

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

TATIANE KOSLOWSKI

**EFEITOS DA LUZ UV-C NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE MORANGOS
EM PÓS-COLHEITA**

CERRO LARGO
2023

TATIANE KOSLOWSKI

**EFEITOS DA LUZ UV-C NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE MORANGOS
EM PÓS-COLHEITA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Pedro Schneider.

CERRO LARGO

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Koslowski, Tatiane

Efeitos da luz UV-C nos parâmetros de qualidade de morangos em pós-colheita / Tatiane Koslowski. -- 2023. 43 f.:il.

Orientador: Doutor Evandro Pedro Schneider

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2023.

1. Fragaria x ananassa. 2 Radiação ultravioleta. 3 Vida de prateleira. 4 Caracterização físico-química.. I. Schneider, Evandro Pedro, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

TATIANE KOSLOWSKI

**EFEITOS DA LUZ UV-C NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE MORANGOS
EM PÓS-COLHEITA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em: 14/07/2023.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
EVANDRO PEDRO SCHNEIDER
Data: 19/07/2023 21:45:54-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Evandro Pedro Schneider - UFFS
Orientador

Juliane Ludwig

Prof. Dra. Juliane Ludwig - UFFS
Avaliadora

Luana Garcia Machado

Ma. Luana Garcia Machado - UFFS
Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e por sempre estar presente na minha caminhada.

A minha família, por todo apoio e motivação, em especial aos meus pais, por todo carinho e compreensão nos momentos que não me fiz presente, a vocês devo minha gratidão por tornarem esse sonho possível.

Aos meus amigos e colegas de graduação que sempre estiveram presentes nessa jornada, em especial aos meus grandes amigos Cleidi e Luander, agradeço por todo incentivo, motivação e momentos de aprendizados. Vocês tornaram a vida acadêmica mais alegre, gratidão imensa pela amizade de vocês.

Aos meus professores da graduação por todos os ensinamentos e trocas de experiência, em especial ao meu orientador e professor Dr. Evandro Pedro Schneider, por toda paciência, compreensão e motivação para a conclusão deste trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho meu muito obrigada!

RESUMO

O morango tem conquistado amplo espaço no mercado brasileiro, devido à alta aceitação da população brasileira e mundial, considerada uma cultura economicamente importante. São altamente perecíveis, assim, o controle da pós-colheita é fundamental para garantir a sua qualidade e aumentar a sua vida útil. Um dos maiores desafios para a pós-colheita é a manutenção das características físico-químicas dos frutos, as soluções não térmicas demonstram-se uma alternativa para a redução ou inativação ação microbiana e também atua na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças. Uma das tecnologias que vem sendo estudada é a radiação por luz ultravioleta, representada no comprimento de onda entre 200 a 280 nm denominada de radiação ultravioleta de onda curta (UV-C). Neste contexto, o objetivo do trabalho foi analisar a conservação dos morangos e suas propriedades físico-químicas e patológicas (pH, Sólidos Solúveis, firmeza, massa, escala visual de incidência de doenças e cor) após seis dias de armazenamento. Utilizou-se nesse experimento o Delineamento Inteiramente casualizado (DIC), conduzido em casa de vegetação, sob condições iguais para todos os tratamentos, em esquema fatorial 2x5. O primeiro fator, referente ao período de aplicação da luz UV-C (diurno e noturno). O segundo fator doses de exposição a luz UV-C, sendo elas: 0kJ m⁻² (0 segundos); 0,270 kJ m⁻² (5 segundos); 0,55 kJ m⁻² (10 segundos); 1,1 kJ m⁻² (20 segundos); 2,2 kJ m⁻² (40 segundos), com cinco repetições, contendo em cada uma delas quatro pseudofrutos. O resultado das avaliações mostrou que não houve interação entre os tratamentos, no entanto, observou-se que o efeito individual dos tratamentos ocorreu com os morangos que receberam o tratamento de 1,1kJ m⁻² apresentaram uma maior luminosidade em relação aos demais. Ainda pode ser constatado que os frutos do tratamento noturno, apresentaram maior firmeza, massa de pseudofrutos, em relação as amostras do período diurno. A amplitude das doses testadas mostrou um efeito quadrático para a luminosidade onde valores próximos aos 40 segundos (2,2 kJ m⁻²) de luz UV-C podem apresentar efeitos negativos sobre a coloração e valores entre 18 e 24 apresentam efeito benéfico. Nas demais variáveis analisadas, sendo elas pH e Sólidos Solúveis não foram encontrados resultados significativos. Sendo assim, de modo geral, a utilização da luz UV-C foi benéfica, atuando na manutenção da firmeza e luminosidade dos pseudofrutos.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*; radiação ultravioleta; vida de prateleira; caracterização físico-química

ABSTRACT

Strawberries have gained significant market share in Brazil due to their high acceptance among Brazilian and global population, making it an economically important crop. They are highly perishable, and therefore, post-harvest control is crucial to ensure their quality and extend their shelf life. One of the major challenges in post-harvest management is maintaining the physicochemical characteristics of the fruits, non-thermal solutions prove to be an alternative for reducing or inactivating microbial action and also act in maintaining the quality of fruits and vegetables. One of the technologies being studied is ultraviolet radiation, specifically in the wavelength range of 200 to 280 nm, known as short-wavelength ultraviolet radiation (UV-C). In this context, the objective of this work was to analyze the conservation of strawberries and their physical-chemical and pathological properties (pH, Soluble Solids, firmness, mass, visual scale of disease incidence and color) after six days of storage. A completely randomized design (DIC) was used in this experiment, conducted in a greenhouse, under equal conditions for all treatments, in a 2x5 factorial scheme. The first factor refers to the period of application of UV-C light (nighttime and daytime). The second factor is doses of exposure to UV-C light, namely: 0 kJ m⁻² (0 seconds); 0.270 kJ m⁻² (5 seconds); 0.55 kJ m⁻² (10 seconds); 1.1 kJ m⁻² (20 seconds); 2.2 kJ m⁻² (40 seconds), with five replications, each containing four pseudofruits. The result of the evaluations showed that there was no interaction between the treatments, however, strawberries treated with 1.1 kJ m⁻² exhibited higher luminosity compared to the others. It was also observed that fruits treated during the nighttime showed higher firmness and pseudofruit mass compared to the samples from the daytime period. The range of doses tested showed a quadratic effect for luminosity where values close to 40 seconds (2.2 kJ m⁻²) of UV-C light may have negative effects on coloration and values between 18 and 24 have a beneficial effect. No significant results were found for the other variables analyzed, such as pH and soluble solids. Therefore, in general, the use of UV-C light was beneficial, acting in the maintenance of the firmness and luminosity of the pseudofruits.

Keywords: *Fragaria x ananassa*; ultraviolet radiation; shelf life; physicochemical characterization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pseudofrutos da variedade Flórida <i>Beauty</i> em recipientes de um quilo antes da separação para a aplicação dos tratamentos.....	22
Figura 2 – Separação dos morangos em bandejas menores para receber os tratamentos, Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFFS.....	23
Figura 3 – Aplicação dos tratamentos de UV-C, incidente sobre os pseudofrutos de morangueiro. Laboratório de Fisiologia Vegetal UFFS.....	24
Figura 4 – Médias obtidas em relação a luminosidade dos pseudofrutos sob as diferentes doses de radiação UV-C. Cerro Largo, 2023.....	32
Figura 5 – Médias obtidas em relação a coordenada “a” dos pseudofrutos sob as diferentes doses de radiação UV-C. Cerro Largo, 2023.....	33
Figura 6 – Médias obtidas em relação a coordenada b dos pseudofrutos sob as diferentes doses de radiação UV-C. Cerro Largo, 2023.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadrados médios da análise de variância para as médias das características físico-químicas, pH, °Brix (SS), firmeza, escala visual e massa de pseudofrutos em função do período de aplicação dos tratamentos com radiação UV-C em morangos.....	28
Tabela 2 – Médias obtidas em relação a firmeza, escala visual e massa de pseudofrutos em função do período de aplicação de radiação UV-C. Cerro Largo, 2023.....	30
Tabela 3 – Quadrados médios da análise de variância para as médias das características da coloração (L^* = luminosidade; a^* e b^* = coordenadas; Hue° = ângulo hue) em função do período de aplicação dos tratamentos, com as doses radiação UV-C em morangos.....	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	MORANGO	13
2.1.1	Cultivar Flórida <i>Beauty</i>	13
2.2	PRODUTIVIDADE	14
2.3	PÓS-COLHEITA.....	15
2.3.1	Pós-colheita do morango	15
2.3.2	Doenças pós-colheita	17
2.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MORANGO	17
2.4.1	pH	18
2.4.2	Sólidos Solúveis	18
2.4.3	Firmeza	19
2.4.4	Cor	19
2.5	RADIAÇÃO UV-C.....	20
2.6	EXPOSIÇÃO DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA EM ALIMENTOS.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1	LOCAL DE OBTENÇÃO DOS PSEUDOFRUTOS	22
3.1.1	Local de avaliação dos pseudofrutos	22
3.2	EQUIPAMENTO DE IRRADIAÇÃO UV-C.....	24
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	24
3.4	VARIAVÉIS ANALISADAS	25
3.4.1	Determinação do pH	25
3.4.1	Análise dos sólidos solúveis	25
3.4.2	Firmeza da polpa	25
3.4.3	Massa dos pseudofrutos	26
3.4.4	Avaliação visual para incidência de doenças	26
3.4.5	Cor do fruto	26
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa Duch*), pertencente à família das rosáceas, tornou-se uma ótima alternativa de rentabilidade para os produtores. Essa planta é nativa de regiões de clima temperado da Europa e das Américas, sendo produzida de forma comercial através do cruzamento casual de duas espécies americanas levadas a França (VIMERCATI *et al.*, 2019), originando assim um híbrido natural. O morango se caracteriza como um pseudofruto, pois o mesmo origina-se de uma única flor com vários ovários, sendo que o desenvolvimento de cada ovário produz uma fruta (ANTUNES *et al.*, 2011).

O morango apresenta várias características atrativas para obter uma boa colocação competitiva no mercado, além de apresentar uma coloração vermelha intensa, conta ainda com um ótimo aroma e sabor. Observa-se no Plano Plurianual 2017-2020, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que o morango tem uma representatividade do consumo nacional de alimentos de origem vegetal, o que representa em percentual uma taxa de 0,10% de consumo (ANVISA, 2019).

