se estudar o efeito deste produto, como o intuito inovador, no sentido de proporcionar,

com o recobrimento melhorias no potencial de conservação da romã sob condições de armazenamento refrigerado e sob temperatura ambiente, além poder haver a possibilidade do fruto absorver compostos químicos da *Spirulina platensis*, e favorecer melhorias ao potencial nutritivo do fruto. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de recobrimentos à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de romã ‘Comum’ em duas condições de armazenamento

2 REFERENCIAL TÉORICO

2.1 Produção e mercado da romã

A romã (*Punica granatum* L.), é uma pequena árvore da família *Punicácea*, com altura de 2-5 m, é nativa da Ásia Central e tem sido cultivadas durante séculos no Oriente Médio, na Ásia, nos Estados Unidos e as regiões Sul e América (ROBERT et al., 2010).

É considerado um dos frutos mais importantes para áreas tropicais e subtropicais devido ao baixo custo de manutenção, bons rendimentos, bem como qualidade de conservação e capacidade de prosperar com umidade limitada (INDIAN COUNCIL OF AGRICULTURAL RESEARCH, 2005).

Os maiores produtores mundiais de romã são a Índia, China e Irã, países que consomem a maior parte de sua produção, seguidos da Turquia, Espanha, e Tunísia (CAMBICI, 2011). A Índia é o maior produtor de romã no mundo, com mais de 900 mil toneladas produzidas por ano, que corresponde a 43% da produção mundial total. No entanto, as exportações da Índia são de apenas 35.000 toneladas, que é de cerca de 6-7% do total do comércio da romã (INIFARMS, 2012).

A produção nacional de romã apresenta crescimento ascendente, ao contrário dos diversos produtos hortícolas, a demanda pela fruta tem a tendência em aumentar a um ritmo muito mais rápido. As plantações comerciais incentivadas tem como meta inserir esta fruta no mercado nacional visando, principalmente, a extração de compostos nutracêuticos e elaboração de novos produtos com alta atividade antioxidante, a partir do aproveitamento integral do fruto (EMBRAPA, 2011). No Brasil, não há dados contabilizando o total da produção de romãs ou o número de plantas. Além disto, não há disponível ou ocorre de maneira incipiente, estudos referentes às possíveis tecnologias de produção ou o desenvolvimento da planta.

Nos últimos anos, houve no Brasil um crescimento acentuado no volume comercializado de romã; em 2012 foram comercializadas 550 t da fruta somente no Ceagesp (WATANABE; OLIVEIRA, 2014). Mais um indicador desta tendência foi dado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no início de 2011, ao anunciar uma parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) para pesquisas que visam agregar valor à produção de romã, buscando alternativas de mercado para os frutos que não atendem o padrão comercial para o consumo *in natura* (CAMBICI, 2011).

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, farmacêutica, cosméticos e, tem também despertado o interesse de produtores e comerciantes para comercialização do fruto na forma *in natura* (JADON et al., 2012).

2.2 Armazenamento e pós-colheita de romã

Quando destinados para o mercado *in natura*, o critério mais exigido é a qualidade dos frutos é a sua aparência externa. Na romã, alguns dos problemas durante a sua venda são a presença de manchas na casca, que prejudicam aparência e qualidade dos frutos. A perda de qualidade e, conseqüentemente, a perda de valor comercial. Estudos sobre o fruto de romãzeira no Brasil ainda são escassos, porém, pesquisas recentes foram realizadas com romã (cv. Molar), produzida em sistema orgânico de produção na Fazenda Águas de Tamanduá, localizada nas Várzeas de Sousa-PB. Onde Gomes, (2015) estudou a biometria durante as fases de crescimento da romã produzida nesta região, segundo o autor, o formato elíptico do fruto é definido aos 80 dias após a antese, sendo que o intervalo entre a antese e o ponto de colheita é 90 dias, idade em que o fruto atinge valor máximo, para a maioria das variáveis biométricas estudadas, entre elas massa fresca do fruto, volume de fruto, volume de suco e massa fresca da semente.

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 (TERUEL, 2008). O murchamento ou o enrugamento são sintomas indicativos de excessiva perda de água, a qual pode ocorrer em poucas horas ou dias, dependendo do produto e das condições de temperatura de armazenamento e a umidade do ar. Perdas da ordem de 3 a 6% são suficientes para marcar um

importante declínio na qualidade, mas alguns produtos ainda são comercializados com 10% de perda de umidade, pois os frutos cultivados e colhidos em ambiente tropical são mais suscetíveis à desidratação. Portanto produtos armazenados nestas zonas necessitam de maior ventilação no armazenamento e apresentam perdas de massa mais elevada (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Após serem colhidas, a maioria das frutas, especialmente no ambiente tropical, apresentam aceleração da maturação e deterioração em consequência das mudanças bioquímicas e fisiológicas, bem como de procedimentos de acondicionamento e práticas de manuseio inadequadas (LUVIELMO e LAMAS, 2012). O uso de refrigeração no armazenamento de frutas, de maneira geral, é uma alternativa viável para a manutenção da qualidade pós-colheita (BRACKMANN et al., 2010).

Quando armazenadas a baixas temperaturas, entre 0° e 5°C, tornam-se mais sumarentas e saborosas, podendo manter-se assim durante meses. Devido à dureza da casca, possuem também uma boa resistência ao transporte (OMAIIAA, 2011).

A determinação do estágio de maturação adequado para a colheita, associado à temperatura ideal de refrigeração, pode potencializar o período de conservação pós-colheita da romã. Portanto, o manuseio adequado dos frutos, associado a tecnologias que reduzem sua deterioração, possibilita a comercialização do fruto *in natura* em mercados mais distantes, à medida que reduz a perda dos atributos de qualidade visual, físico-químicos e nutricionais (MOREIRA, 2015).

As mudanças físicas e físico-químicas são as principais causas da perda de qualidade durante o armazenamento. Por isso, tornam-se necessários o armazenamento adequado e a utilização de tecnologia pós-colheita que permitam preservar a qualidade dos frutos. Para manter a qualidade e estender a vida útil de produtos frescos, tem sido explorado o uso de recobrimentos na superfície externa dos mesmos (PEREIRA, 2014).

A redução da atividade respiratória de frutos durante o armazenamento é resultado da diminuição na atividade das enzimas, envolvidas no processo respiratório, podendo ser em decorrência da redução da temperatura, baixos níveis de O₂ e maiores níveis de CO₂, o que reduz, em geral, a taxa de utilização de substratos de reserva com consequente aumento da vida útil pós-colheita dos frutos (GÜRAKAN e BAYINDIRLI, 2005).

Quanto maior a taxa respiratória, mais perecível é o produto, isto é, menor é a vida pós colheita. A respiração tem um importante papel na vida pós-colheita de produtos frescos porque reflete a atividade metabólica do tecido, que também inclui a perda do substrato, a síntese de novos compostos e a liberação de calor (SALTVEIT, 2004).

2.3 Uso de recobrimento na conservação pós-colheita de frutos

Cerca de 53% da produção brasileira é destinada ao mercado de frutos processados e 47% ao mercado de frutos frescos (SOUSA, VIEIRA, e LIMA, 2011). Frutos como a romã (*Punica granatum*), apresenta excelente potencial de estudo com ênfase na atividade antioxidante e também no reaproveitamento de partes não consumidas, como cascas e sementes, que se acumulam como resíduos do setor agroindustrial brasileiro (BARROS, 2011).

Os métodos normalmente empregados para a conservação de frutas intactas na condição pós-colheita, ou após alguma etapa mínima de processamento, fazem uso, prioritariamente, de refrigeração associada ou não a embalagens com atmosferas controladas. As condições mais comuns, e de comprovada eficiência, têm por base procedimentos nos quais a temperatura é reduzida logo após a colheita e a cadeia do frio a uma temperatura apropriada para cada produto é mantida, preferencialmente em ambiente com alta umidade relativa, até a comercialização final (BARBOSA- CÁNOVAS et al., 2003; COSTA e CLEMENTE, 2012).

A tecnologia de aplicação de revestimentos comestíveis tem se destacado por elevar o tempo de conservação permitindo uma maior flexibilidade de manuseio e comercialização (FONSECA E RODRIGUES, 2009; ASSIS et al., 2008; VARGAS et al., 2008). Assim, o uso de tecnologias para a preservação da fruta *in natura* é fundamental para a sua exploração comercial e para ganhar novos mercados.

O recobrimento comestível é uma tecnologia alternativa cada vez mais divulgada e avaliada como um procedimento viável para elevar o tempo de vida útil de frutas e hortaliças, processadas ou não, é o emprego de coberturas comestíveis protetoras (ASSIS e BRITTO, 2014). As coberturas ditas “comestíveis” são aplicadas ou formadas diretamente sobre a superfície das frutas, configurando membranas delgadas, imperceptíveis a olho nu e com diversas características estruturais, que são dependentes da formulação da solução filmogênica precursora. Como estas coberturas passam a fazer parte do alimento a ser consumido, os materiais empregados em sua formação devem ser considerados como GRAS (Realmente conhecido como seguro), ou seja, serem atóxicos e seguros para o uso em alimentos (FDA, 2016).

Uma grande vantagem que também cabe salientar é a biodegradabilidade dos revestimentos comestíveis. Para que um material seja chamado de biodegradável ele deve ser degradado completamente por microrganismos em compostos naturais, como CO₂, água, metano, hidrogênio e biomassa. Dessa forma, a utilização de revestimentos biodegradáveis

poderá contribuir na redução do uso de fontes não-renováveis, ajustando-se perfeitamente no ecossistema e evitando a poluição ambiental (VILLADIEGO et al., 2005; PALMU et al., 2002).

Os recobrimentos comestíveis podem melhorar o marketing do alimento, com relação à qualidade nutricional, segurança, e aumento no tempo de conservação, pois têm funções como: retardar a perda de umidade, retardar as trocas gasosas, aumentar a integridade estrutural, provendo alguma proteção física contra injúrias, reter componentes voláteis, constituintes do odor e do sabor e atuar como veículo de aditivos alimentícios, como, por exemplo, agentes antimicrobianos (KROCHTA e MULDER-JOHNSTON, 1997; REINOSO et al., 2008).

Revestimento com fécula de mandioca ou amido de milho, *Spirulina platensis*, e *Chorella* sp. melhorou a manutenção da qualidade de armazenamento em manga orgânica, e nutricionalmente, enriqueceu o produto (ONIAS et al., 2016).

