

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DANILO BRASILIANO DA SILVA

**EFEITO DO TRATAMENTO COM LUZ UV-C NA VIDA ÚTIL DE TOMATES
FRESCOS**

**CAMPO MOURÃO
2023**

DANILO BRASILIANO DA SILVA

**EFEITO DO TRATAMENTO COM LUZ UV-C NA VIDA ÚTIL DE TOMATES
FRESCOS**

Effect of treatment with uv-c light on the shelf life of fresh tomatoes

Trabalho de conclusão de curso de graduação,
apresentado como requisito para a obtenção do título de
Bacharel em engenharia dos alimentos da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof. Dr. Fábio Henrique Poliseli Scopel

CAMPO MOURÃO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

DANILO BRASILIANO DA SILVA

**EFEITO DO TRATAMENTO COM LUZ UV-C NA VIDA ÚTIL DE TOMATES
FRESCOS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação,
apresentado como requisito para a obtenção do título de
Bacharel em engenharia dos alimentos da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 20/junho/2023

Leila Larisa Medeiros Marques
Doutorado em ciências farmacêuticas
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Renata Hernandez Barros Fuchs
Doutorado em ciência de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Fábio Henrique Polisel Scovel
Doutorado em ciências e tecnologia de alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Campo Mourão

2023

Dedico este trabalho a todos que fizeram parte desta trajetória, família, amigos, professores e todos que me apoiaram durante essa longa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre presente em todos os momentos, proporcionando muita força para continuar caminhando, superando todas as dificuldades encontradas durante o trajeto.

Agradeço a toda minha família, aos meus pais e minha irmã, que não me deixaram desistir em nenhum momento, agradeço por todo amor, paciência e afeto, por todas as palavras de motivação durante horas de ligação que recarregavam as energias.

A minha namorada, que se fez presente em todos os momentos, do início ao fim dessa jornada, que sempre esteve ao meu lado, que pude compartilhar de todos os sentimentos, todos os fardos e todas as felicidades.

Aos amigos de longa data, Alef, Emerson, Wellington que sempre se fizeram presentes.

Aos laços de amizade formados durante a graduação, que com toda a certeza deixaram essa trajetória mais leve, Vanessa e João, vocês foram incríveis, nem consigo descrever a importância que foi ter vocês comigo. Estevam, que luta para chegar até aqui e que último semestre vivemos em, obrigado pela amizade e pelo companheirismo, no geral, a todo time do laboratório que pude fazer parte, contribuindo e aprendendo, Adriele, Gustavo, Kassia, Moacir, Marcelo.

Aos amigos que juntos dividimos diversas horas de estudo, Gabriel, Elisa, Agata, Larissa, Tatiane, Kayane e Amanda.

Agradeço a todos amigos de república, que proporcionaram momentos inesquecíveis, Renan, Luis Felipe, Fabio, Heloa, Felipe, Matheus, Joao Vitor, Gustavo.

Agradeço a todos os professores do departamento, em especial ao meu orientador Fabio Henrique Poliseli Scopel, obrigado pelo direcionamento e orientação que fizeram com que eu chegasse até a conclusão deste curso.

E a todos que fizeram parte da minha formação, muito obrigado.

RESUMO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é considerado uma das principais hortaliças consumidas no Brasil e no mundo. Sua curta vida útil é o principal limitante para a venda e exposições em gôndolas por longos períodos. Tecnologias que possam prolongar a vida útil de tomates e outras hortaliças vêm sendo cada vez mais estudadas e aplicadas. O emprego de tecnologias alternativas vem ganhando cada vez mais espaço dentro dos processos industriais por conta dos efeitos na inativação microbiana, pela preservação das características sensoriais dos alimentos e por serem tecnologias limpas de forma que não impactam negativamente o meio ambiente. Nesse contexto, a irradiação com luz UV-C é uma tecnologia que possui a capacidade de danificar o DNA microbiano, causando inativação do metabolismo e consequentemente inibindo a proliferação dos microrganismos, podendo ser considerada uma alternativa às tecnologias convencionais. Sendo assim, o presente estudo analisou os efeitos da luz UV-C em tomates expostos a diversas condições do binômio tempo x distância da fonte luminosa. Condições ideais foram estabelecidas a partir de análises microbiológicas e então realizado um estudo de vida útil com o objetivo de acompanhar os efeitos no crescimento microbiano e nas características físico-químicas das amostras tratadas e não tratadas. Os resultados obtidos indicaram um menor crescimento microbiológico em todas as amostras irradiadas, que no geral não apresentaram diferença significativa entre as condições ($p > 0,05$). Resultados similares foram encontrados nos aspectos físico-químicos, permitindo uma vida útil de 12 dias a temperatura ambiente.

Palavras-chave: Tomate 1; luz UV-C 2; crescimento microbiológico 3.

ABSTRACT

Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) is considered one of the main vegetables consumed in Brazil and in the world, its short shelf life is the main limiting factor to sale and display on shelves for long periods. Technologies that can extend the shelf life of tomatoes and other vegetables are being increasingly studied and applied. The use of alternative technologies is gaining more and more space within industrial processes, due to their effect on the microbial inactivation, on the sensory characteristic's preservation of foods, and because they are considered a clean technology that do not negatively impact the environment. In this sense, irradiation with UV-C light is a technology that has the ability to damage microbial DNA, causing metabolism inactivation, resulting in inhibition of the microorganism's proliferation, being considered an alternative to conventional technologies. Therefore, the present study analyzed the effects of UV-C light on tomatoes exposed to different conditions of the binomial time x distance of lights. Ideal conditions were established from microbiological results and a storage study was carried out in order to monitor the UV-C effects on microbial grow and physical-chemical characteristics of treated and untreated samples. The results indicated smaller microbiological growth in all irradiated samples ($p < 0,05$). Similar results were found on the physical and chemical aspects, allowing shelf life of 12 days at environmental temperature.

Keywords: Tomato 1; UV-C light 2; microbiological growth 3.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espectro eletromagnético com separação de Luz UV e mecanismos de desativação de DNA microbiano.	16
Figura 2 – Estrutura básica composto fenólico - flavonoide.....	18
Figura 3 – Estágios de amadurecimento do tomate.....	21
Figura 4 – Protótipo de equipamento emissor de luz UV-C para tratamento em amostras de alimentos.....	22
Figura 5 – Acondicionamento das amostras de tomates tratadas por luz UV-C e amostras controle	23
Figura 6 – Curva de concentração para a determinação de compostos fenólicos totais.	25
Figura 7 – Efeitos de tratamentos UV-C em tomates armazenados durante 12 dias em temperatura ambiente – Mesófilos aeróbios totais.	35
Figura 8 – Efeitos de tratamentos UV-C em tomates armazenados durante 12 dias em temperatura ambiente – Bolores e Leveduras.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Condições de tratamento pré-estabelecidas para a determinação das condições ideais de tratamento UV-C em tomates tipos salada.....	21
Tabela 2 – Análise de mesófilos aeróbios totais para a definição das condições ideais de tratamento.	27
Tabela 3 – Efeitos do tratamento UV-C na coloração de tomates, em relação ao parâmetro a* de cor, durante 12 dias de armazenamento em temperatura ambiente. Análise colorimétrica – ângulo matiz (h°).	28
Tabela 4 – Efeitos do tratamento UV-C na coloração de tomates, em relação a matiz de cor (h°) durante 12 dias de armazenamento em temperatura ambiente. Análise colorimétrica – ângulo matiz (h°).	29
Tabela 5 – Efeitos do tratamento UV-C na perda de massa de tomates durante 12 dias de armazenamento em temperatura ambiente.	30
Tabela 6 – Efeitos do tratamento UV-C nos compostos fenólicos totais (mg AG/100g) de tomates durante 12 dias de armazenamento em temperatura ambiente.	32
Tabela 7 – Padrões microbiológicos de <i>Salmonella</i> e <i>Escherichia coli</i> para tomates in natura.	33
Tabela 8 – Efeitos do tratamento UV-C na carga microbiana de mesofilos aeróbios totais (Log UFC/g) em tomates durante 12 dias de armazenamento a temperatura ambiente.	34
Tabela 9 – Efeitos do tratamento UV-C na carga de bolores e leveduras (Log UFC/g) em tomates durante 12 dias de armazenamento a temperatura ambiente.	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Tecnologias Emergentes	14
2.2 Luz UV-C	15
2.3 Tomate	17
2.4 Compostos fenólicos	17
2.5 Microrganismos mesofilos aeróbios totais	18
2.6 Bolores e leveduras	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1 Definição do objeto de estudo	20
3.2 Obtenção e preparo das amostras	20
3.3 Tratamento luz UV-C	21
3.4 Estudo de vida útil	22
3.5 Análise de cor	23
3.6 Análise de perda de massa	23
3.7 Análise de compostos fenólicos	24
3.8 Análises microbiológicas	25
3.8.1 Mesófilos Aeróbios Totais	25
3.8.2 Bolores e Leveduras	25
3.8.3 <i>Escherichia coli</i>	25
3.8.4 <i>Salmonella</i> spp;.....	26
3.8 Análise estatística	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Definição das condições de tratamento	27
4.2 Análise de Cor	28
4.3 Análise de perda de massa	30
4.4 Análise de compostos fenólicos	31
4.5 Análises microbiológicas	32
4.5.1 Análise de <i>Salmonella</i> sp e <i>Escherichia coli</i>	32
4.5.2 Análise mesófilos aeróbios totais	33

4.5.3 Análise de Bolores e Leveduras.....	35
5. CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS.....	40
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE DESCARTE DE FRUTAS E VERDURAS POR APODRECIMENTO NO CENTRO DE ABASTECIMENTO DE GUARULHOS	50
APÊNDICE B - RESULTADO PESQUISA DE DESCARTE DE PRODUTOS.....	52

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma das principais hortaliças produzidas e consumidas no Brasil, chegando ao mercado de maneira *in natura* ou processado (TREICHEL; CARVALHO; FILTER e ROMA, 2016). Dentre a grande variedade de hortaliças, destaca-se entre as mais consumidas, principalmente nas refeições diárias, pelo seu amplo uso na gastronomia em molhos, purês, doces, geleias e sucos (CONAB, 2016; BINOTI *et al.*, 2013). De acordo com a Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022), a produção nacional de tomates em 2021 se aproximou a 4,0 milhões de toneladas, sendo a 10º maior produção mundial. A China lidera o ranking com uma produção de aproximadamente 65 milhões de toneladas (FAOSTATS, 2022).

A vida útil curta é uma das principais limitações para a venda, exposição em gôndolas e feiras livres por períodos prolongados. Desta forma, cuidados pós-colheita são importantes na manutenção das características de frescor do tomate, contribuindo no prolongamento da sua vida útil e abrindo novas oportunidades de agregar valor ao fruto (PINHEIRO *et al.*, 2016).

