

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA LARANJA PÊRA SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES DE RADIAÇÃO UV-C

GABRIEL DE SIQUEIRA SILVA^{1*} (IC), GEYSLA PATRICIA RODRIGUES DE JESUS² (IC), ANDRÉ JOSÉ DE CAMPOS³ (PQ)

¹Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, eng.gabrielsiqueira@outlook.com

²Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas

Br 153 nº 3.105 - Fazenda Barreiro do Meio - CEP: 75.132-903, Anápolis - Goiás - Brasil.

Resumo: A laranja (*Citrus sinensis*) é a principal cultura do gênero citrus, sendo uma das principais frutas que compõem a pauta de exportação do agronegócio brasileiro, contudo, a qualidade da fruta brasileira ainda apresenta deficiências, principalmente para o consumo in natura. Portanto, este trabalho teve objetivo de avaliar o efeito da radiação ultravioleta C na conservação pós-colheita de laranja. Foram utilizados laranjas 'Pêra' (*Citrus sinensis* L. Osbeck), adquiridos da Central Estadual de Abastecimento (CEASA), do município de Anápolis/GO. Os frutos foram levados ao Laboratório de Pós-colheita do curso de Engenharia Agrícola, pertencente a Universidade Estadual de Goiás – Anápolis/GO, no mês de fevereiro de 2021, quando ocorreu a realização do experimento. Logo após a chegada dos frutos, foi realizada seleção manual dos frutos visando a uniformização dos lotes. Após, os frutos foram submetidos a diferentes doses de radiação ultravioleta C e colocados, de forma aleatória, em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenados em incubadora B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*), onde foram mantidas à $7,1 \pm 0,34^\circ\text{C}$ e $62 \pm 0,04\%$ U.R.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*. Ultravioleta. Armazenamento.

Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de citros, correspondendo a um volume de 17.459.908 toneladas de frutos segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2017).

A laranja (*Citrus sinensis*) é a principal cultura do gênero citrus, sendo uma das principais frutas que compõem a pauta de exportação do agronegócio brasileiro, trata-se de uma planta de fácil adaptabilidade às condições variadas de solo e clima, e produz durante praticamente todo o ano (OSORIO et al., 2017).

Contudo, a qualidade da fruta brasileira ainda apresenta deficiências quanto à qualidade, principalmente para o consumo in natura, desta forma, há a necessidade de estudos e desenvolvimento de novas técnicas e processos que permitam reduzir perdas, e que favoreçam o agronegócio, trazendo incremento na renda dos produtores. Uma das

alternativas para que isto ocorra é o uso de técnicas pós-colheita a partir de frutas nativas ou daquelas que facilmente se propaguem no solo brasileiro, e que possibilite maior vida pós-colheita (DIAS et al., 2003; EVANGELISTA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011; SANTOS et al., 2011; DAIUTO et al., 2012; MANOLOPOULOU et al., 2012).

Nesse aspecto, a radiação ultravioleta C é considerada como um atuador antimicrobiano, desinfetando água, superfícies e inativando microrganismos, possibilitando aumento da vida do fruto, controlando as reações de oxidação enzimática e o desenvolvimento microbiológico, com manutenção das características sensoriais e nutricionais do produto (SILVA, 2012).

Material e Métodos

Foram utilizados laranjas 'Pêra' (*Citrus sinensis* L. Osbeck), adquiridos da Central Estadual de Abastecimento (CEASA), do município de Anápolis/GO. Os frutos foram levados ao Laboratório de Pós-colheita do curso de Engenharia Agrícola, pertencente a Universidade Estadual de Goiás – Anápolis/GO, no mês de fevereiro de 2021, quando ocorreu a realização do experimento.

Logo após a chegada dos frutos, foi realizada seleção manual dos frutos visando a uniformização dos lotes. Após, os frutos foram submetidos a diferentes doses de radiação ultravioleta C e colocados, de forma aleatória, em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD) e armazenados em incubadora B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*), onde foram mantidas à $7,1 \pm 0,34^\circ\text{C}$ e $62 \pm 0,04\%$ U.R. Em ambos os experimentos foram realizadas análises de qualidade, como: Perda de massa, coloração (L^* , a^* , b^* , $^\circ\text{Hue}$ e Cromo), pH, sólidos solúveis, acidez titulável e rendimento de suco.

