

**Avaliação pós-colheita de tangerinas ‘Dekopon’ submetidas a radiação ultravioleta C,
atmosfera modificada passiva e beneficiamento**

**Post-harvest assessment of tangerina ‘Dekopon’ fruits submitted to ultraviolet radiation
C, passive modified atmosphere and benefit**

**Evaluación poscosecha de mandarinas "Dekopon" sometidas a radiación ultravioleta C,
atmósfera pasiva modificada y procesamiento**

Recebido: 15/04/2020 | Revisado: 18/04/2020 | Aceito: 22/04/2020 | Publicado: 24/04/2020

Luís Henrique Costa Vasconcelos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6701-8710>

Instituto Federal de Brasília, Brasil

E-mail: luis.vasconcelos@ifb.edu.br

Flávio Alves da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3619-755X>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: flaviocamp@gmail.com

Isabella Cristina da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6718-7664>

Universidade Estadual de Goiás, Brasil

E-mail: isabellacristinacosta@gmail.com

Rebeca Freitas Vasconcelos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0065-4234>

Instituto Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: rebeca.vasconcelos@ifto.edu.br

Resumo

As tangerinas têm ganhado cada vez mais o mercado, dividindo espaço com as laranjas, mostrando-se como forte fator econômico, devido principalmente, a preferência dos consumidores por este produto. Porém, faz-se necessários estudos que possam manter a qualidade pós-colheita dos frutos de forma econômica e eficiente. Portanto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar física e quimicamente os frutos de tangerina variedade ‘Dekopon’,

analisando a influência da presença e ausência de beneficiamento e radiação ultravioleta C (UVC), combinado com três diferentes embalagens sob atmosfera modificada passiva (controle, PEBD e EPS+PVC). O experimento foi feito em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) e 3 repetições, sendo utilizado esquema fatorial 2x2x3x5, sendo presença e ausência de beneficiamento, aplicação de 0 e 10 minutos de radiação UVC, atmosfera modificada passiva (controle, PEBD, EPS+PVC) e dias de análise (0, 7, 14, 21 e 28 dias), respectivamente. Os dados originados das análises foram submetidos análise de variância ($P < 0,05$), e quando significativos, foi feito o teste de comparação de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade. Conclui-se que o beneficiamento não atuou de forma benéfica, enquanto a associação entre luz ultravioleta e atmosfera modificada passiva agiram na manutenção dos atributos pós-colheita em temperatura ambiente.

Palavras-chave: *Citrus reticulata* 'Shiranui'; UVC; Processamento; Embalagem; Qualidade.

Abstract

Tangerines have been gaining more and more market share, sharing space with oranges, showing themselves as a strong economic factor, mainly due to consumer preference for this product. However, studies are needed that can maintain the post-harvest quality of the fruit in an economical and efficient way. Therefore, the objective of this study was to evaluate physically and chemically the fruits of the 'Dekopon' tangerine variety, analyzing the influence of the presence and absence of processing and ultraviolet C (UVC) radiation, combined with three different packages under passive modified atmosphere (control, LDPE and EPS + PVC). The experiment was carried out in a completely randomized design (DIC) and 3 replications, using a 2x2x3x5 factorial scheme, with the presence and absence of beneficiation, application of 0 and 10 minutes of UVC radiation, passive modified atmosphere (control, LDPE, EPS + PVC) and days of analysis (0, 7, 14, 21 and 28 days), respectively. The data originated from the analyzes were submitted to analysis of variance ($P < 0.05$), and when significant, the Scott-Knott means comparison test was performed at 5% probability. It is concluded that the beneficiation did not act in a beneficial way, while the association between ultraviolet light and passive modified atmosphere acted in maintaining the post-harvest attributes at room temperature.

Keywords: *Citrus reticulata* 'Shiranui'; UVC; Processing; Packaging; Quality.

Resumen

Las mandarinas han ganado cada vez más cuota de mercado, compartiendo espacio con las naranjas, mostrándose como un fuerte factor económico, principalmente debido a la preferencia de los consumidores por este producto. Sin embargo, se necesitan estudios que puedan mantener la calidad de la fruta después de la cosecha de una manera económica y eficiente. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar física y químicamente los frutos de la variedad de mandarina 'Dekopon', analizando la influencia de la presencia y ausencia de procesamiento y radiación ultravioleta C (UVC), combinada con tres paquetes diferentes bajo atmósfera pasiva modificada (control, LDPE y EPS + PVC). El experimento se realizó en un diseño completamente al azar (DIC) y 3 repeticiones, utilizando un esquema factorial 2x2x3x5, con presencia y ausencia de beneficio, aplicación de 0 y 10 minutos de radiación UVC, atmósfera modificada pasiva (control, LDPE, EPS + PVC) y días de análisis (0, 7, 14, 21 y 28 días), respectivamente. Los datos originados de los análisis se sometieron a análisis de varianza ($P < 0.05$), y cuando fue significativo, la prueba de comparación de medias de Scott-Knott se realizó con una probabilidad del 5%. Se concluye que el beneficio no actuó de manera beneficiosa, mientras que la asociación entre la luz ultravioleta y la atmósfera pasiva modificada actuó para mantener los atributos posteriores a la cosecha a temperatura ambiente.

Palabras clave: *Citrus reticulata* "Shiranui"; UVC; Procesamiento; Embalaje; Calidad.

1. Introdução

Na última década, o mercado de frutas e vegetais frescos cresceu. A principal força motriz por trás desse crescimento de mercado é o aumento da demanda pelo consumidor por produtos frescos, saudáveis, fáceis de consumir e sem aditivos. Além disso, diferentes organizações (OMS, FAO, USDA, EFSA) recomendam o consumo de frutas e legumes para reduzir o risco de doenças cardiovasculares e câncer, as quais podem incluir as tangerinas (Oliveira et al, 2015; Hovsepyan et al., 2018).

Os mandarins são um grupo diverso de casca fina, de fácil remoção que inclui as variedades populares de citrinos, como satsumas, clementinas e tangerinas. As tangerinas estão se tornando cada vez mais populares entre os consumidores, em grande parte devido à facilidade de consumo em comparação com outros tipos de citros que são mais difíceis de descascar. Este aumento na popularidade ocorreu simultaneamente com um declínio no consumo de laranjas, impulsionando a indústria cítrica fresca em diversos países, onde

citricultores têm vindo a dedicar maiores áreas para a produção de tangerinas (Obenland et al., 2011).

Mundialmente o consumo de tangerinas tem aumentado nas últimas décadas, devido principalmente ao sabor rico e aromático. Seu sabor é influenciado principalmente pelos níveis de açúcares e ácidos presente na polpa e na casca, enquanto uma mistura de diferentes aromas voláteis, incluindo álcoois, aldeídos, cetonas, terpenos e os ésteres afetam o aroma e o sabor geral (Tietel et al., 2011). Apesar da demanda do consumidor estar aumentando, as tangerinas são propensas as perdas pós-colheita no armazenamento comercial. O impacto negativo do sabor e na qualidade sensorial da tangerina, em detrimento do armazenamento em embalagens tem chamado a atenção (Obenland et al., 2013; Ummarat et al., 2015).

O uso de embalagens em tangerinas e em outros citros reduz a perda de água e auxilia em outras propriedades, como por exemplo, melhora no potencial de compostos bioativos (Teixeira & Novello, 2020). O uso de atmosfera modificada pode desencadear o desenvolvimento anaeróbico nos frutos, restringindo a difusão de gás através da casca (Porat et al., 2005). Tal como acontece com outros tipos de citros, em tangerinas essa mudança metabólica em direção à anaerobiose está associada com má qualidade de sabor (Hagenmaier, 2002). A menor permeabilidade nesses frutos restringe não apenas troca de CO₂ e O₂, o que aumenta a probabilidade de anaerobiose no interior do fruto, e também a saída de metabolitos do fruto (como acetaldeído e etanol) (Ummarat et al., 2015).

Entretanto, aplicações bem-sucedidas de embalagens em atmosfera modificada passiva (AMP) para frutos e hortaliças têm sido extensivamente relatados na literatura (Graü et al., 2009; Caleb et al., 2013; Zhang et al., 2015). O efeito de abaixar o O₂ e o alto teor de CO₂ reduz a deterioração da qualidade de produtos durante o armazenamento sendo relacionado em reduzir a taxa de respiração, biossíntese de etileno, perda de água, oxidação fenólica e contagem microbiana aeróbia. No entanto, os efeitos benéficos da qualidade da AMP nos frutos e hortaliças dependem de um número de fatores incontroláveis, como a espécie, cultivar, práticas culturais, estágio de desenvolvimento, manejo pós-colheita, bem como fatores controláveis, incluindo a permeabilidade ao gás do material de embalagem, a taxa de respiração e as condições de armazenamento (Kader & Yehosua, 2000; Ghidelli & Gago, 2017).

O uso de embalagem com atmosfera modificada passiva reduz os processos fisiológicos e bioquímicos, retardando a senescência (Caleb et al., 2012). Assim, mantendo embalados, mantêm o frescor, atributos de qualidade e segurança microbiana. Não criar esta atmosfera adequada pode resultar em uma vida de prateleira curta (Mangaraj et al., 2009).

Atmosfera em equilíbrio adequado é alcançada pela correspondência adequada da respiração dos produtos frescos e das características de permeabilidade dos filmes (Banda et al., 2015).