O uso de produtos químicos para prolongar a vida pós-colheita de frutas e hortaliças tem se tornado menos aceito pelos consumidores, uma vez que esses compostos podem deixar resíduos prejudiciais à saúde e ser contaminantes do meio ambiente (LEMOINE *et al.*, 2008). Para atender a esta demanda crescente por parte dos consumidores, nos últimos anos tem-se estudado tecnologias alternativas que são capazes de prolongar a vida útil de alimentos *in natura*, mantendo seu aspecto fresco sem o uso de produtos químicos (GEORGE *et al.*, 2015).

Uma dessas metodologias é a luz ultravioleta (UV), que tem sido utilizada nos últimos anos para aumentar a qualidade de hortaliças e reduzir os impactos ambientais que as tecnologias tradicionais podem causar. Ela se divide em três regiões: UV-C (200 a 280 nm), UV-B (280 a 320 nm) e UV-A (320-400 nm). Nas regiões de comprimentos de onda mais curtos, a luz UV tem ação germicida pois afeta as ligações que formam o DNA dos microrganismos, provocando sua inativação (BEGUM; HOCKING; MISKELLY, 2009). O principal efeito da luz UV-C no DNA microbiano está relacionado à habilidade de causar um *cross-linking* entre a timina e a citosina na mesma fita. Este efeito causa bloqueio da transcrição e replicação do

DNA, comprometendo suas funções celulares e eventualmente levando à morte celular (SASTRY; DATTA; WOROBO, 2000).

Estudos indicam inúmeros benefícios com o tratamento por luz UV-C em alimentos. Segundo Souza (2014), o tratamento com UV-C em mangas minimamente processadas levou ao aumento dos compostos fenólicos e da atividade da enzima fenilalanina amonialiase (PAL), redução das enzimas polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POD) e pectinametilesterase (PME), resultando em maior tempo de vida útil. Em bananas, a luz UV-C apresentou resultados positivos quanto aos atributos de qualidade e retardo na ação de enzimas oxidativas, diminuindo de forma efetiva a velocidade de podridão dos frutos (MOHAMED *et al.*, 2017). Estudos utilizando luz UV-C em abacaxi obtiveram bons resultados quanto ao valor nutricional, tendo um aumento no teor de ácido ascórbico, luteína, α – caroteno, β – caroteno e retinol, tanto da casca quanto na polpa (FREITAS *et al.*, 2015).

Outras vantagens importantes desta tecnologia residem na obtenção a baixo custo de equipamentos, fácil manuseio, baixa ou nula geração de resíduos, sem uso de produtos químicos que podem causar problemas ecológicos e/ou serem potencialmente prejudiciais à saúde (ALLENDE; ARTÉS, 2003; RUBIRA *et al.*, 2005). Sendo assim, a luz UV-C pode ser um tratamento viável e com potencial para se tornar uma alternativa tecnológica, melhorando a conservação de frutas e vegetais frescos e aumentando a sua vida de prateleira (LU *et al.*, 2016).

Apesar das inúmeras vantagens e diversificação nos alimentos que podem servir de objeto de estudo para o tratamento com luz UV-C, a maioria dos estudos trabalham de maneira combinada com outros métodos de conservação, tais como luz pulsada, atmosfera modificada e armazenamento a baixas temperaturas. Atualmente, são poucas as referências quando se trata apenas do emprego da tecnologia ultravioleta com a amostra armazenada em temperatura ambiente para aumentar a vida de prateleira. Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos físico-químicos e microbiológicos da luz UV-C em amostras de tomate *in natura* armazenados em temperatura ambiente.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos físico-químicos e microbiológicos da luz UV-C em tomates *in natura* armazenados em temperatura ambiente.

1.1.2 Objetivos específicos

Avaliar o crescimento de mesófilos aeróbios em tomates frescos tratados por diferentes condições do binômio tempo de exposição *versus* distância da fonte luminosa e determinar as melhores condições de tratamento para o estudo de vida de prateleira.

Determinar os efeitos da Luz UV-C nas características físico-químicas de coloração, perda de massa e teor de compostos fenólicos em comparação com a amostra controle durante o armazenamento.

Determinar nas amostras tratadas, a presença ou ausência de *Salmonella* spp, o crescimento de *Escherichia coli* e bolores e leveduras, durante o armazenamento.

Verificar se a aplicação de luz UV-C produz aumento da vida útil de tomates armazenados em temperatura ambiente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Tecnologias Emergentes

Quando se trata de tecnologias alternativas para processos convencionais dentro da indústria depara-se com diversas barreiras, tais como eficiência, rapidez, impactos ambientais e o fator de maior destaque, o custo-benefício. Portanto, o estudo da viabilidade financeira da substituição de um processo convencional por outro alternativo é de extrema importância, pois é necessário alcançar os benefícios oferecidos pela técnica além de estar alinhados com os objetivos da empresa (SEBBEN, 2019).

Em sua maioria, os métodos convencionais utilizados na desinfecção e esterilização de alimentos abrangem a sanitização e a lavagem com uso de biocidas, tanto oxidativos quanto não oxidativos (KAAVYA *et al.*, 2021). Além de remover as partículas sólidas das superfícies dos alimentos, a etapa de lavagem também tem como propriedade a redução da população microbiana presente. São inúmeros os tipos de soluções desinfetantes que podem ser utilizados para este fim, tendo alguns fatores a serem considerados para garantir uma maior eficiência, tais como, tipo de lavagem, tempo de exposição, concentração do desinfetante a ser utilizado, pH, temperatura e características da superfície do produto e microrganismos (ALLENDE *et al.*, 2008). Entre os mais comuns, destaca-se o uso de soluções cloradas, peróxidos e uso de tensoativos, tais como álcool e compostos de amônio (JOSHI *et al.*, 2013).

De acordo com Merino *et al.* (2019), o uso de produtos químicos convencionais apresenta desvantagens como liberação de resíduos químicos perigosos para a saúde e a redução das propriedades antimicrobianas naturais da matéria orgânica, o que implica em cuidados especiais para manuseio, armazenamento e distribuição do produto. Outra desvantagem é a produção de biofilmes formados por microrganismos residuais, presentes devido à uma higienização não eficiente. Esses biofilmes aderem com maior resistência à superfície do alimento, tornando mais difícil o processo de esterilização.

O uso de soluções cloradas ainda é o método de saneamento mais utilizado nas indústrias. Seu uso resulta em uma redução eficiente em relação à população microbiana presente na superfície do alimento, com a grande vantagem do baixo custo. De acordo com Kaavya *et al.* (2021), o uso de cloro como desinfetante resulta na formação de subprodutos indesejáveis, como compostos cancerígenos, além de

poder promover a resistência microbiana. Ainda segundo os autores, seu uso é proibido na indústria de alimentos em alguns países, principalmente na Europa.

Tecnologias emergentes que podem ser utilizadas para substituir o uso de produtos químicos na desinfecção e esterilização dos alimentos estão cada vez mais sendo empregadas na indústria, entre elas plasma frio, ozônio, ultrassom e luz UV. Estas tecnologias têm um grande destaque na inativação de microrganismos de muitos alimentos (KAAVYA *et al.*, 2021).

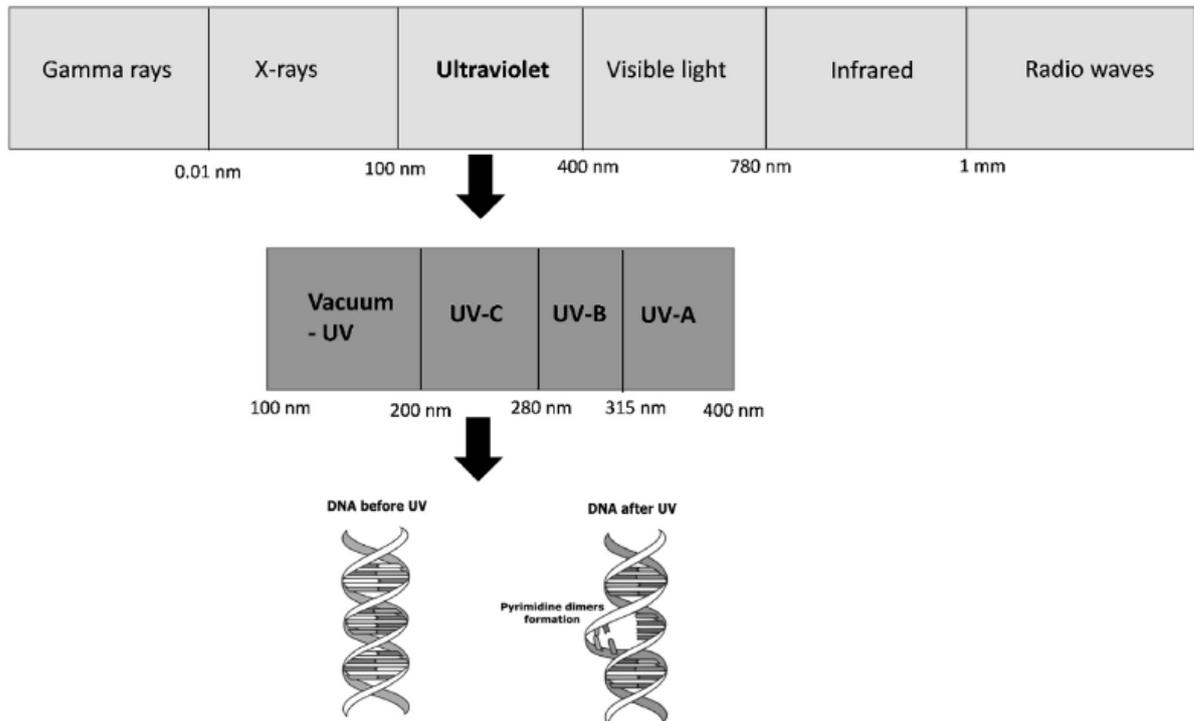
Desenvolver novas técnicas e tecnologias para melhorar a longevidade pós-colheita de hortaliças sempre foi um desafio para os pesquisadores. Com a aplicação de tecnologia adequada para evitar a deterioração após a colheita e, considerando as características bioquímicas do produto, as perdas pós-colheita podem ser reduzidas significativamente.

2.2 Luz UV-C

A radiação ultravioleta (UV) é uma das tecnologias emergentes promissoras para o processamento de alimentos, com um grande potencial de aplicação e comercialização, podendo ser utilizada na higienização de superfícies e alimentos, devido a sua propriedade de inativação microbiana (KAAVYA *et al.*, 2021; ARTÉS *et al.*, 2009). Ainda pode ser considerada uma tecnologia de baixo custo e “verde”, pois não gera resíduos ou contaminantes ao meio ambiente (ARTÉS *et al.*, 2009; SCHENK *et al.*, 2012).

O espectro ultravioleta compreende a faixa entre 100-400nm, é dividido em três intervalos, 320-400nm (UV-A), 280-320nm (UV-B) e 200-280nm (UV-C). O sol é uma fonte natural de luz UV, porém a UV-C é completamente absorvida pela camada de ozônio presente na atmosfera. Esta é considerada a mais prejudicial ao ser humano, principalmente pela exposição direta a luz UV-C artificial, podendo causar diversos tipos de danos a pele e aos olhos (GÓMEZ *et al.*, 2012; WHO 2015; BEGUM; HOCKING; MISKELLY, 2009). É caracterizada por sua ação germicida e, quando aplicada em condições controladas, afeta as ligações que formam o DNA dos microrganismos (Figura 1), provocando assim sua inativação, inibindo o desenvolvimento de bactérias deteriorantes e patogênicas, vírus, protozoários, fungo e algas, contribuindo para maior segurança e qualidade alimentar em frutas e vegetais que possuem alta taxa de senescência (KAAVYA *et al.*, 2021; BEGUM; HOCKING; MISKELLY, 2009; SHIN *et al.*, 2016).