Perda de massa: as laranjas foram pesadas em todos os dias de análise, na balança digital de precisão Shimadzu modelo BL3200H, com precisão de 0,001 g. A porcentagem de perda de massa foi estudada a partir da equação (1):

$$PM (\%) = (M_i - M_j) / M_i * 100 \quad (1)$$

Em que: PM = perda de massa (%); M_i = massa inicial do fruto (g) e M_j = massa do fruto no período subsequente a M_i (g).

Potencial hidrogeniônico (pH): utilizando-se o aparelho pHmetro digital de bancada (Tecnal, R-Tecnal-7-MP, Piracicaba, Brasil), conforme técnica descrita por AOAC (2016).

Acidez titulável: expresso em porcentagem de ácido cítrico foi determinada através da titulação de 5 g de polpa homogeneizada e diluída, com água destilada, até completar o volume de 100 mL, por meio da solução padronizada de hidróxido de sódio a $0,1 \text{ mol L}^{-1}$,

tendo como indicador a fenolftaleína 1%, seguindo a recomendação do AOAC (2016). Foi estudada através da equação (2):

$$\text{Acidez titúlavel (\% \text{Ácido Cítrico})} = (V \times FC \times 0,1 \times 6,404) / Pa \quad (2)$$

Em que: V = volume de NaOH usado (mL); FC = fator de Correção da solução de NaOH; Pa = peso da amostra (g); 0,1 = concentração da solução de NaOH (mol L⁻¹) e 6,404 = equivalente do ácido cítrico na amostra (g).

Rendimento de suco: Foi realizado entre o peso do fruto e o peso do suco, após aquisição dos dados dessas análises e avaliada através da equação (3):

$$\text{RSB(\%)} = (Ps / Pf) * 100 \quad (3)$$

Em que: RSB = rendimento de suco bruto (%); Ps = Peso do suco (g) e Pf = Peso do fruto (g).

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância ($P \leq 0,05$) e, quando significativas, as médias foram avaliadas por regressão, sendo utilizado o Software SISVAR 5.6.

Resultados e Discussão

Analisando a Figura 1, observa-se comportamento quadrático para o parâmetro perda de massa, constatando elevação até o 18° de armazenamento, com perda de 0,49%, considerando que a perda de massa dos frutos, quando superior a 10%, inviabiliza ou prejudica sua comercialização *in natura* (AGOSTINE et al., 2014). Essa perda de massa baixa ocorre, provavelmente, devido às condições apropriadas durante o armazenamento, onde foram mantidas à $7,1 \pm 0,34^\circ\text{C}$, $62 \pm 0,04\%$ U.R e embalagens de polietileno de baixa densidade.

Os efeitos positivos neste experimento também foram encontrados por Groppo (2007), que trabalhando com laranjas 'Pêra' minimamente processadas, obteve valores inferiores a 4% durante o armazenamento. Segundo Pereira et al. (2014), a perda de massa quando superior a 6% pode tornar o fruto inadequado para a comercialização por causar perceptível depreciação na aparência dos frutos cítricos, com visível enrugamento e desidratação da casca, fato não constatado neste trabalho.