Oliveira, (2015) avaliou o uso de revestimento a base de microalga *Chlorella* sp. na conservação pós colheita de mangas “Tommy Atkins”. Observou-se que os frutos tiveram um aumento linear na firmeza de polpa, com o aumento nas concentrações. Verificou-se que a concentração de 4% proporcionou a maior firmeza de polpa (16,94 N), revelando frutos 63,3% mais firmes, comparados a concentração de 0% (6,22N), sendo um indicativo de que o uso da microalga tenha retardado o amadurecimento dos frutos mantendo-os mais firmes.

2.4 *Spirulina platensis* E SEUS POTENCIAIS DE UTILIZAÇÃO EM ALIMENTOS

A *Spirulina platensis* compreende o grupo das cianobactérias filamentosas (*Cyanophyta* ou algas verde azuladas), com elevado teor de proteínas, largamente utilizada como uma fonte de proteína de célula única para seres humanos e animais (MONTEIRO et al., 2010). Apresenta-se na forma de espiral, denominado tricoma, constituídos por células cilíndricas, curtas e largas, revestida por uma fina membrana.

A utilização da *Spirulina platensis* vem sendo estudada devido aos seus múltiplos benefícios à saúde humana, sendo apropriada em uso como complemento alimentar, decorrente principalmente de sua rica constituição na qual destaca-se altos níveis de proteínas (64 a 74%), dentre as vitaminas apresenta as vitaminas A, B, B2, B6, B12, E e D, minerais, carboidratos, carotenoides, betacaroteno, xantófilo e ácido γ -linolênico, além de atividade antioxidante (ADEL et al., 2016; MOREIRA e ROCHA, 2015; SHABANA et al., 2017).

Pesquisas vêm sendo realizadas utilizando filmes e revestimentos que apresentam potencial para retardar as reações de degradação e/ou síntese de substâncias em frutas, proporcionando maior vida útil (ONIAS, 2013). Em romã, o revestimento com 3% de fécula de mandioca mais 3% de *Spirulina platensis* associados à refrigeração apresentou melhor qualidade biométrica, visual e físico-química nos frutos durante o armazenamento (MOREIRA; ROCHA, 2015).

Diante da grande quantidade de espécies de microalgas a cianobactéria *Spirulina platensis* apresenta grande destaque devido ao seu alto valor biológico, com alto valor proteico, presença de ácidos graxos poli-insaturados, pigmentos, minerais e vitaminas (LOURENÇO, 2006).

3 MATERIAL E METÓDOS

3.1 Condução do experimento

A pesquisa foi realizada no laboratório de tecnologia de alimentos da UFCG-CCTA, Pombal, PB, e os frutos foram provenientes de Petrolina-PE, colhidos manualmente no estádio de maturação comercial. No laboratório, foi realizada uma seleção cuidadosa quanto à uniformidade de tamanho e cor, descartando frutos defeituosos ou injúrias. Em seguida, os frutos foram lavados com solução de detergente neutro a 1% e, após enxágue, sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 100ppm de cloro livre por 15 minutos, e enxágue em água corrente.

Após secagem, foram separados frutos ao acaso em lotes para a aplicação dos tratamentos, os quais foram constituídos de diferentes suspensões à base de *Spirulina platensis* em pó Marca Tamanduá. Os tratamentos (T) foram os seguintes: T1: Testemunha, sem recobrimento; T2: 1% de *Spirulina platensis*; T3: 2% de *Spirulina platensis*; T4: 3% *Spirulina platensis*; T5: 4% de *Spirulina platensis*. Foram também acrescentados de 0,5mL L⁻¹ de óleo mineral em cada tratamento.

Instalou-se dois experimentos em delineamento inteiramente ao acaso, com 3 repetições e 2 frutos por parcela. Um experimento foi realizado para avaliar a qualidade dos frutos mantidos armazenados sob refrigeração, sendo analisados aos 24 dias de armazenamento ($10 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) e em seguida, 2 dias em condição ambiente 25°C e 60% UR. No outro experimento, os frutos foram mantidos sob temperatura ambiente a 24°C e 60% UR, e avaliados aos 15 dias.

Inicialmente uma amostragem de 12 romãs foi utilizada para a caracterização da qualidade dos frutos por ocasião da colheita (C.I), as quais os resultados estão apresentados na (tabela 1).

Tabela 1 Caracterização Inicial de romãs ‘Comum’ (n=12), por ocasião da colheita. Pombal-PB, 2017.

Características Iniciais	Médias \pm DP
Massa fresca do fruto (g)	183,98 \pm 29,29
Aparência Externa	4,58 \pm 0,51
Aparência Interna	4,58 \pm 0,51
L* da Casca	64,70 \pm 3,93
C* da casca	39,30 \pm 2,71
H° da casca	62,00 \pm 9,35
Sólidos Solúveis (%)	10,94 \pm 2,19
Acidez Titulável (% de ácido cítrico)	0,71 \pm 0,14
pH	3,18 \pm 0,19
Vitamina C (mg 100 ml ⁻¹)	9,34 \pm 2,58
Antocianinas (mg 100 ml ⁻¹)	22,24 \pm 6,23
Flavonoides (mg 100 ml ⁻¹)	86,66 \pm 32,94
Compostos fenólicos (mg 100 ml ⁻¹)	271,01 \pm 67,96
Açúcares Totais (mg 100 ml ⁻¹)	9,46 \pm 3,01
Açúcares Redutores (mg 100 ml ⁻¹)	7,90 \pm 2,03

Para o preparo das suspensões e aplicação dos recobrimentos foram pesados em balança semi-analítica, quantidades adequadas de *Spirulina platensis* em pó, marca comercial, adquirida diretamente da Fazenda Tamanduá, onde foi dissolvidos em 10.000mL de água potável. Os tratamentos foram aplicados após agitação constante das suspensões, até a máxima diluição, posteriormente, os frutos foram imersos durante dez minutos. O excesso de suspensão foi drenado, dispendo-se os frutos em recipientes plásticos vazados. Após secagem, os mesmos foram colocados em câmara climatizada com controle de temperatura e umidade relativa do ar. As análises de qualidade foram realizadas através do suco extraído dos frutos através de maceração manual dos arilos em sacos plástico.

Foram realizadas as seguintes análises: perda de massa fresca, aparência externa, aparência interna, colorimetria do fruto, sólidos solúveis, vitamina C, acidez titulável, pH, antocianinas totais, flavonoides, compostos fenólicos, açúcares totais e açúcares redutores.

3.2 VARIÁVEIS

3.2.1 Perda de Massa Fresca

Foi determinada por gravimetria, em balança analítica de precisão, aferida por diferença entre a massa fresca inicial e a massa fresca registrada nos frutos ao final dos períodos de armazenamento. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

3.2.2 Aparência.

Foi realizada através da média dos resultados de três avaliadores, considerando-se escalas subjetivas de notas variando de 0 a 5, quantificadas pela porcentagem de defeitos. Na aparência externa foi avaliada a ocorrência de manchas, murcha, injúrias mecânicas e doença. Na aparência interna foram avaliadas alterações na coloração, na integridade do arilo e ocorrência de doenças. De acordo com o quadro abaixo:

Tabela 2 Escala subjetiva (notas de 5-0) para avaliações da aparência externa e interna da romã 'Molar', de acordo com a severidade dos defeitos.

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.

3.2.3 Colorimetria da Casca

Analisou-se a coloração da casca da romã por reflectometria utilizando-se um colorímetro marca Konica Minolta, modelo Chroma meter CR-400, onde foram avaliados 3 parâmetros de cor: L* a* e b*, por refletância. O valor de a* caracteriza coloração na região do vermelho (+a*) ao verde (-a*), o valor b* indica coloração no intervalo do amarelo (+b*) ao azul (-b*). Onde o L* nos fornece a luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0). A partir dos valores de a* e b* são calculados o ângulo Hue que indicando a tonalidade da cor do objeto e o croma onde se obtém a cor real do objeto analisado. Para calcular o ângulo Hue foi usada as seguintes formulas, que equivale ao [arco tangente; $^{\circ}h^* = \arctang(a^*/b^*) (-1) + 90$], para a* negativo e $^{\circ}h^* = 90 - \arctang(a^*/b^*)$, para a* positivo], e para calcular o croma foi usada a formula $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$, conforme (PINHEIRO, 2009).

3.2.4 Sólidos solúveis

Determinou-se diretamente no suco extraído diretamente no arilo, através de leitura direta em refratômetro digital portátil marca Digital Refractometer (AOAC, 2006). Os resultados foram expressos em %.

3.2.5 Acidez titulável (AT)

Foi determinada em triplicata, utilizando-se 1 ml de suco, adicionados a 45 mL de água destilada e 2 gotas de fenolftaleína alcoólica a 1%, em seguida, foi feita a titulação com solução de NaOH 0,1 M previamente padronizada até mudança de cor para róseo claro, expressando-se os resultados em percentagem (%) de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.6 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Foi determinado diretamente no suco por leitura direta por meio de peagâmetro digital de bancada (Marca Digimed DM-22), (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.7 Vitamina C

Determinada em triplicata, utilizando-se 1ml de suco diluído em 49ml de ácido oxálico. Posteriormente foi realizada titulação com solução de Tilmans. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 gramas de suco (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.8 Antocianinas totais

Determinados segundo metodologia descrita por Francis (1982). Onde foi homogeneizado 1 mL do suco de romã transferidos para tubos de ensaio revestido com papel alumínio, adicionando-se aproximadamente 10,0 mL da solução extratora de etanol 95% com HCl 1,5 N. Esse homogeneizado foi deixado em repouso por 12 horas sob refrigeração, na ausência de luz. Em seguida, o extrato foi filtrado e realizada a leitura em espectrofotômetro a um comprimento de onda 535 nm para as antocianinas. Os resultados foram expressos em mg de antocianinas/100 mL e calculados através da fórmula: Absorbância x fator de diluição/ 98,2, sendo o resultado expresso em mg/100 ml⁻¹.

3.2.9 Flavonoides

Determinado semelhante às antocianinas, alterando-se o comprimento de onda no espectrofotômetro para 374 nm (FRANCIS, 1982). Os resultados foram calculados através da fórmula: fator de diluição x absorbância/76,6, sendo os dados expressos em mg/100 ml⁻¹.