Figura 1 – Espectro eletromagnético com separação de Luz UV e mecanismos de desativação de DNA microbiano



Fonte: Delorme *et al* (2020)

O mecanismo de inativação (Figura 1), se baseia na formação de dímeros de pirimidina (fotoprodutos) a partir da ação da luz UV-C nas moléculas de DNA. Esses dímeros são formados pelas moléculas de pirimidina adjacentes na mesma fita de DNA, interrompendo assim sua transcrição e replicação, levando à morte celular (BIRMPA; SFIKA; VANTARAKIS, 2003; KOUTCHMA, 2009).

A eficácia da ação germicida da radiação UV-C na descontaminação de alimentos depende de muitos fatores, incluindo a dose de radiação utilizada, tempo de exposição, localização dos microrganismos nos alimentos, tempo de inoculação, tipo, número de microrganismos e estágio de desenvolvimento, capacidade microbiana de regeneração e características da superfície do produto.

Em relação ao microrganismo alvo, cada organismo requer uma dose letal específica de UV, portanto as características microbianas são importantes para a eficiência do processo, pois a sensibilidade à luz UV-C varia significativamente entre diferentes tipos de microrganismos, espécies e cepas (KOUTCHMA, 2009). Outros fatores importantes incluem tamanho da célula microbiana, produção de pigmento, fotoprodutos gerados por irradiação, reparabilidade do DNA e composição, tamanho e conformação do material genético (TRAN; FARID, 2004).

2.3 Tomate

O tomate tem como classificação científica: Reino: *Plantae*; Superdivisão: *Spermatophyta*; Divisão: *Magnoliophyta (Angiospermae)*; Classe: *Magnoliopsida (Dicotyledoneae)*; Ordem: *Solanales*; Família: *Solanaceae*; Gênero: *Solanum*; Espécie: *Solanum lycopersicum L.* (Sinonímia *Lycopersicon esculentum Mill.* e *Lycopersicon lycopersicum*) (BECKER *et al.*, 2016). Rico em compostos bioativos, como licopeno, β – caroteno, vitamina A e Vitamina C, o tomate é considerado um alimento funcional e com diversas propriedades nutricionais (UPADHYAYA *et al.*, 2017).

No Brasil, o fruto foi introduzido provavelmente no início do século XX por imigrantes portugueses e italianos. No final deste mesmo século, a produção de tomate para consumo *in natura* no Brasil passou por grandes transformações biotecnológicas, introduzindo no país frutos híbridos do grupo “salada” e do tipo longa vida. Este grupo começou a dominar a produção do tomate brasileiro principalmente por se tratar de frutos mais resistentes às condições de transportes e pragas (SANTOS, 2009).

Em 2021, a produção mundial atingiu um nível de, aproximadamente, 180 milhões de toneladas de frutos frescos produzidos numa área estimada de 5,0 milhões de hectares (FAOSTATS, 2022). A produção nacional está concentrada nas regiões Sudeste e Centro Oeste, atingindo 75% do total produzido internamente, sendo a região Norte do país a de menor produção, muito em relação as condições climáticas (IBGE, 2022). Desta forma, o tomate pode ser considerado um dos legumes mais importantes no Brasil e no mundo (FAOSTATS, 2022).

2.4 Compostos fenólicos

Presentes em alimentos não processados, tais como em frutas, verduras e hortaliças, os compostos bioativos são definidos como nutrientes que possuem uma ação metabólica ou fisiológica específica, substâncias que agem na forma de antioxidantes, ativando enzimas, bloqueando toxinas, inibindo a absorção de colesterol ou destruindo bactérias gastrointestinais (QUEIROZ, 2012).

Entre os compostos bioativos já identificados que dão funcionalidade aos alimentos estão presentes as fibras solúveis e hidrossolúveis (carboidratos não digeríveis), esteroides vegetais, fitoestrógenos, antioxidantes (polifenóis,

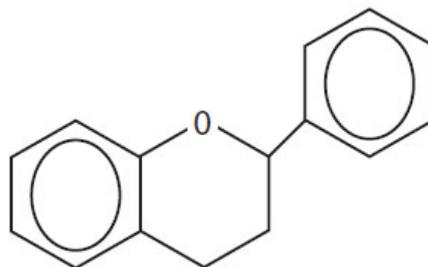
carotenoides, tocoferóis, fitoesteróis, isoflavonas, compostos organosulfurados) e, os compostos fenólicos (CHAVES, 2015).

Os compostos fenólicos são constituídos por um grande grupo de metabólitos secundários que atuam como agentes antioxidantes, como exemplo os flavonoides e os taninos. Estes compostos constituem a classe mais abundante de metabólitos secundários nas plantas e compartilham uma origem em comum na via biossintética dos fenilpropanoides (GRACE; LOGAN, 2000).

Conhecidos por suas propriedades de eliminação de radicais livres, os compostos fenólicos atuam como agentes de defesa, reagindo por quelação entre íons metálicos e como antioxidantes via inibição enzimática durante a produção de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (RONS). Sua ação antioxidante depende diretamente do número e posições dos grupos hidroxilas e da natureza de substituições nos anéis aromáticos. Além disso, os compostos fenólicos possuem propriedades anticarcinogênicas, antimicrobianas e anti-inflamatórias associadas aos ácidos fenólicos e flavonoides presentes (PAGLIARULO *et al.*, 2016; FORNI *et al.*, 2019; TELLES; KUPSKI; FURLONG, 2017; BENTO *et al.*, 2021).

A Figura 2 mostra a estrutura básica de um composto fenólico, no caso, os flavonoides, presentes em maior destaque em tomates (BENTO *et al.*, 2021).

Figura 2 – Estrutura básica composto fenólico - flavonoide



Fonte: Cook e Sammans (1996)

2.5 Microrganismos mesófilos aeróbios totais

Os microrganismos mesófilos aeróbios podem ser definidos como aqueles que se desenvolvem a temperatura ambiente, sendo a faixa entre 20°C e 40°C considerada a temperatura ótima de crescimento. A maioria dos patógenos humanos apresentam crescimento ótimo em temperaturas próximas a 37°C (SAEKI; MALSUMOTO, 2010; SILVA, 2002).

A contagem de mesófilos é o principal indicador usado para avaliar a higiene em ambientes, matérias primas, condições de processamento e deterioração de um alimento, pois demonstra a carga microbiologia total do objeto de análise (SILVA *et al.*, 2017).

O alto índice de população microbiana pode ser um indicativo de alterações indesejadas em alimentos procedente de má higienização do ingrediente ou processo, manipulação inadequada de alimentos, aumentando a possibilidade de haver contaminação que possam causar alguma patologia (SILVA *et al.*, 2017).

2.6 Bolores e leveduras

Os bolores e leveduras constituem um grande grupo de microrganismos presentes no solo e no ar (SILVA *et al.*, 2017). Os bolores são fungos que apresentam uma notável capacidade de adaptação e crescimento em condições variáveis de pH 2,0 a 9,0. São menos exigentes e o seu desenvolvimento pode ocorrer em alimentos desde que haja oxigênio, sendo capazes de assimilar qualquer fonte de carbono derivada de alimentos (GERMANO, 2019; SILVA *et al.*, 2017). Bolores e Leveduras possuem uma temperatura ótima de crescimento entre 25°C-28°C, não crescendo bem em temperatura mesófilicas, 35°C-38°C (SILVA, *et al.*, 2017).

Já as leveduras possuem um grau de exigência maior comparadas aos bolores. Muitas são capazes de assimilar nitrato e carboidratos complexos, algumas exigem vitaminas e outras não conseguem utilizar a sacarose como única fonte de carbono. Esses fatores limitam a gama de alimentos susceptíveis à deterioração por leveduras (SILVA *et al.*, 2017).

O processo de deterioração fúngica dos alimentos é identificado pela presença de colônias na superfície do produto. O desenvolvimento de bolores é responsável pela deterioração de frutas, hortaliças e cereais, influenciando na qualidade dos produtos (GERMANO, 2019). As leveduras, pela sua capacidade de desenvolvimento em baixas quantidades ou ausência de oxigênio, se tornam um deteriorante comum em alimentos líquidos engarrafados, nos quais o desenvolvimento de bolores seria limitado (SILVA *et al.*, 2017).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Definição do objeto de estudo

O tomate foi definido como objeto de estudo para este projeto a partir de uma pesquisa do índice de descarte de produtos, realizada no Centro de Abastecimento de Guarulhos (CEAG). Esta pesquisa teve o intuito de identificar quais produtos entre os comercializados tinham o maior índice de descarte, podendo ser por amadurecimento precoce, danos físicos ou contaminação microbiológica. Dez comerciantes locais participaram da pesquisa respondendo o questionário sobre descarte de frutas e verduras por apodrecimento no CEAG (Apêndice A). De forma geral, foram citados vários fatores que afetavam a qualidade do produto, sendo as principais as condições ambientais de temperatura e umidade do ar. No CEAG, os produtos são expostos a temperatura ambiente, podendo atingir valores superiores aos 30°C, dependendo do período do ano. O mesmo ocorre com a umidade, devido principalmente pela época de chuvas. Ambos afetam diretamente a rapidez do amadurecimento e a senescência dos produtos. Outro fator destacado pelos comerciantes foi o recebimento dos produtos, que, algumas vezes chegavam já em estágios avançados de amadurecimento, outros iniciando a deterioração, sendo encaminhados diretamente para o descarte.

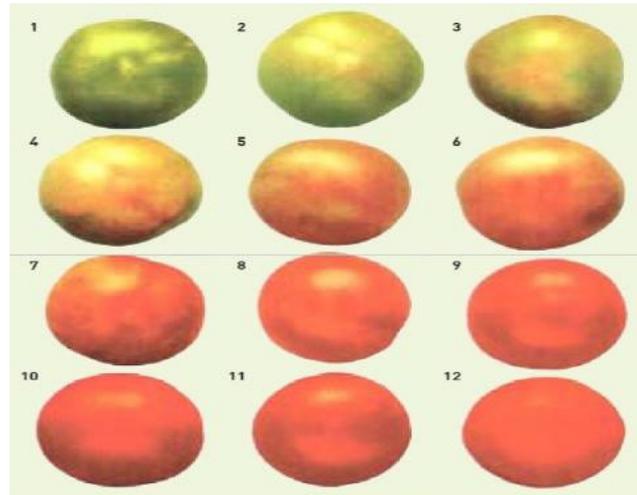
Vários produtos foram citados, entre eles, o tomate, com o maior número de votos, sendo este o selecionado como objeto de estudo para este trabalho (Apêndice B).