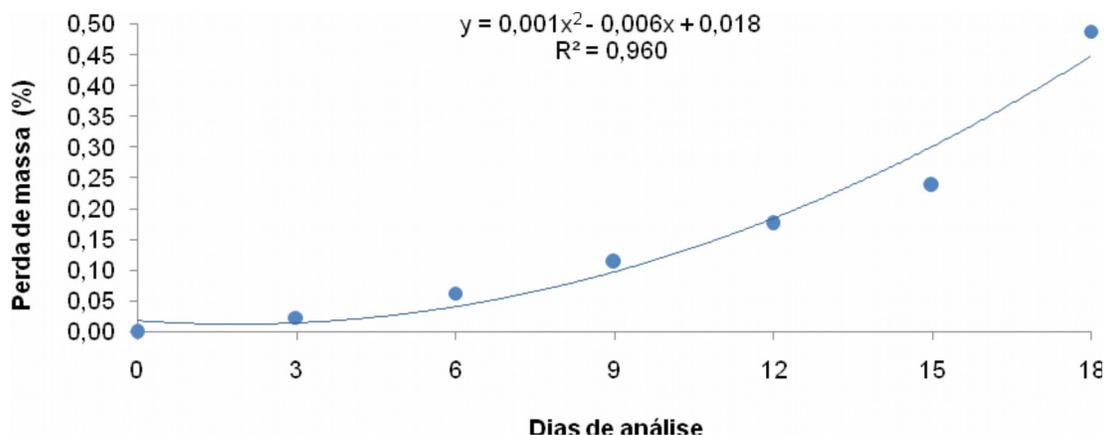


FIGURA 1 - Perda de massa (%) de laranjas 'Pêra' submetidas à diferentes doses de radiação ultravioleta C, por 18 dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15 e 18 dias).

No caso da acidez titulável (Figura 2), observa-se comportamento quadrático, em que houve ligeira redução até o 9º dia de análise com posterior manutenção até o final do experimento, no qual variaram de 0,61% a 0,51% de ácido cítrico. Valores inferiores ao relatado por Machado (2010), que atesta valor médio de 0,95% de ácido cítrico, para laranja 'Pêra'. Diniz e Oliveira (2015), trabalhando com laranja 'Kinkan', encontraram 1,14% de ácido cítrico, valores superiores também ao encontrado no presente experimento. Coelho et al. (2019), trabalhando com laranjas 'Pêra' obtiveram variação 0,61% a 0,69% de ácido cítrico, valores próximos ao do presente trabalho.

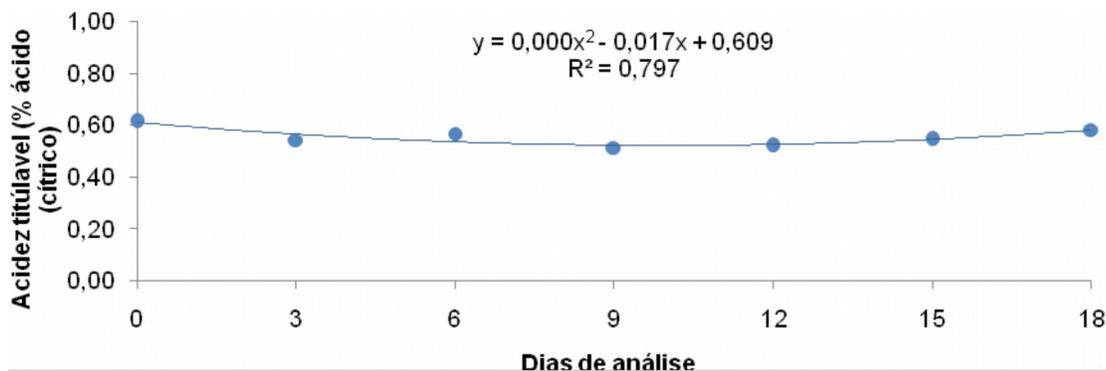


FIGURA 2 - Acidez titulável (% ácido cítrico) de laranjas 'Pêra' submetidas à diferentes doses de radiação ultravioleta C, por 18 dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15 e 18 dias).

O pH (Figura 3) apresentou comportamento de segundo grau, sendo que os valores elevaram até o 9º dia de armazenamento com posterior queda até o final do experimento, no qual variaram de 4,19 a 4,55, valores estes que encontram-se acima da faixa de 3,4 a 4,0, considerada característica de frutas cítricas (DANIELI et al., 2009). Gondim et al. (2013)

afirmaram que valores de pH mais elevados têm maior preferência do consumidor, enquanto que pH mais baixo, favorece a conservação dos alimentos por dificultar o desenvolvimento de microrganismos. Teixeira et al. (2017), trabalhando com laranjas, encontraram valor de 3,43 para o pH, resultado abaixo ao encontrado neste estudo.

Chitarra e Chitarra (2005), afirmaram que o valor do pH é inversamente proporcional ao valor da acidez titulável, isto é, quanto menor o pH, maior a acidez titulável e vice-versa, fato também constatado neste experimento.