3.2.10 Compostos Fenólicos Totais

Foram determinados a partir do método de Folin-Ciocalteu, descrito por Waterhouse (2006), com modificações, e os extratos preparados a partir da diluição de 0,1 mL de suco de romã em 100 mL de água destilada, sendo deixados em repouso por uma hora. Uma alíquota de 2.125 µL do extrato foi transferida para um tubo e adicionada 125 µL do reagente folin ciocalteu. A mistura permaneceu em repouso por 5 minutos e, logo após, foram adicionados 250 µL de carbonato de sódio a 20 %, seguindo-se agitação e repouso em banho-maria a 40 °C, por 30 minutos. As leituras efetuadas em espectrofotômetro, a 765 nm. Os resultados foram expressos em mg 100 ml⁻¹.

3.2.11 Açúcares totais

Determinados a partir de 1 ml de suco diluído em 100 mL de água destilada, desta solução pegou-se 500 µl e dilui-se novamente em 50 ml de água destilada. A partir dessa diluição será utilizado 1,0 mL para o doseamento pelo método de antrona, conforme (YEMN E WILLS, 1954). Os resultados foram expressos em mg 100 ml⁻¹.

3.2.12 Açúcares redutores

Foram determinados a partir da diluição 200 µL de suco para 100 mL de água destilada. Foram retiradas alíquotas de 1,5 mL aos quais são adicionado 1mL da solução de ácido dinitrosalicílico (DNS), seguido da homogeneização, conforme metodologia preconizada por (MILLER, 1959). Os resultados foram expressos em mg 100ml⁻¹.

3.3 ANALISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a análise variância e quando significativos foram submetidos a análise de regressão, a partir das médias obtidas das amostras de cada tratamento, utilizando-se o software SISVAR versão 5.6, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que houve efeito significativo ao nível de ($p < 0,05$) entre os tratamentos, quanto à perda de massa, luminosidade, croma e aparência externa do fruto. Enquanto que para ângulo hue° do fruto, e aparência interna não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os recobrimentos, após 24 dias de armazenamento em câmara incubadora B.O.D a 10°C e 85% UR e posteriormente 2 dias de armazenamento em condição ambiente a 25°C e 60% UR (Tabelas 3).

Tabela 3 Resumo da análise de variância para perda de massa fresca (PMF), luminosidade do fruto (L*), cromaticidade (C*), ângulo hue (H*), aparência externa (AP EX) e aparência interna (AP IN) em romãs 'Comum' submetida a recobrimento com diferentes doses de *Spirulina platensis* aos 24 dias de armazenamento sob refrigeração ($10 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) e em seguida, 2 dias em condição ambiente 25°C e 60% UR

FV	GL	QM					
		PMF	L*	C*	H*	AP EX	AP IN
Doses	4	42,301**	36,7610**	1,6039*	37,71 ^{ns}	0,543**	0,1505 ^{ns}
Resíduo	10	1,3184	2,2796	0,2600	16,91	0,0166	0,1391
CV (%)		11,58	2,52	1,31	6,87	3,69	8,81
Média geral:		9,91	59,96	38,99	59,87	3,50	4,23

^{ns} Não-significativo; ** significativo a 1% ($p < 0,01$); CV= Coeficiente de variação

Na tabela 4 encontra-se o resumo da análise de variância para as variáveis avaliadas luminosidade, croma, ângulo hue do fruto, aparência externa e aparência interna do fruto armazenadas sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR. Observa-se que houve efeito significativo ao nível de ($p<0,05$) entre os tratamentos, exceto aparência externa e aparência interna que não houve efeito significativo ao nível de ($p<0,05$).

Tabela4 Quadro resumo da análise de variância para as variáveis perda de massa (PM), luminosidade do fruto (L*), cromaticidade (C*), ângulo Hue (H*), aparência externa (AP EX), aparência interna (AP IN), em romãs ‘Comum’ submetida a recobrimento com diferentes doses de *Spirulina platensis*. Aos 15 dias sob condições ambientes a 25°C e 60% UR

FV	GL	QM				
		L*	C*	H*	AP EX	AP IN
Doses	4	24,5331*	16,9318**	161,895**	0,1189 ^{ns}	0,2102 ^{ns}
Resíduo	10	6,5078	1,2976	3,2981	0,2827	0,6365
CV (%)		4,32	2,89	3,07	16,96	24,09
Média geral:		59,02	39,47	59,16	3,13	3,31

^{ns} Não-significativo; ** significativo a 1% ($p<0,01$); CV= Coeficiente de variação

A massa fresca das romãs foi influenciada significativamente, ocorrendo redução na perda de massa em função do aumento nas dosagens de *Spirulina platensis*. Os frutos não recobertos apresentaram perda de massa fresca cerca de 14%, apresentando redução significativa para as demais dosagens. Observa-se que na concentração de 3% de *Spirulina platensis* foi verificada a menor perda de massa com 6,48%, (Figura 1). O murchamento ou o enrugamento são sintomas indicativos de excessiva perda de água, a qual pode ocorrer em poucas horas ou dias, dependendo do produto e das condições de temperatura de armazenamento e a umidade do ar (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Moreira et al. (2015), em estudo com romã ‘Molar’ armazenada sob refrigeração ao longo do tempo, relatou perda de massa acima de 10% após 24 dias a 10°C seguida de dois dias a 24°C. Desta forma verifica-se que o recobrimento atuou eficientemente reduzindo a perda de massa fresca das romãs e aumentando a vida útil pós-colheita.

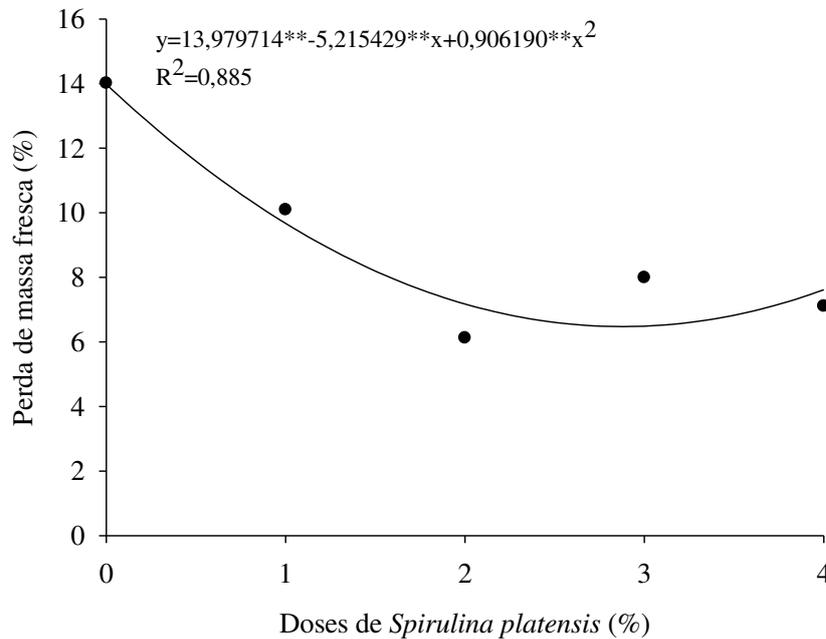


Figura 1 Perda de massa fresca em romã 'Comum' tratada com diferentes concentrações de *Spirulina platensis*, após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR).

Em relação a Luminosidade do fruto (L^*) em temperatura a 10°C teve comportamento linear decrescente em função do aumento nas dosagens de *Spirulina platensis*. Figura 2A. Sendo que as maiores concentrações de *Spirulina*, apresentaram menores valores de luminosidade, variando de (58,01 a 56,05) apresentando frutos mais opacos e com menos brilho. No experimento em condições ambiente, a 25°C os resultados encontrados para Luminosidade(L^*) apresentou comportamento linear crescente. A testemunha apresentou frutos mais opacos, e com menos brilho variando de (55,89) para (62,15), na maior concentração de *Spirulina*. Já as maiores concentrações de *Spirulina* 3 e 4% registrou-se valorares variando de (60,61 para 62,15), visto que o L^* está relacionado com a capacidade de brilho do fruto, tal fato ocorrido pelo estagio de maturação do fruto (Figura 2D).

O índice de saturação de cor (C^*) para o experimento refrigerado a 10°C, apresentou comportamento linear com pouca variação, mas com tendência a redução conforme aumentava-se as dosagens dos revestimento, variando de (39,68 a 38,34) indicando que as dosagens do produto não interferiram na saturação da cor do frutos (Figura 2B). Enquanto para o experimento ambiente teve comportamento cúbico, onde constatou-se que as concentrações 1 e 2% de *Spirulina* apresentaram os maiores valores, (41,43 e 41,15) ou seja uma maior intensidade na coloração.