3.2 Obtenção e preparo das amostras

Os tomates escolhidos para o estudo foram os do tipo salada, obtidos no mercado local da cidade de Campo Mourão – PR, no seu estágio 10 de maturação (Figura 3), sem hematomas aparentes, com tamanho uniforme e aproximadamente 100 gramas cada unidade.

O principal intuito do estudo foi verificar o potencial do tratamento por luz ultravioleta no aumento do shelf-life de tomates expostos em gôndolas às condições do ambiente (temperatura e umidade). Desta forma, os tomates não passaram por nenhum pré-tratamento de lavagem ou higienização antes da aplicação da técnica. As amostras foram previamente pesadas e posteriormente tratadas por luz UV-C. Como controle, foram avaliados tomates não expostos a nenhum tipo de tratamento.

Figura 3 - Estágios de amadurecimento do tomate



Fonte: Abreu e Fernandes (2001)

3.3 Tratamento luz UV-C

Para a aplicação da luz UV-C foi utilizado uma câmara disposta de duas lâmpadas fluorescentes (Germicidas 18W – 2G11, marca OSRAM) instalados na parte inferior e superior do equipamento (Figura 4), emitindo luz em um comprimento de onda majoritário de 255 nm, desenvolvida pelo curso de Engenharia de Alimentos em parceria com o curso de Engenharia Eletrônica. Foram analisadas sete condições distintas do binômio tempo de exposição e distância da fonte luminosa em relação às amostras (Tabela 1).

Tabela 1 - Condições de tratamento pré-estabelecidas para a determinação das condições ideais de tratamento UV-C em tomates tipos salada

	Tempo (min)	Distância* (cm)
Condição 1	3	10
Condição 2	5	10
Condição 3	5	15
Condição 4	5	20
Condição 5	10	15
Condição 6	10	20
Condição 7	15	20

*Distância entre a fonte luminosa (lâmpada UV-C e a amostra).

Fonte: Autoria própria (2023)

As condições que apresentaram menor crescimento microbiano em relação a mesófilos aeróbios foram selecionadas para prosseguir com o estudo de shelf life. A partir disso, foram analisados o crescimento de mesófilos aeróbios totais, bolores e

leveduras, *Salmonella*, *Escherichia coli*, alteração dos compostos fenólicos, perda de peso e a mudança na coloração dos tomates nos dias 0, 3, 6, 9 e 12.

Figura 4 – Protótipo de equipamento emissor de luz UV-C para tratamento em amostras de alimentos



Fonte: Autoria própria (2022)

3.4 Estudo de vida útil

Após aplicados os tratamentos as amostras foram acondicionadas em embalagens descartáveis próprias para legumes e verduras (215x147x100mm) de material plástico (Figura 5). O local de armazenamento foi definido de acordo com a disponibilidade laboratorial dos espaços, desta forma, o local escolhido foi o laboratório C002, do bloco C da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Campo Mourão. Foram utilizados 10 tomates para cada tratamento e amostra controle, totalizando 40 amostras, com peso médio de 100g por unidade. O estudo de armazenamento se desenvolveu por 12 dias com intervalo de análise a cada três dias.

As condições ambientais não foram controladas e as análises decorreram durante os meses de setembro e outubro. De acordo com dados obtidos Climate-data (2023), neste período as temperaturas médias na cidade de Campo Mourão são 20,6°C e 22,4°C, respectivamente e umidade relativa do ar (%) entre 65% e 71%.

Figura 5 – Acondicionamento amostras de tomates tratadas por luz UV-C e amostras controle



Fonte: Aatoria própria (2022)

3.5 Análise de cor

Os tomates foram avaliados utilizando um colorímetro digital (MiniScan EZ HunterLab, MSEZ-0231) e as medições realizadas em quatro regiões distintas de cada amostra, em triplicata. Desta forma foram determinadas as coordenadas de cores seguindo a escala CIE $L^*a^*b^*$, onde L^* representa a luminosidade das amostras (0 = preto a 100 = branco), os valores a^* e b^* indicam a variação do verde ao vermelho (-60 a +60) e do azul ao amarelo (-60 a +60), respectivamente (CAMELO; GÓMEZ, 2004; PINHEIRO *et al.*, 2016). A partir das coordenadas foi possível determinar o ângulo matiz (h°), pela equação 1:

Equação 1: Cálculo de ângulo matiz a partir dos parâmetros b^* e a^* de cor

$$h^\circ = \arctg(b^*/a^*)$$

Sendo h° o ângulo matiz, b^* variação de cor entre azul e amarelo e a^* variação de cor entre verde e vermelho.

3.6 Análise de perda de massa

A perda de massa foi analisada seguindo a metodologia descrita por Van dijk *et al.* (2006), nas quais as amostras tratadas e não tratadas foram pesadas em

balança analítica devidamente calibradas, e repetidas três vezes, no dia 0 e nos dias de acompanhamento do shelf life. O cálculo de perda de massa foi realizado de acordo com a equação 2:

Equação 2: Cálculo percentual de perda de massa

$$\text{Perda de massa (\%)} = \frac{W_0 - W_t}{W_0} * 100$$

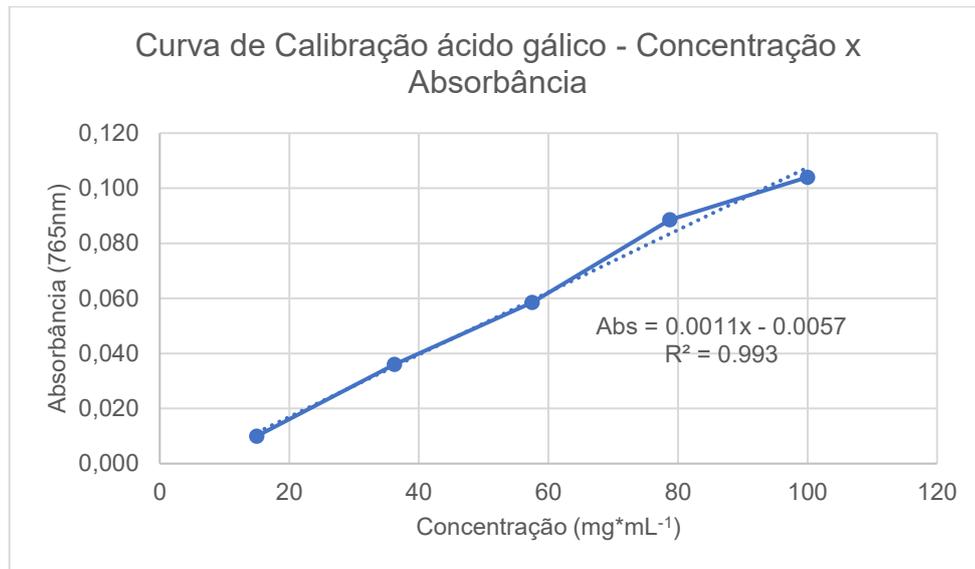
Onde, W_0 é o valor da massa da amostra no dia 0 e W_t o valor da massa referente ao dia t.

3.7 Análise de compostos fenólicos

Os compostos fenólicos foram analisados seguindo a metodologia descrita por Singleton e Rossi (1969), fazendo uso do reagente de Folin-Ciocalteu. A obtenção do extrato aquoso analisado se deu a partir da casca do tomate, onde 10 gramas das amostras foram trituradas em dispersor ultra-turrax (MARCONI/MA 102) durante 10 min, com adição de 30 mL de água Milli-Q®, centrifugadas a 5000 RPM por 20 min e filtradas. Em uma sala com baixa incidência de luz, foram coletados 100 µL do sobrenadante e misturados com 5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu (1/10, v/v) e 4 mL de Na₂CO₃ (7,5%) em tubos de ensaio envoltos com papel alumínio. Em seguida os tubos passaram por agitação em vórtex durante 1 min e incubados a 45°C por 15 min em banho-maria. A absorbância foi medida em espectrofotômetro UV-vis no comprimento de 765 nm, os resultados expressos em mg de ácido gálico por 100 g da amostra. As análises foram realizadas em triplicatas.

A construção de uma curva de calibração se faz necessário para interpretação dos dados obtidos por meio do espectrofotômetro. Para a obtenção da curva (Figura 6) foram utilizadas soluções padrões de concentrações já conhecidas de 15.00, 36.25, 57.50, 78.75, e 100.0 mg*mL⁻¹, a expressão gráfica apresentou um ajuste bom, com pouca variação, tendo em vista o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,993$) e a equação de calibração dada por: $Abs = 0.0011 * C - 0.0057$, onde Abs= absorbância e C= concentração (mg*mL⁻¹).

Figura 6 – Curva de concentração para a determinação de compostos fenólicos totais



Fonte: Autoria própria (2022)

3.8 Análises microbiológicas

3.8.1 Mesófilos Aeróbios Totais

Para contagem de mesófilos aeróbios totais, foi utilizado a técnica descrita pela associação americana de saúde pública (APHA), n° 08 de 2015 (RYSER; SCHUMAN, 2015). Onde as diluições seriadas foram semeadas em profundidade (*pour plate*) em PCA (*Plate Count Agar*). Após solidificação, as placas foram incubadas invertidas em estufa 35°C por 48 horas e o resultado final expresso em Log de unidade formadora de colônias por grama (UFC*g⁻¹).

3.8.2 Bolores e Leveduras

A contagem de bolores e leveduras foi realizada seguindo a metodologia descrita pela APHA, N° 21 DE 2015 (RYU; WOLF-HALL, 2015) utilizando Ágar *Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol* (DRBC), em que as diluições seriadas foram semeadas em superfície e incubadas a 25 °C durante cinco dias. Os resultados foram expressos em contagem total de bolores e leveduras (Log UFC*g⁻¹).

3.8.3 *Escherichia coli*

A análise de *E. coli* se deu pela técnica de número mais provável (NMP) descrita pela APHA n°9, de 2015 (KORNACKI; GURTLER; STAWICK, 2015). Foram

realizadas diluições seriadas em tubos com água peptonada 0,1%. Em seguida, transferidos uma alíquota de 1 mL de cada diluição para tubos de ensaio contendo caldo lauril sulfato triptose (LST), como forma de realização de teste presuntivo. Os tubos foram incubados por 48 horas por 35°C. Para confirmação de *E. coli*, os tubos presuntivos que apresentaram crescimento característicos foram transferidos para o caldo EC para teste confirmativos e séries bioquímicas. Os resultados finais foram expressos em NMP*g⁻¹.

3.8.4 *Salmonella* spp;

A detecção de *Salmonella* foi efetuada de acordo com a ISO 6579-1 (ISO, 2017) a partir do pré-enriquecimento em água peptonada 1%, enriquecimento seletivo em caldo Selenito Cistina, a 37°C por 24h, Rappaport Vassiliadis, a 41,5°C por 24h e isolamento e seleção do microrganismo pela técnica de estrias por esgotamento em ágar Hecktoen e ágar Verde Brilhante Vermelho de Fenol (BPLS) a 37°C por 24h. Para confirmação de *Salmonella* as colônias que apresentaram crescimento típicos foram transferidas para ágar nutriente posteriormente avaliados por provas bioquímicas e sorológicas. Os resultados foram expressos como presença ou ausência de *Salmonella**25g⁻¹.