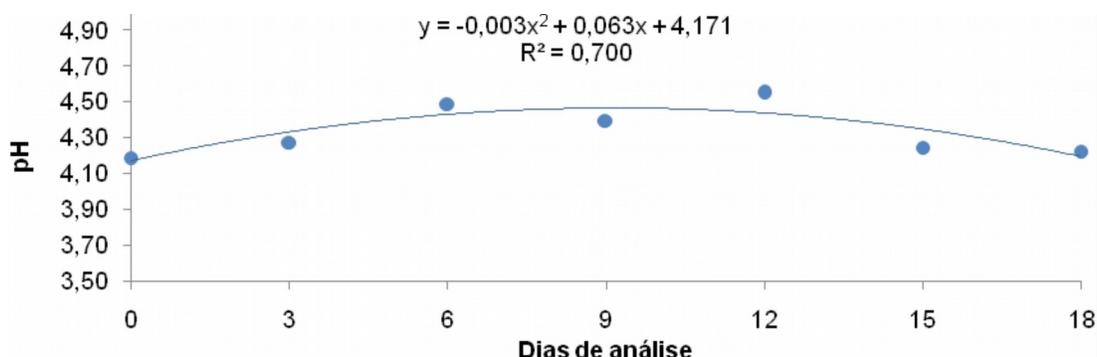


FIGURA 3 - Potencial hidrogeniônico (pH) de laranjas 'Pêra' submetidas à diferentes doses de radiação ultravioleta C, por 18 dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15 e 18 dias).

Analisando a figura 4, nota-se interação significativa para os fatores radiação ultravioleta C e dias de análise em relação ao rendimento de suco, sendo que a dose 2 kJ m⁻² apresentou maior percentual de rendimento de suco, mantendo valores acima de 31,97%, a partir do 6º dia de análise, no entanto mantiveram valores inferiores ao relatado por Machado et al. (2010), em que a variedade 'Pêra' é considerada a mais importante para a comercialização, pois seu fruto possui alta resistência durante o transporte e processamento, e, ainda, oferece elevado rendimento de suco, em média de 52% de suco.

Em laranjas 'Doce', Beber (2013) constatou 45% de rendimento de suco e Miranda et al. (2012), trabalhando com laranjas 'Pêra' colhida em condições ambiente, obtiveram variação de 39,34% e 48,71%, no qual apresentaram rendimento superior ao encontrado no presente trabalho.

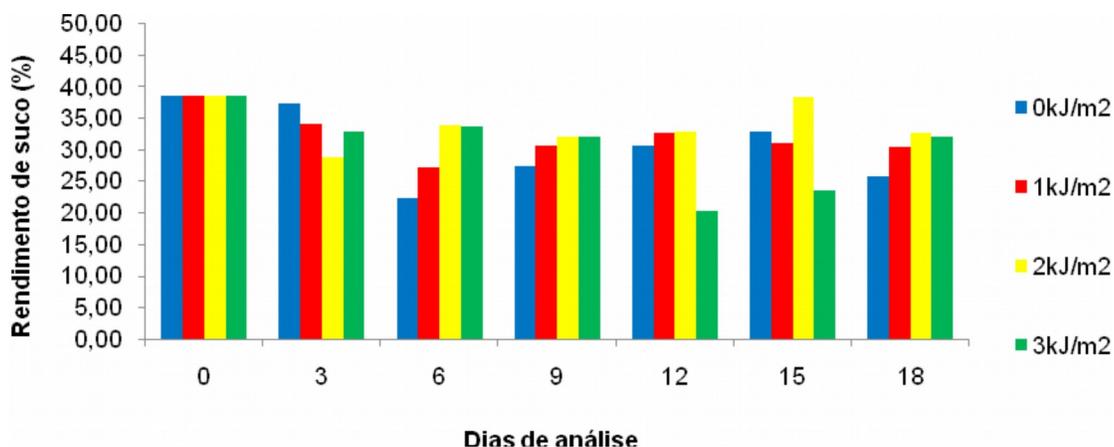


FIGURA 4 - Rendimento de suco (%) de laranjas 'Pêra' submetidas à diferentes doses de radiação ultravioleta C (0, 1, 2 e 3 kJ m⁻²), por 18 dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12, 15 e 18 dias).

Considerações Finais

Com base nas análises realizadas, conclui-se que a dose de 2 kJ m⁻² de radiação ultravioleta C foi a responsável por manter o maior rendimento de suco durante os 18 dias de análise.

Para as outras variáveis analisadas, não foi obtido efeitos significativos na pós-colheita em relação as doses de radiação ultravioleta C analisadas, evidenciando somente resultados para os dias de armazenamento.

