

Melão 'Cantaloupe' minimamente processado submetido a recobrimentos comestíveis
Storage of minimally processed 'Cantaloupe' melons with edible coatings
Melón minimamente procesado presentado bajo revestimientos comestibles

Recebido: 12/02/2020 | Revisado: 13/02/2020 | Aceito: 20/04/2020 | Publicado: 19/05/2020

Ana Marina Assis Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4856-8813>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: anamarina.eng.alimentos@gmail.com

Adriana Ferreira dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9356-8054>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: adrefesantos@yahoo.com.br

Evênia Fátima Fernandes de Morais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1207-7094>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: eveniamorais@gmail.com

Rodrigo Interaminense Pessoa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0087-0615>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: rodrigopessoa2014@outlook.com

Rosenildo dos Santos Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8728-9075>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: rosenildo.sb@gmail.com

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de melões 'Cantaloupe' minimamente processados submetidos a recobrimentos comestíveis, a base de quitosana e fécula de inhame durante o armazenamento refrigerado. Os melões foram submetidos ao processamento mínimo onde foram aplicados seis tratamentos: Tratamento 1 (sem

recobrimento), Tratamento 2 (Cloreto de Cálcio 1%, sem recobrimento), Tratamento 3 (Quitosana 1% + Glicerol 2%), Tratamento 4 (Cloreto de Cálcio 1% + Quitosana 1% + Glicerol 2%), Tratamento 5 (Fécula de inhame 2% + Glicerol 2%) e Tratamento 6 (Cloreto de Cálcio 1% + Fécula de inhame 2% + Glicerol 2%). Os Produtos Minimamente Processados (PMP) submetidos aos tratamentos foram armazenados a $3^{\circ} \text{C} \pm 2$ e $75 \pm 4\%$ U.R e as avaliações físico-químicas e dos compostos bioativos foram realizadas em um período de 12 dias (0, 2, 4, 6, 8,10 e 12 dias). A elevada perda de massa ocorrida em melões minimamente processados submetidos ao tratamento controle (T1) e cloreto de cálcio 1% + quitosana 1% (T4) foram um fator limitante na manutenção da vida útil dos frutos. Os melões minimamente processados submetidos aos tratamentos de fécula de inhame 2% (T5) e cloreto de cálcio 1% + fécula de inhame 2% (T6) associados à refrigeração conservaram a qualidade e a integridade dos frutos até o 8º dia de armazenamento, apresentando teores mais elevados de compostos bioativos tais como, carotenoides, polifenóis extraíveis e ácido ascórbico.

Palavras-chave: Compostos bioativos; *Cucumis melo* L.; Processamento.

Abstract

The present work aimed to evaluate the quality of minimally processed 'Cantaloupe' melons submitted to edible coatings, based on chitosan and yam starch during refrigerated storage. The melons were submitted to six treatments: Treatment 1 (without coating), Treatment 2 (Calcium Chloride 1%, without coating), Treatment 3 (Chitosan 1% + Glycerol 2%), Treatment 4 (Calcium Chloride 1% + Chitosan 1% + Glycerol 2%), Treatment 5 (Yam starch 2% + Glycerol 2%) and Treatment 6 (Calcium Chloride 1% + Yam starch 2% + Glycerol 2%). The treated melons were stored at $3 \pm 2^{\circ}\text{C}$ and $75 \pm 4\%$ RH and the physicochemical and bioactive compounds evaluations were carried out over 12 days (0, 2, 4, 6, 8, 10, and 12 days). The high loss of mass in melons from the control treatments (T1) and calcium chloride 1% + chitosan 1% (T4) limited the shelf life of the fruits. Melons treated with 2% yam starch (T5) and 1% calcium chloride + 2% yam starch (T6) associated with refrigeration preserved the quality and integrity of the fruits until the 8th day of storage, with higher levels of bioactive compounds such as carotenoids, extractable polyphenols, and ascorbic acid.

Keywords: Bioactive compounds; *Cucumis melo* L.; Food processing.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad de los melones 'Cantaloupe' mínimamente procesados sometidos a recubrimientos comestibles, a base de quitosano y

almidón de ñame durante el almacenamiento refrigerado. Los melones se sometieron a un procesamiento mínimo donde se aplicaron seis tratamientos: tratamiento 1 (sin recubrimiento), tratamiento 2 (cloruro de calcio al 1%, sin recubrimiento), tratamiento 3 (quitosano al 1% + glicerol al 2%), tratamiento 4 (cloruro de 1% de calcio + 1% de quitosano + 2% de glicerol), tratamiento 5 (2% de almidón de ñame + 2% de glicerol) y 6 tratamientos (1% de cloruro de calcio + 2% de almidón de ñame + 2% de glicerol). Los productos mínimamente procesados (PMP) enviados a los tratamientos se almacenaron a $3^{\circ}\text{C} \pm 2$ y $75 \pm 4\%$ HR y las evaluaciones físico-químicas y de compuestos bioactivos se llevaron a cabo en un período de 12 días (0, 2, 4, 6, 8.10 y 12 días). La alta pérdida de masa ocurrida en los melones mínimamente procesados sometidos al tratamiento de control (T1) y el cloruro de calcio al 1% + quitosano al 1% (T4) fueron un factor limitante para mantener la vida útil de las frutas. Los melones mínimamente procesados sometidos a los tratamientos de 2% de almidón de ñame (T5) y 1% de cloruro de calcio + 2% de almidón de ñame (T6) asociados con la refrigeración preservaron la calidad e integridad de las frutas hasta el octavo día de almacenamiento, presentando niveles más altos de compuestos bioactivos como carotenoides, polifenoles extraíbles y ácido ascórbico.

Palabras clave: Compuestos bioactivos; *Cucumis melo* L.; Procesamiento.

1. Introdução

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma das principais frutas destinadas à exportação, no Brasil, em sua forma *in natura* (Deus et al., 2015). De acordo com o Anuário Brasileiro de Fruticultura (2018), o Rio Grande do Norte é o grande produtor nacional de melão, respondendo por mais de 50% da produção e da exportação da fruta.