A busca do consumidor por alimentos mais seguros e de elevada vida de prateleira e com quantidade mínima de resíduos químicos tem sido demandada. A aplicação de comprimento de onda curta de raios de luz ultravioleta (UVC) para descontaminação e armazenamento de frutas é uma das novas tecnologias emergentes que a indústria alimentar tem atribuído confiabilidade. O efeito letal germicida de UVC em bactérias, leveduras e fungos têm sido utilizados como um meio eficaz para a inativação microbiana e para a preservação da qualidade geral das frutas e hortaliças (Bhat et al., 2011).

O tratamento com UV tem sido muito utilizado devido ao potencial para tratamento de superfície de frutas frescas e pelo uso e facilidade comercial. A capacidade da luz UV para sanitizar e retardar o crescimento microbiano na superfície de frutas frescas sem causar mudanças indesejáveis na qualidade foram recentemente reconhecidas. A irradiação com luz UV age como tratamento germicida eficaz se comparado com cloro, peróxido de hidrogênio ou ozônio. Avanços recentes na ciência e engenharia com irradiação de luz UV têm demonstrado que faz o tratamento com UV uma promessa para a aumento da vida de prateleira de frutas frescas e hortaliças. Considerando sua importância, surpreendentemente, pouco se sabe sobre a interação da luz UV com a matéria, especialmente com uma matriz alimentar complexa (Ribeiro et al., 2012).

Muito tem se observado com as perdas que ocorrem desde a colheita até o consumidor final. Novas técnicas e associações de métodos tem sido investigados com o intuito de observar o comportamento das características dos produtos e mensurar sua vida de prateleira (Vaclavik & Christian, 2014).

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar as características pós-colheita nos parâmetros físicos e químicos de tangerina ‘Dekopon’ submetida a presença e ausência de beneficiamento e radiação ultravioleta C (UVC), combinado com três diferentes embalagens sob atmosfera modificada passiva (controle, PEBD e EPS+PVC).

2. Metodologia

2.1 Origem, colheita e preparo dos frutos

O experimento foi conduzido durante os meses de dezembro de 2016 a janeiro de 2017, em pomar comercial no município de Anápolis-GO. A área do pomar onde os frutos

foram colhidos continha, aproximadamente, 300 árvores homogêneas quanto ao porte e idade (7 anos), das quais foram selecionadas inteiramente ao acaso para realização da colheita dos frutos aptos à comercialização, respeitando-se o padrão de características dos frutos, em atributos, como cor, tamanho, formato, altura em relação a planta, poda das plantas, desbaste de frutos, vazio sanitário e aplicação de fungicida.

Os frutos foram coletados no período da manhã seguindo os procedimentos de colheita utilizados comumente pelo produtor, ensacando-os em sacos *bag* e posteriormente depositados em caixas *stoks* ou PVC, seguindo até a unidade de beneficiamento (*packinghouse*).

Os experimentos e análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos, da Escola de Agronomia, na cidade de Goiânia - Goiás. Em seguida, os frutos foram avaliados quanto à perda de massa, cor, firmeza, pH, acidez titulável e sólidos solúveis.

2.2 Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 12x5 (combinação entre beneficiamento, radiação UVC, atmosfera modificada x dias de análise), no qual foram divididos em presença e ausência de beneficiamento; 0 minutos e 10 minutos de radiação UVC; sem embalagem, Polietileno de baixa densidade (PEBD) e esopor associado a Policloreto de Vinila (EPS+PVC); e avaliados a cada 7 dias durante 28 dias de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias), sendo realizadas 3 repetições com 2 frutos por parcela para avaliação do armazenamento pós-colheita.

O beneficiamento utilizado foi realizado na “Distribuidora de laranjas do Luiz”, no município de Anápolis, onde os frutos foram submetidos ao processamento na linha de laranjas, seguindo os mesmos parâmetros utilizados para laranja pêra comercial, através de um conjunto completo em linhas de onze estágios de máquinas para beneficiamento de laranjas “Barana”. No entanto, a linha de laranjas foi interrompida e inseridos os frutos de tangerina no processo, contemplando a pulverização para limpeza e brilho (sem cera) e escovação mecânica dos frutos. Posteriormente, foi feita a seleção manual de frutos danificados ou com injúrias mecânicas.

No laboratório, os frutos foram colocados no interior do aparelho de radiação UVC e receberam irradiação em todas as faces. Foi utilizado um protótipo de irradiador ultravioleta C (UVC – 254 nm), composto por estrutura da câmara cilíndrica de polímero plástico e um

grupo de 6 lâmpadas germicidas sem filtro, sendo 3 na parte superior e 3 na parte inferior do irradiador, com 30 watts cada, ligadas em paralelo, com a estrutura de geometria 500x500x900mm e tela trefilada galvanizada, dividindo o equipamento em parte superior e inferior.

Após a radiação, os frutos foram mantidos a 24 °C com 80±5% de UR, por um período de 28 dias, e as análises foram feitas a cada 7 dias (0, 7, 14, 21 e 28 dias). Depois de irradiados, foram separados em frutos com e sem radiação, e posteriormente submetidos nas diferentes embalagens. Os tratamentos ficaram divididos conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Delineamento experimental, presença e ausência de beneficiamento, radiação UVC e uso de atmosfera modificada passiva.

Tratamentos	Beneficiamento	Radiação UVC	AMP
T1	Sem beneficiamento	0 minutos	Controle
T2			PEBD
T3			EPS+PVC
T4		10 minutos	Controle
T5			PEBD
T6			EPS+PVC
T7	Com beneficiamento	0 minutos	Controle
T8			PEBD
T9			EPS+PVC
T10		10 minutos	Controle
T11			PEBD
T12			EPS+PVC

2.3 Avaliações

As avaliações pós-colheita foram divididas dentro de 2 grupos:

Grupo Controle: foi feita análise física da perda de massa fresca. Este grupo constituiu-se por 3 unidades de amostragens, com 2 frutos cada, para cada tratamento e mantidos intactos. O intervalo de amostragem foi a cada 7 dias, num período de 28 dias.

Grupo Destrutivo: Neste grupo foram feitas análises de firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (IM), coloração (L*, a*, b*, °Hue e Croma) e pH. Foram utilizadas 3 unidades de amostragem, com 2 frutos cada, por tratamento, em cada dia de análise, as quais foram realizadas a cada 7 dias, num período de 28 dias.

2.3.1 Perda de massa

Na determinação da perda de massa fresca, os frutos foram pesados a cada 7 dias, em balança de precisão – carga máxima de 2000 g e divisão de 10 mg, Gehaka BG400, erro=0,01g, com 0,001 cada unidade, considerando perda de massa calculada pela diferença entre massa inicial da tangerina, contida nas embalagens, e a obtida em cada intervalo de tempo, sendo os resultados expressos em porcentagem. Calculando-se a perda de massa a partir da equação (1):

$$PM(\%) = \frac{M_i - M_j}{M_i} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

PM = perda de massa (%);

Mi = massa inicial do fruto (g);

Mj = massa do fruto no período subsequente a Mi (g).

2.3.2 Firmeza

A firmeza foi determinada pelo uso de texturômetro (*Texture Analyser*, TA-XT Plus, Surrey, England), utilizando ponteira proube tipo agulha (2,0 mm – Prob P/2), com distância de penetração de 20 mm e velocidade de penetração de 10,0 mm seg⁻¹. Foi procedida a leitura em lados opostos da seção equatorial dos frutos, em 3 pontos aleatórios, sendo que o valor obtido para se determinar à firmeza, em N (Newton), foi definido como a máxima força requerida para que uma parte da ponteira penetre a polpa do fruto.

2.3.3 Acidez titulável e pH

A determinação do pH foi realizada utilizando-se potenciômetro digital (Tecnal, TEC 3P-MP). O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, em seguida, realizou-se a leitura direta do pH com imersão do eletrodo no béquer, contendo o suco da polpa, segundo metodologia proposta pela AOAC (2012). A acidez titulável foi determinada pela titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol L⁻¹, usando como indicador a fenolftaleína 1%, conforme a AOAC (2012), expressa em gramas de ácido cítrico 100 g⁻¹.

2.3.4 Sólidos solúveis e índice de maturação

O teor de sólidos solúveis foi determinado, por meio da leitura dos graus Brix da amostra à 20°C, em refratômetro digital portátil (Reichert, AR 200), de acordo com método proposto pela AOAC (2012). O índice de maturação (IM) foi determinado pela razão entre sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) (IAL, 2008). Esse parâmetro mede indiretamente a qualidade e aceitação do fruto durante o armazenamento.

2.3.5 Coloração

Na coloração foi verificado os valores L^* , a^* , b^* , $^{\circ}Hue$ e croma, medidos por refletância, utilizando-se colorímetro *Color Quest XE*, no qual a coordenada L^* indica quão escuro e quão claro é o produto (valor zero cor preta e valor 100 cor branca), a coordenada a^* está relacionada à intensidade de verde (-a) a vermelho (+a) e a coordenada b^* está relacionada à intensidade de azul (-b) e amarelo (+b). E o ângulo *Hue* (ângulo de tonalidade cromática) foi determinado pela equação (2), enquanto o Croma (saturação de cor) foi dada pela equação (3):

$$^{\circ}H = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (2)$$

Em que: $^{\circ}H$ = ângulo *Hue*; C = Croma;

$$C = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad (3)$$

a^* = valor de a^* ; b^* = valor de b^* .