Com o aumento do consumo de morangos, é necessária uma produção que acompanhe essa demanda. Visando uma produção maior, acabam surgindo problemas fitossanitários, trazendo como consequência prejuízos financeiros e na qualidade dos pseudofrutos, dentre algumas doenças que causam prejuízos na cultura pode-se destacar as manchas foliares, ocasionando uma produção com menor desempenho, prejuízos na comercialização e exportação devido a qualidade inferior (OSHITA, 2012).

Contudo, o uso excessivo de agrotóxicos pode resultar em problemas de proporção maiores, pois pode ocasionar a resistência dos patógenos, aumento de custo de produção para o agricultor. O consumo do morango também acaba sendo afetado pela conscientização da população em consumir produtos mais saudáveis, porém é uma alternativa ágil e eficiente para combater e prevenir os patógenos causadores das manchas foliares (TANAKA *et al.*, 2005).

Para diminuir a problematização do uso de agrotóxicos, várias técnicas podem ser aplicadas para uma produção lucrativa, saudável e de qualidade, de acordo com FEIDEN (2008), para diminuir o uso de agrotóxicos sintéticos, pode-se fazer o uso do manejo orgânico. Para adequar-se ao sistema orgânico as culturas anuais devem

passar por um processo de adequação de doze meses de manejo orgânico para realizar a transição do sistema convencional para o orgânico e de dezoito meses para culturas perenes, realizando todo esse processo as culturas instaladas nesse sistema são consideradas uma produção orgânica (MAPA, 2021).

O Sistema de Produção Integrada contribui para a redução dos danos causados pelos agrotóxicos, pois este tem o intuito de usa-los de forma consciente, reduzindo assim o uso excessivo de contaminantes FEIDEN (2008). Outra alternativa também que pode ser utilizada é o uso do controle biológico e físico (MORANDI *et al.*, 2005).

Atualmente uma alternativa que vem sendo estudada para a minimização dos efeitos dos patógenos é a utilização da radiação UV-C, com o intuito de fazer a desinfestação de microrganismo, reduzindo a ação dos fungos ou bactérias (BHAT *et al.*, 2015). Em morangos frescos, os testes com a luz UV-C demonstram que tratamentos com doses de radiação UV-C de 0,25 kJ m⁻² e 1,0 kJ m⁻² apresentam um aumento o nível de antocianinas (BAKA *et al.*, 1999).

Há indícios que a radiação UV-C ao entrar em contato com a planta pode gerar espécies reativas, fazendo com que as células acionem seus mecanismos de defesa (KUMARI *et al.*, 2010). Partindo desse princípio esse projeto tem o intuito de avaliar os efeitos da luz UV-C sobre os pseudofrutos do morangueiro, avaliando as possíveis modificações em alguns parâmetros de qualidade, físico, químico e patológico dos pseudofrutos. Analisar a influência das doses de luz UV-C sobre a conservação do morango e seus aspectos físico-químicas de pH, sólidos solúveis, firmeza, massa e cor e analisar a influência do período do dia em que são aplicados os tratamentos de radiação UV-C, na qualidade pós-colheita dos frutos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MORANGO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa Duch*) é uma espécie nativa de regiões de clima temperado (ANTUNES *et al.*, 2011), sendo ela caracterizada como uma planta herbácea, de porte pequeno, rasteira, que forma pequenas touceiras. As cultivares existentes atualmente foram obtidas através de diversas hibridações e seleções.

Pertencente à família *Rosaceae*, o morango é um híbrido que se originou através do cruzamento entre duas espécies *Fragaria chiloensis* e *Fragaria virginiana* (SILVA *et al.*, 2007). O morango recebe a classificação de pseudofruto, pois origina-se de uma única flor com vários ovários, sendo que cada ovário produz um fruto. Os aquênios são os verdadeiros frutos do morangueiro, são minúsculos, duros e superficiais (TIMM *et al.*, 2009).

O morango tem uma grande aceitação por parte dos consumidores, esse pseudofruto proporciona uma grande variabilidade de utilização, servindo de matéria prima para a confecção de geleias, bolos, iogurtes, sucos, vitaminas e doces, seu consumo também é muito apreciado na forma *in natura*. Dentre as cultivares, as principais mundialmente produzidas são: Camarosa, Caminho real, Oso grande e Festival que são de dias curtos e Albion, San Andreas que são de dias neutro (ANTUNES *et al.*, 2013).

Além de proporcionar benefícios para saúde através de seus compostos antioxidantes que protegem o organismo, atuam na proteção de doenças crônicas causadas pelos radicais livres como câncer, doenças cardíacas, inflamações, entre outras. Esses compostos também são conhecidos como fitoquímicos ocasionam diversas alterações químicas que dão origem ao sabor, cor e aroma dos pseudofrutos (ERKAN *et al.*, 2008; VIZZOTO, 2009).

2.1.1 Cultivar Flórida *Beauty*

A cultivar Flórida *Beauty* (FL 12 1215) destaca-se em relação ao sabor e aroma, é uma planta de dia neutro sem a necessidade de horas de frio para o seu desenvolvimento. Outra característica também importante dessa cultivar é a sua

precocidade na entrada da produção, possibilitando uma colheita antecipada o que resulta em uma lucratividade maior ao produtor.

Além das características já citadas, os pseudofrutos dessa cultivar apresentam uma cor vermelha brilhante, sendo considerado um atrativo importante para a comercialização. Apresenta uma estrutura compacta, possibilitando o adensamento de plantas por hectare e é resistente aos fungos causadores de podridões nas raízes, não sendo necessários tantos cuidados com o manejo (EMCOCAL, 2023). Outro ponto positivo dessa variedade é a vida de prateleira, que apresenta uma longevidade pós colheita, que auxilia no manejo transporte de beneficiamento dos pseudofrutos.

2.2 PRODUTIVIDADE

A produção mundial de morangos nos últimos dez anos obteve um crescimento de 39%, passando de 6.377.557 toneladas (2011) para 8.861.381 toneladas (2020), levando em consideração que a área plantada também teve um aumento nos últimos dez anos de 18,7%, em 2011 representou uma área total de 324,084 hectares e em 2020 aumentou para 384,668 hectares, constatando assim que houve ganhos na produtividade dos morangueiros, (Anuário HF, 2022).

Embora a produção geral e a área plantada nos últimos dez anos tenham aumentado, pode ser observado um decréscimo da produção em relação ao ano anterior (2019), a produção total chegava nas 9.009.629 toneladas e área plantada de 400.026 hectares, muitos fatores podem ter contribuído para esse acontecimento, como os altos custos de produção, redução do consumo em função da renda da população, efeito relacionados com a pandemia que dificultaram o acesso aos materiais de embalagem, insumos agrícolas e entre outros, (ANTUNES; REISSER JUNIOR; BONOW, 2021).

O Brasil ocupava em 2021 a 13° posição entre os principais produtores mundiais de morango em área de cultivo, com 5.279 hectares e ocupava a 7° posição de produção mundial, atingindo 218.881 toneladas (FAOSTAT, 2022). Nos últimos dez anos, ocorreu um aumento significativo na área cultivada, e para isso adotar novas tecnologias foi fundamental, para assim aumentar o rendimento e a qualidade do produto produzido.

2.3 PÓS-COLHEITA

A pós-colheita é muito importante para um bom resultado em relação a qualidade dos pseudofrutos. São utilizadas normas específicas e criteriosas, dependendo dos cultivos as técnicas de pós-colheita devem ser realizadas com mais cuidado, como é o caso do morango, por se tratar de um fruto de muita fragilidade em relação ao manuseio, as técnicas devem ser cuidadosas para que não ocorra dano mecânico. Deve-se também dar atenção redobrada ao ponto de colheita e em relação as condições ambientais, como o excesso de temperatura elevada e doenças causadas por microrganismos e fungos (BALBINO *et al.*, 2016).

A pós-colheita propriamente dita tem seu início com o desligamento do fruto da planta mãe, e logo após então passara por processos de armazenamento, conservação, transporte e comercialização, todos esses processos devem seguir uma serie de técnicas que visam o mínimo de perdas da produção (CAVALLARI *et al.*, 2018) e tem seu fim quando chega até as mãos do consumidor final, ocorrendo assim o consumo do produto.

Vale ressaltar que durante esse processo os pseudofrutos ainda permanecem com o seu metabolismo ativo, estando sujeitos a sofrerem alterações devido as adversidades encontradas pelo caminho em relação a temperatura, conservação, umidade. Portanto, faz-se necessário ter um cuidado maior para que não gere perdas ao produtor em relação à qualidade dos pseudofrutos e a lucratividade do mesmo e, assim, evitando desperdícios (VESPUCCI *et al.*, 2018).

2.3.1 Pós-colheita do morango

Devido ao alto teor de água e açúcares os morangos são altamente perecíveis, isso faz com que ocorra a redução da vida de prateleira dos pseudofrutos, podendo ocorrer a contaminação microbiológica que causa deterioração dos frutos perdendo o seu valor econômico (MEDEIROS *et al.*, 2018). Segundo Rosa *et al.* (2018), a falta de utilização de técnicas de pós colheita pode ocasionar mais de 50% de perdas dos pseudofrutos, causando um prejuízo ao produtor por não ter um produto de qualidade para a comercialização.

O controle da pós-colheita dos morangos é fundamental para garantir a sua qualidade e aumentar a vida de prateleira, utilizar o conjunto de Boas Práticas desde

a fase de colheita até a pós-colheita para obter um produto de maior qualidade, mais saudável, atendendo as exigências do mercado, tornando o produto mais atrativo e como consequência, maior lucratividade ao produtor (BALBINO *et al.*, 2016).

Ao longo do processo de armazenamento dos morangos um dos grandes problemas encontrado é a perda de água, que ocasiona uma aparência murcha nos morangos e faz com que ocorra a redução do valor comercial do produto. A pós-colheita dos morangos é um processo delicado que interfere na qualidade e na vida útil do fruto, este processo inclui a lavagem, classificação, embalagem e armazenamento dos morangos, estes tratamentos devem ser realizados com cuidado pois estes podem afetar a qualidade do morango, especialmente a cor, o sabor e a textura, (AHMADI *et al.* 2017).