O melão enfrenta sérios problemas de conservação pós-colheita, por se tratar de um alimento perecível e possuir alto teor de água caracterizando alterações nos parâmetros fisiológicos e bioquímicos. Uma alternativa para prolongar a vida útil dos melões no mercado, e ao mesmo tempo agregar valor é o emprego do processamento mínimo. O processamento mínimo acelera os processos de deterioração dos frutos (Cortez-Vega et al., 2014).

Sendo assim, o uso de recobrimentos comestíveis é uma alternativa para prolongar a vida útil e manter a qualidade pós-colheita de frutas minimamente processadas (Ciolacu et al., 2014), criando uma barreira semipermeável contra o oxigênio, dióxido de carbono e umidade, controlando assim, as trocas de umidade e gases com o meio ambiente (Lima et al., 2018; Zhao, 2019).

A utilização da fécula de inhame para o desenvolvimento de recobrimentos comestíveis é uma alternativa promissora, pois além de ser um material biológico sem riscos aos consumidores, vem apresentando resultados satisfatórios em prolongar a vida útil de diversos frutos (Petrikoski, 2013).

Os recobrimentos à base de biopolímeros são frágeis, quebradiços e apresentam baixas propriedades mecânicas, de barreira e térmicas, sendo necessária a incorporação de materiais que melhorem as propriedades desses recobrimentos (Zhao, 2019). Assim, o desenvolvimento de recobrimentos funcionais comestíveis com ingredientes ativos, como a quitosana, representa uma alternativa tecnológica para a agroindústria (Yan et al., 2019).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados submetidos a recobrimentos comestíveis, a base de quitosana e fécula de inhame durante o armazenamento refrigerado.

2. Metodologia

As pesquisas são realizadas para se alcançar novos saberes na sociedade como preconiza Pereira et al. (2018). Quando elas são laboratoriais, podem ser realizadas de forma mais controlada em relação às realizadas em campo. Neste estudo de natureza quantitativa e qualitativa, o experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal (LTPOV), do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, (CCTA/UFCG), município de Pombal-PB.

Obtenção do material vegetal

Os melões ‘Cantaloupe’ e os inhames (*Dioscorea* spp.) foram adquiridos no comércio local da cidade de Pombal-PB. Já a quitosana foi adquirida através da empresa Polymar Ciência e Nutrição S/A (Fortaleza-CE), obtida de crustáceos, com grau de desacetilação 85% e massa molar de 290.000 Da. O cloreto de cálcio, glicerol e ácido acético foram adquiridos no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal da Universidade Federal de Campina Grande.

Processamento mínimo do melão

Os frutos foram selecionados, lavados com detergente neutro, com auxílio de escovas de cerdas macias friccionando-as em toda a superfície do fruto, enxaguados em água corrente para total eliminação do detergente neutro, e imersos em água clorada ($200 \mu\text{L. L}^{-1}$) por 10 minutos. Em seguida, foram drenados, enxugados com papel toalha não reciclados e levados diretamente ao processamento.

Os frutos foram descascados e cortados com auxílio de facas de lâminas de aço inoxidável, de acordo com as seguintes etapas: corte das extremidades, corte transversal dividindo o fruto em metades equivalentes, retirada das sementes e cortados em cubos de 9 cm^3 , com cerca de 25 a 40 g. Os cubos foram imersos em água clorada (50 mg.L^{-1}) por 30 segundos e drenados por 2 minutos, para remover algum microrganismo ainda presente no fruto.

Obtenção da fécula de inhame

No Laboratório, os inhames foram lavados com detergente neutro, com auxílio de escovas de cerdas macias friccionando-as em toda a superfície do fruto, enxaguados em água corrente para total eliminação do detergente neutro, e imersos em água clorada ($200 \mu\text{L. L}^{-1}$) por 15 minutos. Em seguida, foram descascados manualmente com uso de facas de lâminas de aço inoxidável e depois de descascados foram cortados fatias.

As fatias foram deixadas em imersão durante 24 horas em solução de metabissulfito de sódio (0,2%). Posteriormente, a fécula foi extraída pela trituração da matéria-prima com metabissulfito de sódio em um liquidificador em baixa velocidade por 30 minutos, até a formação de uma pasta.

Após a homogeneização, a pasta foi filtrada em tecido de organza de 1m^2 , de modo que o líquido resultante foi depositado em um recipiente transparente para decantação do material amiláceo. Após 24 horas, foram feitas duas decantações ($5 \pm 3^\circ\text{C}$ e $75 \pm 4\%$ de U.R), sendo o sobrenadante descartado. O resíduo branco foi espalhado em uma bandeja e seco em estufa de circulação de ar ($40 \pm 2^\circ\text{C}/ 24\text{h}$), e por fim, peneirado, obtendo-se o amido em forma de pó.

Elaboração dos recobrimentos comestíveis

Os melões minimamente processados foram submetidos a seis tratamentos. E desenvolvidos e aplicados quatro recobrimentos:

- Tratamento 1 (Controle, sem recobrimento): os melões minimamente processados foram imersos em água destilada por 5 minutos;
- Tratamento 2 (Cloreto de Cálcio 1%, sem recobrimento): os melões minimamente processados foram imersos em solução de cloreto de cálcio 1% por um minuto. A solução foi realizada pela dissolução do cloreto de cálcio em água destilada (MIGUEL et al., 2010; CARDOSO et al., 2012);
- Tratamento 3 (Quitosana 1% + Glicerol 2%): A quitosana foi diluída em ácido acético glacial na proporção de 1% e homogeneizada em agitador magnético sem aquecimento por 120 minutos até a completa dissolução. O glicerol a 2% (polissacarídeo plastificante) foi adicionado após a diluição da quitosana (SOUZA et al., 2011), durante 1 minuto;
- Tratamento 4 (Cloreto de Cálcio 1% + Quitosana 1% + Glicerol 2%): os melões minimamente processados foram primeiramente imersos em solução de cloreto de cálcio 1% por um minuto e posteriormente imersos na solução contendo quitosana 1% e glicerol 2% durante 1 minuto;
- Tratamento 5 (Fécula de inhame 2% + Glicerol 2%): A fécula de inhame foi diluída em água destilada e submetidos ao aquecimento (70°C) até a sua completa geleificação e posterior resfriamento (15°C), sendo que, a adição do glicerol aconteceu antes da completa geleificação a solução. Os melões minimamente processados foram imersos na solução durante 1 minuto (MIGUEL et al., 2010; PIZATO et al., 2013);
- Tratamento 6 (Cloreto de Cálcio 1% + Fécula de inhame 2% + Glicerol 2%): os melões minimamente processados foram primeiramente imersos em solução de cloreto de cálcio 1% por um minuto e posteriormente imersos na solução contendo fécula de inhame 2% e glicerol 2% durante 1 minuto.