2.4 Análise estatística dos dados

As variáveis avaliadas foram submetidas a Análise de Variância ($P < 0,05$) e, quando significativos foi feito o teste de comparação de médias Skott-Knott a 5% de probabilidade ($P < 0,05$) para todos os parâmetros, com exceção para a perda de massa fresca que foi submetida à análise de regressão polinomial. Para as análises estatísticas foi utilizado o Software SISVAR 5.3.

3. Resultados e Discussão

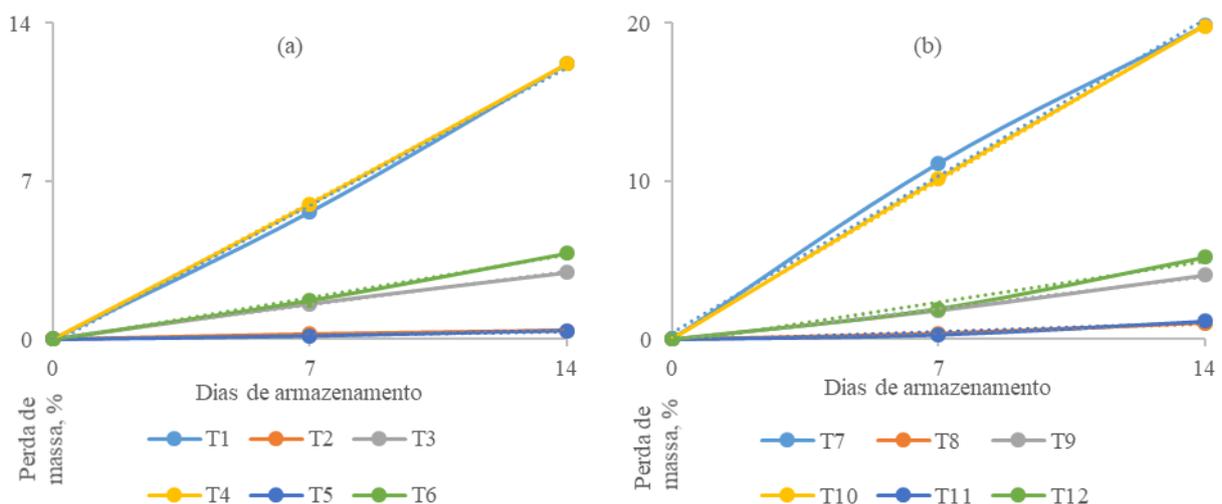
No presente estudo ao se analisar os diferentes tratamentos de conservação pós-colheita dos frutos de tangerina ‘Dekopon’, notou-se que não houve uma benéfica interação ao realizar o beneficiamento dos frutos tal como é para laranja (Lugo et al., 2009), exceto em alguns tratamentos que pela interação entre outros fatores, como atmosfera modificada e

radiação UVC, proporcionaram a conservação dos frutos. De tal forma que as perdas de massa não toleraram até o encerramento do experimento, antes disso foram descartadas resultando em apenas três dias de avaliações.

Para tanto, foi observado que houve interação significativa para todos os tratamentos com exceção de frutos sem radiação e beneficiamento utilizando PEBD, e frutos sem beneficiamento e com radiação UVC, também para a embalagem de PEBD (T2 e T5, respectivamente).

Notou-se que tratamentos com beneficiamento conforme Figura 1 e Tabela 2, tiveram ligeiro aumento no índice de perda de massa se comparados aos frutos sem beneficiamento. No entanto, a presença de radiação foi eficaz para conservação da perda de massa para alguns desses tratamentos.

Figura 1. Perda de massa fresca em frutos (%) de tangerina 'Dekopon' (*Citrus reticulata* 'Shiranuhi') submetidos a presença e ausência de radiação UVC por 10 minutos, embalagem de PEBD, PVC e controle, sendo ausente (a) e presente (b) o beneficiamento, avaliados durante 28 dias de armazenamento. Ausência de beneficiamento (T1= sem radiação+sem embalagem, T2= sem radiação+PEBD, T3= sem radiação+PVC, T4= com radiação 10 min.+sem embalagem, T5= com radiação 10 min.+PEBD e T6= com radiação 10 min.+PVC) e presença de beneficiamento (T7= sem radiação+sem embalagem, T8= sem radiação+PEBD, T9= sem radiação+PVC, T10= com radiação 10 min.+sem embalagem, T11= com radiação 10 min.+PEBD e T12= com radiação 10 min.+PVC).



Fonte: próprios autores.

Observa-se que os frutos dos tratamentos que não foram submetidos ao uso de atmosfera modificada passiva sofreram perdas de massa superiores a 11% para os tratamentos T1 e T4, e 18% para os frutos dos tratamentos T7 e T10, mostrando que a embalagem agiu de

forma eficaz na conservação pós-colheita dessa variável, principalmente, aqueles tratamentos com aplicação de radiação UVC e embalagem de PVC, como T6 e T12, sendo os próximos tratamentos com moderada estabilidade na perda de massa. Isso aponta que a combinação da radiação com a atmosfera modificada tem empenho promissor para manutenção da água presente nos frutos, conforme relatos de Jin et al., (2016). O mesmo se aplica para T8 e T11, seguidos de T2 e T5 com destaque para a embalagem de PEBD, que proporcionou as menores perdas de massa dos frutos.

Tabela 2. Equações de regressão e ajuste de reta (R^2) para perda de massa fresca (%) e conservação pós-colheita (Dias) de tangerina 'Dekopon' sob presença e ausência de beneficiamento e radiação UVC e atmosfera modificada passiva ao longo do armazenamento.

Tratamento	Eq. de regressão ($y=$)	R^2
T1	$6,0905x - 0,1552$	99,81*
T2	0,0148	NS
T3	$1,4815x + 0,0328$	99,85*
T4	$6,0915x - 0,0398$	99,99*
T5	0,0139	NS
T6	$1,8975x - 0,0618$	99,68*
T7	$9,9225x + 0,4028$	99,51*
T8	$0,5085x - 0,0455$	97,65*
T9	$2,027x - 0,069$	99,65*
T10	$9,913x + 0,0757$	99,98*
T11	$0,571x - 0,094$	92,48*
T12	$2,593x - 0,2193$	97,9*

Nota. * significativo a 5% de probabilidade, "NS" não significativo. Codificação: ausência de beneficiamento (T1= sem radiação+sem embalagem, T2= sem radiação+PEBD, T3= sem radiação+PVC, T4= com radiação 10 min.+sem embalagem, T5= com radiação 10 min.+PEBD e T6= com radiação 10 min.+PVC) e presença de beneficiamento (T7= sem radiação+sem embalagem, T8= sem radiação+PEBD, T9= sem radiação+PVC, T10= com radiação 10 min.+sem embalagem, T11= com radiação 10 min.+PEBD e T12= com radiação 10 min.+PVC).

O fator mais determinante na manutenção da perda de massa está associado mais a atmosfera modificada criada pelo uso da embalagem PEBD do que, pela radiação ultravioleta C em si, como pode-se conferir no presente trabalho. Este fato é observado nas curvas dos tratamentos onde em todos os tratamentos com esta embalagem, houve melhor desempenho quando comparado aos demais, mesmo que a radiação tenha entrado como outro fator causador da *hormese* que viabilize ainda mais a conservação deste produto. Mohamed et al. (2017), observaram que há ativação dos mecanismos de resposta de defesa em função do uso da radiação UVC auxiliando no controle da perda de massa, confirmando este efeito em

micrografia eletrônica de varredura com retardo das perdas dos compartimentos da parede, preservando a integridade da parede celular no tecido.

Notou-se interação significativa nos sólidos solúveis, conforme Tabela 3, apontando que houve aumento para os tratamentos, e diminuição para aqueles sem luz ultravioleta e com beneficiamento.

Tabela 3. Sólidos solúveis (°Brix) em frutos de tangerina ‘Dekopon’ (*Citrus reticulata* ‘Shiranuhi’) submetidos ou não a radiação UVC (10 minutos), embalagens (PEBD, PVC e controle), e beneficiamento (com e sem), durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias				
	0	7	14	21	28
T1	9,49bA	9,43bC	10,18bB	10,93aB	11,10aA
T2	9,49bA	10,46aC	11,25aA	12,03aA	8,93bB
T3	9,49bA	11,33aB	10,16bB	9,00bC	12,00aA
T4	9,49bA	12,73aA	11,40aA	10,06bC	9,86bB
T5	9,49bA	11,66aB	11,28aA	10,90aB	10,60aB
T6	9,49cA	13,30aA	11,55bA	9,80cC	11,90bA
T7	9,49aA	9,90aC	9,96aB	10,03aC	10,03aB
T8	9,49bA	11,03aB	10,06bB	9,10bC	9,26bB
T9	9,49aA	11,10aB	10,56aB	10,03aC	10,00aB
T10	9,49bA	11,23aB	11,85aA	12,46aA	11,90aA
T11	9,49aA	10,40aC	10,21aB	10,03aC	9,82aB
T12	9,49aA	10,26aC	10,08aB	9,90aC	11,16aA

Nota. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($P>0,05$). Ausência de beneficiamento (T1= sem radiação+sem embalagem, T2= sem radiação+PEBD, T3= sem radiação+PVC, T4= com radiação 10 min.+sem embalagem, T5= com radiação 10 min.+PEBD e T6= com radiação 10 min.+PVC) e presença de beneficiamento (T7= sem radiação+sem embalagem, T8= sem radiação+PEBD, T9= sem radiação+PVC, T10= com radiação 10 min.+sem embalagem, T11= com radiação 10 min.+PEBD e T12= com radiação 10 min.+PVC).