3.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) utilizando o software MATLAB, versão R2020a Para comparação das médias, foi considerado um índice de significância menor que 0,05 e utilizado o teste Tukey.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Definição das condições de tratamento

Os tratamentos com luz UV-C demonstram eficiência em condições variadas de tempo de exposição, distância entre a fonte luminosa x amostra e dose de emissão de luz UV-C (DAIUTO *et al.*, 2013; BRAVO *et al.*, 2013; PINHEIRO *et al.*, 2014; BATISTA, 2017). Com o protótipo disponível, não foi possível determinar a dose irradiada sobre a amostra, desta forma os parâmetros utilizados para avaliar o efeito da luz UV-C sobre o alimento foram: tempo de exposição, distância entre a fonte de luz UV-C e a amostra. A partir disso foram pré-definidas sete condições iniciais de trabalho (Tabela 1), apresentadas inicialmente.

O principal propósito das condições pré-estipuladas foram identificar quais condições do binômio tempo x distância apresentavam maior efetividade em relação a inibição do crescimento de microrganismos. Para tal, foi utilizada a análise de mesófilos aeróbios totais e os resultados obtidos descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise de mesófilos aeróbios totais para a definição das condições ideais de tratamento

Condições	Controle (Log UFC*g ⁻¹)	Contagem de Colônias [Log UFC*g ⁻¹]	Redução [Log UFC*g ⁻¹]
5min/15cm	5,50 _c ^C ±0,03	3,85 _a ^C ± 0,06	1,65
5min/20cm		5,18 _b ^D ± 0,06	0,32
10min/20cm	5,04 _c ^B ±0,12	4,26 _b ^C ± 0,03	1,04
15min/20cm		3,06 _a ^B ± 0,06	1,98
3min/10cm	4,16 _d ^A ±0,01	3,88 _c ^C ±0,04	0,28
5min/10cm		2,88 _b ^B ± 0,15	1,28
10min/15cm		2,35 _a ^A ± 0,08	1,81

Os dados são médias ± desvios padrão (n=2). Valores com diferentes letras maiúsculas dentro da mesma coluna são significativamente diferentes (p<0,05), enquanto médias com diferentes letras minúsculas dentro da mesma linha são significativamente diferentes (p<0,05).

Fonte: Autoria própria (2022).

Três tratamentos apresentaram maior destaque na redução logarítmica da carga microbiana em relação aos seus respectivos controles, foram eles, 5 minutos/15cm (TRT1), 15 minutos/20cm (TRT2) e 10 minutos/15cm (TRT3). É possível identificar que em relação aos controles todos os tratamentos apresentaram diferença significativa (p<0,05), demonstrando efetividade da aplicação da luz UV-C nas amostras tratadas. Cabe ressaltar que o TRT2 foi o que apresentou maior redução, com valor próximo a 2 Log.

Observa-se que maiores tempos de exposição resultaram em maiores reduções logarítmicas. Resultados similares foram obtidos por Pinheiro *et al.* (2016) que também aplicou luz UV-C em amostras de tomates.

Desta forma, a definição das condições ideais de tratamento pela redução da carga microbiana de mesófilos aeróbios totais em relação as amostras não tratadas, se demonstrou efetiva, determinando as condições de trabalho ideais para dar continuidade ao estudo de vida útil.

4.2 Análise de Cor

Das características sensoriais, a cor pode ser considerada a mais importante para avaliar o amadurecimento de um fruto, sendo um fator determinante na decisão de compra do consumidor final e na validação de um método de tratamento pós-colheita (PATARO *et al.*, 2015; SONG; CHOI; SONG; 2011).

Para avaliar a coloração do tomate é válido analisar o parâmetro referente ao tom vermelho, no caso do método analítico utilizado o parâmetro a^* e o ângulo matiz (h°). Este último indica a cor real observada, podendo ser considerado o atributo qualitativo de cor dentro do espectro relacionado com a tonalidade das amostras (PATHARE; OPARA; AL-SAID; 2013). Os valores do parâmetro a^* , se referem a tonalidade entre os tons verde e vermelho (PINHEIRO, 2014).

Tabela 3: Efeitos do tratamento UV-C na coloração vermelha de tomates, parâmetro a^* de cor, durante 12 dias de armazenamento em temperatura ambiente

	CRTL	TRT1	TRT2	TRT3
Dia 0	24.54±0.91 _a ^A	23.50±2.07 _a ^A	26.01±1.07 _a ^A	26.07±1.85 _a ^A
Dia 3	28.14±3.48 _a ^{AB}	27.38±1.00 _a ^{AB}	27.21±1.15 _a ^{AB}	29.94±1.15 _a ^B
Dia 6	30.89±1.16 _a ^B	28.83±1.41 _a ^B	30.20±0.63 _a ^{CD}	31.69±1.98 _a ^B
Dia 9	30.61±0.92 _a ^B	28.40±2.39 _a ^B	28.72±1.46 _a ^{BC}	28.61±1.53 _a ^{AB}
Dia 12	27.34±2.61 _a ^{AB}	30.72±1.87 _{ab} ^B	32.43±0.88 _b ^D	30.31±1.00 _{ab} ^B

Os dados são médias ± desvios padrão (n=4). Valores com diferentes letras maiúsculas dentro da mesma coluna são significativamente diferentes ($p<0,05$), enquanto médias com diferentes letras minúsculas dentro da mesma linha são significativamente diferentes ($p<0,05$). CRTL – Amostra controle; TRT1 – Tratamento 1; TRT2 – Tratamento 2; TRT3 – Tratamento 3.

Fonte: Autoria própria (2022)

Nas tabelas 3 e 4 estão apresentados os parâmetros da coloração vermelha (a^*) e ângulo matiz (h°), respectivamente, nas amostras de tomates tratados com luz UV-C e sem tratamentos. É possível identificar que há um aumento da coloração no decorrer dos dias, isto se dá pelo processo de senescência natural do tomate.

Durante todo o estudo de armazenamento, os tratamentos não apresentaram diferença significativa na tonalidade da cor vermelha em relação as amostras controle ($p>0,05$). É possível identificar um aumento do parâmetro a^* no decorrer dos dias, o que indica tendência de cor vermelha mais intensa caracterizada pela maturação do tomate. Resultados similares foram observados por Pinheiro *et al.* (2014) em amostras de tomates tratados com luz UV-C. Em relação ao ângulo matiz (h°), valores próximos a 90° representam coloração mais amarelada e à medida que os valores se distanciam e se aproximam de 0° , a coloração do fruto torna-se mais avermelhada (QUEIROZ, 2017). No presente estudo, os valores iniciais de h° permaneceram em torno de 55° no dia 0 da análise obtendo um decréscimo no decorrer do armazenamento, chegando ao fim em valores próximos a 45° , o que indica uma leve intensificação no tom vermelho. Cabe destacar que as amostras tratadas e controle não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) em todo o estudo. Resultados semelhantes foram obtidos por Pataro *et al.* (2015) em tomates tratados por longos períodos, 1 hora e 2 horas, onde as amostras também não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) e obtiveram valores de h° próximos a 45° no final dos 21 dias de armazenamento.

Tabela 4: Efeitos do tratamento UV-C na coloração de tomates, em relação a matiz de cor (h°) durante 12 dias de armazenamento em temperatura ambiente

	CRTL	TRT1	TRT2	TRT3
Dia 0	54.50±1.55 _a ^C	56.21±2.25 _a ^B	53.47±1.11 _a ^B	54.06±1.67 _a ^B
Dia 3	52.04±2.31 _a ^{BC}	53.53±0.85 _a ^B	51.60±1.67 _a ^B	48.38±4.01 _a ^A
Dia 6	48.19±2.86 _a ^{AB}	47.94±0.91 _a ^A	47.22±1.03 _a ^A	46.12±1.62 _a ^A
Dia 9	45.42±2.06 _a ^A	46.69±1.22 _a ^A	47.77±2.00 _a ^A	48.42±1.13 _a ^A
Dia 12	47.66±1.95 _a ^{AB}	46.05±1.28 _a ^A	45.97±1.11 _a ^A	45.96±0.40 _a ^A

Os dados são médias \pm desvios padrão ($n=4$). Valores com diferentes letras maiúsculas dentro da mesma coluna são significativamente diferentes ($p<0,05$), enquanto médias com diferentes letras minúsculas dentro da mesma linha são significativamente diferentes ($p<0,05$). CRTL – Amostra controle; TRT1 – Tratamento 1; TRT2 – Tratamento 2; TRT3 – Tratamento 3.

Fonte: Autoria própria (2022)

Em estudos com tomates cereja Song, Choi e Song (2011) obtiveram resultados parecidos em amostras de tomate cereja tratadas com luz UV-C. Os autores ainda ressaltaram que existe uma tendência do valor h° se aproximar a 40° no decorrer do período de armazenamento, o que significa maior intensidade da coloração vermelha.

No geral, as diferentes condições dos tratamentos UV-C não afetaram de forma negativa a cor dos tomates durante todo o estudo de armazenamento.

4.3 Análise de perda de massa

No decorrer de todo o período experimental, foi observado que as amostras (tratadas e não tratadas) apresentaram uma taxa crescente em relação a perda de massa (Tabela 5), obtendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras tratadas e controle. Estes resultados corroboram com os obtidos por Pinheiro *et al.* (2014), no tratamento por luz UV-C com diferentes intensidades em amostras de tomates e também por Daiuto *et al.* (2013), em estudos com luz UV-C aplicados em abacates do tipo “Hass”.

Entre os dias 0 e 12, as amostras obtiveram uma perda média de 3 a 4%, sendo TRT2 (15min, 20cm) o tratamento que apresentou respostas mais positivas em relação ao menor índice de perda mássica em todo o período de armazenamento, com uma perda aproximadamente 2,22%.

Tabela 5 -Efeitos do tratamento UV-C na perda de massa (%) de tomates durante 12 dias de armazenamento em temperatura ambiente

	CRTL	TRT1	TRT2	TRT3
Dia 3	0.97±0.01 _b ^A	0.49±0.01 _a ^A	1.20±0.01 _c ^B	1.28±0.01 _d ^A
Dia 6	1.84±0.01 _d ^B	1.10±0.01 _b ^B	0.89±0.01 _a ^A	1.33±0.01 _c ^B
Dia 9	2.20±0.03 _c ^C	1.97±0.01 _b ^C	2.22±0.01 _c ^D	1.58±0.01 _a ^C
Dia 12	2.91±0.01 _b ^D	3.11±0.01 _c ^D	2.02±0.01 _a ^C	3.99±0.01 _d ^D

Os dados são médias ± desvios padrão (n=3). Valores com diferentes letras maiúsculas dentro da mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0,05$), enquanto médias com diferentes letras minúsculas dentro da mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$). CRTL – Amostra controle; TRT1 – Tratamento 1; TRT2 – Tratamento 2; TRT3 – Tratamento 3.