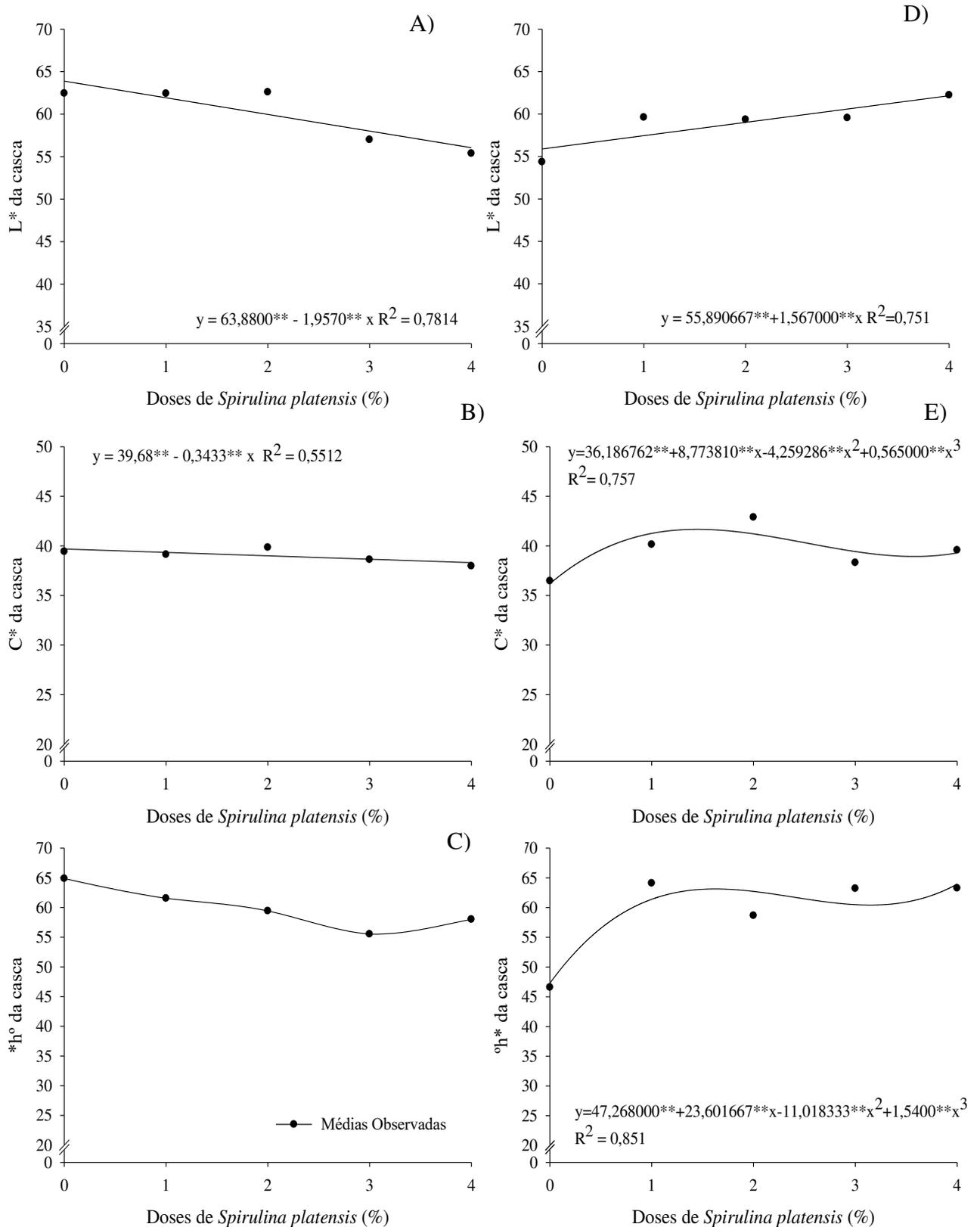


Figura 2 Luminosidade do fruto, cromaticidade, angulo hue, da romã ‘Comum’ recoberta com *Spirulina platensis*, (A), (B) e (C), armazenada sob refrigeração após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR). (D), (E) e (F) armazenadas sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR.

A partir da concentração de 3%, foi constatada uma redução na intensidade da cor, apresentando um indicativo de que as dosagens da *Spirulina platensis* interferiram na saturação da cor do frutos (Figura 2E), revelando alterações dos frutos da romã durante o armazenamento.

O comportamento do ângulo de cor (*h°) a 10°C, indica a evolução da tonalidade de cor da casca da romã, a qual teve pouca variação apresentando média (59,87) correspondendo à coloração da casca amarelo alaranjado (Figura 2C). Zaouay et al. (2012) explica que em geral, as mudanças de cor em romãs durante o armazenamento sob condição de refrigeração podem estar relacionados à síntese ou descoloração de pigmentos de antocianina. Já para o comportamento do ângulo de cor (*h°) para condições ambiente exibiu um comportamento cúbico, apresentando variações de acordo com as dosagens de *Spirulina*, apresentando uma maior tonalidade da cor nas concentração de 2 e 4% com valores variando de (62,72 a 63,80), podendo perceber que com o amadurecimento do fruto, ocorrem mudanças principalmente na coloração da casca, (Figura 2F).

A aparência externa dos frutos no experimento refrigerado a 10°C, foi influenciada significativamente pelos recobrimentos aplicados. A testemunha e os frutos recobertos com 1% de *Spirulina* receberam nota 4, apresentando cerca de 10% do fruto com traços de murcha e/ou mancha. De acordo com o aumento nas doses de *Spirulina platensis* verificou-se redução nas notas, percebendo que os frutos recobertos com a maior concentração obteve a nota 3, apresentando frutos com cerca de 11 a 30% de murchas e/ou manchas leves na casca (Figura 3A) dos tecidos, em função dos recobrimentos. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para aparência externa dos frutos sob condições ambiente, (Figura 3C). As notas de aparência externa dos frutos não recobertos e os frutos recobertos com 1, 2, 3 e 4% foram próximas a 3, apresentando cerca de 11 a 30% de murcha e manchas leves na casca.

Quanto à aparência interna dos frutos, a 10°C observa-se pouca variação entre as dosagens, sendo que o recobrimento de 2% apresentou a melhor nota de 4,5 (com ausência de alterações na coloração do arilo e poucas sementes soltas) Figura 3B. Moreira e Rocha (2015) relataram em estudo com romã ‘Molar’ recoberta com fécula de mandioca e *Spirulina platensis* refrigerada a 10°C após 12 dias de armazenamento que, os frutos recobertos com 3% de fécula obtiveram as maiores notas de aparência externa e que os frutos sem recobrimento e os recobertos com 3% de *Spirulina platensis* receberam as piores notas e com relação à aparência interna verificaram resultados semelhantes aos obtidos nesse estudo, com pouca variação entre os tratamentos, possivelmente isto possa ser um reflexo de manutenção da turgescência.

Comportamento semelhante foi observado por Moreira e Rocha (2015), no qual verificaram que internamente ao longo do armazenamento de romãs ‘Molar’ a 10°C revestidas

com 3% de fécula de mandioca e 3% de *Spirulina platensis* obtiveram manutenção no rendimento de suco.

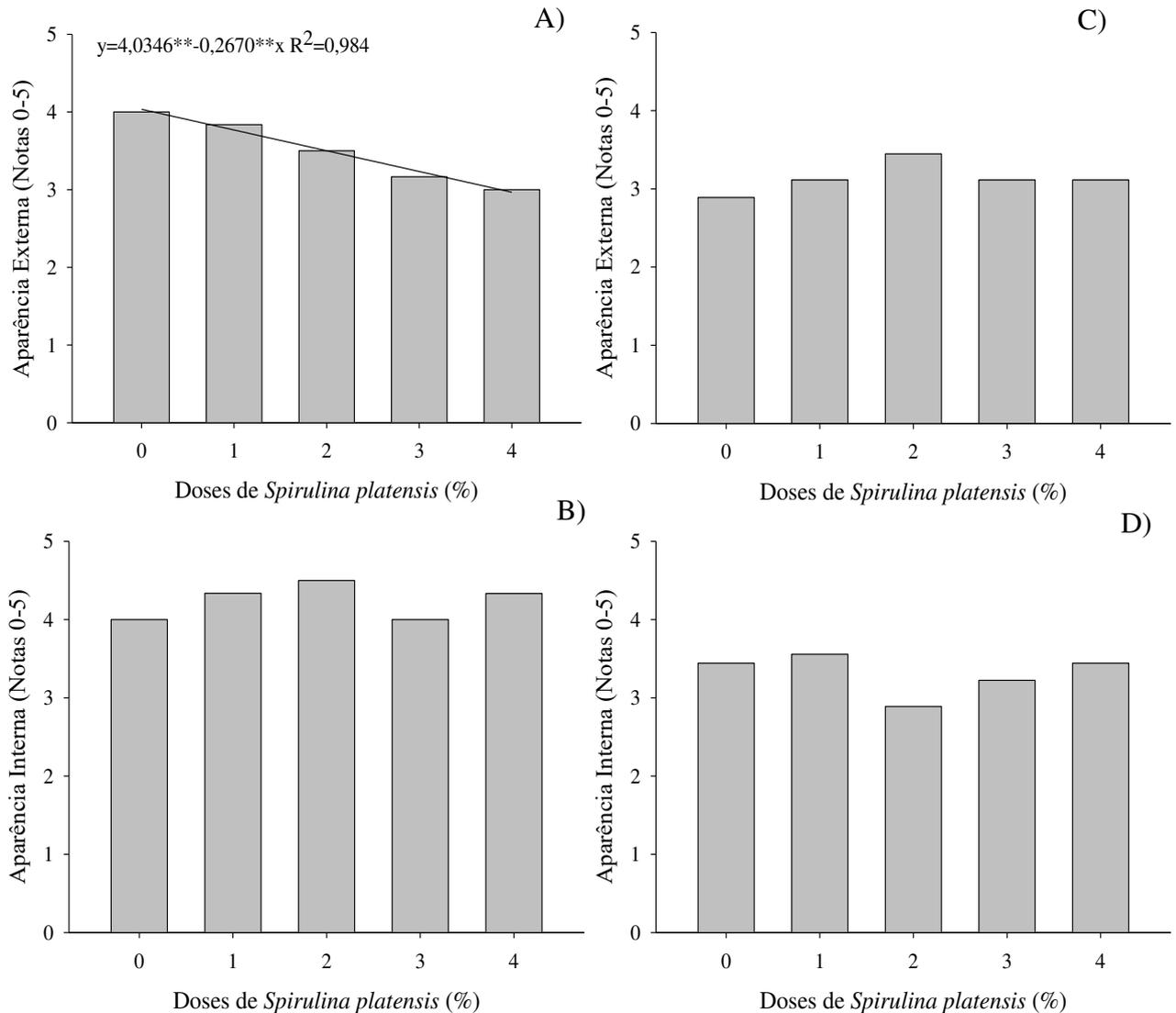


Figura 3 Aparência externa, aparência interna, de romã 'Comum' recoberta com *Spirulina platensis*, (A) e (B), armazenada sob refrigeração após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25 °C e 60% UR). (C) e (D) armazenadas sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para aparência interna dos frutos sob condições ambiente, (Figura 3D). Observa-se pouca variação entre as dosagens, sendo que o recobrimento a 2% teve a pior nota de 2,5 (com sementes soltas, alterações na coloração do arilo e com presença de microrganismos). Este resultado pode ter sido influenciado por frutos com padrões de maturação distintos neste tratamento, fato que pode ter influenciado no resultado apresentado.

Observa-se que houve efeito significativo ao nível de ($p < 0,05$) entre os tratamentos, quanto à sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina C, antocianinas, flavonoides, compostos fenólicos, açúcares totais e açúcares redutores. Enquanto que para o pH não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os recobrimentos, após 24 dias de armazenamento em câmara incubadora B.O.D a 10°C e 85% UR e posteriormente 2 dias de armazenamento em condição ambiente a 25°C e 60% UR (Tabelas 5).

Tabela 5 Quadro resumo da análise de variância para as variáveis sólidos solúveis (SS), acidez total (AT), pH, vitamina C (VIT C), antocianinas (ANT), flavonoides (FLAV), compostos fenólicos (FEN), açúcares totais (AT) e açúcares redutores (AR) de em romãs ‘Comum’ submetida a recobrimento com diferentes doses de *Spirulina platensis* aos 24 dias de armazenamento sob refrigeração ($10 \pm 2^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR) e em seguida, 2 dias em condição ambiente 25°C e 60% UR.