Alternativas que foram estudadas para diminuir os efeitos negativos da perda de água dos morangos é o revestimento comestível associado com óleos essenciais que podem melhorar a estabilidade de morangos durante o armazenamento, minimizando a perda de massa e alterações no pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis e textura dos pseudofrutos (MORADI *et al.* 2019; DONG *et al.*, 2020), auxiliando, assim, na qualidade dos morangos durante o armazenamento.

Além disso, a temperatura e a atmosfera de armazenamento são fatores críticos para a conservação pós-colheita dos morangos. Em um estudo realizado por Javanmardi *et al.* (2016), foi avaliado o efeito do armazenamento a diferentes temperaturas e atmosferas na qualidade dos morangos. Os autores observaram que o armazenamento a 5 °C e em atmosfera modificada com CO₂ reduziu a perda de peso e a atividade respiratória dos morangos, além de manter a cor e o teor de ácido ascórbico da fruta.

Outra alternativa de tratamentos de conservação é a aplicação de tecnologias de processamento, como a irradiação gama, ou seja, pode ser uma estratégia para aumentar a vida útil dos morangos. Em um estudo realizado por Wu *et al.* (2010), foi avaliado o efeito da irradiação gama na qualidade de morangos armazenados a diferentes temperaturas. Nesse trabalho, o autor observou que a irradiação gama reduziu significativamente a perda de peso e a atividade respiratória dos morangos, além de manter a cor e o teor de ácido ascórbico da fruta.

Além das técnicas descritas acima, uma prática de pós-colheita muito importante na conservação de frutas é a radiação UV-C, através do estudo realizado por Marquenie *et al.* (2002), verificou-se a redução do desenvolvimento de fungos em

morangos com o uso de luz UV-C. Esse tratamento apresenta algumas vantagens como, baixo tempo de contato, não produção de residual tóxico e também não apresenta restrições legais de uso (KEYSER *et al.*, 2008).

Sendo assim, o controle da pós-colheita dos morangos é fundamental para garantir a qualidade e a vida útil da fruta. A aplicação de revestimentos comestíveis, a manipulação da temperatura e da atmosfera de armazenamento, a irradiação gama e a aplicação de luz UV-C são algumas das estratégias que podem ser utilizadas para prolongar a vida útil dos morangos e manter a sua qualidade.

2.3.2 Doenças pós-colheita

O morango é um pseudofruto sensível a danos causados por bactérias, fungos e vírus devido ao alto nível de perecibilidade no armazenamento, ocasionando perdas de qualidade e reduzindo o valor comercial quando estes penetram nos ferimentos causados no manejo ou nas aberturas naturais dos pseudofrutos (CONTIGIANI *et al.*, 2018).

Dentre as inúmeras doenças infecciosas do morangueiro, tanto fúngicas, bacterianas ou virais, a que mais se destaca é a causada por fungos, ocasionando prejuízo aos produtores. O morango é amplamente comercializado na sua forma *in natura* portanto é extremamente importante a sanidade dos mesmos, a atenção para as doenças que ocorrem na pós-colheita deve ser redobrada, porque afetam diretamente na sua comercialização (TANAKA *et al.*, 2005). O fungo pós-colheita que mais se destaca na cultura do morangueiro é o *Botrytis cinérea*, que também está presente em outras frutas e vegetais, ocasionando muitas perdas. Na cultura do morango, esse fungo se apresenta na forma de mofo acinzentado (MARQUENIE *et al.*, 2002).

2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO MORANGO

O conhecimento das técnicas de manuseio pós colheita tem grande importância para a qualidade final do produto que será comercializado, estas características podem ser afetadas devido ao manejo incorreto dos pseudofrutos, onde por muitas vezes causa danos físicos que são porta de entrada para patógenos que resultam na deterioração dos pseudofrutos, alterando sua firmeza e aparência.

As características físico-químicas incluem atributos como a aparência, firmeza, aroma e sabor, o valor nutritivo é resultante da presença de componentes químicos, propriedades mecânicas, e ausência ou presença de defeitos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os atributos citados acima podem variar dependendo da variedade ou cultivar, cada variedade apresenta características específicas conforme a finalidade da produção, são alterados também conforme o clima, estágio de maturação, solo, técnicas de cultivo e outros. Esses atributos devem ser monitorados afim de aprimorar as técnicas de conservação para a obtenção de maior qualidade aos pseudofrutos e lucratividade ao produtor (LEITE, 2004).

2.4.1 pH

Segundo estudos de Martinez *et al.* (2015), o pH dos morangos varia de 3,0 a 3,5 sendo que é influenciado por fatores como a cultivar, a maturação e as condições ambientais. O pH segundo os autores está relacionado diretamente com a aceitação dos pseudofrutos pelo consumidor, visto que morango com pH mais baixo está associado a uma acidez maior do fruto, portanto é menos apreciado pelo consumidor.

De acordo com Maqbool *et al.* (2015), o pH é um fator importante que afeta a capacidade antioxidante dos morangos, os autores avaliaram o efeito do pH na atividade antioxidante de extratos de morango e observaram que a atividade antioxidante aumentou com a diminuição do pH, indicando que os morangos com pH mais baixo possuem maior capacidade antioxidante.

O pH não depende somente da variedade da cultivar, sua variação pode ser influenciada por vários fatores, como por exemplo, condições climáticas, tipo de solo, época de colheita, manejo que é realizado na cultura. A constatação disso é que uma mesma variedade pode apresentar diferenças de pH conforme o local de cultivo, condições ambientais, época e manejo que foi empregado na cultura.

2.4.2 Sólidos Solúveis

Associado a doçura dos pseudofrutos o valor do teor de sólidos solúveis é expresso em °Brix, de acordo com Kader (1991), o morango *in natura* possui teor de sólidos solúveis entre 4,1 e 11,9 °Brix, ocorre uma variabilidade entre esses valores conforme a cultivar e condições climáticas que a cultivar se encontra, também pode

ter interferência em relação ao manejo que é aplicado na cultura. O teor de sólidos solúveis (SS) é formado por substâncias dissolvidas na polpa das frutas, estando presentes na sua constituição açúcares e neles conter sacarose, frutose e glicose. Além desses também podem ser encontrados pectinas, fenólicos, vitaminas, sais, ácidos e aminoácidos (CHITIRRA; CHITARRA, 2005).

2.4.3 Firmeza

A redução da firmeza nos pseudofrutos do morangueiro é associada ao amolecimento excessivo, o que leva a diminuição da vida de prateleira do morango e também sua contaminação através de microrganismos (LAGAERT, 2009). A firmeza é um dos componentes importantes na pós-colheita, visto que a qualidade e resistência dos pseudofrutos depende do estado de firmeza que se encontram para que não ocorra a deterioração dos pseudofrutos através da ação microbiana (CENCI, 2006).

É fundamental o conhecimento da firmeza da polpa e é por meio dela que pode ser feito o estabelecimento indireto das transformações na estrutura celular por meio da resistência mecânica. A resistência mecânica resulta na deformação, desintegração e fluxo do alimento do alimento sobre a aplicação de uma força, a alteração da textura é um indicativo de (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A degradação da parede celular com ou sem a ação de enzimas pode resultar na redução da firmeza em morangos (AZEVEDO, 2007). Com essa degradação pode ser facilitada a entrada de fungos resultando na contaminação, no caso dos morangos essa contaminação ocorre principalmente pelos microrganismos *Botrytis cinerea* (VICENTE; SOZZI, 2007).

2.4.4 Cor

Através do ângulo Hue (h°) é caracterizada a coloração vermelha do morango, sendo um importante indicativo para a tonalidade da cor vermelha, resultados de menor valor indicam que a cor está mais próxima do vermelho enquanto que, resultados de maior valor, indicam que a cor está mais próxima do verde (FERREIRA; SPRICIGO, 2017).

Segundo Calegaro *et al.* (2002), a manutenção da cor dos morangos durante o armazenamento é considerada um atrativo comercial, visto que uma coloração

vermelho intenso é relacionada a um parâmetro de qualidade desejado, quando os pseudofrutos apresentam um escurecimento compromete seu aspecto visual e diminui seu valor comercial por não ter tanta aceitação do consumidor final.

2.5 RADIAÇÃO UV-C

A radiação UV-C é caracterizada como comprimento de onda curta de 100-280nm, sendo a mais distante da luz visível e pode ser reproduzida de forma artificialmente com lâmpadas de baixa pressão de mercúrio que emitem ondas de 254nm (BINTSIS et al., 2000).

Estudos mostram que radiação UV-C age em bactérias, vírus e fungos alterando seu material genético podendo inibir sua replicação. Podendo causar danos fotoquímicos na estrutura dos micro-organismos como desorganização da parede celular e desnaturação proteica (EVANGELISTA, 2015). A eficiência da radiação se dá através da descarga elétrica os íons da fase gasosa das lâmpadas se ionizam, liberando fótons responsáveis pelas alterações no DNA (OTTO *et al.*, 2011).

Constatando a influência na inativação microbiana, o tratamento com UV-C se destaca sendo causador de estresse abiótico nos tecidos das plantas e, assim, ativando seus mecanismos de defesa (SEVERO, 2009). Esses efeitos do mecanismo de defesa incluem a modificação da parede celular, aumento da atividade antioxidante, acúmulo de compostos antimicrobianos e compostos fenólicos (ALOTHMAN, BHAT, KARIM, 2009; TIECHER, 2010).

2.6 EXPOSIÇÃO DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA EM ALIMENTOS

A aplicação da radiação ultravioleta em alimentos tem como intuito reduzir ou eliminar as contaminações por microrganismos, visando também a conservação dos alimentos (BARBOSA, 2015). A exposição da radiação atua diretamente no DNA do microrganismo, considerado um método artificial em decorrência do baixo poder de penetração nos tecidos (SOUZA, 2012). As vantagens da radiação UV-C em comparação a outros métodos de desinfecção é a ausência de resíduos na superfície do fruto e também não proporciona efeitos negativos para o meio ambiente e saúde humana (GUERRERO *et al.*, 2004).