Fonte: Autoria própria (2022)

Amostras submetidas a tratamentos por períodos mais curtos (TRT1 – 5min, 15cm), resultaram em uma menor perda mássica nos primeiros 6 dias de análise, porém, a partir do 9º dia ocorreu um aumento acentuado e no final do período de armazenamento, uma perda de 3,10%. A amostra TRT3 (10min, 15cm) foi a condição que apresentou a maior taxa de perda de massa com uma redução de 3,99% no último dia de armazenamento. Observa-se também que a amostra controle apresentou menor perda de massa ao final do estudo em comparação com as amostras TRT1 e TRT3. Em estudos com abacate Daiuto *et al.* (2013) obtiveram resultados bem próximos ao presente estudo, destacando que tratamentos UV-C aplicados durante 5 minutos apresentaram um aumento acentuado na perda de massa, principalmente no 9º dia de armazenamento. A perda de massa durante períodos de armazenamento é

um fator natural recorrente em produtos perecíveis devido ao efeito combinado de respiração e transpiração das frutas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

4.4 Análise de compostos fenólicos

O efeito prejudicial da luz UV-C no DNA das amostras tratadas, induz, de certa forma o acúmulo de flavonoides e outros compostos fenólicos que absorvem a radiação ultravioleta, esse efeito se dá de forma mais efetiva no tecido epidérmico das amostras tratadas (STRACK, 1997; BRAVO *et al.*, 2013). O efeito acumulativo é explicado pela ação da enzima fenilalanina amônia-liase, responsável pela produção dos fenilpropanoides, compostos que levam ao aumento de fenóis (RYALLS *et al.*, 1996). No caso dos tomates, os flavonoides são os compostos fenólicos de maior expressão (PATARO *et al.*, 2015; PINHEIRO *et al.*, 2014).

A tabela 6 mostram os efeitos no conteúdo de compostos fenólicos totais nas amostras controle e tratadas com luz UV-C. Tanto os tomates não tratados quanto os tratados apresentaram tendência crescente na quantificação de fenólicos totais no decorrer dos dias. Porém, o controle não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) a partir do 6° dia de análise. Os três tratamentos obtiveram aumento dos compostos fenólicos com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dias, sendo TRT3 o que apresentou um maior aumento. Resultados semelhantes foram obtidos por Liu *et al.* (2012), que destacaram um aumento durante os primeiros 20 dias de armazenamento de tomates tratados por UV-C em diferentes intensidades.

O TRT2 (15min, 20cm) e TRT3 (10min, 15cm) apresentaram no 12° dia maiores concentrações de compostos fenólicos, 80.64 mg AG*100g⁻¹ e 82.45 mg AG*100g⁻¹, respectivamente, com diferenças significativas ($p < 0,05$) em comparação com o controle e TRT1 (5min, 15cm). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Bravo *et al.* (2013), que aplicou luz UV-C por longos períodos, de três a doze horas em amostras de tomate, e obtiveram um aumento de até 42% de compostos fenólicos após 8 dias de armazenamento. Exposições a altas intensidades de tratamento UV-C também proporcionam um maior desenvolvimento de compostos fenólicos, como apresentado por Maharaj, Arul e Nadeau (2015), que aplicaram luz UV-C em amostras de tomates maduros e obtiveram altos teores de fenóis totais. Porém, estes parâmetros afetaram diretamente a coloração e tecido superficial (exocarpo) das amostras, resultando em necroses.

O conteúdo de compostos fenólicos totais em tomates submetidos a luz UV-C com diferentes intensidades foi avaliado por Pinheiro *et al.* (2014) os autores não obtiveram diferença significativa ($p > 0,05$) entre amostras tratadas e controle nos primeiros dias de armazenamento, porém após o 9º dia, todas as amostras apresentaram aumento significativo.

No geral, os tratamentos UV-C não interferiram de forma negativa na formação dos compostos fenólicos durante o período de armazenamento, apresentando significativo aumento em relação a controle.

Tabela 6 – Efeitos do tratamento UV-C nos compostos fenólicos totais (mg AG*100g⁻¹) de tomates durante 12 dias de armazenamento em temperatura ambiente

	CRTL	TRT1	TRT2	TRT3
Dia 0	52.76±4.48 ^{aA}	50.03±0.52 ^{aA}	54.03±1.15 ^{aA}	54.88±0.52 ^{aA}
Dia 3	61.85±2.29 ^{aB}	65.48±1.39 ^{abB}	65.79±1.19 ^{abB}	66.70±0.52 ^{bB}
Dia 6	68.52±0.52 ^{aBC}	71.55±1.57 ^{abC}	72.45±1.57 ^{bC}	76.09±1.57 ^{cC}
Dia 9	69.42±2.09 ^{aC}	73.97±1.05 ^{abCD}	76.39±2.62 ^{bCD}	77.30±1.05 ^{bC}
Dia 12	71.85±1.39 ^{aC}	75.48±0.52 ^{aD}	80.33±2.29 ^{bD}	81.55±1.57 ^{bD}

* Os dados são médias ± desvios padrão (n=3). Valores com diferentes letras maiúsculas dentro da mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0,05$), enquanto médias com diferentes letras minúsculas dentro da mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$). CRTL – Amostra controle; TRT1 – Tratamento 1; TRT2 – Tratamento 2; TRT3 – Tratamento 3.

Fonte: Autoria própria (2023)

4.5 Análises microbiológicas

A Instrução normativa 161, de 01 de julho de 2022 estabelece os padrões microbiológicos para alimentos de diversas categorias (BRASIL, 2022). O tomate pertencente ao grupo 2-a, de hortaliças, raízes, tubérculos, fungos comestíveis e derivados, consumidos *in natura*, inteiros, selecionados ou não, com padrões microbiológicos de *Salmonella**25⁻¹ e *Escherichia coli**g⁻¹ definidos na Tabela 7.

4.5.1 Análise de *Salmonella sp* e *Escherichia coli*

Nenhuma das amostras apresentaram crescimento característico de *Salmonella* nas etapas de plaqueamento seletivo diferencial, ou seja, colônias rosadas, translúcidas, ou desenvolvimento de colônias negras, lisas e brilhantes. Sendo assim os tomates analisados estavam dentro dos limites estabelecidos na legislação vigente, com resultado de Ausência de *Salmonella* *25g⁻¹ de amostra.

Tabela 7 – Padrões microbiológicos de *Salmonella* e *Escherichia coli* para tomates *in natura*

Microrganismo/toxina/metabólito	n	C	m	M
<i>Salmonella</i> /25g	5	0	Aus	-
<i>Escherichia coli</i> /g	5	2	10 ²	10 ³

n= componente do padrão microbiológico que define o número de unidades amostrais a serem coletadas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente; c= o tamanho da unidade analítica e a indicação do número de unidades amostrais toleradas com qualidade intermediária; m= limite que, em um plano de três classes, separa unidades amostrais de “Qualidade Aceitável” daquelas de “Qualidade Intermediária” e que, em um plano de duas classes, separa unidades amostrais de “Qualidade Aceitável” daquelas de “Qualidade Inaceitável”; M = limite que, em um plano de três classes, separa unidades amostrais de “Qualidade Intermediária” daquelas de “Qualidade Inaceitável”; Aus = Ausente.

Fonte: Brasil (2022)

Em relação a *E. coli*, foi realizado o método de número mais provável (NMP). Na etapa de teste presuntivo não houve formação de gás nos tubos contendo caldo lauril sulfato (LST) nem turbidez dos meios, não havendo necessidade de realização dos testes confirmativos, logo, os resultados obtidos foram <3,0 NMP/g, para todas as amostras. Estes resultados se repetiram em todas as análises realizadas durante os tempos de armazenamento. Desta forma, as amostras de tomates, em todos os dias de avaliação, estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação atual.

4.5.2 Análise mesófilos aeróbios totais

Uma das vantagens do uso da Luz UV-C é a diminuição da carga microbiana, atribuída à lesão fotoquímica no DNA e RNA dos microrganismos, resultando na incapacidade de realizar a replicação de ácidos nucleicos, acarretando inativação dos microrganismos (UNLUTURK *et al.*, 2008).

Os tratamentos UV-C demonstraram eficiência durante todo o período de armazenamento, com maior crescimento de microrganismos mesófilos na amostra controle (Tabela 8). No dia 0, ou seja, logo após a aplicação da luz UV-C, as amostras tratadas apresentaram redução significativa da carga microbiana em relação ao controle ($p < 0,05$), porém as mudanças nos parâmetros de tempo e distância não causaram diferença significativa entre os tratamentos, sendo TRT2 e TRT3 o que obtiveram uma menor contagem de colônias. Em médias os tratamentos chegaram a uma redução de aproximadamente 1,5 Log UFC/g nos primeiros dias de armazenamento, redução também encontrada por Avalos-Llano, Molin e Sgroppo (2019) em estudos com amostras de morangos minimamente processados onde obteve uma redução de 1,2 Log UFC*g⁻¹.

Tabela 8 – Efeitos do tratamento UV-C na contagem microbiana de mesófilos aeróbios totais (Log UFC/g) em tomates durante 12 dias de armazenamento a temperatura ambiente

	CRTL	TRT1	TRT2	TRT3
Dia 0	5.07±0.04 _c ^A	3.57±0.03 _b ^A	3.30±0.06 _a ^A	3.44±0.06 _{ab} ^A
Dia 3	5.32±0.02 _c ^B	3.41±0.07 _a ^A	3.82±0.01 _b ^C	3.86±0.02 _b ^B
Dia 6	5.68±0.03 _b ^C	3.55±0.09 _a ^A	3.59±0.02 _a ^B	3.38±0.05 _a ^A
Dia 9	5.79±0.02 _c ^{CD}	3.96±0.04 _b ^B	3.68±0.08 _{ab} ^{BC}	3.43±0.16 _a ^A
Dia 12	5.84±0.06 _c ^D	3.82±0.02 _b ^B	3.57±0.07 _a ^B	3.95±0.05 _b ^B

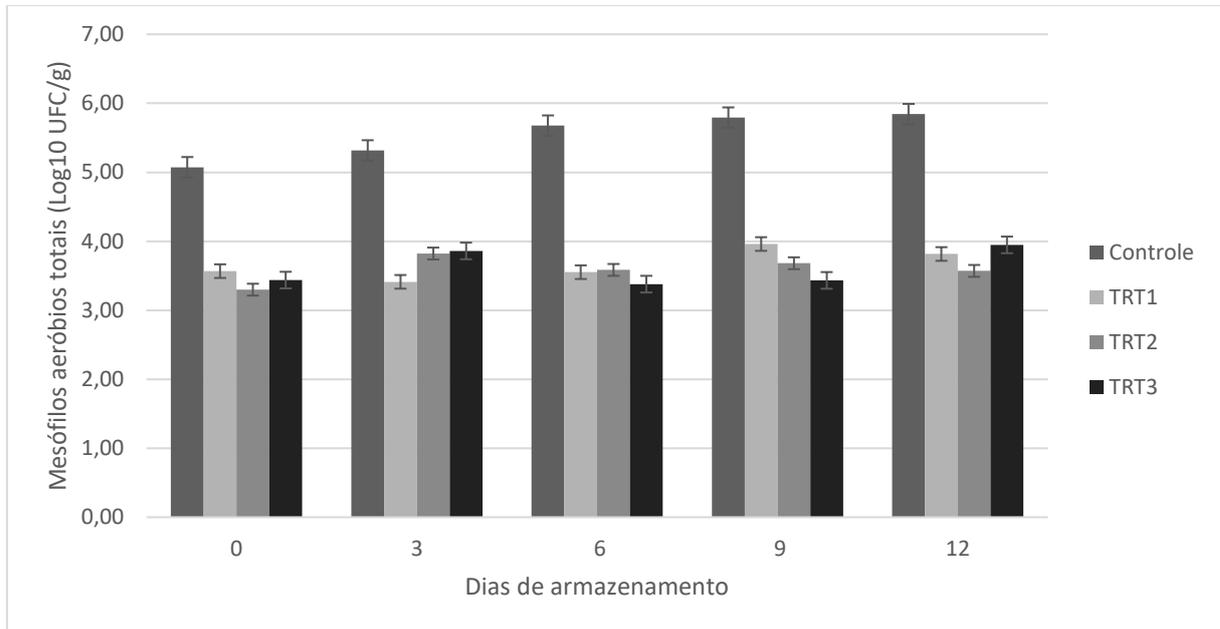
* Os dados são médias ± desvios padrão (n=2). Valores com diferentes letras maiúsculas dentro da mesma coluna são significativamente diferentes (p<0,05), enquanto médias com diferentes letras minúsculas dentro da mesma linha são significativamente diferentes (p<0,05). CRTL – Amostra controle; TRT1 – Tratamento 1; TRT2 – Tratamento 2; TRT3 – Tratamento 3.