FV	GL	QM								
		SS	AT	pH	VIT C	ANT	FLA	FEN	AT	AR
Doses	4	3,86*	0,05**	0,029 ^{ns}	93,31*	194,8**	433,45*	29975,2**	18,91**	4,21**
Resíduo	10	0,334	0,0002	0,0106	8,5622	13,92	106,75	519,48	1,42	0,28
CV (%)		4,55	2,47	3,71	13,15	21,17	24,02	6,65	8,39	4,97
Média		12,70	0,69	2,78	22,25	17,63	43,02	342,67	14,26	10,59

^{ns} Não-significativo; ** significativo a 1% ($p < 0,01$); CV= Coeficiente de variação

Na tabela 6 encontra-se o resumo da análise de variância para as variáveis de sólidos solúveis, acidez titulável, ph, vitamina C, antocianinas, flavonoides, compostos fenólicos, açúcares totais e açúcares redutores sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR. Verifica-se que com exceção da variável pH, todas as demais variáveis apresentaram efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade, conforme o teste F.

Tabela 6 Quadro resumo da análise de variância para as variáveis sólidos solúveis (SS), acidez total (AT), pH, vitamina C (VIT C), antocianinas (ANT), flavonoides (FLAV), compostos fenólicos (FEN), açúcares totais (AT) e açúcares redutores (AR) de em romãs ‘Comum’ submetida a recobrimento com diferentes doses de *Spirulina platensis* aos 15 dias sob condições ambientes a 25°C e 60% UR.

FV	GL	QM								
		SS	AT	pH	VITC	ANT	FLAV	FEN	AT	A R
Doses	4	12,8**	0,016**	0,025 ^{ns}	51,34**	107,02**	123,71**	16801,1**	663,2**	30,9**
Resíduo	10	1,38	0,0004	0,018	2,8045	6,0660	16,0973	799,0207	11,0313	0,275
CV (%)		9,04	3,33	4,76	10,93	11,75	7,23	10,81	20,18	4,91
Média		13	0,63	2,88	15,32	20,95	54,82	261,43	16,46	10,68

^{ns} Não-significativo; ** significativo a 1% ($p < 0,01$); CV= Coeficiente de variação

Os sólidos solúveis dos frutos armazenados a temperatura a 10°C teve efeito linear decrescente, apresentando os maiores valores na testemunha com 13,85% com decréscimos para os frutos recobertos com *Spirulina platensis*, sendo que a concentração de 4% de *Spirulina platensis* apresentou o menor teor de Sólidos solúveis de 11,55%. Meighani et al. (2015),

relataram em estudo com três diferentes recobrimentos sob refrigeração a 4,5°C, que o teor de Sólidos solúveis apresentou tendência de redução, mas que no entanto os frutos recobertos apresentaram valores superiores ao controle (Figura 4A). Em contraste, Ghasemnezhad et al. (2013), descobriram que o teor de SS e acidez titulável aumentaram significativamente em romãs revestidas com quitosana durante o armazenamento a 4°C após 12 dias.

Em relação aos frutos armazenados a temperatura de 25°C os sólidos solúveis (SS) no suco da romã teve efeito linear decrescente, os valores variaram de 15,53 a 10,54% (Figura 4D). À medida que aumentou as doses de *Spirulina* no recobrimento bio-orgânico houve redução nos sólidos solúveis o que significa retardamento no amadurecimento dos frutos. Vale salientar que o teor de sólidos solúveis pode ser influenciado por diversos fatores como cultivar, ambiente de crescimento, maturidade e armazenamento. De acordo com Meighani et al. (2015) o teor de sólidos solúveis em romã reduz em frutas revestidos com quitosana, cera de carnaúba e cera de resina, mesmo tratando-se de revestimentos diferentes fica evidente que uso de recobrimento nos frutos de romã reduz o teor de SS.

Em relação à acidez titulável, nos frutos armazenados a 10°C, verificou-se que quando aumentaram às doses de *Spirulina platensis* os frutos ficaram mais ácidos. As concentrações de 2% apresentou menor valor com (0,64%), e a testemunha apresentaram teor de ácido cítrico de (0,74%) igual a concentração de 4% (Figura 4B). Menores valores de acidez foram relatados por Silva et al. (2012), em romã ‘Molar’ (0,46 % de ácido cítrico). Segundo classificação de Quiroz (2009) romãs com teor de ácido cítrico do suco inferior que 0,9% de ácido cítrico são consideradas como ‘doces’ e utilizadas principalmente para o consumo *in natura*. Desta forma, tem-se que as romãs ‘Comum’, caracterizam-se como ‘doces’ e estão aptas para consumo *in natura*.

Para os frutos armazenados a 25°C houve diferença significativa para Acidez titulável apresentando um efeito cúbico com tendência a acréscimo de acordo com o aumento das doses de *Spirulina*. Os tratamentos recobertos tenderam a manter maiores níveis de acidez titulável do que a testemunha (Figura 4E). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) a acidez total titulável (AT) diminui com o amadurecimento, o que não ocorreu nos frutos com revestimento evidenciando que recobrimento a base de *Spirulina platensis* pode retardar o processo de amadurecimento.

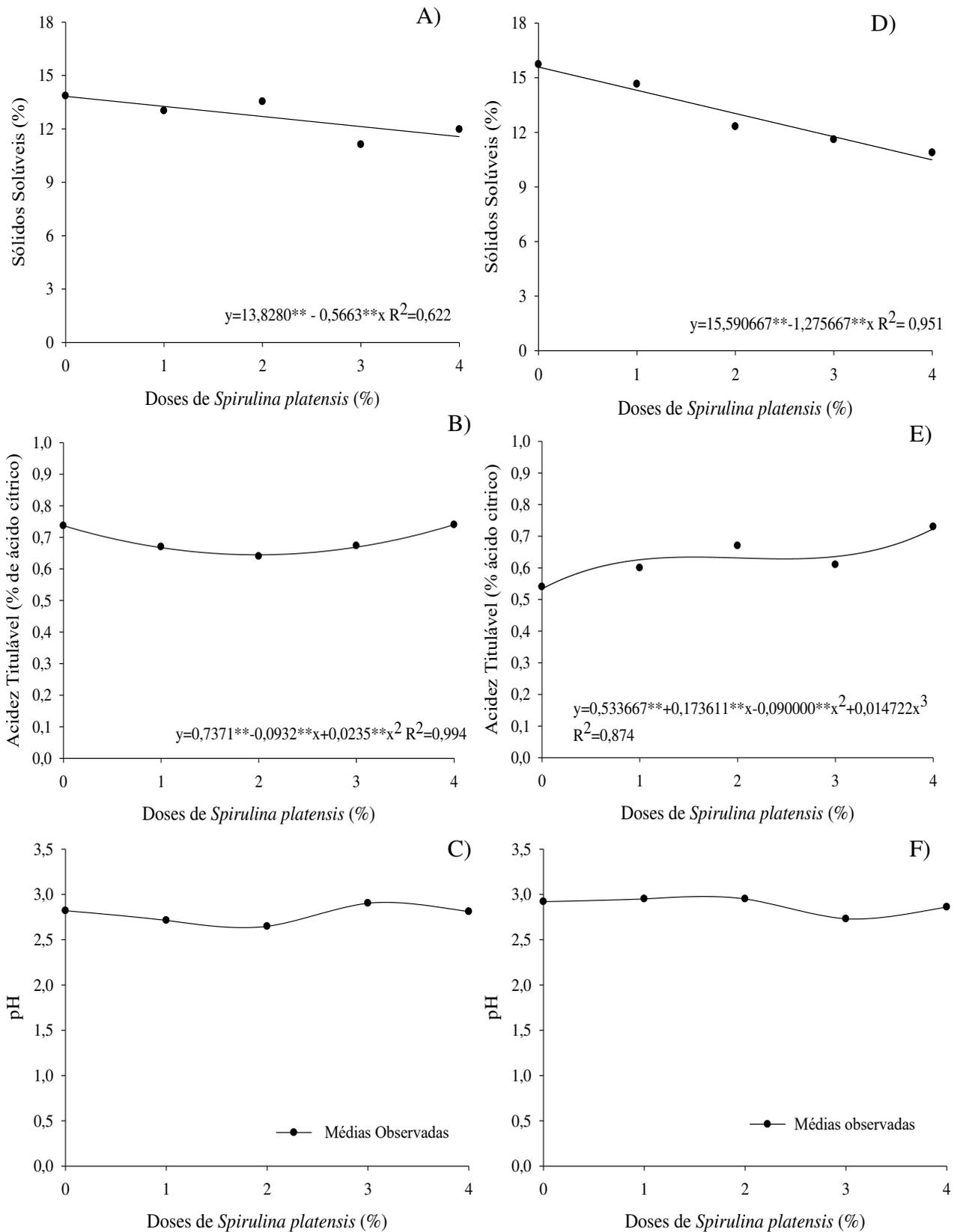


Figura 4 Sólidos solúveis, acidez titulável, e pH de romão ‘Comum’ recoberta com *Spirulina platensis*, (A), (B) e (C), armazenada sob refrigeração após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR). (D), (E) e (F) armazenadas sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR.

Os valores encontrados nesta pesquisa corroboram com os encontrados com Silva et al. (2015) que constataram níveis baixos de acidez titulável em romãs após o armazenamento ambiente a 27°C com 28%UR. Silva (2013) ao caracterizar a qualidade do fruto e a potencialidade do mesmo para o armazenamento, constatou que a romã 'Molar' produzida em sistema orgânico no semiárido paraibano é classificada como doce, com baixa acidez, inferior a 0,75% de ácido cítrico e sólidos solúveis entre 12 e 15%, podendo ser conservada até seis dias à 27°C e 28% UR para a comercialização in natura.

O pH não diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) entre os tratamentos nos dois experimentos, sendo possível observar pequena oscilação dos valores dentre os tratamentos com tendência a aumento nas maiores doses de *Spirulina platensis*, apresentando médias de 2,78 (Figura 4C e 4F). Moreira et al. (2015) observaram que o pH variou de 3 a 4 em romã 'Molar' armazenada em diferentes temperaturas de refrigeração, sendo os resultados acima dos encontrados neste estudo.