Pode-se observar que associação entre beneficiamento sem a luz ultravioleta, reduziram os teores de sólidos solúveis, e nem o uso da atmosfera modificada atuou na preservação da doçura destes frutos.

No entanto, o oposto é observado analisando os tratamentos sem beneficiamento nas embalagens de PVC (T3 e T6) e em frutos com beneficiamento e radiação com PVC e controle (T10 e T12), onde observaram-se as maiores médias ao longo do armazenamento. Seguindo esse comportamento, encontram-se os frutos dos tratamentos sem beneficiamento e com luz ultravioleta, com exceção do PVC (T4 e T5), que conseguiram manter, de modo a elevar ligeiramente esse teor. De certa forma, para os outros tratamentos não citados, houve estabilização dessa variável ao longo do armazenamento.

Em todos os tratamentos nota-se que, no segundo dia de experimento, tiveram um aumento dos sólidos solúveis, em função possivelmente, da perda de massa, variabilidade genética e também as características bem próximas a um fruto climatérico, mesmo sendo admitido como não-climatérico. Esse efeito é observado por Oliveira Júnior et al. (2004), com elevação dos sólidos solúveis em frutos não-climatéricos, também por Todisco et al. (2012), em laranjas à temperatura ambiente a 24°C. E ainda Chitarra & Chitarra (2005), afirmam que em frutos cítricos são observadas pequenas modificações no conteúdo de açúcares em geral.

Pode-se observar através da Tabela 4 que houve interação significativa para a acidez titulável, porém com poucas diferenças entre os dias e os tratamentos, diferenciando-se muito pouco entre as embalagens.

Tabela 4. Valores médios de acidez titulável (g de ácido Cítrico 100^g-¹) em frutos de tangerina ‘Dekopon’ (*Citrus reticulata* ‘Shiranuhi’) submetidos ou não a radiação UVC (10 minutos), embalagens (PEBD, PVC e controle), e beneficiamento (com e sem), durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias				
	0	7	14	21	28
T1	1,55aA	1,38aB	1,43aA	1,48aA	1,28aB
T2	1,55aA	1,59aA	1,70aA	1,82aA	1,13bB
T3	1,55aA	1,49aB	1,31bA	1,13bB	1,67aA
T4	1,55aA	1,70aA	1,69aA	1,69aA	1,98aA
T5	1,55aA	1,59aA	1,61aA	1,63aA	1,88aA
T6	1,55aA	1,54aA	1,67aA	1,80aA	1,79aA
T7	1,55aA	1,15aB	1,39aA	1,63aA	1,40aB
T8	1,55aA	1,64aA	1,55aA	1,47aA	1,88aA
T9	1,55aA	1,24aB	1,38aA	1,51aA	1,48aB
T10	1,55aA	1,77aA	1,71aA	1,65aA	1,72aA
T11	1,55aA	1,48aB	1,55aA	1,62aA	1,67aA
T12	1,55bA	1,98aA	1,59bA	1,20bB	1,50bB

Nota. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($P > 0,05$). Ausência de beneficiamento (T1= sem radiação+sem embalagem, T2= sem radiação+PEBD, T3= sem radiação+PVC, T4= com radiação 10 min.+sem embalagem, T5= com radiação 10 min.+PEBD e T6= com radiação 10 min.+PVC) e presença de beneficiamento (T7= sem radiação+sem embalagem, T8= sem radiação+PEBD, T9= sem radiação+PVC, T10= com radiação 10 min.+sem embalagem, T11= com radiação 10 min.+PEBD e T12= com radiação 10 min.+PVC).

Tratamentos sem beneficiamento e sem luz ultravioleta, observa-se que houve redução da acidez dos frutos. Pois Pech (2002), inferiu que a redução da acidez faz parte de um processo natural que evolui com a maturação dos frutos, atribuindo tal evidência as tangerinas, pela metabolização via respiração de ácidos orgânicos, convertendo-se em moléculas não ácidas. Dessa forma, o uso da radiação UVC influenciou nesta variável,

admitindo-a como indicativo no atraso do amadurecimento, corroborando com Lu et al. (1991) e Tiecher (2010), onde inferiram que a luz ultravioleta proporciona o retardo na senescência e amadurecimento nos frutos.

Observando-se os frutos dos tratamentos com beneficiamento, notou-se que o incremento da acidez foi compatível entre os tratamentos em atmosfera modificada com PEBD, e o mesmo se observa para o tratamento controle com presença de beneficiamento e luz UV, dentre os maiores valores médios de acidez, apresentando elevação dos teores de ácido cítrico, tal como Miguel et al. (2007), que observaram com o aumento da acidez em tomates, e diferentemente de Khalid et al. (2017), que observaram significativa diminuição dos valores da acidez titulável em tangerina Kinnow, relacionando essa diminuição à utilização de ácido orgânico pela respiração do fruto. Sharma & Singh (2013), inferem que a utilização de ácidos orgânicos em atividades metabólicas pode ser a razão da redução da acidez titulável durante o armazenamento.

O efeito da diminuição da acidez se observa nos outros tratamentos sem beneficiamento e radiação, e com beneficiamento e com radiação utilizando embalagem de PVC. Shaarawi & Nagy (2017), inferiram que, geralmente, a diminuição observada na acidez pode ser atribuída a uma série de fatores, como a transformação de ácidos em outros compostos e a capacidade reduzida dos frutos de sintetizar ácidos durante a maturação.

Frutos dos tratamentos com beneficiamento e sem luz UVC, no controle e PVC, mostram estabilização dessa variável ao longo do armazenamento, conforme McCarthy et al. (1991), afirmam com relação à acidez titulável, onde o teor de ácido capaz de alterar o pH depende da concentração de sais, proteínas e sólidos solúveis, e da capacidade tamponante dessas substâncias e do grau de ionização, podendo permanecer inalteradas em pós-colheita de frutos, corroborando com o mesmo comportamento no trabalho de Tzortzakis & Chrysargyris (2016), onde não observaram mudanças na acidez em frutas cítricas ao longo do armazenamento.

Foi observado diferença significativa entre os dias e tratamentos para os valores de potencial hidrogeniônico, conforme a Tabela 5. Notou-se que nesta variável houve variação dos valores entre os tratamentos e dias, de 3,07 a 3,64, encontrando-se valores mais próximos a 3,3 em média. Nota-se valores de pH maiores para frutos com beneficiamento e radiação, e menores para sem beneficiamento e radiação. Essa diferença pode estar associada ao efeito da radiação e do beneficiamento dos frutos, por exercerem mudanças na maturação e no retardo da senescência em resposta às menores médias para esses tratamentos, resultando em frutos

com maior manutenção pós-colheita, pelo fato de apresentar menores valores de pH, mantendo maior acidez, com maior quantidade de ácido que auxilia na manutenção.

Tabela 5. Valores de potencial hidrogeniônico (pH) em frutos de tangerina ‘Dekopon’ (*Citrus reticulata* 'Shiranuhi') submetidos ou não a radiação UVC (10 minutos), embalagens (PEBD, PVC e controle), e beneficiamento (com e sem), durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias				
	0	7	14	21	28
T1	3,12bA	3,37aA	3,43aA	3,48aA	3,52aA
T2	3,12cA	3,19cB	3,31cB	3,43bB	3,62aA
T3	3,12cA	3,25cB	3,44cA	3,63bA	3,23aB
T4	3,12bA	3,36aA	3,36aB	3,37aB	3,26aB
T5	3,12aA	3,18aB	3,27aB	3,36aB	3,20aB
T6	3,12aA	3,07aB	3,18Ab	3,30aB	3,21aB
T7	3,12bA	3,41aA	3,45aA	3,50aA	3,10bB
T8	3,12bA	3,17bB	3,34aB	3,50aA	3,25bB
T9	3,12bA	3,58aA	3,51aA	3,44aB	3,39aB
T10	3,12cA	3,48aA	3,45aA	3,50aA	3,31bB
T11	3,12bA	3,19bB	3,30bB	3,42aB	3,55aA
T12	3,12dA	3,23dB	3,43bA	3,64aA	3,36cB

Nota. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($P > 0,05$). Ausência de beneficiamento (T1= sem radiação+sem embalagem, T2= sem radiação+PEBD, T3= sem radiação+PVC, T4= com radiação 10 min.+sem embalagem, T5= com radiação 10 min.+PEBD e T6= com radiação 10 min.+PVC) e presença de beneficiamento (T7= sem radiação+sem embalagem, T8= sem radiação+PEBD, T9= sem radiação+PVC, T10= com radiação 10 min.+sem embalagem, T11= com radiação 10 min.+PEBD e T12= com radiação 10 min.+PVC).

O comportamento do pH para frutos sem beneficiamento, exceto o controle, foi mais estável apresentando moderada elevação. Nota-se ainda, que nestes frutos a luz ultravioleta apontou menores médias, atuando de forma significativa na manutenção pós-colheita, sendo as menores médias registradas nesta variável. Já os frutos dos tratamentos com beneficiamento registraram maiores variações alcançando médias maiores ao longo do experimento, sendo esse comportamento do pH um indício de deterioração, ocorrendo elevação com o tempo de armazenamento decorrente da redução da acidez por conta do amadurecimento dos frutos (Chitarra & Chitarra, 2005), e que, no entanto, não foi evidente o efeito inibidor de senescência da radiação UVC para esses tratamentos.