Aplicação dos recobrimentos comestíveis

Os cubos de melão processados minimamente foram imersos por 5 minutos na solução de recobrimento e novamente deixados para secar por 2 minutos para a remoção do excesso

facilitando a incorporação do mesmo no cubo. Frutos sem recobrimento foram considerados como controle. Os cubos de melão revestidos e controle foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido em número de doze cubos por bandeja (~150 g) as quais foram envoltas com filme de PVC de 12 μm de espessura.

As bandejas preparadas foram armazenadas a $3^\circ\text{C} \pm 2$ e $95 \pm 1\%$ U.R. e analisadas no dia do processamento 0 dias (+ 1, significa que após a aplicação dos tratamentos os produtos minimamente processados foram avaliados 24 horas depois) e depois a cada 2 dias, durante 12 dias.

Análises físico-químicas e de compostos bioativos

Os melões minimamente processados foram submetidos à análise de perda de massa (%) mediante pesagem em balança semi analítica calculada pela diferença entre a massa inicial dos produtos minimamente processados dentro das embalagens e a obtida em cada intervalo de armazenamento; o pH foi determinado através de leitura direta, em potenciômetro digital com membrana de vidro, conforme IAL (2008); a acidez total titulável foi determinada por titulação volumétrica com solução de NaOH 0,1 M conforme o Instituto Adolfo Lutz (2008), os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

O ácido ascórbico ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa) foi determinado, segundo AOAC (2005), através da titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI); o teor de carotenoides totais ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$) foram determinados de acordo com a metodologia de Lichtenthaler (1987), onde as amostras foram maceradas com carbonato de cálcio (CaCO_3) e acetona (80%) gelada em ambiente escuro, em seguida foram centrifugadas e os sobrenadantes foram lidos em espectrofotômetro no comprimento de onda de 470 nm; as determinações de flavonoides amarelos e antocianinas ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ na polpa) seguiram metodologia de Francis (1982), onde as amostras foram maceradas em etanol-HCL (1,5 N) na proporção 85:15 e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro para os flavonoides amarelos a 374 nm e antocianinas a 535 nm e polifenóis extraíveis totais ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de ácido gálico) foram estimados a partir do método de Folin-Ciocalteu descrito por Waterhouse (2006), cujas amostras foram diluídas em água e acrescidas do reagente folin-ciocalteu, e logo após o tempo de reação, foram adicionados de carbonato de sódio sendo a curva padrão preparada com ácido gálico e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 765 nm.

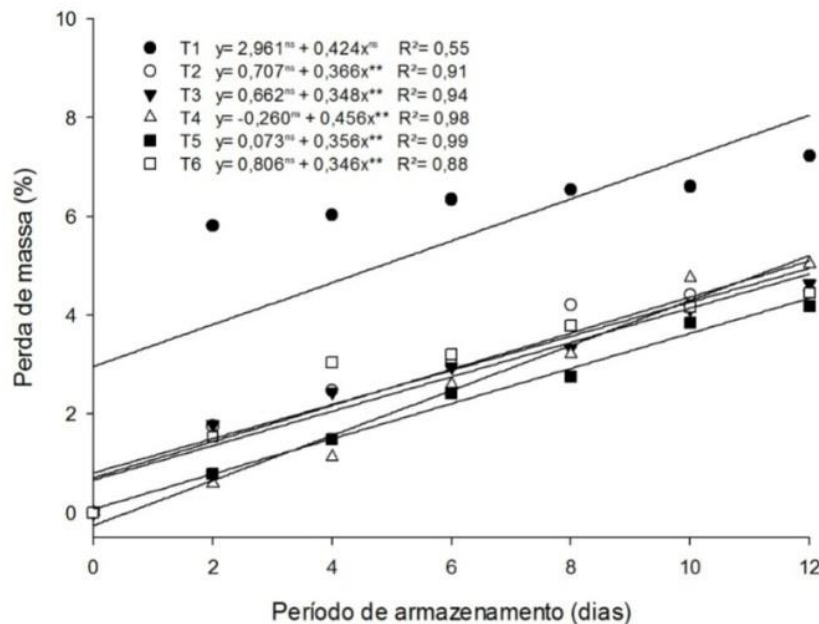
Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6×7 , o primeiro fator correspondente aos tratamentos (T1: Sem recobrimento; T2: Cloreto de cálcio 1%, sem recobrimento; T3: Quitosana 2% + Glicerol 2%; T4: Quitosana 2% + Cloreto de Cálcio 1% + Glicerol 2%; T5: Fécula de inhame 2% + Glicerol 2%; T6: Fécula de inhame 2%+Cloreto de Cálcio 1%+Glicerol 2%) e o segundo fator correspondente aos períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 dias), com três repetições, totalizando 126 unidades experimentais. Cada unidade experimental era constituída de aproximadamente 150 g de produto minimamente processado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e após a análise de significância da interação foi submetida à regressão linear, utilizando o programa estatístico Sisvar (2014).

3. Resultados e Discussão

De acordo com a Figura 1, verificou-se que houve um aumento crescente da perda de massa dos melões minimamente processados recobertos e não recobertos em função dos períodos de armazenamento.

Figura 1. Perda de massa (%) de melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento refrigerado ($3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e $95 \pm 1\%$ U.R.).