A vitamina C dos frutos armazenados a temperatura a 10°C, reduziu significativamente de acordo com aumento nas doses de *Spirulina*, apresentando os menores teores de ácido ascórbico nas concentrações de 3 e 4% (19,40 e 16,07) mg 100 ml⁻¹ respectivamente, sendo que o maior teor foi verificado na testemunha com 27,29 mg 100 ml⁻¹, indicando possível manutenção no ácido ascórbico dos frutos, (Figura 5A). Moreira e Rocha (2015), em estudo com romã 'Molar' recoberta com associação de fécula de mandioca e *Spirulina platensis* em condição de refrigeração a 10°C após 12 dias relataram a maior quantidade de vitamina C com recobrimento de 3% de fécula e que a menor quantidade da mesma variável foi obtida nos frutos recobertos com 3% de *Spirulina platensis*.

Em relação a vitamina C dos frutos armazenados a temperatura a 25°C, teve um comportamento cúbico, com tendência a redução conforme o aumento das doses de *Spirulina*, na concentração de 1% foi verificada um maior teor de ácido ascórbico chegando a atingir 19,68 mg 100 mL⁻¹. Posteriormente observou-se declínio nesta para esta variável, nas dose 3 e 4% de *Spirulina platensis* registraram os menores teores de ácido ascórbico variando de 12,09 e 12,25 mg 100 mL⁻¹ respectivamente (Figura 5D). Silva et al. (2015) também relatou comportamento cúbico em frutos de romã armazenadas em condições ambientais sem recobrimento, sendo esta redução consequência da senescência do fruto. A quantidade de antocianinas no experimento refrigerado apresentou efeito cubico reduzindo significativamente com o aumento nas concentrações de *Spirulina platensis*, verifica-se que a concentração de 2% apresentou o maior conteúdo de antocianinas com 22,25 mg 100 ml⁻¹ (Figura 5B).

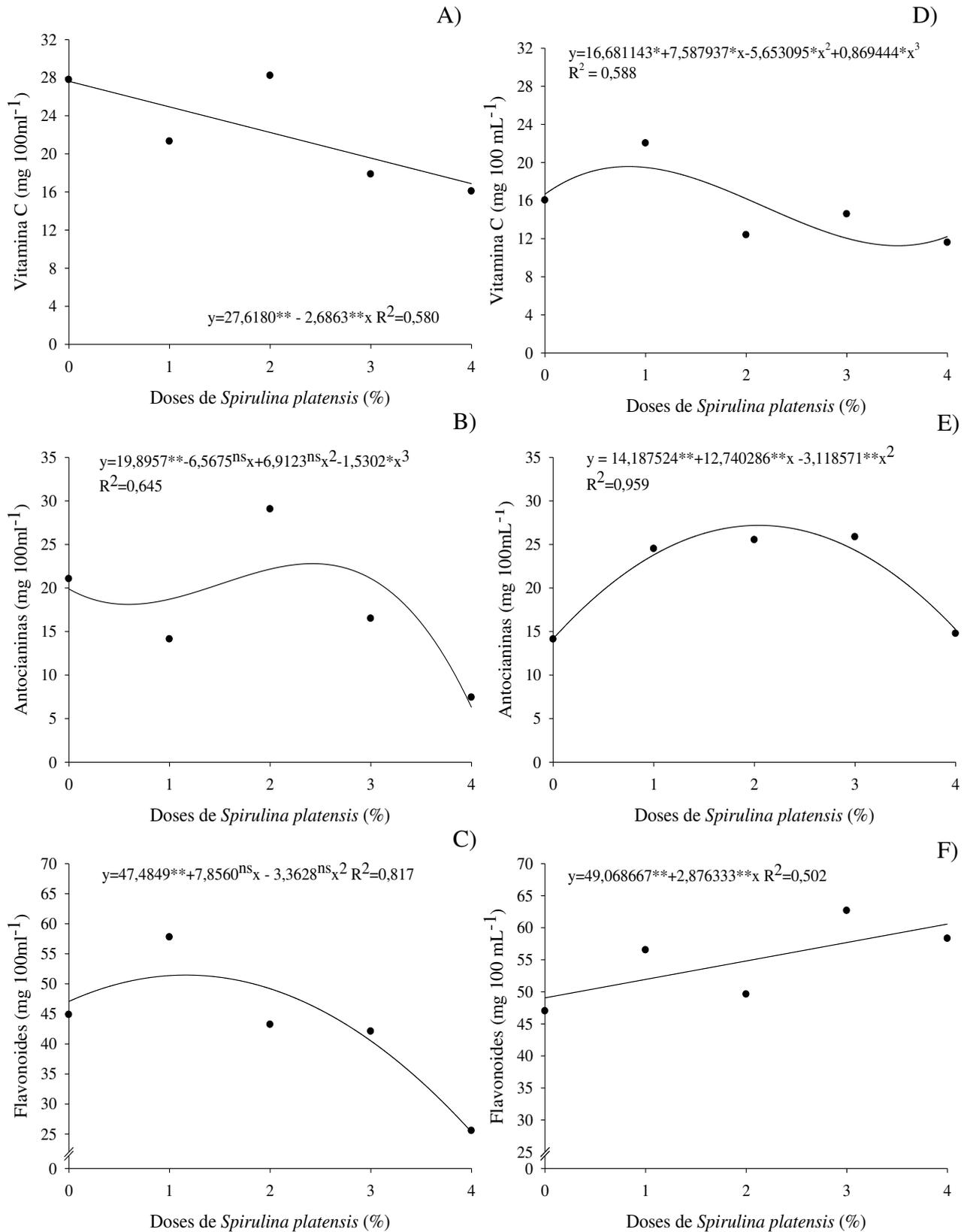


Figura 5 Vitamina C, antocianinas, flavonoides, de romã ‘Comum’ recoberta com *Spirulina platensis*, (A), (B) e (C), armazenada sob refrigeração após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR). (D), (E) e (F) armazenadas sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR.

O conteúdo de antocianinas é bastante variável e depende de fatores tais como, cultivares, estágio de maturação da fruta, condições agroclimáticas e pós-colheita. Em pesquisas realizadas com algumas cultivares de romã chilenas, verificou-se que o conteúdo total de antocianinas variou entre 170 e 1342 mg L⁻¹, e foi menor para aquelas cultivares com arilos cor-de-rosa (SEPULVEDA et al., 2010). Varasteh et al. (2012) relataram em pesquisa com romãs recoberta com quitosana que ao final do armazenamento refrigerado a 5°C com *shelf life* de 3 dias a 20°C que os frutos não recobertos apresentaram os menores valores no conteúdo de antocianinas (553 mg L⁻¹) e que as romãs recoberta com 2% de quitosana apresentaram o maior valor (868 mg L⁻¹).

No experimento sob condições ambientes as antocianinas aumentaram entre as doses 1, 2 e 3% de *Spirulina platensis*, porém tiveram redução na dose de 4% (Figura 5E). Observa-se que os tratamentos 1, 2 e 3% foram os que mantiveram o teor de antocianinas mais próximos dos frutos da caracterização (Tabela 1), indicando que os recobrimentos utilizados nestas concentrações conservaram este atributo de qualidade no suco da romã.

Assim como reportado pelo presente trabalho Meighani et al. (2015) relatam mudanças no teor de antocianinas em frutos de romã cv. Malase, Torshe, Saveh revestidos e armazenado a 4,5°C seguido por 3 dias a 20 °C sob condições de comercialização.

O conteúdo de flavonoides das romãs em temperatura a 10°C, apresentou comportamento semelhante ao das antocianinas, com tendência a decréscimo com o aumento nas doses de *Spirulina platensis*, a concentração de 1% apresentou o maior conteúdo de flavonoides com 51,67 mg 100 ml⁻¹, enquanto que a concentração de 4% apresentou o menor teor com 26,44 mg 100 ml⁻¹, correspondendo a uma redução no conteúdo de flavonoides equivalente a 57,18%, (Figura 5C).

Moreira e Rocha (2015) relataram que os maiores valores de flavonoides foram obtidos nas romãs revestidas com 1% e 3% de fécula de mandioca e que o menor valor foi encontrado quando utilizado as concentrações de 3% de fécula e 3% de *Spirulina platensis*. Indicando que os recobrimentos não foram efetivos na conservação dos conteúdos de antocianinas e flavonoides.

Enquanto para condições ambiente os flavonoides tiveram comportamento linear crescente, com valores variando entre 48,99 a 60,66 mg 100 mL⁻¹ (Figura 5F). O flavonoide trata-se de compostos fenólicos que apresentam pigmentos naturais, sendo incolores ou não. Em trabalho realizado por Meighani et al. (2015) observaram que o conteúdo de fenólicos aumentaram nos frutos revestidos, mas entre os revestimentos utilizados a base de cera de carnaúba apresentou o mais alto nível de flavonoides.

Os compostos fenólicos das romãs em temperatura a 10°C, apresentaram comportamento cúbico com variação quanto às doses de *Spirulina platensis*. Observa-se que ocorreu um declínio dos valores dos frutos não recobertos (Testemunha) de 322,52 mg 100 ml⁻¹ para 212,98 e 309,45 mg 100 ml⁻¹ para as concentrações 1% e 2%, respectivamente, (Figura 6A). Em concordância com a redução nos valores vitamina C, os compostos fenólicos foram maiores nas concentrações de 3% e 4%. É possível que tenha ocorrido reações de degradação de ácidos orgânicos com redução do ácido ascórbico com a hipótese de que o aumento nas concentrações dos recobrimentos tenha desencadeado reações de fermentação.

Sayyari et al. (2011) relataram que o conteúdo de fenólicos aumentaram em romãs tratadas com jasmonato de metilo (MeJa) ou salicilato de metilo (MeSa) em duas concentrações (0,01 e 0,1 mM), armazenadas sob temperatura de arrefecimento durante 84 dias.

Enquanto que os compostos fenólicos a temperatura ambiente também revelaram comportamento quadrático (Figura 6D). A dose de 2% apresentou o menor teor de compostos fenólicos quando comparados com os demais tratamentos. Ao se comparar os compostos fenólicos dos frutos submetidos as doses com a ausência do produto, a 0%, verifica-se que a dose 3% manteve os teores mais próximo dos frutos analisados no dia da instalação do experimento, os quais tiveram valores de 271,01 mg mL⁻¹ para os frutos por ocasião da colheita (Tabela 1) e 274,27 mg mL⁻¹, para os frutos analisados na dose 3% aos 15 dias de armazenamento, respectivamente.