Para, Couto & Canniatti-Brazaca (2010), ao avaliarem a qualidade de frutos de diferentes variedades de laranjas e tangerinas de diversas regiões do país, encontraram valores de pH oscilando entre 3,20 e 5,43, valores estes próximos aos encontrados neste trabalho. Teixeira et al. (2017) trabalhando com diversas variedades de tangerinas, não encontraram diferenças no pH dos frutos entre diferentes variedades e épocas de produção. Sanches et al.

(2017) não encontraram diferença significativa nos valores de pH em tangerina Ponkan. Belo (2018) avaliando as características químicas dos frutos de tangerinas Ponkan comercializados no Estado de Goiás encontrou em média, pH de 4,12. Gutiérrez et al. (2017), avaliando os parâmetros físico-químicos de frutos de tangerina submetidos a tratamentos combinados de ultra-som atomização (UA) e irradiação de luz ultravioleta, não encontraram diferenças significativas nos valores de pH entre os tratamentos.

Foi observado diferença significativa para a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT), de acordo pela Tabela 6, onde os frutos apresentaram variação de 4,92 a 8,91 nos diversos tratamentos, que encontram-se dentro do aceitável para consumo de tangerinas (Agustí, 2000; Sartori et al., 2002; Duarte et al., 2011).

Tabela 6. Índice de maturação (SS/AT) em frutos de tangerina ‘Dekopon’ (*Citrus reticulata* ‘Shiranuhi’) submetidos ou não a radiação UVC (10 minutos), embalagens (PEBD, PVC e controle), e beneficiamento (com e sem), durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias				
	0	7	14	21	28
T1	6,51aA	6,82aB	7,10aA	7,36aA	8,61aA
T2	6,51aA	6,57aB	6,59aA	6,60aB	7,86aA
T3	6,51aA	7,59aB	7,72aA	7,89aA	7,15aA
T4	6,51aA	7,47aB	6,71aA	5,96aB	4,97aB
T5	6,51aA	7,31aB	6,98Aa	6,66aB	5,61aB
T6	6,51bA	8,58aA	6,88bA	5,42bB	6,63bA
T7	6,51bA	8,59aA	7,15bA	6,13bB	7,78aA
T8	6,51aA	6,71aB	6,45aA	6,16aB	4,92aB
T9	6,51bA	8,91aA	7,65bA	6,62bB	6,73bA
T10	6,51aA	6,33aB	6,92aA	7,54aA	6,90aA
T11	6,51aA	7,02aB	6,58aA	6,18aB	5,85aB
T12	6,51bA	5,16bB	6,30bA	8,19aA	7,41aA

Nota. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($P>0,05$). Ausência de beneficiamento (T1= sem radiação+sem embalagem, T2= sem radiação+PEBD, T3= sem radiação+PVC, T4= com radiação 10 min.+sem embalagem, T5= com radiação 10 min.+PEBD e T6= com radiação 10 min.+PVC) e presença de beneficiamento (T7= sem radiação+sem embalagem, T8= sem radiação+PEBD, T9= sem radiação+PVC, T10= com radiação 10 min.+sem embalagem, T11= com radiação 10 min.+PEBD e T12= com radiação 10 min.+PVC).

Houve diferença significativa entre os tratamentos sem beneficiamento e luz ultravioleta que apresentaram as maiores médias, podendo dessa forma atribuir a estes tratamentos os maiores valores índices de maturação, retrato este, pelo desenvolvimento da maturação que não foi desacelerada pelo uso da atmosfera modificada passiva. Este efeito é associado também a perda de massa dos frutos, pois a elevação no índice de maturação está

relacionada à perda de massa fresca, favorecendo aumento dos teores de sólidos solúveis (Camargo et al., 2012).

O oposto pode ser observado nos frutos dos tratamentos sem beneficiamento e com luz ultravioleta, que tiveram diminuição da relação SS/AT, deixando evidente a manutenção pós-colheita dos frutos de tangerina 'Dekopon'. Esse efeito também é observado para os frutos dos tratamentos com beneficiamento sem radiação, e com radiação para embalagem de PEBD. Destaque para a embalagem de PEBD que registrou os menores valores médios, apontando assim, que a combinação do beneficiamento, com ou sem radiação, traz melhores respostas utilizando-se embalagem de PEBD (T11 e T8, respectivamente).

Os valores encontrados neste trabalho diferem dos de Silva et al. (2014), onde encontraram valores da relação SS/AT de 8,2 na caracterização de tangerinas Ponkan, e também com o trabalho de Belo (2018), com 8,5 para a mesma tangerina, e de 7,7 para tangerina 'Dekopon'. Também com médias menores, comparando-se com os estudos de Pacheco et al. (2017), com tangerina Freemont, Clemenules e Ponkan, e Costa et al. (2017), que não encontraram diferenças significativas no armazenamento em tangerinas Ponkan nos valores da relação SS/AT.

Observou-se em todos os tratamentos para a avaliação de ângulo de cor, como mostra na Tabela 7, que houve diferença significativa com diminuição do valor de °Hue, sendo esse efeito evidenciado para todos tratamentos.

Pode-se notar que houve diferença entre os tratamentos, principalmente, no segundo e terceiro dia de avaliação (dia 7 e 14, respectivamente), onde obtiveram maior variação pelos menores valores entre os tratamentos sem beneficiamento e radiação, em comparação aos demais. As diferenças foram evidentes para os dias de avaliação e também nos tratamentos, mostrando diminuição desse valor para um tom mais escuro de amarelo (Minolta, 1994), permitindo inferir sobre o desenvolvimento e promoção do escurecimento devido a senescência dos frutos (Kader, 2002; Malgarim et al., 2008).

A falta de estabilidade neste parâmetro é relatada por Vasconcelos (2015), inferindo que a redução nesta variável sofre alteração pelo uso de radiação UVC e atmosfera modificada passiva, estabilizando a coloração dos frutos, e está associada com a capacidade de manutenção de variáveis bioativas, diferente do observado para esse estudo.

Tabela 7. Ângulo de cor *Hue* (°H) em frutos de tangerina ‘Dekopon’ (*Citrus reticulata* ‘Shiranuhi’) submetidos ou não a radiação UVC (10 minutos), embalagens (PEBD, PVC e controle), e beneficiamento (com e sem), durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias				
	0	7	14	21	28
T1	86,06aA	76,80bC	77,74bD	72,99cA	73,07cA
T2	86,06aA	82,74aB	74,36bD	74,93bA	76,88bA
T3	86,06aA	75,27bC	76,76bD	75,01bA	75,13bA
T4	86,06aA	76,17bC	77,91bD	77,52bA	74,04bA
T5	86,06aA	75,95bC	83,83aB	76,04bA	74,97bA
T6	86,06aA	77,27cC	80,18bC	75,69cA	71,57dA
T7	86,06aA	75,22bC	77,63bD	77,89bA	75,76bA
T8	86,06aA	81,48bB	83,45aB	78,70bA	77,85bA
T9	86,06bA	88,12aA	89,37aA	76,78bA	75,26bA
T10	86,06aA	77,75cC	81,15bC	76,33cA	74,37cA
T11	86,06aA	86,03aA	81,04bC	78,87bA	77,79bA
T12	86,06aA	77,59bC	80,46bC	78,35bA	73,26cA

Nota. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($P>0,05$). Ausência de beneficiamento (T1= sem radiação+sem embalagem, T2= sem radiação+PEBD, T3= sem radiação+PVC, T4= com radiação 10 min.+sem embalagem, T5= com radiação 10 min.+PEBD e T6= com radiação 10 min.+PVC) e presença de beneficiamento (T7= sem radiação+sem embalagem, T8= sem radiação+PEBD, T9= sem radiação+PVC, T10= com radiação 10 min.+sem embalagem, T11= com radiação 10 min.+PEBD e T12= com radiação 10 min.+PVC).

Possivelmente as alterações que ocorreram no ângulo de matiz, estejam relacionadas pela falta de refrigeração, pois variáveis de cor estão correlacionadas com a temperatura de armazenamento de frutos (Rodoni et al., 2016).

Notou-se também neste experimento, que o ângulo de cor não relacionou-se com o teor de sólidos solúveis, observado pela afirmativa de Silva et al. (2014), inferindo que em citros, a cor da casca é uma característica pouco dependente da maturação interna e não retrata a doçura dos frutos, pois, neste estudo, houve tratamentos que mantiveram a estabilidade com ligeiro aumento dos sólidos solúveis em alguns tratamentos, embora tenha-se percebido alteração da coloração da casca dos frutos.

Malgarim et al. (2008) observaram na qualidade pós-colheita de citros ‘Nova’ em diferentes períodos de armazenamento, valores de ângulo *Hue* de 61,69, contrários com este experimento. Pacheco et al. (2017) encontraram valores de ângulo de cor de 51,1, 64,7 e 85,3 para tangerinas Fremont, Clemenules e Ponkan, respectivamente, valores estes, diferentes ao presente estudo. Tietel et al. (2012) reportaram valores próximos dos 60 °*Hue* em mandarim ‘Or’, diferindo também aos valores encontrados nesse trabalho. No trabalho de Silva et al. (2014), com tangerina ‘Dancy’ os valores de *Hue* encontraram-se em média de 67,8 diferindo

desta pesquisa. E aproximando-se com Oliveira et al. (2014), em tangerina 'Ponkan' com valores de 85 °Hue em média.