A radiação UV-C promove estresse abiótico nos tecidos das plantas ativando seus mecanismos de defesa, esses efeitos modificam a parede celular, aumentando a atividade antioxidante, compostos fenólicos e o acúmulo de compostos antimicrobianos (TIECHER, 2010). Sendo assim, acredita-se que, com uso de radiação, pode-se obter melhorias na qualidade dos pseudofrutos, pois com o aumento da proteção dos pseudofrutos pode-se reduzir o número de defensivos, tornando uma produção mais saudável e de qualidade.

A utilização da radiação UV-C tem mostrado resultados promissores para frutas e verduras, ressaltando seu efeito de potencial benéfico sendo utilizado no tratamento pós colheita. Esse resultado pode ser confirmado pois a utilização da luz UV-C tem efeito sobre a carga microbiana, causando sua redução, fazendo com que metabólitos secundários sejam ativados reduzindo a velocidade de senescência (GUERRERO-BELTRÁN et al. 2004).

Segundo Marquenie *et al.* (2003), a aplicação de radiação UV-C para o controle do esporo *B. cinerea*, ocorreu na dose de 1 kJ m^{-2} durante 15 minutos de aplicação, a uma temperatura de $45 \text{ }^{\circ}\text{C}$, mostrando-se ser um tratamento muito eficiente e promissor. Outro trabalho realizado por Manzocco *et al.* (2010) relata que os resultados demonstram que a exposição à luz UV-C pode permitir a descontaminação não térmica da superfície do melão minimamente processado, podendo aumentar sua vida de prateleira. Após o tratamento com UV-C, não apenas os micro-organismos foram mortos, mas também foi observada uma melhora no sabor do produto, bem como uma diminuição no vazamento de frutas durante o armazenamento refrigerado do produto.

A radiação UV-C também se mostrou eficiente na sanitização da maçã, os autores observaram que as doses de 1,2 a $14,1 \text{ kJ m}^{-2}$ e tempos de exposição entre 1 e 25 min foram eficientes na redução de bolores e leveduras em relação a maçã que não foi tratada durante 7 a 15 dias de armazenamento (Gómez *et al.*, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE OBTENÇÃO DOS PSEUDOFRUTOS

Os pseudofrutos da variedade Florida *Beauty* são provenientes da SCH Morangos, estando localizada no município de Cerro Largo, região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, possui sistema de cultivo protegido, fora do solo e em substrato. Após a obtenção, os mesmos foram transportados ao laboratório de Fisiologia Vegetal pertencente a Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo.

3.1.1 Local de avaliação dos pseudofrutos

As avaliações foram realizadas no laboratório de Fisiologia Vegetal e Pós-Colheita e no laboratório de Agroecologia da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo.

Na chegada dos pseudofrutos ao laboratório manteve-se os mesmos em temperatura refrigerada para que, no processo de separação, não ocorresse aceleração na degradação dos mesmos. A partir de 4kg de morangos (Figura 1) foram selecionados os pseudofrutos para a realização do experimento.

Figura 1 – Pseudofrutos da variedade Flórida *Beauty* em recipientes de um quilo antes da separação para a aplicação dos tratamentos.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os pseudofrutos foram selecionados para obter características uniformes, com o intuito de padronizar as amostras em relação ao grau de maturação, tamanho e livre

de danos mecânicos e doenças visíveis, buscando-se assim uma homogeneidade das unidades experimentais (Figura 2), sendo essas acondicionadas em embalagens de Polietileno tereftalato – PET, e logo após envoltas com filme de Policloreto de Vinila (PVC).

Figura 2 – Separação dos morangos em bandejas menores para receber os tratamentos, Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFFS.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

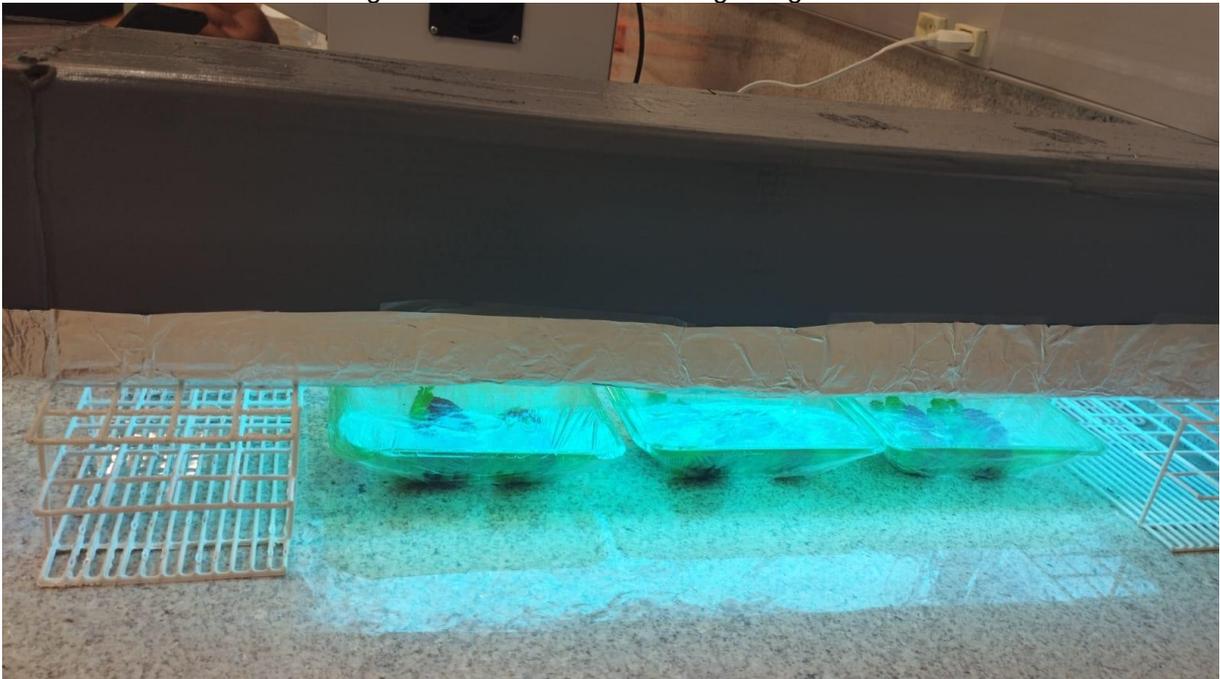
As bandejas já selecionadas foram armazenadas em duas B.O.D ambas com a temperatura de 10 °C e umidade relativa de 90-95 %, as aplicações dos tratamentos foram realizadas na mesma hora do dia. Uma B.O.D foi programada para ter 6 horas de escuridão e a outra para ter 6 horas de luz após a aplicação das doses de radiação, sendo considerado assim o tratamento 1 (6 horas de escuridão) denominado como tratamento noturno e o tratamento 2 (6 horas de luz) denominado como tratamento diurno.

Para o tratamento diurno as aplicações de radiação foram realizadas na presença de luz e o tratamento noturno realizados sem a presença de luz no momento e após a aplicação da radiação, justifica-se testar o efeito da aplicação de radiação no período noturno pelos benefícios descritos por descrito por Janisiewicz et al. (2016), que indica que as fotolises e mecanismos de fotoreparação são inibidas quando a radiação UV-C é realizada em condições de escuridão.

3.2 EQUIPAMENTO DE IRRADIAÇÃO UV-C

A aplicação da luz UV-C nos pseudofrutos foi realizada através de uma estrutura constituída com as seguintes proporções: 73 cm de comprimento, 19 cm de largura, 16 cm de altura, feita de papelão revestida em papel alumínio, na parte superior interna da estrutura foi acoplada uma lâmpada UV de 55 watts (Osram 30 HNS L, radiação 254nm. Uma das laterais da estrutura foi aberta para expor os pseudofrutos na radiação UV-C (Figura 3). Esse protótipo foi baseado em trabalhos de (PIPER, 2022) e (SANTIAGO, 2021) e adaptado pela autora. Os tratamentos foram aplicados a 15 centímetros de distância entre os pseudofrutos e a lâmpada.

Figura 3 – Aplicação dos tratamentos de UV-C, incidente sobre os pseudofrutos de morangueiro. Laboratório de Fisiologia Vegetal UFFS.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Utilizou-se nesse experimento o Delineamento Inteiramente casualizado (DIC), conduzido em casa de vegetação, sob condições iguais para todos os tratamentos, em esquema fatorial 2x5, sendo, dois diferentes períodos em que ocorreu a aplicação de radiação UV-C (diurno e noturno) e cinco doses de radiação: $0 \text{ kJ m}^{-2} = 0$ segundos; $0,270 \text{ kJ m}^{-2} = 5$ segundos; $0,55 \text{ kJ m}^{-2} = 10$ segundos; $1,1 \text{ kJ m}^{-2} = 20$ segundos e $2,2$

$\text{kJ m}^{-2} = 40$ segundos, com cinco repetições, contendo em cada uma delas quatro pseudofrutos.

Totalizou-se 50 unidades experimentais, destinou-se 25 bandejas contendo 4 pseudofrutos em cada bandeja para cada tratamento (diurno e noturno).

3.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

Foram analisados os efeitos dos tratamentos sobre os pseudofrutos nas seguintes variáveis: pH, sólidos solúveis (SS), firmeza, massa de pseudofrutos, escala visual de incidência de doenças e cor, avaliados em laboratório ao final do experimento no 6° dia de armazenamento.

3.4.1 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada com a polpa dos pseudofrutos, realizada de forma manual, fazendo a maceração dos pseudofrutos com o auxílio do pistilo de porcelana. O equipamento utilizado para a determinação do pH foi o pHmetro de bancada, sendo que o mesmo foi devidamente calibrado antes do uso com as soluções tampão (pH 4,0 e 7,0).

3.4.1 Análise dos sólidos solúveis

Para a análise dos sólidos solúveis (SS) foi utilizado o refratômetro digital, a extração do suco foi realizada de forma manual, fazendo a maceração dos pseudofrutos. O equipamento foi calibrado com água destilada sobre o prisma afim da leitura ser zero antes de realizar as análises e, logo após, realizou-se a secagem do mesmo com papel toalha, a cada avaliação era realizada a limpeza do refratômetro com água destilada para que não ocorra interferência entre uma avaliação e outra, os resultados do refratômetro foram expressos em °Brix.