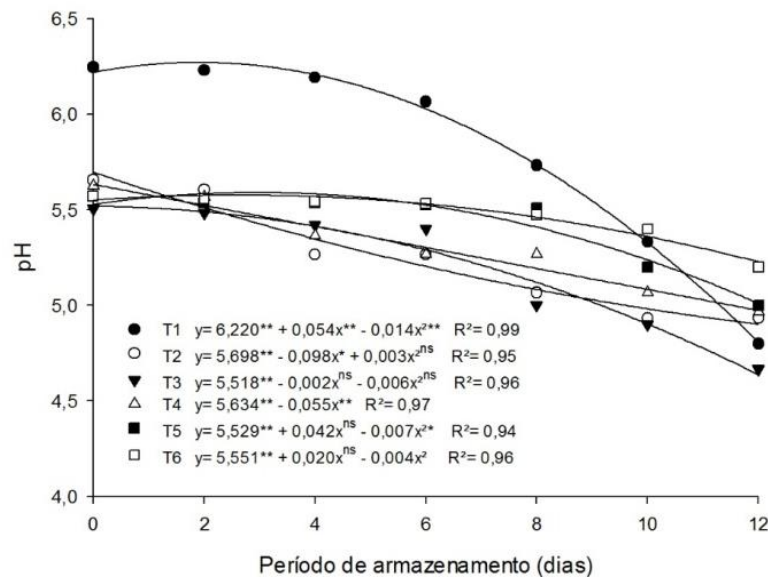


Onde: T1 (sem recobrimento); T2 (Cloreto de Cálcio 1%, sem recobrimento); T3 (Quitosana 1%); T4 (Cloreto de Cálcio 1% + Quitosana 1%); T5 (Fécula de Inhame 2%); T6 (Cloreto de Cálcio 1% + Fécula de Inhame 2%). Fonte: Própria (2020).

Os fatores tratamento e período de armazenamento, isoladamente, foram significativos para a variável perda de massa, apresentando interação significativa. Observando que, o T1 (sem recobrimento) apresentou maior perda de massa ao final do período de armazenamento. Esse aumento pode ser atribuído à perda de umidade e de material de reserva pela respiração e transpiração, respectivamente. Este resultado mostra que os recobrimentos comestíveis podem ter auxiliado na redução da perda de massa, auxiliando na textura dos melões minimamente processados. Lima et al., (2011) estudando melões minimamente processado utilizando ácido ascórbico, também observaram aumento gradativo da perda de massa em todos os tratamentos, sendo esta mais expressiva nos frutos do tratamento testemunha.

Na Figura 2, pode-se observar que os valores de pH dos frutos apresentaram efeito significativo dos tratamentos aplicados aos melões minimamente processados e do período de armazenamento.

Figura 2. pH de melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento refrigerado ($3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e $95 \pm 1\%$ U.R.).



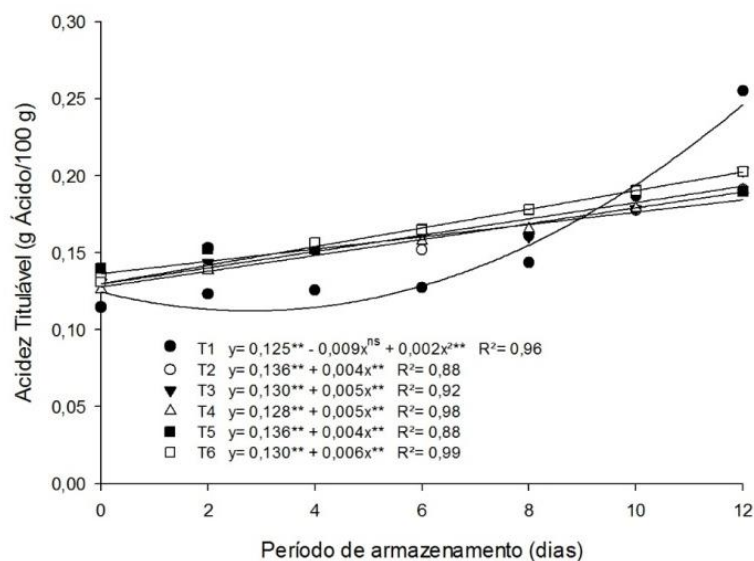
Onde: T1 (sem recobrimento); T2 (Cloreto de Cálcio 1%, sem recobrimento); T3 (Quitosana 1%); T4 (Cloreto de Cálcio 1% + Quitosana 1%); T5 (Fécula de Inhame 2%); T6 (Cloreto de Cálcio 1% + Fécula de Inhame 2%). Fonte: Própria (2020).

Os PMPs (T1) apresentou o maior valor de pH (5,79) ao final do armazenamento, seguido dos melões tratados com cloreto de cálcio 1% e fécula de inhame 2% (T6 - 5,47), fécula de inhame 2% (T5 - 5,41), cloreto de cálcio 1% e quitosana 1% (T4 - 5,31), quitosana 1% (T3 - 5,25) e cloreto de cálcio 1%, sem recobrimento (T2- 5,19).

Portanto, verificou-se que houve uma constância dos valores de pH, sendo que a partir do 6º dia de armazenamento houve um declínio desses valores, comportamento foi semelhante ao encontrado por Cabral (2012), que estudou a influência do recobrimento à base de quitosana adicionado de óleo essencial, trans-cinamaldeído sobre melão minimamente processado, onde foram encontrados valores de pH variando de 6,42 a 5,49, enquanto o melão recoberto manteve-se com valor de 5,70 durante os 15 dias de armazenamento.

A análise de variância para a Acidez Titulável (AT) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) para interação entre as variáveis estudadas (tratamentos x período de armazenamento). Na Figura 3, observou-se uma tendência ao aumento do teor de acidez.

Figura 3. Acidez Titulável ($\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento refrigerado ($3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e $95 \pm 1\%$ U.R.).