Pode-se constatar que houve diferença significativa na avaliação de croma, conforme Tabela 8, para todos os tratamentos e dias de avaliação, principalmente entre os dias de armazenamento.

Tabela 8. Croma (C) em frutos de tangerina 'Dekopon' (*Citrus reticulata* 'Shiranuhi') submetidos ou não a radiação UVC (10 minutos), embalagens (PEBD, PVC e controle), e beneficiamento (com e sem), durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias				
	0	7	14	21	28
T1	72,31bA	82,03bA	95,42aA	97,13aA	92,73aA
T2	72,31bA	84,39bA	91,55aA	95,09aA	99,97aA
T3	72,31bA	91,35aA	96,21aA	101,41aA	101,90aA
T4	72,31bA	93,50aA	95,05aA	89,24aA	92,98aA
T5	72,31aA	87,56aA	82,23aA	89,10aA	88,56aA
T6	72,31aA	84,96aA	84,84aA	88,54aA	82,06aB
T7	72,31bA	92,46aA	89,67aA	91,31aA	89,92aA
T8	72,31bA	82,10bA	90,41aA	94,28aA	98,85aA
T9	72,31bA	80,04bA	61,27cC	77,91bB	100,61aA
T10	72,31bA	80,38bA	94,19aA	89,33aA	80,30bB
T11	72,31aA	72,36aA	82,34aA	71,95aB	66,18aC
T12	72,31aA	79,72aA	61,27aB	82,51aB	89,99aA

Nota. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($P>0,05$). Ausência de beneficiamento (T1= sem radiação+sem embalagem, T2= sem radiação+PEBD, T3= sem radiação+PVC, T4= com radiação 10 min.+sem embalagem, T5= com radiação 10 min.+PEBD e T6= com radiação 10 min.+PVC) e presença de beneficiamento (T7= sem radiação+sem embalagem, T8= sem radiação+PEBD, T9= sem radiação+PVC, T10= com radiação 10 min.+sem embalagem, T11= com radiação 10 min.+PEBD e T12= com radiação 10 min.+PVC).

Contrariamente ao ângulo de cor, para croma houve aumento, sendo inversos entre si, exceto o tratamento com beneficiamento e radiação com embalagem de PEBD que teve redução nesta variável, acompanhando o mesmo decréscimo que o ângulo Hue. Chahal & Singh (2017), trabalhando com tangerina 'Daisy' observaram o mesmo efeito crescente dos valores de croma ao longo do armazenamento, variando de 15 até 50°.

Pode-se perceber que as alterações na saturação de cor, entre os tratamentos, foram diferentes significativamente após o 14° dia de armazenamento, sendo menores para os tratamentos com beneficiamento, seguindo da mesma forma para o 21° dia até o fim do experimento.

Os tratamentos que não foram submetidos ao beneficiamento, mantiveram maior estabilidade o croma ao longo do armazenamento, com alteração apenas entre o dia zero e os

outros dias, apresentando alteração entre os tratamentos apenas para os frutos com radiação e PVC no último dia de análise, em relação aos demais tratamentos. Esses resultados mostram que a ausência de beneficiamento manteve os frutos com maior estabilidade desta variável até o encerramento do experimento, diferindo estatisticamente apenas para um tratamento e em relação ao dia zero, podendo inferir que o uso de beneficiamento, observando a saturação da cor dos frutos de tangerina ‘Dekopon’, não proporcionou a manutenção desejada.

Embora possa notar que houve poucas interações significativas em relação aos dias, a maior parte apresentou diferença significativa, apontando aumento do croma em todos os tratamentos. No grupo sem beneficiamento, nota-se diferença no comportamento resultando em maiores valores nos frutos sem luz ultravioleta e também para os frutos com PVC, seguido do PEBD e controle. Houve também elevação do valor de croma nos frutos irradiados com menores valores, podendo-se perceber que decrescem para os frutos controle, PEBD e PVC.

Deve-se, no entanto, observar que tangerinas produzidas em regiões de clima ameno, geralmente, apresentam maior acidez e menor relação SS/AT em comparação aos frutos produzidos em regiões de maior insolação e temperatura, segundo Teixeira et al. (2017). De acordo com os mesmos autores, climas mais quentes proporcionam maior precocidade de produção, maior teor de suco, maior teor de sólidos solúveis, menor acidez titulável, em consequência maior ratio e, coloração da casca menos intensa, o que reflete diretamente na cromaticidade dos frutos.

É relevante destacar sobre a presença de óleo na superfície dos frutos, que pode interagir com a coloração, trazendo alteração para os mesmos, pois acredita-se que este efeito de acréscimo entre os tratamentos, esteja relacionado com o óleo presente no fruto já estudado por Teruya et al. (2015).

Os valores encontrados na presente pesquisa se diferem de vários autores, onde Boonyakiat et al. (2012), observaram em frutos de tangerina, alteração de cor do verde para o amarelo, e o croma em todos os tratamentos diminuíram ligeiramente durante o armazenamento, inferindo ainda que, mudanças de cor devem-se a degradação de sistemas oxidativos. Os mesmos autores encontraram valores de croma 58°, em média. No trabalho de Oliveira et al. (2014), o croma em média, foi de 44,8° em tangerina Ponkan de diferentes localidades. Boonkorn et al. (2012) encontraram valores de croma em tangerina (*Citrus reticulata* Blanco cv. Sai Nam Pung) igual a 51°, em média. Silva et al. (2014), encontraram valores de 63,5° em média, em tangerina ‘Dancy’. E no trabalho de Belo (2018) com ‘Dekopon’, foi observado valores de 110°.

Os valores de firmeza tiveram oscilações com elevação e redução ao fim do experimento para maioria dos tratamentos, e apresentaram interação significativa entre tratamentos e dias de análise, conforme Tabela 9.

Tabela 9. Firmeza (N) em frutos de tangerina ‘Dekopon’ (*Citrus reticulata* ‘Shiranuhi’) submetidos ou não a radiação UVC (10 minutos), embalagens (PEBD, PVC e controle), e beneficiamento (com e sem), durante o armazenamento.

Tratamentos	Dias				
	0	7	14	21	28
T1	21,47bA	28,45aA	25,61bB	27,24aB	21,43aB
T2	21,47aA	19,21aB	21,85aB	22,80aC	19,91aC
T3	21,47aA	22,98aB	23,77aB	21,04aC	20,38aC
T4	21,47cA	23,06cB	30,07bA	27,93bB	35,65aA
T5	21,47aA	20,38aB	21,60aB	19,78aC	20,45aC
T6	21,47aA	26,29aA	22,22aB	21,97aC	21,61aC
T7	21,47bA	23,71bB	35,15aA	34,29aA	37,84aA
T8	21,47aA	20,55aB	25,64aB	26,02aB	21,82aC
T9	21,47aA	22,68aB	27,37aB	25,29aB	21,54aC
T10	21,47cA	31,03bA	30,81bA	33,25bA	38,81aA
T11	21,47aA	22,82aB	26,52aB	23,00aC	20,18aC
T12	21,47aA	21,54aB	26,93aB	23,57aC	24,02aC

Nota. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($P>0,05$). Ausência de beneficiamento (T1= sem radiação+sem embalagem, T2= sem radiação+PEBD, T3= sem radiação+PVC, T4= com radiação 10 min.+sem embalagem, T5= com radiação 10 min.+PEBD e T6= com radiação 10 min.+PVC) e presença de beneficiamento (T7= sem radiação+sem embalagem, T8= sem radiação+PEBD, T9= sem radiação+PVC, T10= com radiação 10 min.+sem embalagem, T11= com radiação 10 min.+PEBD e T12= com radiação 10 min.+PVC).

Os valores de firmeza dos frutos de tangerina ‘Dekopon’ variaram entre 19,2 e 38,8, podendo-se notar que as maiores médias estão entre os frutos do grupo com beneficiamento, e conseqüentemente, os menores para frutos sem beneficiamento. De forma geral, há um aumento de 10,1% entre os frutos beneficiados. O efeito da radiação UVC não aparentou alteração entre os frutos dos vários tratamentos, podendo inferir que a luz ultravioleta não foi significativa na preservação da firmeza dos frutos de tangerina ‘Dekopon’.

Para os frutos dos tratamentos sem embalagem, exceto o sem radiação e beneficiamento, houve aumento ao longo do armazenamento. Esse efeito, não esperado, pode ser devido principalmente, a falta de aptidão dos frutos em suportar temperaturas ambientes. Desta forma, nem radiação UVC, beneficiamento e atmosfera modificada, vieram a substituir os efeitos desejáveis do armazenamento refrigerado, embora a combinação das três tecnologias pode apresentar como alternativa à manutenção da qualidade pós-colheita de

citros. Pacheco (2015) explica que esse efeito onde frutos armazenados em meio ambiente apresentam um pequeno aumento na firmeza, em virtude das alterações na parede celular dos frutos que se mostram murchos, dificultando a penetração da ponteira do aparelho medidor nos mesmos. Apontando desta forma o efeito benéfico, nesta variável, do uso de atmosfera modificada mesmo sendo ausente a refrigeração.