3.4.2 Firmeza da polpa

Para realizar a avaliação de firmeza, foi utilizado um penetrômetro analógico portátil modelo PRT-100, foi utilizada a ponteira de 8 mm. Para realizar a perfuração

cada pseudofruto foi apoiado de forma horizontal na bancada para se obter um padrão na perfuração, a penetração da ponteira foi feita de cima para baixo na metade dos pseudofrutos, sendo sempre realizado pela mesma pessoa para que não ocorresse interferências na forma de execução da avaliação. Os resultados obtidos eram expressos em kgf.

3.4.3 Massa dos pseudofrutos

Para a determinação da massa dos pseudofrutos, foi realizada a pesagem antes da aplicação dos tratamentos e após os seis dias de armazenamento, o equipamento utilizado foi uma balança de precisão, realizando-se a pesagem dos pseudofrutos. Os resultados obtidos foram expressos em gramas.

3.4.4 Avaliação visual para incidência de doenças

Foi realizada uma avaliação visual para verificar a incidência de doenças e manchas nos pseudofrutos, observando a presença ou ausência de manchas e crescimento micelial de fungos.

Onde a incidência de doenças foi quantificada visualmente, avaliando-se os pseudofrutos por notas, sendo elas: 3 = ótimo (sem sintomas de doença; túrgido; com cor característica); 2 = bom (sem sintomas de doença; com cor característica; sem turgidez); 1 = ruim (sem sintomas de doença; sem cor característica; sem turgidez); 0 = péssimo (com sintomas de doença), criando-se assim uma escala visual para a avaliação de incidência de doenças e manchas nos pseudofrutos.

3.4.5 Cor do fruto

A avaliação da cor do fruto foi realizada através do colorímetro digital Konica Minolta 1998, ao qual fornece três variáveis para serem analisadas, a variável L* (indica a luminosidade, onde 0 = negro e 100 = branco), a coordenada a* (representa a escala verde a vermelho) e a coordenada b* (representa a escala azul a amarelo) (KONICA MINOLTA, 1998). Para cada fruto, foi feita duas mensurações em lados opostos da parte horizontal.

O ângulo Hue indica a tonalidade, nesse caso indicativo de tonalidade da cor vermelha, para calcular esse parâmetro são utilizados os dados da coordenada a^* e b^* , foi utilizada a seguinte equação para a obtenção do ângulo Hue : $\text{tang-1 } b^*/a^*$, os resultados dessa equação indicam que resultados menores apontam que a cor está mais próxima do vermelho enquanto que, resultados de maior valor, apontam que a cor está mais próxima do verde (FERREIRA; SPRICIGO, 2017).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis foram submetidas a análise de variância (ANOVA) e submetidas ao teste F, quando significativa a variância aplicou-se o teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade para dados qualitativos e análise de regressão para dados quantitativos. As análises estatísticas foram realizadas através do *software* SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as características do efeito da luz UV-C sobre a qualidade de morangos em pós-colheita, que foram armazenados na B.O.D sobre a aplicação de diferentes doses de radiação no período noturno e diurno, para pH e SS, não foram identificados efeitos significativos dos tratamentos avaliados. Os quadrados médios de variância (Tabela 1), indica significância de 5% apenas para o período de aplicação para a firmeza a polpa, escala visual e massa de pseudofrutos, pelo teste F.

Tabela 1 – Quadrados médios da análise de variância para as médias das características físico-químicas, pH, °Brix (SS), firmeza, escala visual e massa de pseudofrutos em função do período de aplicação dos tratamentos com radiação UV-C em morangos.

FV	GL	pH	SS	Firmeza	E. Visual	Massa
Período	1	0,164 ^{ns}	0,199 ^{ns}	0,070*	6,845*	248,778*
Doses UVC	4	0,021 ^{ns}	0,243 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,645 ^{ns}	8,322 ^{ns}
Período*Doses UV-C	4	0,023 ^{ns}	0,182 ^{ns}	0,002 ^{ns}	1,295 ^{ns}	5,257 ^{ns}
Erro	40	0,005 ^{ns}	1,069 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,633 ^{ns}	27,716 ^{ns}
CV%		0,70%	20,43%	18,25%	10,80%	9,48%
Média Geral		3,42	5,06	0,47	0,73	55,51

^{ns} não significativo pelo teste f ao nível de 5% de probabilidade e * significativo pelo teste f ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: elaborado pela autora (2023).

O pH nos pseudofrutos apresentou um CV de 0,70% (baixa variação), com valores médios de 3,42, não houve interação entre os tratamentos, os resultados encontrados para esta variável são condizentes com a literatura onde Sanches et al. (2017) encontrou pH médio de 3,98 na avaliação sobre os tratamentos de radiação UV-C (0,1,2 e 3 minutos de radiação) em tangerinas. A aplicação de UV-C nas doses testadas e período de aplicação não interferiram sobre este fator, confirmando que o tratamento testado não exerce efeito negativo sobre esta variável. Essa manutenção do pH durante o período de armazenamento é positiva, sendo ele um indicativo de deterioração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). De maneira geral se pode constatar que a radiação UV-C não influenciou no pH dos morangos.

O morango se caracteriza como fruta não climatérica, portanto não continua o processo de maturação pós-colheita, suas características de concentração de sólidos solúveis tendem a ser mantidos após a colheita, alterando-se somente com a degradação dos pseudofrutos, a colheita ocorre quando os pseudofrutos estiverem prontos para o consumo, com o máximo de SS (CANTILLANO, 2006).

A produção de compostos que compõe os SS é determinada pela fotossíntese da planta, a incidência de UV-C sobre os pseudofrutos não foi suficiente para alterar a sua concentração, este trabalho permite confirmar que sua aplicação não causa efeitos negativos sobre sua concentração, apresentando um coeficiente de variação de 20,43%, os valores médios encontrados de 5,06 °Brix.

Para SS a Testemunha apresentou (5,2 °Brix), seguida do T1 e T2 com (5,1°Brix), o tratamento T3 (5,0°Brix) e o tratamento T4 (4,9 °Brix), esperava-se que com o aumento da intensidade da radiação de UV-C projetada sobre os pseudofrutos, ocorressem efeitos sobre a manutenção de líquidos dentro das células, quando comparado ao tratamento testemunha, em função da manutenção da características da epiderme resultando em um efeito de diluição dos SS em função da proteção gerada, causada pela produção de compostos de defesa na epiderme e pelo aumento da resistência de polpa que será discutida a seguir.

Segundo os estudos de Souza (2012), também não apresentou diferença significativa para SS entre figos tratados com diferentes doses de radiação UV-C, nas doses 0; 0,72; 1,32; 2,64 e 4,4 kJ m² encontrando valores médios de 11,87 onde consideraram que houve diferença significativa somente para o parâmetro temperatura, não sendo verificada interação entre esta e a radiação, sendo que o tratamento testemunha e o exposto a radiação de 4,00 kJ m⁻² apresentaram as maiores médias.

Resultados encontrados para SS no presente estudo, com a variedade Flórida Beauty, ficaram com valores médios entre 4,89 e 5,31. Estudo realizado por Schneider (2022) avaliando a cultivar Pircinque (considerada referência de doçura) observou a concentração de SS variando de 6,48°Brix à 9,96°Brix, devido a ser uma nova cultivar o material testado não tem valores de referência estabelecidos.

Em estudos realizados por Batista (2017), submetem morangos da variedade Oso Grande (4,19 °Brix) a exposição de radiação UV-C nas doses de 1,44 kJ m⁻² e 2,80 kJ m⁻² por 10 e 15 minutos, ambos os tratamentos também não apresentaram diferenças significativas.

Para firmeza da polpa, escala visual e massa dos pseudofrutos o período de aplicação de UV-C foi significativo e a interação entre os tratamentos não apresentou diferença significativa (Tabela 1). As aplicações noturnas tiveram valores superiores para média da resistência de polpa à penetração, escala visual e para massa dos pseudofrutos (Tabela 2).

Tabela 2 - Médias obtidas em relação a firmeza, escala visual e massa de pseudofrutos em função do período de aplicação de radiação UV-C. Cerro Largo, 2023.

Período	Firmeza	Escala Visual	Massa de pseudofrutos
Diurno	0,43 b	0,55 b	53,29 b
Noturno	0,51 a	0,92 a	57,75 a
CV%	18,25%	10,80%	8,15%

Médias seguidas por mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A aplicação de radiação UV-C teve efeito significativo sobre a firmeza quando aplicado em condições de escuridão (aplicação noturna), o coeficiente de variação foi de 18,25% e a resistência de polpa foi 18,6% superior em relação ao tratamento diurno, este resultado é positivo para a manutenção da conservabilidade dos pseudofrutos, em função da manutenção da crocância e da redução da perda de água.

O mesmo foi constatado por Pombo et al. (2009), em seu trabalho com morangos da cultivar Aromas submetidos à UV-C, apresentaram manutenção dos valores de firmeza superiores ao tratamento controle, na dose de 4,1 kJ m⁻², os autores justificaram tal efeito com os resultados semelhantes que foram observados por Vicente *et al.*, (2005) onde pimentas tratadas com UV-C nas doses 1, 3, 7 e 14 kJ m⁻², apresentaram aumento de firmeza das amostras, mesmo após 18 dias de armazenamento a 10 °C não tendo diferenças significativas entre os tratamentos.

Observa-se que os tratamentos noturnos (0,92) obtiveram as maiores médias na escala visual de incidência de doenças em comparação ao tratamento diurno (0,55). Experimento realizado por Takeda *et al.* (2019), obteve resultados semelhantes onde plantas de morangos que receberam o tratamento com luz UV-C, realizadas aplicações noturnas duas vezes por semana durante 60 segundos, não apresentou

efeitos negativos sobre a taxa fotossintética das plantas, viabilidade do pólen, crescimento do tubo polínico, ou frutificação e desenvolvimento, comprovando que o uso da aplicação de doses de UV-C noturnas não causa efeito negativos

Outro estudo em relação a ação benéfica da aplicação em período de escuridão constatou eficácia para o manejo do fungo oídio em morangos, realizou aplicações de radiação UV-C em 60 segundos seguidas de 4 horas de período de escuridão foi o suficiente para o controle completo de oídio, pode-se então observar que os tratamentos seguidos por um período de escuridão contribuem para o dano ao DNA dos fungos e reduz significativamente a ocorrência de doenças (JANISIEWICZ *et al.*, 2016). O efeito de produção de sinergia da luz UV-C juntamente com a escuridão acontece devido à não-ativação das fotolises, pois estas necessitam de luz para realizarem o processo de fotorreativação (BEGGS, 2002).