Ao caracterizar a qualidade da romã 'Molar', durante o armazenamento sob diferentes temperaturas de refrigeração Moreira et al. (2015) verificaram que a quantidade de compostos fenólicos variou em função da temperatura e do tempo de armazenamento, com valores entre 118 a 235 mg mL⁻¹ demonstrando que os compostos fenólicos podem aumentar durante o armazenamento.

Verificou-se que os açúcares totais dos frutos armazenados a 10°C apresentaram redução linear de acordo com aumento nas concentrações dos recobrimentos. Os frutos não recobertos apresentaram o maior valor (16,96 mg 100 ml⁻¹), seguido da concentração de 2% (15,85 mg 100 ml⁻¹), no entanto para as demais concentrações 3% e 4% verificou-se redução significativa no conteúdo de açúcares totais para 12,07 e 11,91 mg 100 ml⁻¹ respectivamente (Figura 6B). Barman et al. (2011), verificaram menor conteúdo de açúcares totais em romãs não tratadas, do que nas romãs tratadas com cera de carnaúba e putrescina, os autores relatam ainda que a redução nos valores de açúcares está associada a maior respiração dos frutos de romã, pois a respiração é um processo catabólico que quebra os açúcares presentes nos de frutos.

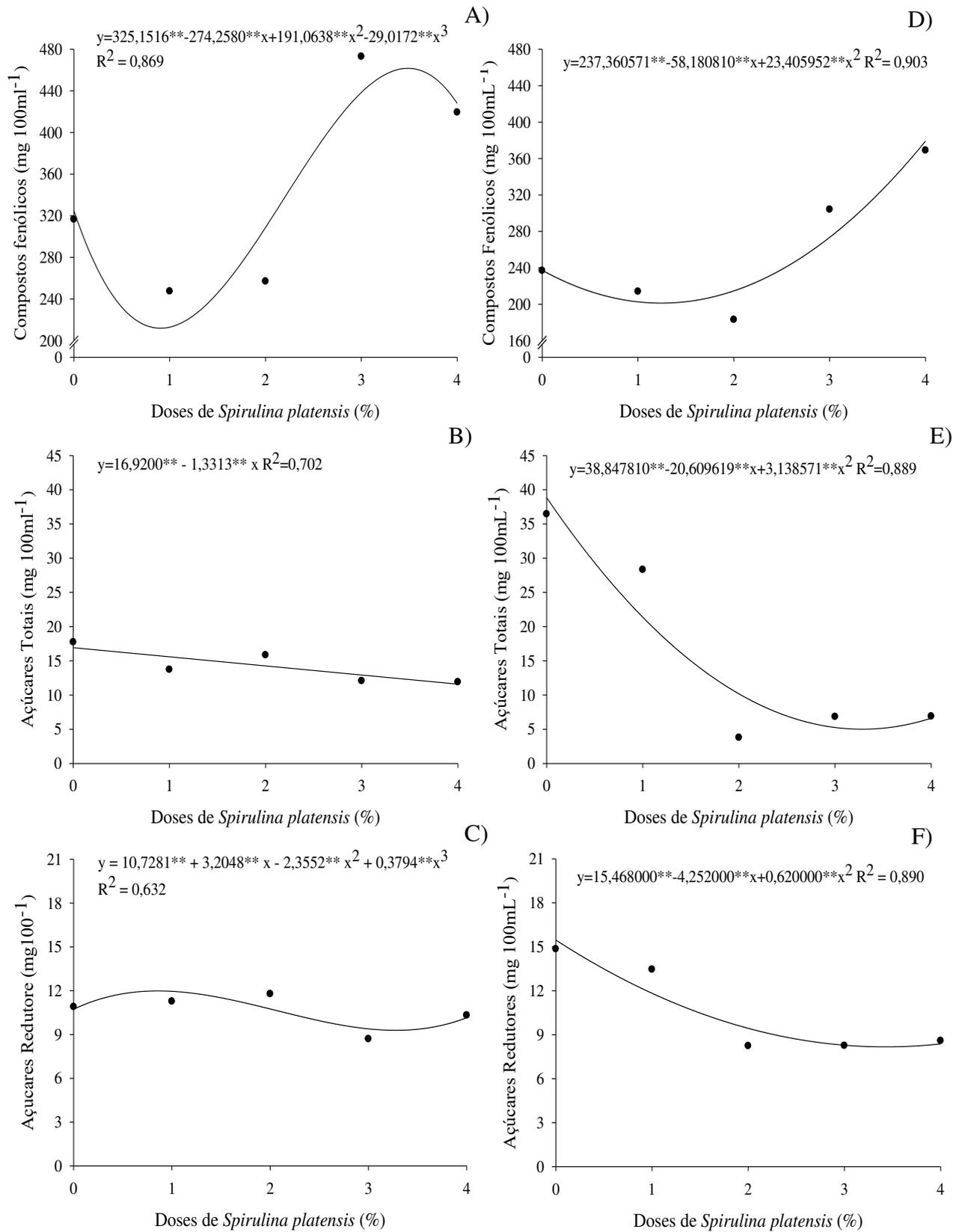


Figura 6 Compostos Fenólicos, Açúcares Totais e Açúcares Redutores de romã ‘Comum’ recoberta com *Spirulina platensis*, (A), (B) e (C), armazenada sob refrigeração após 26 dias de armazenamento (24 dias a 10°C e 85% UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60% UR). (D), (E) e (F) armazenadas sob temperatura ambiente após 15 dias de armazenamento a 25°C e 42%UR.

Em relação aos frutos armazenados a 25°C os teores de açúcares totais apresentaram comportamento quadrático (Figura 6E), com redução no conteúdo de açúcares com o aumento das concentrações, em concordância aos sólidos solúveis, que tiveram redução com o aumento nas concentrações, fato que indica frutos menos saborosos, menos doces, com o aumento nas concentrações de *Spirulina platensis*, no recobrimento da romã ‘Comum’.

Enquanto que para os açúcares redutores a 10°C, observa-se comportamento cúbico, no qual verificou-se poucas variações nos frutos recobertos a 1% e 2%, e apresentando tendência a declínio nas concentrações de 3% e 4%. Sendo o menor valor reportado para a concentração de 3% (9,43 mg 100 ml⁻¹) (Figura 6C). O comportamento dos açúcares redutores corroborou com o teor de SS e os açúcares totais nos quais os frutos recobertos com as maiores concentrações tenderam a redução dos valores.

No que se refere aos açúcares redutores, dos frutos a 25°C, os mesmos tiveram comportamento semelhante aos açúcares totais, e conseqüentemente, concordando com o comportamento dos SS, e açúcares totais, ou seja, estas variáveis apresentaram redução com o aumento nas concentrações de *Spirulina platensis*, no recobrimento (Figura 6F). Ozgen et al. (2008) relataram uma média de 6,4 e 6,8% de frutose e glicose respectivamente no suco de romã em seis cultivares. Fawole e Opara (2013) relataram aumento nas concentrações de glicose e frutose durante a maturação dos frutos, com razões de glicose para frutose que varia entre 0,67-0,85 e 0,72-0,86 para as cultivares 'Bhágwa' e 'Ruby ', respectivamente crescidas na África do Sul. Li et al. (2015) relatam que diferença no nível da maturidade dos frutos ocasiona teores de açúcares distintos.

5 CONCLUSÕES

O uso do recobrimento com *Spirulina platensis* em romã não prejudica a aparência dos frutos para a comercialização, para ambas condições de armazenamento.

O recobrimento a 1% de *Spirulina platensis* promove menor conteúdo de compostos fenólicos, fato que pode contribuir para a redução da adstringência do suco, quando destinado ao consumo *in natura*, para ambas condições de armazenamento.

O uso de *Spirulina platensis* não promove a conservação do suco do arilo da romã ‘Comum’ no que se refere aos compostos bioativos como vitamina C, flavonoides, antocianinas, sob armazenamento por 26 dias, sendo 24 dias a 10°C e 85%UR e, em seguida, dois dias a 25°C e 60%UR.

Sob armazenamento em condições ambiente, 15 dias a 25°C e 42%UR, os frutos tratados com 1% de *Spirulina platensis* tiveram maiores conteúdos de compostos bioativo, tais como vitamina C, flavonoides e antocianinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEL, M.; YEGANEH, S.; DADAR, M.; SAKAI, M.; DAWOOD E, M. A.O. Effects of dietary *Spirulina platensis* on growth performance, humoral and mucosal immune responses and disease resistance in juvenile great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1754). **Fish & Shellfish Immunology**, v. 56, p. 436-444, 2016.

AOAC - **Association of Official Analytical Chemists**. Official methods of Analysis.18 ed. Washington DC USA, 2006.

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

ASSIS, O. B. G.; FORATO, L. A.; BRITTO, D. Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 22, n. 160, p. 99-106, 2008.

BARBOSA CÁNOVAS, G. V.; FRENÁNDEZ MOLINA, J. J.; ALZAMORA, S. M.; TAPIA, M. S.; LÓPEZ MALO, A.; CHANES, J. W. **Handling and preservation of fruits and vegetables by combined methods for rural areas**. Roma: FAO, p. 99, 2003. (Technical Manual).

BARROS, Z. M. P. **Cascas de frutas tropicais como fonte de antioxidantes para enriquecimento de suco pronto**. 2011, 84p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), USP. Piracicaba, 2011.

BARMAN K.; ASREY R.; PAL R. K.; Putrescine and carnauba wax pretreatments alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. **Scientia Horticulture**, v.130, p.795–800, 2011.

BRACKMANN A.; ANESE, R. O.; GIEHL, R. F. H.; WEBER, A.; EISERMANN, A. C.; SESTARI, I. **Pré-resfriamento para conservação pós-colheita de melões Cantaloupe “Hy Mark”**. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 3, p.672-676, 2011.

CAMBICI (CÂMARA BRASIL-ISRAEL DE COMÉRCIO E INDÚSTRIA). Anuário 2011: Agronegócio. 2011.

Disponível em:<http://www.cambici.org.br/download/anuario/2011/Agronegocio.pdf>. Acesso em: 18 Fevereiro, 2018.

COSTA, J. M. C.; CLEMENTE, E. Refrigeration and cold chain effect on fruit shelf life. In: RODRIGUES, S.; FERNANDES, F. A. N. (Ed.). **Advances in fruit processing technologies**. Boca Taton: CRC Press, p. 287-330. 2012.