E em relação aos dias de análise, os frutos se mantiveram em condições adequadas de consumo até o 18° dia.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pelas bênçãos em minha vida, à Universidade Estadual de Goiás (UEG), a Pró-Reitoria de Pesquisa da UEG por meio pro programa de iniciação científica (PVIC) e ao professor Dr. André José de Campos por me orientar neste projeto.

Referências

AGOSTIN, J. da S.; SCALON, S. de P. Q.; LESCANO, C. H.; SILVA, K. E. da.; GARCETE, G. J. Conservação pós-colheita de laranjas Champagne (*Citrus reticulata* × *Citrus sinensis*), **Braz. J. Food Technol**, v. 17, n. 2, p. 177-184, Campinas, 2014.

ALVES, F. de L.; ARANTES, L. de O.; ARANTES, S. D.; COSTA, R. J.; CRASQUE, J.; NETO, B. C.; SOUZA, G. A. R. Características físico-químicas de frutos de laranja em diferentes porta-enxertos, **International Journal of Development Research**, v. 10, pp. 39534-39539, 2020.

BARBARÁ, M. A.; VEIGA, J. C. da.; SILVA, B. M. P. da.; VALENTINI, S. R. de. T. e CIA, P.; BRON, I. U. Refrigeração e cera na qualidade pós-colheita da tangerina 'Fremont' IAC-54, **Citrus Res. Technol**, 41, e1055, 2020.

CARVALHO, I. R. B.; COELHO, B. E. S.; DUARTE, V. M.; SILVA, L. F. M. da S.; SOUZA, K. dos S.

M. Qualidade de laranjas 'pêra' produzidas sob sistemas de cultivo orgânico e convencional em Juazeiro-Ba, **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC**, Maceió - AL, 2018.

CECON, P. R.; LEMOS, J. P.; LEMOS, L. M. C.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. Características físico-químicas de laranja Pêra em função da posição da copa, **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 4, p. 1091-1097, 2012.

COELHO, B. E. S.; DUARTE, V. M.; SILVA, L. F. M. da.; SOUZA, K. dos S. M. de.; NETO, A. F. Atributos físico-químicos de frutos de laranja 'Pêra' produzidos sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v.5, n.1. 128-137, 2019.

DINIZ, A. B.; OLIVEIRA, D. R. de. Composição química da laranja kinkan e de frutas cítricas, **FREE THEMED ARTICLES**, Demetra, p. 835-844, 2015.

GROPPO, V. D. **Laranja Pêra (Citrus sinensis L. Osbeck) minimamente processada: efeito de cloreto de cálcio e película de alginato de sódio na fisiologia e conservação**, 2007, 96 p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, 2007.

LISBÔA, A. M. G. **Cera de carnaúba e própolis na conservação pós-colheita de laranja 'cnpmf natal 112' em condição refrigerada**, 41 f, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

MENEZES, J. L. R.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A.; SANTOS, G. L.; MENEZES, F. A. M. Relação entre perda de massa e firmeza de mamões sob armazenagem refrigerada, **59º Congresso brasileiro de química**, João Pessoa - PB, 2019.

MOURA, F. T.; MACEDO, E. N. M. de.; SILVA, S. de M.; MARTINS, L. P.; SOUSA, F. de A. R. da M.; SILVA, A. F. da S.; SANTOS, E. F. da S.; RODRIGUES, T. de L. Danos por impacto e seus efeitos na qualidade pós-colheita de citros armazenados sob condições ambientes, **Tópicos em Ciências Agrárias**, Vol. 3, Cap. 4, Belo Horizonte, 2019.

OLIVEIRA, V. C. de. **Desidratação de laranja em diferentes cortes e temperaturas**, TCC (graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, 34 f., 30 cm, Sinop, 2017.

SILVA, N. M. da P.; GUEDES, D. R. da S.; CAVALCANTI, M. da S. Análise físico-química das laranjas cravo (*Citrus reticulata*) e mimo do céu (*Citrus sinensis*), **III Conbracis**, p. 1-8, 2018.

VASCONCELOS, L. H. C. **Radiação ultravioleta C e embalagens na conservação pós-colheita de cajá-manga**. 2015. 104 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia de Agrícola) - Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2015.