Nos demais tratamentos, observa-se a manutenção da firmeza, com ligeira diminuição ao final do experimento. Pois segundo Silva et al. (2018), o decréscimo na firmeza da polpa ocorre devido à ação das enzimas PME (pectinametilesterase) e PG (poligalacturonase) que atuam em nível de parede celular. A atividade dessas enzimas promove solubilização das substâncias pécnicas da parede celular e, conseqüentemente, o amolecimento dos frutos.

De forma geral, os tratamentos que foram submetidos a atmosfera modificada passiva, com exceção do controle, atuaram na manutenção da resistência à penetração dos frutos, podendo ser a combinação beneficiamento, radiação e embalagem, um método promissor na ausência de refrigeração.

Os dados avaliados nesta pesquisa se diferem de Terao et al. (2017), utilizando radiação UVC em laranjas 'Pera', onde obtiveram valores de firmeza de 52 N, em média, embora não tenha apresentado diferença significativa. Já Pacheco et al. (2017) registraram diferença significativa na firmeza em tangerinas Fremont, Clemenules e Ponkan de 49, 87 e 44N, respectivamente. Os mesmos autores ainda observaram que, a tangerina Fremont destacou-se nos testes de classificação e aceitação, devido ao seu baixo teor de fibra e firmeza dos frutos, entre outros fatores. Oliveira (2015) observou que tratamentos controle em frutos de manga, apresentaram maior firmeza, diferindo significativamente dos demais tratamentos, sendo um processo caracterizado pela redução ao longo do armazenamento.

Vale destacar que atributos como aroma, sabor, cor e textura, são influenciados significativamente pela composição química dos frutos, principalmente, em função de ácidos, açúcares e compostos fenólicos (Brito Neto et al., 2011). Além disso, de acordo com Silva et al. (2014), existe uma relação direta entre a firmeza do fruto e a solubilização de substâncias pécnicas que, quando presentes em grandes quantidades, conferem aos frutos uma textura mole, reduzindo assim a vida de prateleira. Outrossim, segundo Chitarra & Chitarra (2005), a textura dos frutos caracterizada pela firmeza, fibrosidade, resistência, elasticidade e outros, também variam, durante principais componentes químicos dos tecidos, responsáveis por mudanças na textura dos frutos e hortaliças.

Observando o efeito da radiação UVC, entre as várias análises que foram realizadas, pode-se tratar, de forma análoga à pesquisa de Mohamed et al. (2017) com bananas, que o

efeito da luz ultravioleta promoveu, uma redução sinérgica ao desenvolvimento de patógenos pós-colheita, sem apresentar efeitos adversos sobre a taxa respiratória, produção de etileno, perda de peso, firmeza, mudança de cor, concentração de sólidos solúveis, acidez titulável e pH. Além disso, a radiação aumentou significativamente o conteúdo total de fenólicos, valores de FRAP e DPPH refletindo sobre o impacto benéfico da radiação UVC na qualidade nutricional. E, em micrografias eletrônicas de varredura, a irradiação UVC agiu retardando as perdas dos compartimentos da parede, mantendo assim a integridade da parede celular no tecido, sugerindo que o uso da radiação UVC como tratamento físico pós-colheita, tem potencial para controle de forma eficaz, mantendo a qualidade dos frutos.

4. Considerações Finais

Conclui-se portanto, que o uso do beneficiamento em tangerinas ‘Dekopon’, na maior parte das variáveis, não atuou de forma positiva na manutenção da qualidade dos frutos. E, a combinação da radiação UVC e atmosfera modifica passiva, pode atuar na manutenção das características desejáveis de pós-colheita dos frutos, durante o período de avaliação de 28 dias, na maioria das variáveis estudadas.

Referências

Agustí, M. (2000). *Citricultura*. Madrid: Mundi-Prensa, 416 p.

Gutiérrez, O.A., Malo, A.L., Corona, N. R. & Palou, E. (2017). Enhancement of UVC-light treatment of tangerine and grapefruit juices through ultrasonic atomization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Berlin, 39(1): 7-12.

AOAC - ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18. ed. AOAC: Gaithersburg. 2012.

Banda, K., Caleb, O.J., Jacobs, K. & Opara, U.L. (2015). Effect of active-modified atmosphere packaging on the respiration rate and quality of pomegranate arils (cVol. Wonderful). *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 109(1): 97-105.

Belo, A.P.M. (2018). *Caracterização sensorial e físico-química de tangerinas produzidas em Goiás*. 2018. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia)–Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Bhat, R., Amera, S.B., Voon, H.C., Karim, A.A. & Tze, L.M. (2011). Quality attributes of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) juice treated with ultraviolet radiation. *Food Chemistry*, Bethesda, 127(1): 641–644.

Boonkorn, P., Gemma, H., Sugaya, S., Setha, S., Uthaibutra, J. & Whangchai, K. (2012). Impact of high-dose, short periods of ozone exposure on green mold and antioxidant enzyme activity of tangerine fruit. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 67(1): 25-28.

Boonyakiat, D., Seehanam, P. & Rattanapanone, N. (2012). Effect of Fruit Size and Coating Material on Quality of Tangerine Fruit cVol. Sai Nam Phueng. *Chiang Mai University Journal of Natural of Sciences*, Su Thep, 11(2).

Brito Neto, J.F., Pereira, W.E., Cavalcanti, L.F., Araújo, R.C. & Lacerda, J.S. (2011). Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro ‘sunrise solo’ em função de doses de nitrogênio e boro. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 32(1): 69-80.

Caleb, O.J., Mahajan, P.V., Said, F.A.A-. & Opara, U.L. (2013). Modified atmosphere packaging technology of fresh and fresh-cut produce and the microbial consequences – A review. *Food and Bioprocess Technology*, Cham, 6(1): 303-329.

Caleb, O.J., Opara, U.L. & Witthuhn, C.R. (2012). Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils: a review. *Food and Bioprocess Technology*, Cham, 5(1): 15-30.

Camargo, R.B., Terao, D., Peixoto, A.R., Ono, E.O., Cavalcanti, L.S. & Costa, R.M.da. (2012). Atmosfera modificada na conservação da qualidade de uva ‘Thompson Seedless’ e na redução da podridão de *Aspergillus*. *Summa phytopathol*, Botucatu, 38(3).

Chahal, T.S. & Singh, N. (2017). Studies on fruit growth and development in Daisy tangerine. *Indian Journal of Horticulture*, Nova Deli, 74(1): 27-32.

Chitarra, M.I. & Chitarra, A.B. (2005). *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2. ed. Lavras: Revisada e ampliada, 785 p.

Costa, M.G.dosS.da, Salomão, L.C.C., Siqueira, D.L.de, Cecon, P.R., Aquino, D.F., Lins, L.C.R. de & Alves, R.R. (2017). Ethylene degreening treatment of 'Ponkan' tangerine in the north of the Minas Gerais State, Brazil. *Comunicata Scientiae*, Terezina, 8(4): 544-554.

Couto, M.A.L. & Brazaca, S.G.C-. (2010). Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 30(1): 15-19.

Duarte, T.F.; Bron, I.U.; Ribeiro, R.V.; Machado, E.C.; Mazzafera, P. & Shimizu, M.M. (2011). Efeito da carga pendente na qualidade de frutos de laranjeira 'Valência'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 33(3): 823-829.

Ghidelli, C. & Gago, M.B.P-. (2017). Recent advances in modified atmosphere packaging and edible coatings to maintain quality of fresh-cut fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Boca Raton, 58(1): 662-679.

Hagenmaier, R.D. (2002). The flavor of mandarin hybrids with different coatings. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 24(1): 79-87.

Hovsepyan, O., Farashbandi, F.Z., Askari, G. & Hassanzadeh, A. (2018). A survey on scientific authenticity of health information in Iranian popular magazines: A case study. *Journal of Education and Health Promotion*, Isfahan, 27(7).

IAL. Instituto Adolfo Lutz. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos Para Análise de Alimentos*. 3 ed. São Paulo: IAL, 2008.

Jin, T.Z., Huang, M., Niemira, B.A., Cheng, L. (2016). Microbial Reduction and Sensory Quality Preservation of Fresh Ginseng Roots Using Nonthermal Processing and Antimicrobial Packaging. *Journal of Food Processing and Preservation*, Chichester, 41(1).

Kader, A.A. & Yehoshua, S.B-. (2000). Effects of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 20(1): 1-13.

Kader, A.A. (2002). Modified atmosphere during transport and storage. In: KADER, A.A. *Postharvest technology of horticultural crops*. Oakland: University of California. 144 p.

Khalid, S., Malik, A.U., Khan, A.S., Khan, M.N., Ullah, M. I., Abbas, T. & Khalid, M. S. (2017). Tree age and fruit size in relation to postharvest respiration and quality changes in “Kinnow” mandarin fruit under ambient storage. *Scientia Horticulturae*, Viterbo, 220(1): 183–192.

Kays, S.J. (1191). *Postharvest physiology of perishable plant products*. New York: Van Nostrand Reinhold, 532 p.

Lugo, V.L-., López, S.H-., Díaz, C.B-., Núñez, F.U-. & Bilyeu, B. (2009). A comparative study of natural, formaldehydetreated and copolymer-grafted orange peel for Pb(II) adsorption under batch and continuous mode. *Journal Hazard*, 161(1): 1255–1264.

Lu, J.Y., Stevens, C., Khan, V.A. & Kabwe, M. (1991). The effect of ultraviolet irradiation on shelf-life and ripening of peaches and apples. *Food Quality*, Campinas, 44(1): 299-305.