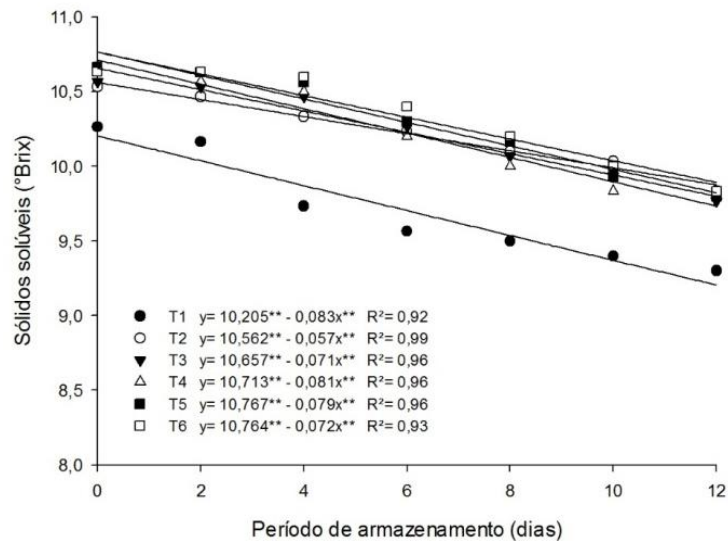
Onde: T1 (sem recobrimento); T2 (Cloreto de Cálcio 1%, sem recobrimento); T3 (Quitosana 1%); T4 (Cloreto de Cálcio 1% + Quitosana 1%); T5 (Fécula de Inhame 2%); T6 (Cloreto de Cálcio 1% + Fécula de Inhame 2%). Fonte: Própria (2020).

O T1 (sem recobrimento) apresentou a menor média para acidez titulável. Ao final do armazenamento, observou-se que os tratamentos T1, T2 e T6 apresentaram maior aumento da acidez. Além da possível formação de ácido galacturônico, proveniente da degradação das pectinas, o teor de CO_2 que foi se acumulando no interior das embalagens e o desenvolvimento de microrganismos ao final do armazenamento podem ter contribuído para a acidificação dos frutos.

Moreira (2014) ao trabalhar com melão minimamente processado recoberto em matriz de quitosana adicionada de compostos bioativos microencapsulados extraídos de subprodutos de acerola, encontraram valores de ácido cítrico variando de 0,09 a $0,13\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ para tratamento controle e 0,12 a $0,14\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ para o melão revestido, corroborando aos resultados encontrados no presente trabalho.

O conteúdo de sólidos solúveis está apresentado na Figura 4, verificou-se que com o avanço do período de armazenamento os teores de sólidos solúveis apresentaram tendência de redução para todos os tratamentos T4 (cloreto de cálcio 1% e quitosana 1%) e T5 (fécula de inhame 2%).

Figura 4. Sólidos Solúveis (%) de melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento refrigerado ($3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e $95 \pm 1\%$ U.R).



Onde: T1 (sem recobrimento); T2 (Cloreto de Cálcio 1%, sem recobrimento); T3 (Quitosana 1%); T4 (Cloreto de Cálcio 1% + Quitosana 1%); T5 (Fécula de Inhame 2%); T6 (Cloreto de Cálcio 1% + Fécula de Inhame 2%). Fonte: Própria (2020).

Os melões minimamente processados recobertos apresentaram menor redução nos valores de SS em consequência da ação protetora do recobrimento que proporciona uma maior retenção do exsudado após as lesões causadas aos tecidos vegetais devido ao processamento e transformações bioquímicas durante o armazenamento. Os melões minimamente processados do T1 (sem recobrimento) apresentaram decréscimo a partir do 4º dia o que provavelmente utilizavam as macromoléculas de carboidratos como substratos para a manutenção do metabolismo respiratório, o que justificaria essa tendência à redução no teor de sólidos solúveis.

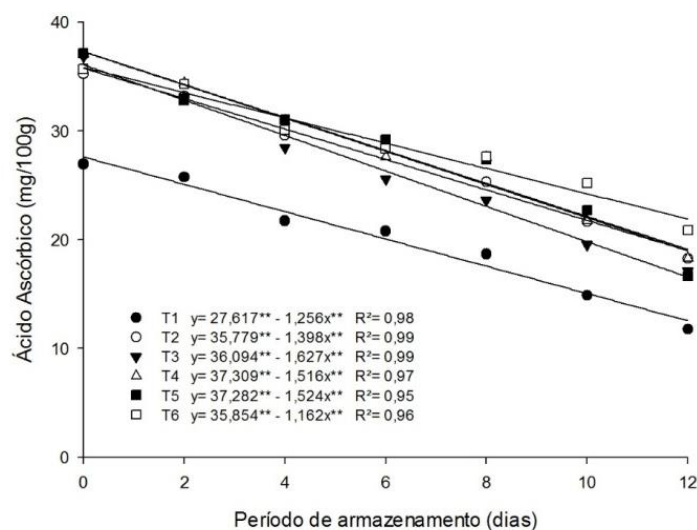
Os melões minimamente processados recobertos com fécula de inhame 2% (T6), foram os que apresentaram os maiores teores de SS. Provavelmente isso se deva perda de massa, aumentando, desta forma, a concentração de SS nos frutos avaliados.

Carvalho (2014) ao estudar a encapsulação de extrato fenólico de subprodutos de acerola em matriz polieletrólítica de goma de cajueiro e quitosana para recobrimento de melão minimamente processado encontraram valores médios de SS de 10,55 a 8,63 % para o

controle e de 10,57 a 10,30 % até o 9º dia, declinando para 8,40 no 12º dia, valores semelhantes aos encontrados neste estudo.

As interações tratamento x período de armazenamento foi significativo ($p < 0.05$) para ambos os tratamentos. Para o conteúdo de ácido ascórbico dos melões minimamente processados o T1 foi o que mais declinou com o passar dos dias, chegando ao 12º dia com 11,77 mg.100g⁻¹ (Figura 5).

Figura 5. Ácido Ascórbico (mg.100g⁻¹) de melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento refrigerado (3 °C ± 2 e 95 ± 1% U.R).