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

CHU W. L.; LIM, Y. W.; RADHAKRISHNAN, A. K.; LIM, P. E. Protective effect of aqueous extract from *Spirulina platensis* against cell death induced by free radicals. **BCM Complementary and Alternative Medicine**, v. 10, n. 53, p.1472-6882, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Romã será alvo de pesquisa para produção de ingredientes antioxidantes**. 2011. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2011/janeiro/4a-semana/roma-sera-alvo-de-pesquisa-para-producao-de-ingredientes-antioxidantes>. Acesso em: 19. Maio. 2016.

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**, Amsterdã, v. 150, n. 4, p. 37–46, 2013.

FERREIRA, A. F.; RIBEIRO, L. A.; BATISTA, A. P.; MARQUES, P. A. S. S.; NOBRE, B. P.; PALAVRA, A. M. F.; SILVA, P. P.; GOUVEIA, L.; SILVA, C. A. Biorefinery from *Nannochloropsis* sp. microalga – Energy and CO₂ emission and economic analyses. **Bioresource Technol**, v. 138, p. 235-244, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FAD. **Generally recognized as safe (GRAS)**. Silver Spring. Disponível em: <http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling>. Acesso em: 25.04.2016.

FONSECA, S. F.; RODRIGUES, R. S. **Utilização de embalagens comestíveis na indústria de alimentos**. Pelotas, RS. Trabalho Acadêmico. Universidade Federal de Pelotas, 34 p. 2009.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.

GHASEMNEZHAD, M.; ZAREH, S.; RASSA, M.; HASSAN-SAJEDI, R.; Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Tarom) at cold storage temperature. **Journal Sci Food Agric**, v.93, p.368–374, 2013.

GOMES, L. N. **Mudanças na biometria da romã (cv. Molar) durante o desenvolvimento do fruto**. 2015, 34p. Monografia (Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande. Pombal. 2015.

GÜRAKAN, E. D. G. C.; BAYINDIRLI, A. Effect of controlled atmosphere storage, modified atmosphere packaging and gaseous ozone treatment on the survival of *Salmonella enteritidis* on cherry tomatoes. **Food Microbiology**, v. 23, n. 5, p. 430-438. 2005.

INDIAN COUNCIL OF AGRICULTURAL RESEARCH. Pawar inaugurates new national research centre on pomegranate. 2005.

Disponível em: <http://www.icar.org.in/prI25092005.htm>. Acesso em: 20 outubro de 2017.

INIFARMS. Market for pomegranates. Disponível em: <http://www.inifarms.com/market.html>. Acesso em: 10 de setembro de 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 2008. Disponível em: < <http://www.ial.sp.gov.br>> Acesso em 01 setembro 2017.

JADON, G.; NAINWANI, R.; SINGH, D.; SONI, P, K.; DIWAKER, A. K. Antioxidant activity of various parts of *Punica granatum*: a review. **Journal of drug & therapeutics**, Índia, v. 6, n.2, p. 138-141, 2012.

KROCHTA, J. M.; DE MULDERJOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, v.51n.2 p.60-74. 1997.

LI, X.; WASILA, H.; LIU, L.; YUAN, T.; GAO, Z.; ZHÁO, B.; AHMAD, I. Physicochemical characteristics, polyphenol compositions and antioxidant potential of pomegranate juices from 10 Chinese cultivars and the environmental factors analysis. **Food chemistry**, Oxford, v.175, n.1, pag. 575-584, 2015.

LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, vol. 8, N. 1, p. 8-15, jan/jun 2012.

LOURENÇO, S. O.; MARQUES JUNIOR, A. N. Produção primária marinha. In: PEREIRA, R. G.; SOARES-GOMES, A. (orgs) **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, p. 195-227. 2002.

MANRICH, A.; MERMEJO, B. C.; MORAES, J.C.; OLIVEIRA, J.E.; MATTOSO, L.H.C.; MARTINS, M.A. Determinação da composição química da *Spirulina platensis* **In: Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio, Anais 8**, Juiz de Fora. 2008.

MEIGHANI, H.; GHASEMNEZHAD, M.; BAKHSHI, D. Effect of different coatings on post-harvest quality and bioactive compounds of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 7, p. 4507-4514, 2015.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, v. 31, p. 426-8, 1959.

MONTEIRO, M. P. C.; LUCHESE, R. H.; ABSHER, T. M. Effect of Three Different Types of Culture Conditions on *Spirulina maxima* Growth. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.53, n.2, p. 369-373. March/april, 2010.

MOREIRA, I, S.; ROCHA, R. H.C. **Estudo da qualidade da romã ‘Molar’**. Ed. Novas Edições Acadêmicas. 2015. 76p.

MOREIRA, I, S.; ROCHA, R. H. C.; PAIVA, E. P.; SILVA, H. S. S.; SOUSA, F. A. Biometria e componentes físico-químicos de romã armazenada sob refrigeração. **CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**. Pesquisa Agropecuária Tropical. Vol. 45, n. 2. Goiânia, April/june, 2015.

MOREIRA, I. S.; ROCHA, R. H. C.; PAIVA, E. P.; SILVA, H. S.; SOUSA, F. A. Biometria e componentes físico-químicos de romã armazenada sob refrigeração. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 45, n. 2, p. 209-215, 2015.

OLIVEIRA, A. M. F.; ROCHA, R. H. C. Qualidade pós-colheita de manga 'Tommy Atkins' sob recobrimento bio-orgânico à base de microalgas. In: XII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande, 2015, Campina Grande. Acesso em: 21/07/2016.

OMAIAA – Observatório dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-alimentares. **A comercialização da romã em Portugal**. 2011. Disponível em: http://www.observatorioagricola.pt/item.asp?id_item=118. Acesso em 17 de março de 2018.

ONIAS, E. A.; ROCHA, R. H. C.; LIMA, J. F.; ONIAS, E. A.; FURTUNATO, T. C. S. Qualidade pós-colheita de manga „Tommy Atkins“ orgânica tratada com biofilmes enriquecidos com *Spirulina platensis*. **Científica**, Jaboticabal, v.44, n.3, p.286-293, 2016.

OZGEN, M.; DURGAC, C.; SERCE, S.; KAYA, C. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. **Food Chemistry**. Oxford, v. 111, n. 5, pag. 703-706. 2008.

PALMU, P. T.; FAKHOURI, F. M.; GROSSO, C. R. F. Filmes biodegradáveis. **Biociência e Desenvolvimento**, v. 5, n.26, p.12-17. 2002.

PEREIRA, G. S.; MACHADO, F. L. C.; COSTA, J. M. C. Aplicação de recobrimento prolonga a qualidade pós-colheita de laranja „Valência Delta“ durante armazenamento ambiente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 520-527, jul-set, 2014.

PINHEIRO, J. M. S. **Tecnologia pós-colheita para a conservação de bananas da cultivar tropical**. 2009, 59p. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Montes Claros, 2009.

QUIROZ, I. Granados, características generales. In: GRANADOS, PERSPECTIVAS Y OPORTUNIDADES DE UN NEGOCIO EMERGENTE, 2009, Santiago. **Anais...** Santiago: Fundación Chile, 2009. p. 6-13.

REINOSO, E.; MITTAL, G. S.; LIM, L. T. Influence of whey protein composite coatings on plum (*Prunus Domestica* L.) fruit quality. **Food Bioprocess Technology**, v.1, p.314-325, 2008.

ROBERT, P.; GORENA, T.; ROMERO, N.; SEPULVEDA, E.; CHAVEZ, J. Encapsulation of polyphenols and anthocyanins from pomegranate (*Punica Granatum*) by spray drying. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.45, n.7, p.1386-1394, jun. 2010.

SADEGHI, Hossein. Department of Horticulture, College of Agriculture, Sari University of **Agricultural Sciences and Natural Resources**, P.O. Box, April 2010.

SALGADO, J. M.; FERREIRA, T. R. B.; BIAZOTTO, F. O.; DIAS, C. T. S. Increased Antioxidant Content in Juice Enriched with Dried Extract of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel. **Plants Food for Human Nutrition**, New York , v.67, n.1, p.39-43, Mar. 2012.

SALTVEIT, M. GROSS, K. C.; WANG, C. Y.; SALTVEIT, M. **Respiratory metabolism. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. USDA, ARS. Agriculture Handbook, n. 66, 2004.

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** v.124, p.964–970, 2011.

SHABANA, E. F.; MAHMOUD ALI GABR, M. A. G.; MOUSSA, H. R.; EL-SHAER, E. A.; ISMAIEL, M. M.S. Biochemical composition and antioxidant activities of *Arthrospira (Spirulina) platensis* in response to gamma irradiation. **Food chemistry**, Londres, v. 214, p. 550-555, 2017.

SEPULVEDA, E.; SAENZ, C.; PENA, A.; ROBERT, P.; BARTOLOME, B.; GOMEZ-CORDOVES, C. Influence of the genotype on the anthocyanin composition, antioxidant capacity and colour of Chilean pomegranate (*Punica granatum* L.) juices. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.70, p.50–57, 2010.

SERRANO, M. La Granada: maduración y post-recolección. I Jornadas Nacionales sobre el granado. 2012. Disponível em: www.poscosecha.com. Acesso em: 11 de maio de 2016.

SILVA, I. M. B. R. **Biometria e qualidade da romã ‘Molar’ orgânica durante o armazenamento**. 2013, 36 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). UFCG, Pombal, PB. 2013.

SILVA, I. M. B. R.; ROCHA, R. H. C.; SILVA, H. S.; MOREIRA, I. S.; SOUSA, F. A.; PAIVA, E. P. Quality and post-harvest life organic pomegranate 'Molar' produced in Paraíba semiarid. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2555-2564. 2015.

SOUSA, M. S. B., VIEIRA, L. M., LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, vol.14 n.3 Campinas July/Sept. 2011.

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

VARASTEH, FERYAL et al. Changes in anthocyanins in arils of chitosan-coated pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Rabbab-e-Neyriz) fruit during cold storage. **Food chemistry**, v. 130, n.2, p. 267-272, 2012.

VILLADIEGO, A. M. D.; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V. P. R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, p.221-244. 2005.

WATANABE, H.S.; OLIVEIRA, S.L. Comercialização de frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 36, n.1, p. 23-38, mar. 2014.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, p.3-5, 2006.

YEMN, E. W.; WILLS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by antrone. **The Biochemical Journal**. London, v, 57, p. 504 – 514, 1954.

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**, v.40, p.81-89, 2012.

ZELLER, M. A.; HUNT, R.; JONES, A.; SHARMA, S. Bioplastics and their thermoplastic blends from *Spirulina* and *Chlorella* microalgae. **Journal of Applied Polymer Science**, n. 150, p.3264 –3275. 2013.