Malgarim, M.B., Cantillano, R.F F., Oliveira, R.P.de & Treptow, R.de. (2008). Qualidade pós-colheita de citros “Nova” em diferentes períodos de armazenamento e comercialização. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, 14(1): 19-23.

Mangaraj, S., Goswami, T.K. & Mahajan, P.V. (2009). Applications of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables: a review. *Food Engineering Reviews*, Cham, 1(1): 133–158.

Mccarthy, M.J., Heil, J.R., Kruegermann, C. & Desvignes, D. (1191). Acid Requirement for pH Modification of Processed Foods. *Journal of Food Science*, 56(4): 1750-3841.

Miguel, A.C.A., Dias, J.R.P.S., Spoto, M.H.F., Benato, R.T.R-. (2007). Qualidade de tomate ‘Débora’ minimamente processado armazenado em dois tipos de embalagens. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 25(4).

Minolta. *Precise color communication: color control from feeling to instrumentation*. Ransey: Minolta Corporation INstrument Systems Division, 1994.

Mohamed, N.T.S., Ding, P., Ghazali, H.M. & Kadir, J. (2017). Biochemical and cell wall ultrastructural changes in crown tissue of banana (*Musa AAA “Berangan”*) fruit as mediated by UVC irradiation against crown rot fungal infection. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 128(1): 144-152.

Obenland, D., Collin, S., Mackey, B., Sievert, J. & Arpaia, M.L. (2011). Storage temperature and time influences sensory quality of mandarins by altering soluble solids, acidity and aroma volatile composition. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 59(1): 187-193.

Obenland, D., Collin, S., Sievert, J. & Arpaia, M.L. (2013). Mandarin flavor and aroma volatile composition are strongly influenced by holding temperature. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 82(1): 6-14.

Oliveira, C.A.de, Brunini, M.A. & Nunes, G. S. (2014). Qualidade da tangerina ‘Ponkan’ comercializada na ceagespentreposto de Ribeirão Preto-SP. *Nucleus*, Ituverava, 11(2).

Oliveira Júnior, E.N., Santos, C.D., Abreu, C.M.P., Corrêa, A.D. & Santos, J.Z.L. (2004). Postharvest changes of “fruta-de-lobo” (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) during the ripening process: physical-chemical, chemical and enzymatic analysis. *Revista Brasileira de Friticultura*, Jaboticabal, 26(1): 410-413.

Oliveira, M., Abadias, M., Usall, J., Torres, R., Teixidó, N. & Viñas, I. (2015). Application of Modified Atmosphere Packaging as a safety approach to fresh-cut fruits and vegetables – A review. *Trends in Food Science & Technology*, Norwich, 46(1): 13-26.

Oliveira, S.B.de. (2015). *Tratamento hidrotérmico associado a etanol no controle de salmonella spp. em manga “Tommy Atkins” pós-colheita*. 96 f. Tese (Doutorado em

tecnologia de alimentos)–Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Botucatu.

Pacheco, C.deA. (2015). *Aspectos histológicos, físico-químicos, sensoriais e fitotécnicos da tangerina Fremont*. 99 f. Tese (Doutorado agricultura tropical e subtropical)–Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas.

Pacheco, C.deA., Azevedo, F.A.de; Barros, V.N.P.de; Yaly, M.C. & Bernardi, M. R.V-. (2017). Fremont - IAC 543: tangerine with potential for the brazilian market. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 39(especial).

Pech, J.C. (2002). *Unravelling the mechanisms of fruit ripening and development of sensory quality through the manipulation of ethylene biosynthesis in melon*. In: Natoadvanced Research Workshop on Biology And Biotechnology of The Plant Hormone Ethylene, 2002, Murcia. *Anais... Murcia*.

Porat, R., Weiss, B., Cohen, L., Daus, A. & Biton, A. (2005). Effects of polyethylene wax content and composition on taste, quality, and emission of off-flavor volatiles in ‘Mor’ mandarins. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 38(1): 262-268.

Ribeiro, C., Canada, J. & Alvarenga, B. (2012). Prospects of UV radiation for application in postharvest technology. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, Abu Dhabi, 24(1): 586-597.

Rodoni, L.M., Hasperué, J.H., Ortiz, C.M., Lemoine, M.L., Concellón, A. & Vicente, A.R. (2016). Combined use of mild heat treatment and refrigeration to extend the postharvest life of organic pepper sticks, as affected by fruit maturity stage. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 117(1): 168-176.

Graü, M.A.R-, Oliu, G.O-, Fortuny, R.S-, Belloso, O.M-. (2009). The use of packaging techniques to maintain freshness in fresh-cut fruits and vegetables: a review. *International Journal of Food Science Technology*, Chichester, 44(1): 875-889.

Sanches, A.G., Silva, M B.da; Moreira, E.G.S., Cosme, S.S. & Cordeiro, C.A.M. (2017). Radiação UVC na longevidade pós-colheita de tangerinas sob refrigeração. *Revista Agrarian*, Dourados, 10(36): 129-135.

Sartori, I.A., Koller, O.C., Schwarz, S.F., Bender, R.J. & Schäfer, G. (2002). Maturação de frutos de seis cultivares de laranjas-doces na depressão central do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 24(2): 364-369.

Shaarawi, S.M.A. & Nagy, K.S. (2017). Effect of Modified Atmosphere Packaging on Fruit Quality of “Wonderful” Pomegranate under Cold Storage Conditions. *Middle East Journal of Agriculture Research*, Cairo, 6(2): 495-505.

Sharma, P. & Singh, R.P. (2013). Evaluation of antioxidant activity in foods with special reference to TEAC method. *American Journal of Food Technology*, Dubai, 8(1): 83-101.

Silva, A.P.G.da; Silva, S.deM., Schunemann, A.P.P., Dantas, A.L., Dantas, R.L., Silva, J.A.da & Mendonça, R.M.N. (2014). Índices de identidade e qualidade de tangerina ‘Ponkan’ produzida no estado da Paraíba. *Revista Agropecuária Técnica*, Paraíba, 35(1): 143-149.

Silva, F.S.O., Pereira, E.C., Alves, A.A., Mendonça, V., Santos, E.C.dos & Almeida, J.P.N.de. (2018). Armazenamento e qualidade pós-colheita de frutos de figueira cVol. Roxo de Valinhos no Oeste Potiguar, *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, 61(1).

Teixeira, F. & Novello, D. (2020). Aspectos físico-químicos, nutricionais e sensoriais da adição de subprodutos de frutos do gênero Citrus em produtos de gelificação: uma revisão sistemática. *Research, Society and Development*, 9(3).

Teixeira, P.deT.L., Giacomelli, S.R. & Piton, R. (2017). Caracterização morfológica e físico-químico dos frutos das tangerineiras 'Okitsu', 'Marisol' e do tangoreiro 'Ortanique'. *Investigación Agraria*, San Lorenzo, 19(1).

Terao, D., Nechet, K.deL., Ponte, M.S., Maia, A.deH.N., Almeida, A.V.D. & Vieira, B.de A.H-. (2017). Physical postharvest treatments combined with antagonistic yeast on the control of orange green mold. *Scientia Horticulturae*, Viterbo, 224(1): 317-323.

Teruya, T., Teruya, Y., Sugiyama, S. & Woo, J. (2015). Method for manufacturing composition containing nobiletin and tangeretin derived from citrus fruits, and composition

containing nobiletin and tangeretin obtained thereby. *Patent Application Publication*. United States. Pub. No., US 2015/0283196A1.

Tiecher, A. (2010). *Efeito da radiação UVC na expressão gênica e nas respostas bioquímico-fisiológicas em frutos de tomate (Solanum lycopersicum Mill.)*. 70 f. Dissertação (Mestrado em ciências)–Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Tietel, Z., Fallik, E., Lewinsohn, E. & Porat, R. (2012). Importance of storage temperatures in maintaining flavor and quality of mandarins. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 64(1): 175-182.

Tietel, Z., Lewinsohn, E., Fallik, E. & Porat, R. (2011). Elucidating the roles of ethanol fermentation in causing off-flavors in mandarins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Munique, 59(1): 11779-11785.

Todisco, K. M., Clemente, E. & Rosa, C.I.L.F. (2012). Conservação e qualidade pós-colheita de laranjas “folha murcha” armazenadas em duas temperaturas. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, Maringá, 5(3): 579-591.

Tzortzakis, N. & Chrysargyris, A. (2016). Postharvest ozone application for the preservation of fruits and vegetables. *Food Reviews International*, United Kingdom, 3(3): 270-315.

Vaclavik, V.A. & Christian, E.W. (2014). *Essentials of Food Science*. ed. Cham: Food Science Text Series, 495 pp.

Vasconcelos, L.H.C. (2015). *Radiação ultravioleta C e embalagens na conservação pós-colheita de cajá-manga*. 90 f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola)– Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis.

Ummarat, N., Arpaia, M.L. & Obenland, D. (2015). Physiological, biochemical and sensory characterization of the response to waxing and storage of two mandarin varieties differing in postharvest ethanol accumulation. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, 109(1): 82-96.

Zhang, M., Meng, X., Bhandari, B., Fang, Z. & Chen, H. (2015). Recent application of modified atmosphere packaging (MAP) in fresh and fresh-cut foods. *Food Reviews International*, United Kingdom, 31(1): 172-193.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Luís Henrique Costa Vasconcelos – 25%

Flávio Alves da Silva – 25%

Isabella Cristina da Costa – 25%

Rebeca Freitas Vasconcelos – 25%