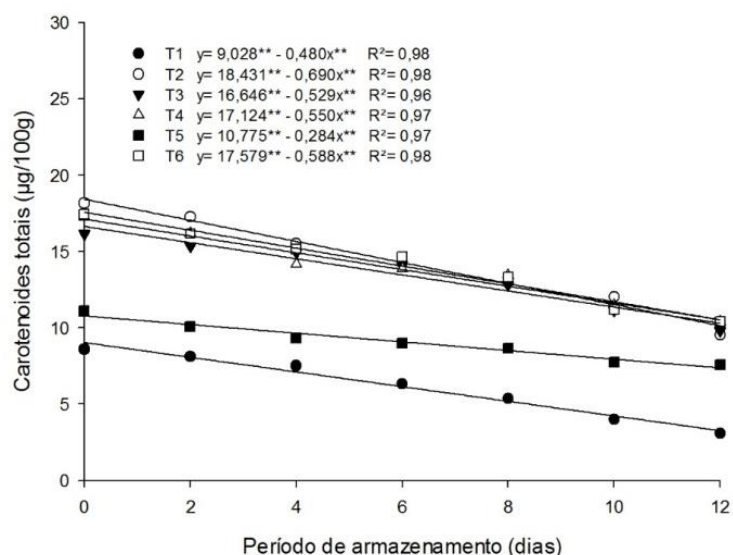
Onde: Trat. 1 (sem recobrimento); Trat. 2 (Cloreto de Cálcio 1%, sem recobrimento); Trat. 3 (Quitosana 1%); Trat. 4 (Cloreto de Cálcio 1% + Quitosana 1%); Trat. 5 (Fécula de Inhame 2%); Trat. 6 (Cloreto de Cálcio 1% + Fécula de Inhame 2%). Fonte: Própria (2020)

Enquanto que, os melões minimamente processados que estavam recobertos com fécula de inhame 2% (T5) foi o que declinou mais bruscamente. Já o tratamento com cloreto de cálcio 1% e fécula de inhame 2% (T6) foi o melhor manteve o conteúdo de ácido ascórbico durante o armazenamento. Isso pode ser explicado pela associação do recobrimento com o cloreto de cálcio contribuindo de forma significativa para o incremento e conservação deste até o final do período de armazenamento.

Os conteúdos de carotenoides estão apresentados na Figura 6, sendo observado diferença significativa entre os tratamentos, destacando-se que os melões minimamente processados tratados com cloreto de cálcio 1% + quitosana 1% (T3) tiveram valores bem

superiores ($18,2 \mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) quando comparados com os melões minimamente processados tratados com fécula de inhame 2% (T5) com $11,1 \mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

Figura 6. Carotenoides Totais ($\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento refrigerado ($3 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2$ e $95 \pm 1\%$ U.R).



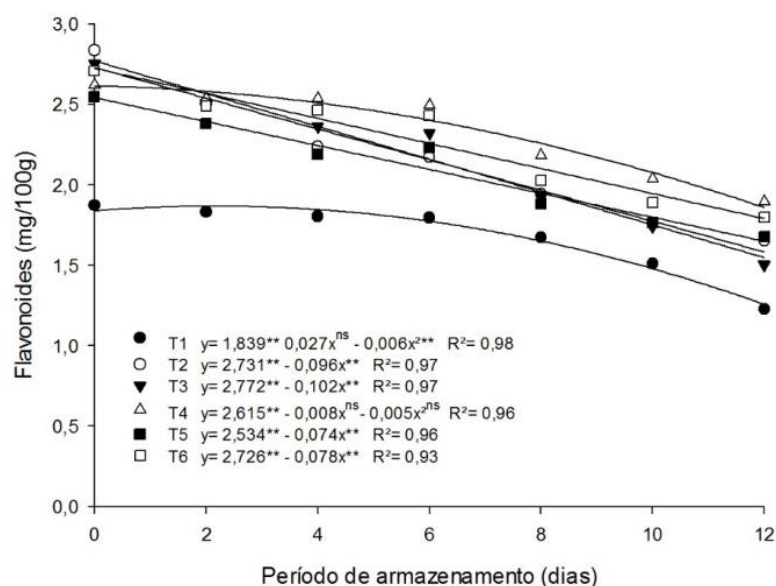
Onde: Trat. 1 (sem recobrimento); Trat. 2 (Cloreto de Cálcio 1%, sem recobrimento); Trat. 3 (Quitossana 1%); Trat. 4 (Cloreto de Cálcio 1% + Quitossana 1%); Trat. 5 (Fécula de Inhame 2%); Trat. 6 (Cloreto de Cálcio 1% + Fécula de Inhame 2%). Fonte: Própria (2020).

Verifica-se, na Figura 6, que com o passar dos dias de armazenamento, os melões minimamente processados tratados com fécula de inhame 2% (T5) e cloreto de cálcio 1% + fécula de inhame 2% (T6) mantiveram seus teores de carotenoides mais constantes se comparado com os demais tratamentos. O T6 apresentou maior valor de carotenoides no 12º dia de armazenamento com $10,4 \mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

Segundo Brasil et al., (2012) relataram uma redução de 50% no conteúdo de carotenoides totais em melão minimamente processado não recoberto ao final de 15 dias de armazenamento, enquanto que os mamões recobertos com multicamada à base de quitossana, pectina e cloreto de cálcio reduziram as perdas de carotenoides.

Os teores de flavonoides diferiram significativamente conforme a Figura 7.

Figura 7. Flavonoides amarelos ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento refrigerado ($3^\circ\text{C} \pm 2$ e $95 \pm 1\%$ U.R).



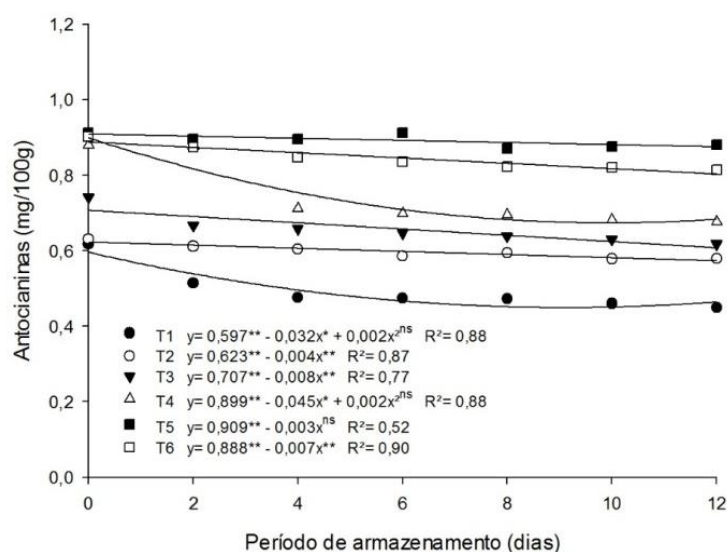
Onde: Trat. 1 (sem recobrimento); Trat. 2 (Cloreto de Cálcio 1%, sem recobrimento); Trat. 3 (Quitossana 1%); Trat. 4 (Cloreto de Cálcio 1% + Quitossana 1%); Trat. 5 (Fécula de Inhame 2%); Trat. 6 (Cloreto de Cálcio 1% + Fécula de Inhame 2%). Fonte: Própria (2020).