Os quadrados médios de variância indicam que não ocorreu interação significativa entre o período de aplicação e doses de radiação sobre o efeito da luz UV-C em relação a coloração dos pseudofrutos (Tabela 3). Porém, foi possível observar efeito significativo para doses de aplicação nos fatores luminosidade coordenadas a* e b*.

Tabela 3 - Quadrados médios da análise de variância para as médias das características da coloração (L* = luminosidade; a* e b* = coordenadas; Hue° = ângulo hue) em função do período de aplicação dos tratamentos, com as doses radiação UV-C em morangos.

FV	GL	L*	a*	b*	Hue(h°)
Período	1	5,524 ^{ns}	23,543 ^{ns}	2,979 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Doses UVC	4	9,044*	22,869*	6,803*	3,411 ^{ns}
Período*Doses UV-C	4	4,879 ^{ns}	6,371 ^{ns}	3,423 ^{ns}	4,015 ^{ns}
Erro	190	3,634 ^{ns}	7,041 ^{ns}	2,415 ^{ns}	3,788 ^{ns}
CV%		6,84%	9,37%	15,12%	9,78%
Média Geral		27,873	28,324	10,281	19,901

^{Ns} não significativo pelo teste f ao nível de 5% de probabilidade e * significativo pelo teste f ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: elaborado pela autora (2023).

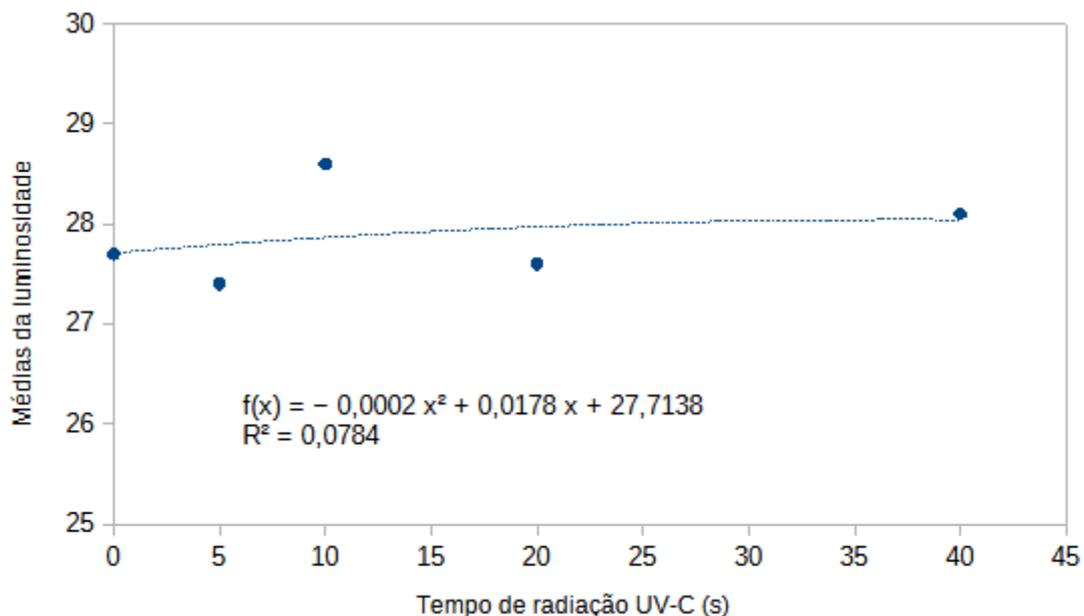
Na luminosidade da superfície dos morangos que receberam as doses de UV-C no período noturno, atingiram 28,04, diferindo significativamente do período diurno

(27.70). Segundo Calegari *et al.* (2002), a manutenção da cor dos morangos durante o armazenamento é um atributo de qualidade desejado, quando ocorre o escurecimento do mesmo os pseudofrutos perdem o atrativo visual, pois este remete a uma aparência menos apetitosa, o que diminui a aprovação pelo consumidor.

A luminosidade da epiderme dos pseudofrutos em relação as doses de UV-C, teve efeito significativo, apresentando um comportamento quadrático (Figura 4), a relação pode ser expressa pela equação $y = -0,0002x^2 + 0,0178x + 27,7138$ e $R^2 = 0,0784$. Sendo que o valor de R^2 indica uma capacidade de explicação do resultado a partir do tratamento testado.

Ponto de máxima eficiência das doses, foi a dose de 22,25 segundos resultando a luminosidade de 28,30, doses acima da máxima de eficiência podem causar escurecimento nos pseudofrutos, como no estudo de Souza (2014), constatou que mangas da variedade Tommy Atkins tratadas na dose de 2,26 kJ m⁻² apresentaram resultados de escurecimento mais elevados em relação a doses menores de radiação (0; 0,56; 1,13; 1,70 kJ m⁻²).

Figura 4 – Médias obtidas em relação a luminosidade dos pseudofrutos sob as diferentes doses de radiação UV-C. Cerro Largo, 2023.



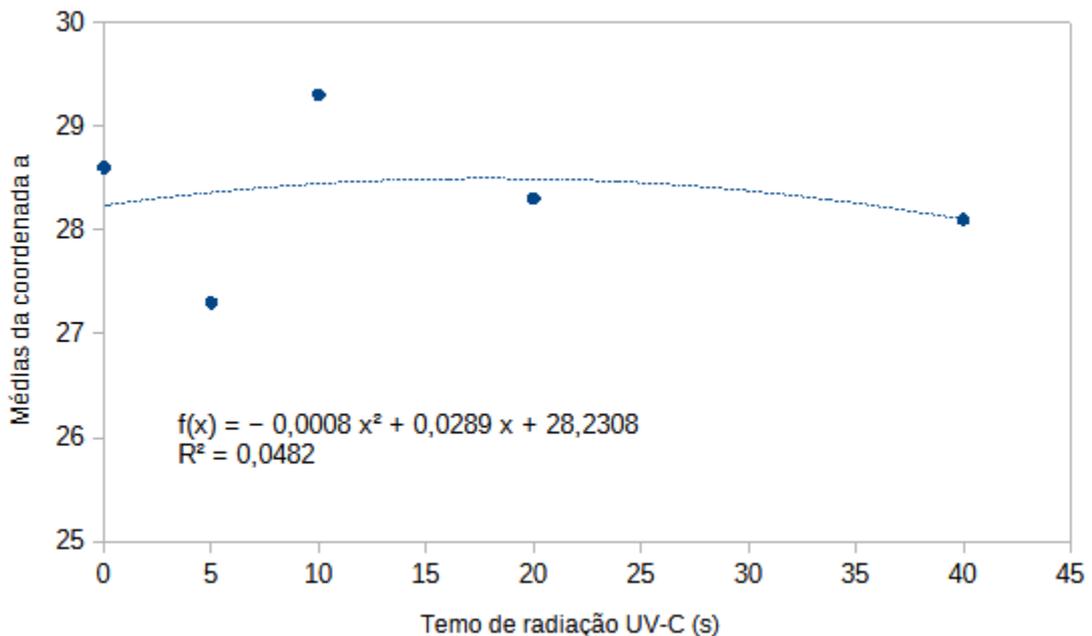
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Levando em consideração o valor do $R^2 = 0,07$ indica uma resposta baixa sobre tratamento no efeito da luminosidade, representando 7%. A máxima eficiência foi de 22,25 segundos de radiação podendo ser um indicativo para futuros trabalhos,

já que seu comportamento de curva quadrática indica que valores superiores a dose máxima testada pode reduzir a luminosidade dos pseudofrutos. Esse efeito negativo com altas doses de UV-C sobre o escurecimento dos frutos podem ser observado por Manzocco (2011) em maçãs que foram tratadas com diferentes doses de UV-C (1,2; 6,0; 12,0 e 24,0 kJ m⁻²),

Para a coordenada a*, indicativo da coloração do vermelho ao verde da epiderme dos pseudofrutos, em relação as doses de UV-C, teve efeito significativo, apresentando um comportamento quadrático (Figura 5), a relação pode ser expressa pela equação $y = -0,0008x^2 + 0,0289x + 28,2308$ e $R^2 = 0,0482$. Sendo que o valor de R^2 indica uma capacidade de explicação do resultado a partir do tratamento testado. Ponto de máxima eficiência das doses, foi a dose de 18,06.

Figura 5 – Médias obtidas em relação a coordenada “a” dos pseudofrutos sob as diferentes doses de radiação UV-C. Cerro Largo, 2023.