Verificou-se, na Figura 7, uma constância para todos os tratamentos durante o período de armazenamento. Nos melões minimamente processados do T1 variaram de 1,87 (0 dias) a 1,23 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (12 dias) e, para os melões que receberam tratamento variaram de 2,84 (T3 - 0 dias) a 1,50 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (T2 - 12 dias). Os melões recobertos com cloreto de cálcio 1% + quitossana 1% (T4) obtiveram um maior conteúdo de flavonoides no 12º dia de armazenamento.

Segundo resultados apresentados por Barreto (2011) os valores de flavonoides encontrados para melão amarelo, variaram entre 0,52 e 1,32 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Enquanto que, para o Cantaloupe, híbrido ‘Sédna’ seu valor médio foi de 5,77 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

Os valores de antocianinas totais entre os tratamentos não diferiram significativamente. Na Figura 8 podemos observar que quanto as antocianinas totais os melões minimamente processados do Tratamento controle variaram de 0,62 a 0,45 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ e os melões minimamente processados recobertos variaram de 0,91 (T5 - 0 dias) a 0,58 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (T3 - 12 dias).

Figura 8. Antocianinas totais ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento refrigerado ($3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e $95 \pm 1\%$ U.R.).



Onde: Trat. 1 (sem recobrimento); Trat. 2 (Cloreto de Cálcio 1%, sem recobrimento); Trat. 3 (Quitosana 1%); Trat. 4 (Cloreto de Cálcio 1% + Quitosana 1%); Trat. 5 (Fécula de Inhame 2%); Trat. 6 (Cloreto de Cálcio 1% + Fécula de Inhame 2%). Fonte: Própria (2020).

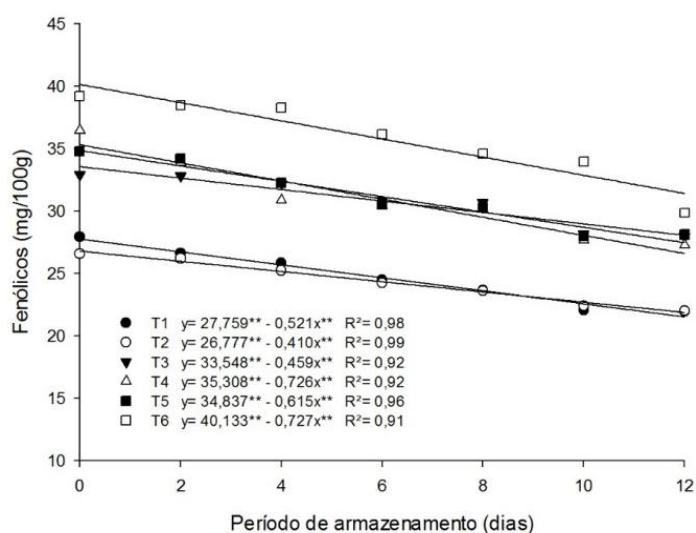
Os melões minimamente processados recobertos mantiveram seus valores de antocianinas constantes durante o período de armazenamento. Os maiores conteúdos deste composto foram observados nos melões minimamente processados recobertos com fécula de inhame 2% (T5 - $0,87\text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e com cloreto de cálcio 1% + fécula de inhame 2% (T6 - $0,82\text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) até o 8º dia de armazenamento.

Sendo que, Carvalho (2014) encontrou para os cubos de melões minimamente processados controle variando de 0,91 a 0,03 e de 1,17 a 0,01 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Enquanto que, Moreira (2014) encontrou médias de 1,12 a 0,21 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ na análise ao longo do armazenamento para os dois tratamentos de melões

Observou-se que para os polifenóis extraíveis, diferiu significativamente entre os tratamentos estudados. De acordo com a Figura 9, o conteúdo de polifenóis totais nos melões minimamente processados recobertos variaram de 29,49 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (T6 - 0 dias) a 20,55 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (T4 - 12 dias). Ao final do armazenamento foi constatada uma redução para ambos os tratamentos, sendo que os melões minimamente processados recobertos com fécula de inhame 2% (T4) apresentou uma maior perda no conteúdo de polifenóis. E os melões

minimamente processados recobertos com cloreto de cálcio 1% + fécula de inhame 2% (T6) foram os que apresentaram menor perda no teor de polifenóis extraíveis.

Figura 9. Polifenóis Extraíveis Totais ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento refrigerado ($3^\circ\text{C} \pm 2$ e $95 \pm 1\%$ U.R).



Onde: Trat. 1 (sem recobrimento); Trat. 2 (Cloreto de Cálcio 1%, sem recobrimento); Trat. 3 (Quitosana 1%); Trat. 4 (Cloreto de Cálcio 1% + Quitosana 1%); Trat. 5 (Fécula de Inhame 2%); Trat. 6 (Cloreto de Cálcio 1% + Fécula de Inhame 2%). Fonte: Própria (2020).

Moreira (2014) verificou valores iniciais de compostos fenólicos em melões Rendilhado minimamente processados de $16,0 \text{ mg}\cdot 100^{-1}\text{g}$ peso fresco, valor próximos com o encontrado no presente estudo. E segundo Miguel (2008), valores médios iniciais de compostos fenólicos entre $36,0$ a $51,0 \text{ mg}\cdot 100^{-1}\text{g}$ foram encontrados na polpa de melão ‘Amarelo’ minimamente processado em função do uso de película comestível de cloreto de cálcio e ácido ascórbico.

4. Considerações Finais

Os melões minimamente processados submetidos aos tratamentos de fécula de inhame 2% (T5) e cloreto de cálcio 1% + fécula de inhame 2% (T6) associados à refrigeração conservaram a qualidade e a integridade dos frutos, sendo então os recobrimentos mais indicados, pois apresentaram os melhores valores de compostos bioativos tais como, carotenoides, polifenóis extraíveis e, ácido ascórbico.

Os resultados obtidos demonstraram que o processamento mínimo de melão com o uso de revestimentos comestíveis em temperatura refrigerada, pode ser visto como uma alternativa de diversificação na produção de produtos de origem vegetal. Portanto, faz-se necessário o desenvolvimento de mais estudos que envolvam a produção de minimamente processados com recobrimentos comestíveis também em temperatura ambiente para comparação e discussão dos resultados que envolvem os parâmetros de qualidade, sejam eles físico-químicos ou compostos bioativos.

Referências

Anuário Brasileiro da Fruticultura. (2018). *Brazilian Fruit Yearbook*. Retirado em 28 de Janeiro de 2020, de http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2018/04/FRUTICULTURA_2018_dupla.pdf.

Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18 ed. Gaithersburg, Maryland.

Barreto, NDS. (2011). Qualidade compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutos híbridos comerciais de meloeiro cultivados no CE e RN. 2011. 185f. *Tese* (Doutorado em Agronomia)- Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, Brasil.

Brasil, IM, Gomes, CL, Puerta-Gomez, AF, Castell-Perez, EM & Moreira, RG. (2012). Polysaccharide-based multilayered antimicrobial edible coating enhances quality of fresh-cut papaya. *LWT- Journal of Food Science*, 47, 39-45.

Cabral, MF. (2012). Avaliação do revestimento de quitosana com a inclusão de composto ativo do óleo essencial na qualidade e segurança do melão minimamente processado. 2012. 102f. *Dissertação* (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

Cardoso, LM, Deus, VA, Silva, EB, Andade Jr, VC & Dessimoni-Pinto, NAV. (2012). Qualidade pós-colheita de morangos cv. “Diamante” tratados com cloreto de cálcio associado a hipoclorito de sódio. *Alimentos e Nutrição*, 23(4), 583-588.

Carvalho, WM. (2014). Encapsulação de Extrato Fenólico de Subprodutos de Acerola (*Malpighia emarginata* D.C) em Matriz Polieletrólítica de Goma de Cajueiro e Quitosana para Revestimento de Melão Minimamente Processado. 2012. 102f. *Dissertação* (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Univ. Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

Ciolacu, L, Nicolau, AL & Hoorfar, J. (2014). Edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Global Safety of Fresh Produce*, 1(1), 233-244.

Cortez-Vega, WR, Pizato, S, Souza, JTA & Prentice, C. (2014). Using edible coatings from Whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) protein isolate and organo-clay nanocomposite for improve the conservation properties of fresh-cut ‘Formosa’ papaya. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 22, 197–202. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.12.007>.

Deus, JAL, Soares, I, Neves, JCL, Medeiros, JF & Miranda, F. R. Fertilizer recommendation system for melon based on nutritional balance. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39 (2), 498-511. doi:10.1590/01000683rbc20140172.

Ferreira, DF. (2014). Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciênc. Agrotec*, ISSN 1413-7054, 38 (2), 109-112. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

Francis, FJ. (1982). Analysis of anthocyanins: Anthocyanins as food colors. *Academic Press*, 181-207.

Ial, IAL. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. IAL, *Normas Analíticas*.

Lichtenthaler, HA. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes. *Methods Enzymol.*, 148, 350-383.

Lima, MAC.; Silva, SM & Oliveira, V.R. (2018). Umbu- *Spondias tuberosa*. *Exotic Fruits*, 1(1), 427-433.

Lima, LC et al. (2011). Efeito do ácido ascórbico em melões “Orange Flesh” minimamente processados. *Alimentos e nutrição*, 22 (2), 291-299.

Luvielmo, MM & Lamas, SV. (2012). Revestimentos comestíveis em frutas. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, 8(1), 8-15.

Miguel, ACA Albertini, S, Begiato, GF, Dias, JRPS & Spoto, MHF. (2010). Perfil Sensorial e aceitação de melão amarelo minimamente processado submetido a tratamentos químicos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(3), 589-598.

Miguel, ACA. (2008). Uso de película comestível, cloreto de cálcio e ácido ascórbico para a conservação do melão ‘Amarelo’ minimamente processado. 2008. 196f. *Dissertação* (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

Moreira, SP. (2014). Avaliação da qualidade e segurança de melão minimamente processado revestido em matriz de quitosana adicionada de compostos bioativos microencapsulados extraídos de subprodutos da acerola. 2014. 166f. *Dissertação* (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

Pereira, AS et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Acesso em: 18 maio 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Petrikoski, AP. (2013). Elaboração de biofilmes de amido de mandioca e avaliação do seu uso na imobilização de caulinita intercalada com ureia. 2013. 131f. *Dissertação* (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, Brasil.

Pizato, S, Cortez-Vega, WR, Prentice-Hernández, C & Borges, CD. (2013). Efeito de aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs ‘Royal Gala’ minimamente processadas. *Semina: Ciências Agrárias*, 34, 253-264.

Souza, ML, Morgado, CMA, Marques, KM, Mattiuz, CFM & Mattiuz, B. (2011). Pós-colheita de mangas “Tommy Atkins” recobertas com quitosana. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 337-343.

Tsuzuki, MM, Santos, DF, Chavez, J, Bendo, A & Rizzati, IM. (2010). Utilização de biofilme de mandioca na conservação pós-colheita da maçã cv. fuji. *Reunião Regional da SBPC*, Boa Vista, RR, Brasil.

Waterhouse, A. (2006). Oxidation of wine phenolics: a critical evaluation and hypotheses. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57, 356-357.

Yan, J, Luo, Z, Ban, Z, Lu, H, Li, D, Yang, D, Aghdam, S & Li, L. (2019). The effect of the layer-by-layer (LBL) edible coating on strawberry quality and metabolites during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 147(1), 29-38.

Zhao, Y. (2019). Edible Coatings for Extending Shelf-Life of Fresh Produce During Postharvest Storage. *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*, 2(1), 506-510.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Ana Marina Assis Alves – 20%

Adriana Ferreira dos Santos – 20%

Evênia Fátima Fernandes de Moraes – 20%

Rodrigo Interaminense Pessoa – 20%

Rosenildo dos Santos Silva – 20%