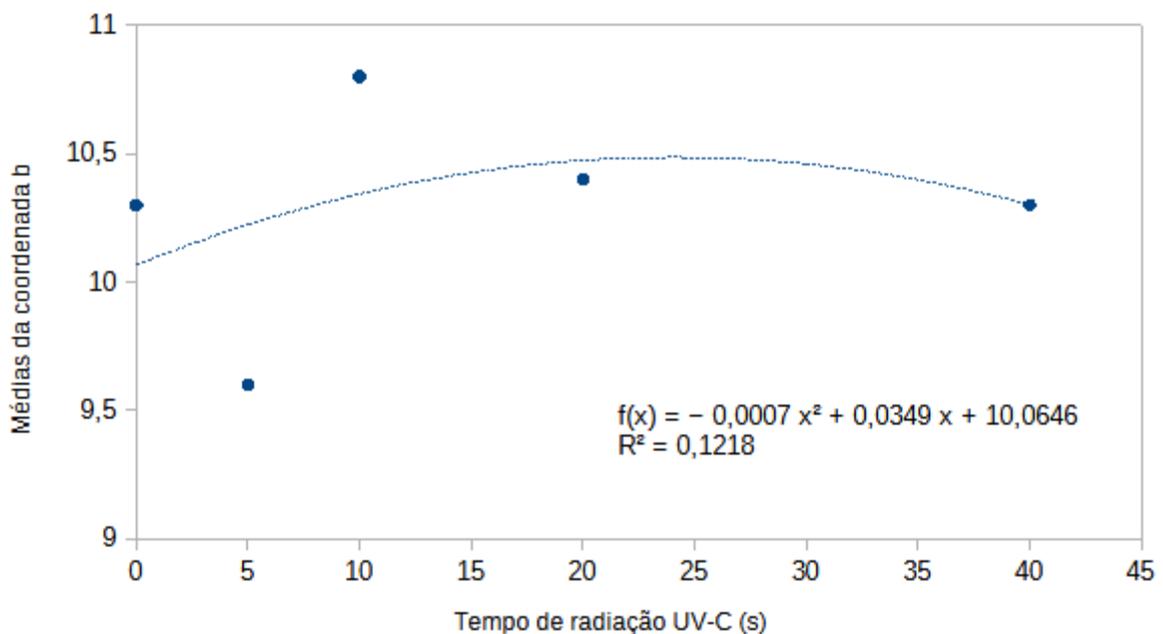
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Levando em consideração o valor do $R^2 = 0,04$ indica uma resposta baixa sobre tratamento no efeito da luminosidade, representando 4%. O valor de máxima eficiência foi de 18,06. Os resultados indicam um efeito sobre a permanência da cor vermelha, no entanto os tratamentos não são suficientes para a promoção da alteração da cor verde para o vermelho, sendo este um fator positivo pois não causa a degradação da cor vermelha o que interfere diretamente no potencial de venda dos

produtos, visto que a cor também é um atrativo visual para a comercialização. Em doses superiores a dose de máxima causa um efeito negativo sobre os pseudofrutos, causando o seu escurecimento.

Para a coordenada b^* , indicativo da coloração do amarelo ao azul da epiderme dos pseudofrutos, em relação as doses de UV-C, teve efeito significativo, apresentando um comportamento quadrático (Figura 6), a relação pode ser expressa pela equação $y = -0,0007x^2 + 0,0349x + 10,0646$ e $R^2 = 0,1218$. Sendo que o valor de R^2 indica uma capacidade de explicação do resultado a partir do tratamento testado. Ponto de máxima eficiência das doses, foi a dose de 24,9.

Figura 6 – Médias obtidas em relação a coordenada b dos pseudofrutos sob as diferentes doses de radiação UV-C. Cerro Largo, 2023.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Levando em consideração o valor do $R^2 = 0,12$ indica uma resposta baixa sobre tratamento no efeito da luminosidade, representando 12%. O ponto de máxima eficiência (24,9), representam frutos mais claros, ou seja, menos escuros em relação a cor azul, considerados frutos mais atrativos ao consumidor. Doses superiores ao ponto de máxima pode ter efeito negativo, causando um escurecimento dos pseudofrutos, tendendo a cor azul.

Referente a avaliação do ângulo Hue (h°) dos pseudofrutos, foi possível observar que os tratamentos testados não influenciaram significativamente sobre a composição geral da cor representado pelo ângulo Hue. As doses de UV-C não

influenciaram sobre a cor da epiderme indicando efeitos positivos para a manutenção dos elementos como o: brilho, cor vermelha e ausência da cor escura, nas doses mais altas identificou-se um comportamento negativo sobre as mesmas características avaliadas.

Em análise global dos efeitos da aplicação de UV-C sobre as características de cor dos pseudofrutos, identifica-se que as doses testadas apresentaram manutenção do brilho e influenciaram sobre a cor da epiderme, onde as doses iniciais indicaram efeito positivo, mas as curvas quadráticas apontam para efeitos negativos para a dose mais alta, sendo um indicativo de que o intervalo de radiação testado foi adequado, considerando os efeitos verificados na manutenção da resistência da polpa e da massa dos pseudofrutos, quando aplicada a radiação em condição de ausência de luz.

Considera-se que o trabalho vem a apresentar um importante indicativo para avaliação destes tratamentos, a aplicação noturna resultou efeito positivo sobre firmeza e massa e as doses de 18.06 a 24.9 segundos resultou em um efeito significativo para coloração. Para a realização de trabalhos futuros, pode ser realizada a avaliação de outros fatores, como os efeitos ao longo de mais dias, e exposição a agentes patogênicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as avaliações dos efeitos das doses de aplicação sobre o período de aplicação não foi identificada interação entre os tratamentos testados, conclui-se que independente do período do dia em que foram aplicadas as doses de radiação não tiveram interação com as doses.

Os resultados desse trabalho demonstram que os tratamentos tiveram efeitos eficientes sobre a manutenção das características pós colheita de morangos, utilizando a luz UV-C destacando essa técnica como promissora, influenciada pela dose e momento de aplicação.

REFERÊNCIAS

- AHMADI, E.; FALAHATKAR, B.; SADEGHI, M. Investigating the effects of postharvest treatments on quality and shelf life of strawberry fruit. **Journal of Postharvest Technology**, v. 5, n. 2, p. 49-60, 2017.
- ALOTHMAN, M.; BHAT, R.; KARIM, A. A. UV radiation-induced changes of antioxidant capacity of fresh-cut tropical fruits. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, p. 512–516, 2009.
- ANTUNES, L. E. C. et al. **Morango 2**. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. (Coleção Plantar, 68). 52 p. 2011.
- ANTUNES, L. E. C.; PERES, N.A. Strawberry Production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, v.13, n.1–2, p.156–161, 2013.
- ANTUNES, L. E. C. Brasil é o maior produtor de morango da América do Sul. **Campo & Negócio Hortifruti**. Uberlândia-MG, n. 7, janeiro. p. 92-94, 2018.
- ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L; SANTOS, A. **A cultura do morango**. Área de Informação da Sede Col Criar Plantar ABC (INFOTECA E), 2020.
- ANTUNES, L. E. C. Pequenas frutas: estratégias para o desenvolvimento. In: Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 13., Fraiburgo. **Em Anais...** Caçador: Epagri, p. 115-122, 2013.
- ANTUNES, L. E. C. Morango crescimento constante em área e produção. **ANUÁRIO HF 2021**. p. 68-92, 2021.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; BONOW, S. Morango: produção aumenta ano a ano. **Anuário Campo & Negócio HF**, p. 87-90, 2021.
- ANVISA. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimento – PARA. Relatórios das amostras analisadas no período de 2017-2018, primeiro ciclo do plano plurianual 2017-2020**. Brasília: p. 2-136, 10 dez. de 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/3770json-file-1>>. Acesso em: 17 de fev. 2023.
- AZEVEDO, S. M. da C. **Estudo de taxas de respiração e de factores de qualidade na conservação de morango fresco (Fragaria X ananassa Duch.)**, 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências do Consumo Alimentar – Ciências da Saúde). Programa de Pós-Graduação em Ciências do Consumo Alimentar, Universidade Portugal.
- BARBOSA, F. D. **Desenvolvimento de um sistema de radiação pulsada com leds UV- C para redução de patógenos pós-colheita e manutenção da qualidade de produtos agrícolas**, 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Programa de

Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BAKA, M. et al. Photochemical Treatment to Improve Storability of Fresh Strawberries. **Journal of Food Science**, 64(6), p. 1068–1072, 1999.

BALBINO, J. M. S.; BREMENKAMP, C. A.; COSTA, A. F.; BORGES, A. J. B. **Boas práticas de colheita e de pós-colheita: qualidade aproveitamento do morango**. Vitória: Incaper, 23 p., 2016.

BATISTA, F. O. **Estudo da influência das doses de radiação UV-C nas propriedades físico-química e sensorial instrumental de morango**. 2017. Dissertação (Pós-graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

BEGGS, C. B. A quantitative method for evaluating the photoreactivation of ultraviolet damaged microorganisms. **Photochemical and Photobiological Sciences**, n.6, p. 431- 437, 2002.

BHAT, R.; STAMMINGER, R. Preserving strawberry quality by employing novel food preservation and processing techniques – recent updates and future scope – an overview. **Journal of Food Process Engineering**, v. 38, p. 536–554, 2015.

BINTSIS, T.; LITOPOULOU-TZANETAKI, E.; ROBINSON, R. K. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry – a critical review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 637-645, 2000.

CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1-6, 2002.

CANTILLANO, R. F. F. Fisiologia e manejo na colheita e pós-colheita de morangos. In: CARVALHO, S. P. de. **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p. 97-105.

CAVALLARI, L. G.; BRITO, P. O.; LEITE, V. C. **Deficiências do manejo pós-colheita de frutas e hortaliças no Brasil**. Sétima Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu,. Botucatu: São Paulo, 2018.

CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. In: Fenelon do Nascimento Neto. (Org.). **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. 1a ed. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2006, v, p. 67-80.

CONTIGIANI, E. V. et al. Postharvest quality of strawberry fruit (*Fragaria x Ananassa Duch* cv. Albion) as affected by ozone washing: fungal spoilage, mechanical properties, and structure. **Food and Bioprocess Technology**, v. 11, n. 9, p. 1639–1650, 2018.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: **Fisiologia e Manuseio**. 2. ed. ver. e ampl. Lavras: UFLA, 2005, 785 p.

DONG et al. Efeito do revestimento comestível e do sistema de emulsão antifúngica no *Colletotrichum acutatum* e na vida útil de morangos. **Vietnam Journal of Chemistry**, 2020.

EMBRAPA. **Sistemas alternativos permitem reduzir impactos com agrotóxicos**. 2008. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18022237/sistemas-alternativos-permitem-reduzir-impactos-com-agrotoxicos>>. Acesso em: 25 ju. 2022.

EMCOCAL. **BEAUTY**. Disponível em: <<https://www.emcocal.com/beauty-strawberry/>>. Acesso em: 10 maio.2023.

ERKAN, M., WANG, S. Y., WANG, C. Y. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidante enzyme activity and decay in strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48 p. 163–171, 2008.

EVANGELISTA, Z. R. **Radiação UV-C e cloreto de cálcio na qualidade pós-colheita da jabuticaba ‘sabará**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Engenharia de Sistemas 66 Agroindustriais). Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2015.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria: princípios e aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M. D. **Instrumentação Pós-colheita em Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 209-220.

FAO. **Faostat 2017**. Disponível em: <<https://www.fao.org/state-of-food-agriculture/2017/en>>. Acesso em: 27 jun. 2022.

FAO. **Faostat 2019**. Disponível em: <<https://www.fao.org/state-of-food-agriculture/2019/en>>. Acesso em: 27 jun. 2022.

FEIDEN, A. **Sistemas alternativos permitem reduzir impactos com agrotóxicos** Embrapa Pantanal (Corumbá-MS). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18022237/sistemas-alternativos-permitem-reduzir-impactos-com-agrotoxicos>> Acesso: 27 mar. 2023.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria: princípios e aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M. D. **Instrumentação Pós-colheita em Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2017, p. 209-220.

Gómez, L. P., Alzamora, S. M., Castro, M. A., & Salvatori, D. M. (2010). Effect of ultraviolet-C light dose on quality of cut-apple: Microorganism, color and compression behavior. **Journal of Food Engineering**, 98(1), 60-70.

GUERRERO, B. J. A; BARBOSA, C. G. V. Review: Advantages and Limitations on Processing Foods by UV Light. **Food Science and Technology International**, v. 10, n. 3, p. 137-147. 2004.

GUERRERO-BELTRÁN, J.A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Advantages and limitations on processing foods by UV light. **Food Science and Technology International**, New York, v. 3, n.10, p.137-147, 2004.

JAVANMARDI, J.; EMAM-DJOMEH, Z.; REZAEI, K. Effects of temperature and modified atmosphere packaging on postharvest quality of strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, v. 114, p. 97-103, 2016.

JANISIEWICZ, W. J.; TAKEDA, F.; JURICK, W.; NICHOLS, B.; WOLFORD, S. A novel approach to control gray mold, anthracnose, and powdery mildew on strawberry using low-dose UV-C irradiation. **Phytopatology**, v. 105, n. 64. 2015.

KADER AA. Quality and its maintenance in relation to postharvest physiology of strawberry. Oregon: **Timber Press**; 1991. p. 145-152.

KEYSER, M.; MÜLLER, I.A.; CILLIERS, F.P.; NEL, W.; GOUWS, P.A. Ultraviolet radiation as non-thermal treatment for inactivation of microorganisms in fruit juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 9, p. 348–354. 2008.

KONICA, M. **Comunicação precisa da cor**. Sakai: Daisennishimachi, 1998.

KUMARI, R., S. SINGH AND S. B. AGRAWAL. '**Response of ultraviolet-B induced antioxidant defense system in a medicinal plant Acorus calamus**'. J. Environ. Biol. 31: p.907-911. 2010.

LAGAERT, S.; BELEN, T.; VOLCKAERT, G. Plant cell walls: Protecting the barrier from degradation by microbial enzymes. **Seminars in Cell & Developmental Biology**, v. 20, p. 1064-1073, 2009.

LEITE, A.R. Z. **Controle de deterioração f ngicas em morangos utilizando extratos brutos vegetais, frente ao fungo Botrytis cinerea**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mour o, 2004.

MANZOCCO, L., Da Pieve, S., Bertolini, A., Bartolomeoli, I., Maifreni, M., Vianello, A., & Nicoli, M. C. (2011b). Surface decontamination of fresh-cut apple by UV-C light exposure: Effects on structure, color and sensory properties. **Postharvest Biology and Technology**, 61(2-3), 165-171.

MANZOCCO, L.; PIEVE, S. da; MAIFRENI, M. Impact of UV-C light on safety and quality of fresh-cut melon. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 12, p. 13–17, 2011.

MARQUENIE, D; MICHIELS C.W.; GEERAERD, A.H.; SCHENK, A.; SOONTJENS,C; VANIMPE, J.F.; NICOLAY , B.M. Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 73, p. 187– 196, 2002.

MARQUENIE, D.; LAMMERTYN, J.; GEERAERD, A. H.; SOONTJENS, C., IMPE, J. F. V.; NICOLAÏ, B. M.; MICHIELS, C. W. Inactivation of conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructigena* 69 using UV-C and heat treatment. **International Journal of Food Microbiology**, v. 74, p. 27– 35, 2003.

MARTINEZ, G. A.; PEREIRA, L. M.; SILVA, F. L.; OLIVEIRA, J. S. Caracterização físico-química de morangos (*Fragaria × ananassa* Duch.) provenientes do município de Campo Novo do Parecis - MT. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 5, n. 2, p. 40-45, 2015.

MAQBOOL, M.; ALI, A.; RAMACHANDRAN, S.; ALDERSON, P. G.; RAUF, S. A. The effect of pH on antioxidant activity of strawberry extracts and its modulation through the inclusion of carboxymethyl cellulose in edible coatings. **Food Chemistry**, v. 166, p. 355-362, 2015.

MEDEIROS, M. C. S.; MORAIS, M. C. L.; FARIAS, J. T. F.; PONTES, E. D. S.; ARAÚJO, J. M. D.; MACHADO NETA, M. L. P.; DANTAS, B. S. ARRUDA, L. C. S. . Avaliação do Gás Ozônio em conservação de frutas e hortaliças: uma revisão o. **International Journal of Nutrology**, v. 11, n.1, p172, 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - **MAPA/Gabinete da Ministra**. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-52-de-15-demarco-de-2021-310003720>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

MORADI et al., “Efeito do revestimento comestível à base de goma de manjeriço enriquecido com extrato de equinácea na vida útil pós-colheita de morangos frescos”. **Journal of Food Measurement and Characterization** 2019.

MORANDI, M. A. B.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BETTIOL, W.; TEIXEIRA, H. Controle biológico de fungos fitopatogênicos. **Informe Agropecuário**, v. 30, n. 251, p. 73-82. 2005.

OSHITA, D.; JARDIM, I. C. S. F. **Morango**: uma preocupação alimentar, ambiental e sanitária, monitorado por cromatografia líquida moderna. *Scientia Chromatographica*. São Carlos, v. 4, n. 1, p. 52-76. 2012.

OTTO, C.; ZAHN, S.; ROST, F.; ZAHN, P.; JAROS, D.; ROHM, H. Physical Methods for Cleaning and Disinfection of Surfaces. **Food Engineering Reviews**, v. 3, p. 171–188, 2011.

PIPER, A. H. **Uso de radiação uv-c em plantas, ácaro-rajado e filmes plásticos agrícolas empregados na cultura do morangueiro**. Monografia (Graduação) – Universidade Federal da Fronteira Sul. Graduação em Agronomia. Cerro Largo – RS. 2022.

POMBO, M. A.; DOTTO, M. C.; MARTÍNEZA, G. A.; CIVELLO, P. M. UV-C irradiation delays strawberry fruit softening and modifies the expression of genes involved in cell wall degradation. **Postharvest Biology and Technology**, v. 51, p. 141–148, 2009.

ROSA, C. I. L. F.; MORIBE, A. M.; YAMAMOTO, L. Y.; SPERANDIO, D. **Póscolheita e comercialização**. p. 489-526. Maringá, 2018.

SANCHES, A. G.; SILVA, M. B.; MOREIRA, E. G. S.; COSME, S. S.; CORDEIRO, C. A. M. Radiação UVC na longevidade pós-colheita de tangerinas sob refrigeração. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 10, n. 36, p. 129-135, 2017.

SANTIAGO, E. S. G. **Radiação da luz uv-c para o controle de manchas foliares na cultura do morangueiro**. Monografia (Graduação) – Universidade Federal da Fronteira Sul. Graduação em Agronomia. Cerro Largo – RS. 2021.

SEVERO, J. **Maturação e UVC na expressão transcricional de genes envolvidos nas rotas metabólicas de parede celular, compostos fenólicos e aromas em morango**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

SCHNEIDER, A. R. **Adaptabilidade de novas seleções de morangueiro desenvolvidas pela Embrapa, em cultivo protegido e fora de solo no município de Cerro Largo-RS** Monografia (Graduação) – Universidade Federal da Fronteira Sul. Graduação em Agronomia. Cerro Largo – RS. 2022.

SILVA, R. B. V. **Uso de SISVAR na Análise de Experimentos**. Patos de Minas, MG. Agos, p. 1-66, 2007.

SOUZA, F. C. **Utilização de radiação UV-C e atmosfera modificada para conservação figo após a colheita**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola, área Pós-Colheita). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

SOUZA, V.R.; PEREIRA, P.A.P.; SILVA, T.L.T.; LIMA, L.C.O.; PIO, R.; QUEIROZ, F. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. **Food Chemistry**, v.156, n.1, p.362–368, 2014.

TANAKA, M. A. S.; BETTI, J. A.; KIMATI, H. Doenças do morangueiro (*Fragaria x ananassa*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. v. 2. São Paulo: Ceres, p. 489-500, 2005.

TIECHER, A. **Efeito da radiação UV-C na expressão gênica e nas respostas bioquímico-fisiológicas em pseudofrutos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

TIMM et al., **Morangueiro Irrigado: Aspectos técnicos e ambientais do cultivo**. 1. ed. Pelotas: Ed. da Universidade Federal de Pelotas, 2009.

VESPUCCI, I. L.; SILVA, D. D. A.; MACHADO, V. S.; CAMPOS, A. J. Conservação de maracujá silvestre sob atmosfera modificada passiva. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, v. 13, n. 3, p. 32-43, 2018.

VICENTE, A. R.; PINEDA, C.; LEMOINE, L.; CIVELLO, P. M.; MARTINEZ, G. A.; CHAVES, A. R. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. **Postharvest Biology and Technology**, v.35, p. 69–78, 2005.

VICENTE, A. R.; SOZZI, G. O. Ripening and Postharvest storage of 'soft fruits'. **Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**, v.1, n.2, p.95-103, 2007.

VIZZOTTO, M. Propriedades funcionais das pequenas frutas. 5º Seminário Brasileiro sobre pequenas frutas: **anais** p. 17-22. Bento Gonçalves - RS, 2009.

VIMERCATI, W. C.; MACEDO, L. L.; ARAÚJO, C. S.; TEIXEIRA, L. J. Q.; SARAIVA, S. H. Efeito da temperatura na cinética de secagem em leito de espuma e na degradação de antocianina em morango. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, São Paulo, 2019.

WU, R.; FREI, B.; KENNEDY, J. A.; ZHAO, Y. Effects of refrigerated storage and processing technologies on the bioactive compounds and antioxidant capacities of 'Marion' and 'Evergreen' blackberries. **Food Science and Technology**, London, v. 43, p. 1.253-1.264, 2010.