Fonte: Autoria própria (2023)

Após três dias, TRT1 (5min, 15cm) apresentou o menor crescimento microbiano entre as amostras (p<0,05). O TRT2 (15min, 20cm) e TRT3 (10min, 15cm) apresentaram valores menores que a amostra controle no crescimento de mesófilos (p<0,05), porém não apresentaram diferenças significativas entre si. No 6º dia, os tratamentos não apresentaram diferença significativa (p>0,05), permanecendo todos com menor crescimento quando comparados com as amostras controle. Nos dias 9 e 12 do estudo de armazenamento, os tratamentos permaneceram com menor crescimento em relação ao controle, como mostrado na tabela 8 e figura 7. Os tratamentos TRT2 e TRT3 apresentaram maior destaque em relação ao crescimento de microrganismos, resultando em maiores reduções logarítmicas, com valor de aproximadamente 2 Log UFC*g⁻¹.

O tratamento TRT3 (10min, 15cm) apresentou o menor crescimento nos dias 6 e 9 de armazenamento (p<0,05), porém no último dia, obteve o maior crescimento este fato pode ser explicado pela carga microbiana inicial na amostra antes do tratamento. Cada dia de análise foram utilizados tomates distintos, de modo que para cada dia do estudo de armazenamento foi realizada a análise de tomates individuais. Esperava-se com esse estudo encontrar uma condição de tratamento em que se tivesse o menor tempo de exposição com o menor crescimentos microbiano. Em base aos resultados, observa-se que ao final do estudo, o tratamento TRT1 e TRT3 produziram o mesmo resultado no ponto de vista estatístico, tendo o tratamento TRT3 o dobro do tempo de exposição a luz UV-C. Em base a aplicação tecnológica, o TRT1 seria mais interessante por utilizar menos tempo de processo.

Figura 7 – Efeitos de tratamentos UV-C em tomates armazenados durante 12 dias em temperatura ambiente – Mesófilos aeróbios totais



**CRTL – Amostra controle; TRT1 – Tratamento 1; TRT2 – Tratamento 2; TRT3 – Tratamento 3.
Fonte: Autoria própria (2023)**

O crescimento de mesófilos aeróbios totais armazenados a 10°C foi avaliado por Pinheiro *et al.* (2014). Os autores observaram que a carga microbiana se manteve maior nas amostras sem tratamento UV-C durante o período de 15 dias de armazenamento a 11 °C e no final do estudo as amostras tratadas por 15 minutos obtiveram melhor resultado em termos da redução logarítmica. Türkmen e Takci (2017) aplicaram tratamentos UV-C por diferentes tempos em amostras de suco de cenoura e concluíram que exposições por períodos mais longos (60 min) proporcionaram uma melhor eficiência, com redução de aproximadamente 76% da carga microbiana. Martínez-Hernández *et al.* (2011) estudaram os efeitos da luz UV-C em brócolis e alcançaram reduções entre 1,0 Log UFC*g⁻¹ e 2,0 Log UFC*g⁻¹, similares aos encontrados no presente estudo.

4.5.3 Análise de Bolores e Leveduras

A podridão e a deterioração ocorridas na fase de pós-colheita de frutas, verduras e hortaliças estão relacionadas principalmente com o desenvolvimento e proliferação dos bolores e leveduras (WANG *et al.*, 2008). Os tratamentos com luz UV-C podem ser utilizados como tecnologia efetiva para o controle destes

microrganismos deteriorantes, melhorando assim a qualidades de produtos como o tomate (MUKHOPADHYAY *et al.*, 2014).

A efetividade da utilização da tecnologia UV-C foi observada já no primeiro dia de análise, onde todos os tratamentos demonstraram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação as amostras de tomate não tratadas, destacando as condições de TRT2 e TRT3, que não obtiveram diferença significativa ($p > 0,05$) e apresentaram maiores reduções da carga de bolores e leveduras (Tabela 9, Figura 8) comparado com TRT1.

No 3° e 9° dia os tratamentos não apresentaram diferença significativa no crescimento dos microrganismos, entretanto, demonstraram uma redução aproximada de 1,3 Log UFC* g^{-1} quando comparados com a amostra controle. Após 6 dias, os tratamentos demonstraram resultados efetivos na redução do crescimento de bolores e leveduras. Essa observação foi mais perceptível no final do estudo de armazenamento (12° dia), onde os tratamentos TRT2 e TRT3 apresentaram reduções de aproximadamente 1,5 Log UFC* g^{-1} na carga de bolores e leveduras comparados com as amostras não tratadas. Desta forma, foi possível observar efetividade em todos os tratamentos realizados, diminuindo significativamente a carga de bolores e leveduras nas amostras de tomate.

O tratamento TRT2 (15min, 20cm) foi aquele que apresentou o menor crescimento de bolores e leveduras durante o armazenamento em temperatura ambiente em comparação com TRT1 e TRT3. Apesar de a diferença não ser significativa com os demais tratamentos, este resultado indica uma tendência a um melhor controle do crescimento destes tipos de microrganismos quando o tomate é exposto por 15 min e a 20 centímetros da fonte de luz UV-C.

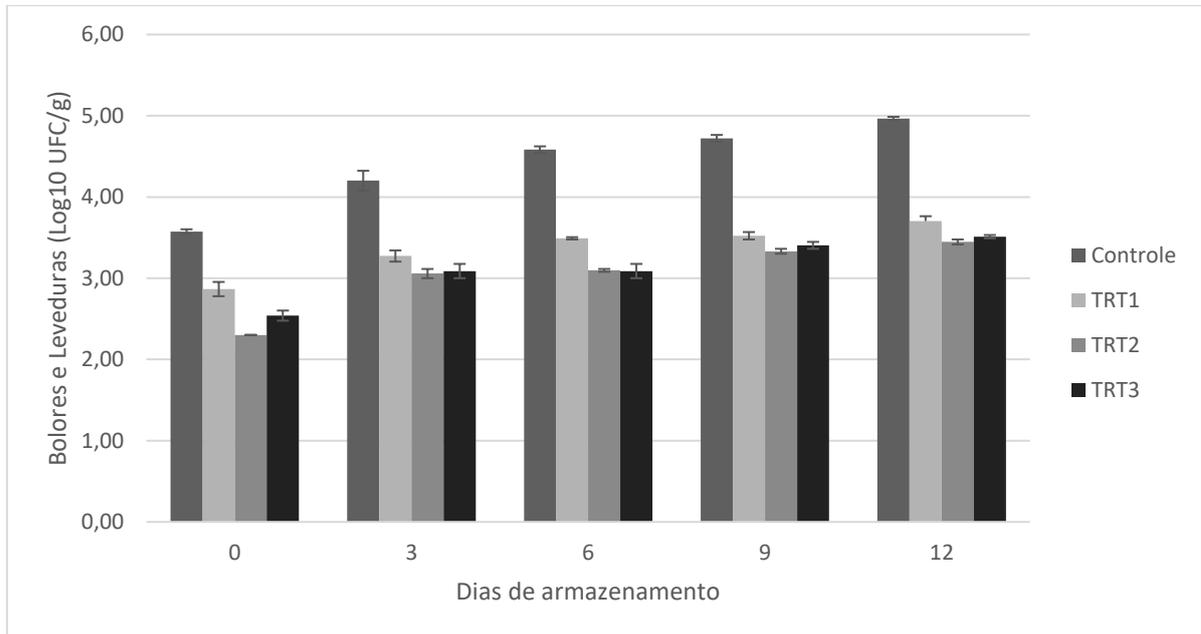
Tabela 9 - Efeitos do tratamento UV-C na carga de bolores e leveduras (Log UFC/g) em tomates durante 12 dias de armazenamento a temperatura ambiente

	CRTL	TRT1	TRT2	TRT3
Dia 0	3.57±0.04 ^{cA}	2.87±0.12 ^{bA}	2.30±0.05 ^{aA}	2.54±0.09 ^{aA}
Dia 3	4.20±0.17 ^{bB}	3.27±0.10 ^{aB}	3.06±0.08 ^{aB}	3.09±0.12 ^{aB}
Dia 6	4.58±0.06 ^{cC}	3.49±0.02 ^{bBC}	3.10±0.02 ^{aB}	3.09±0.12 ^{aC}
Dia 9	4.72±0.06 ^{bCD}	3.52±0.06 ^{aBC}	3.33±0.04 ^{aC}	3.40±0.06 ^{aBCD}
Dia 12	4.97±0.03 ^{cD}	3.70±0.08 ^{bC}	3.45±0.04 ^{aC}	3.51±0.03 ^{abD}

* Os dados são médias ± desvios padrão (n=2). Valores com diferentes letras maiúsculas dentro da mesma coluna são significativamente diferentes ($p < 0,05$), enquanto médias com diferentes letras minúsculas dentro da mesma linha são significativamente diferentes ($p < 0,05$). CRTL – Amostra controle; TRT1 – Tratamento 1; TRT2 – Tratamento 2; TRT3 – Tratamento 3.

Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 8– Efeitos de tratamentos UV-C em tomates armazenados durante 12 dias em temperatura ambiente – Bolores e Leveduras



**CRTL – Amostra controle; TRT1 – Tratamento 1; TRT2 – Tratamento 2; TRT3 – Tratamento 3.
Fonte: Autoria própria (2023)**

Estudos relacionam os métodos UV-C com a esterilização parcial ou completa de bolores e leveduras (TERAO *et al.*, 2020; TÜRKMEN; TAKCI, 2017). Para um aumento da efetividade, os tratamentos UV-C geralmente são utilizados de forma conjunta com outras tecnologias, como os tratamentos com soluções de sanitizantes e os tratamentos térmicos com temperaturas maiores que 50°C e também com baixas temperaturas, inferiores a 0°C (MUKHOPADHYAY *et al.*, 2014; TERA0 *et al.*, 2020; ABDIPOUR; HOSSEINIFARAH1; NASERI, 2018). Mukhopadhyay *et al.* (2014) acompanharam o crescimento de bolores e leveduras em amostras de tomate cereja armazenadas durante 21 dias chegando a obter reduções próximas a 2,00 Log UFC*g⁻¹ no decorrer do estudo. Em sucos de cenoura, Türkmen e Takci (2017) observaram redução de 1,5 Log UFC*g⁻¹ na carga microbiana de bolores e leveduras logo após o tratamento UV-C. Estes mesmos autores, reportaram que em tratamento combinado, utilizando UV-C e térmico, resultou em inativações quase completas (contagem abaixo do limite de detecção). Tratamentos realizados com brócolis indicaram diminuição da carga de bolores e leveduras em 1,0 Log UFC*g⁻¹, mantendo níveis constantes durante o período de armazenamento refrigerado (MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, 2011). Pesquisas relacionadas ao uso de irradiação UV de baixa intensidade e tratamentos

térmicos (50°C) demonstraram eficácia na inibição completa de esporos *Penicillium digitatum*, responsáveis pelo chamado “mofo verde” da laranja (TERAO *et al.*, 2020).

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho mostraram a eficiência dos tratamentos utilizando a irradiação UV-C. Em relação à análise da coloração vermelha dos tomates, a luz UV-C não apresentou resultados diferentes das amostras sem tratamento durante todo o estudo de armazenamento.

Tomates tratados durante 10 min a uma distância de 15 cm apresentaram menor perda mássica ao fim do estudo de armazenamento, os outros tratamentos também apresentaram destaque, porém, ao final do armazenamento obtiveram perdas significativas.

Tratamentos por períodos mais longos, TRT2 (15min, 20cm) e TRT3 (10min, 15cm), obtiveram maiores concentrações de compostos fenólicos totais e não demonstraram diferenças significativas entre si durante o período estudado.

No que se refere as condições físico-químicas das amostras tratadas, a luz UV-C demonstrou melhores resultados nas amostras de tomates expostas por maiores tempos.

Em relação a evolução da carga microbiana nas amostras tratadas, foi possível verificar a efetividade da tecnologia UV-C em todos os tratamentos estudados. Durante o estudo de armazenamento os tratamentos se alternaram no desenvolvimento da carga microbiana, mas no geral, todos foram efetivos, com uma redução de aproximadamente de 2 logs para mesófilos aeróbios facultativos e 1,5 logs para bolores e leveduras.

Sendo assim, as diferentes condições dos tratamentos não apresentaram, de forma geral, diferenças significativas durante o estudo de armazenamento, destaque para os tratamentos por períodos mais curtos que obtiveram resultados próximos às amostras tratadas por longos períodos. Esses resultados confirmam o potencial da tecnologia UV-C como tratamento de conservação em amostras de tomate.

REFERÊNCIAS

- ABDIPOUR, M.; HOSSEINIFARAHI, M.; NASERI, N. Combination method of UV-B and UV-C prevents post-harvest decay and improves organoleptic quality of peach fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 256, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423819304534>. Acesso em: 20 mar. 2023.
- ABREU, M. J.; FERNANDES, T. **Manual de boas práticas, tomate: Agência de Inovação**. 21. ed. Porto: Programa Praxis, 2001. Disponível em: <http://www2.esb.ucp.pt/twt/disqual>. Acesso em: 23 mar. 2023
- ALLENDE, A.; ARTÉS, F. UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed 'Lollo Rosso' lettuce. **Food Research International**, v. 36, n. 7, p. 739–746, 1 ago. 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996903000541>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- ALLENDE, A.; SELMA, M.V.; LÓPEZ-GALVEZ, F.; VILLAESCUSA, R.; GIL, M.I. Impact of wash water quality on sensory and microbial quality, including *Escherichia coli* cross-contamination, of fresh-cut escarole. **Journal of Food Protection**.v.71, n.12, p.2514–2518, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X22064158/pdf?md5=c070c15f5b758815820867fd984f18d7&pid=1-s2.0-S0362028X22064158-main.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- ARTÉS, F.; GÓMEZ, P.; AGUAYO, E.; ESCALONA, V.; ARTÉS-HERNANDEZ, F. Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. **Postharvest Biol Technology**, v. 51, p. 287–296. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521408002810>. Acesso em: 10 mar. 2023.
- AVALOS-LLANO, K. R.; MOLINA, R. S.; SGROPPO, S.C. UV-C Treatment Applied Alone or Combined with Orange Juice to Improve the Bioactive Properties, Microbiological, and Sensory Quality of Fresh-Cut Strawberries. **Food Bioprocess Technology**, Corrientes, v. 13, p. 1528–1543, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-020-02491-0>. Acesso em: 23 maio 2023.
- BATISTA, F.O. **Estudo da influência das doses de radiação UV-C nas propriedades físico-química e sensorial instrumental de morango**. 2017. 76f. Tese (Mestrado em engenharia de alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/182060#:~:text=Engenharia%20de%20Alimentos-,Estudo%20da%20influ%C3%AAncia%20das%20doses%20de%20radia%C3%A7%C3%A3o%20UV%2DC%20nas,e%20sensorial%20instrumental%20de%20morango&text=Resumo%3A,qualidade%20de%20frutas%20e%20hortali%C3%A7as>. Acesso em: 02 fev. 2023.

- BECKER, W.F.; WAMSER, A.F.; FELTRIM, A.L.; SANTOS, J.P.; HAHN, L. Sistema de produção integrada para o tomate tutorado SISPIT: **Recomendações técnicas**. Florianópolis, SC: Epagri, 2016. Disponível em: <https://sistemas.epagri.sc.gov.br/semob/consulta.action?subFuncao=downloadAnexo&cdDoc=38952#:~:text=O%20SISPIT%20%2D%20Sistema%20de%20Produ%C3%A7%C3%A3o,a%20PRODU%C3%87%C3%83O%20DE%20ALIMENTOS%20SEGUROS>. Acesso em: 05 mar. 2023.
- BEGUM, M.; HOCKING, A. D.; MISKELLY, D. Inactivation of food spoilage fungi by ultra violet (UVC) irradiation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 129, n. 1, p. 74–77, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19059664/>. Acesso em: 05 mar. 2023.
- BENTO, J. A. C.; RIBEIRO, P.R.V.; SILVA, L.M.A.; FILHO, E. G. A.; BASSINELLO, P. Z.; BRITO, E. S.; CALIARI, M.; JUNIOR, M.S.S. Chemical profile of colorful bean (*Phaseolus vulgaris* L) flours: Changes influenced by the cooking method. **Food Chemistry**, v. 356, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881462100724X>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- BINOTI, R.M.; DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.L.; NUVOLARI, C.M.; FURLANETO, K. A.; RAMOS, J.A.; CARVALHO, L.R. Radiação (UV-C) na conservação de tomate “Pizzadoro” orgânico colhido em dois estádios de Maturação. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 14, n. 2, p. 204–216, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/140998?locale-attribute=en>. Acesso em: 20 jun.2022.
- BIRMPA, A.; SFIKA, V.; VANTARAKIS, A. Ultraviolet light and Ultrasound as non-thermal treatments for the inactivation of microorganisms in fresh ready-to-eat foods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 167, n. 1, p. 96-102, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160513002924>. Acesso em: 22 mar. 2023.
- BRASIL, Ministério da Saúde, **Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, 2022. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN_161_2022_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2. Acesso em: 15 maio 2023.
- BRAVO, S.; ALONSO, J.G.; POZUELO, G.M.; GÓMEZ, V. VALVERDE, V.G.; GONZALES, I.M.; PERIAGO, M.J. Effects of postharvest UV-C treatment on carotenoids and phenolic compounds of vine-ripe tomatoes. **International Journal Food Science Technology**, Murcia, v 48, p 1744–1749, 2013. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.12146>. Acesso em: 20 ago. 2022
- CAMELO, A.F.L.; GÓMEZ, P.A. Comparison of color indexes for tomato ripening. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.22, n.3, p.534-537, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/nKQ4gGWYRc9CV37YWSKCGZt/?lang=en>. Acesso: 10 set. 2022.

CHAVES, D. F. S. **Compostos bioativos dos alimentos**. São Paulo. Valéria Paschoal Editora Ltda., 2015. 340p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. revista e ampliada. Lavras, Lavras, 2ed., 2005.

CLIMATE – DATA. Dados climatológicos da cidade de Campo Mourão. **Clima Campo Mourão**, 2023. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/campo-mourao-43688/>. Acesso em: 24 abr. 2023.

CONAB. **Tomate: Análise dos indicadores da produção e comercialização no mercado mundial, brasileiro e catarinense**. Brasília. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 20 jan. 2023.

COOK, N.C., SAMMAN, S. Flavonoids-Chemistry, Metabolism, Cardioprotective Effects, and Dietary Sources. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.7, p.66-76, 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955286395001689>. Aceso em: 23 ago. 2022.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R.L.; TREMOCOLDI, M.A.; CARVALHO, L. R.; FUMES, J.G.F. Pós colheita do abacate Hass submetido a radiação UV-C. **Revista Colombiana de Ciencias Horticolas**, v. 7, n. 2, p. 149-160, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/140995>. Acesso em: 01 set. 2022.

DELORME, M.M.; GUIMARAES, J. T; COUTINHO, N.M; BALTHAZAR, C.F; ROCHA, R.S.; SILVA, R.; MARGALHO, L.P.; PIMENTEL, T.C; SILVA, M.C; FREITAS, M.Q; GRANATO, D.; SANT'ANA, A.S.; DUART, M.C.K.H.; CRUZ, A.G. Ultraviolet radiation: An interesting technology to preserve quality and safety of milk and dairy foods. **Trends in Food Science**, v.120, p. 146-154, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224420305021>. Acesso em: 20 abr.2023.

FAOSTATS (Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistic). **Statistic Production Tomato in the Brazil**, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#country/21>. Acesso em: 18 jan. 2023.

FORNI, C.; FACCHIANO, F.; BARTOLI, M.; PIERETTI, S.; FACCHIANO, A.; D'ARCANGELO, D.; NORELLI, S.; VALLE, G.; NISINI, R.; BENINATI, S.; TABOLACCI, C.; JADEJA, R. Beneficial role of phytochemicals on oxidative stress and age-related diseases. **BioMed Research International**, p. 1-16, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31080832/>. Acesso em: 20 set. 2022.

FREITAS, A.; MARTINS, M.M.; COSTA, H.S.; ALBUQUERQUE, T.G.; VALENTTE, A.; SILVA, A.S. Effect of UV-C radiation on bioactive compounds of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 12015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24852602/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

GEORGE, D. S; RAZALI, Z.; SANTHIRASEGARAM, V.; SOMASUNDRAM, C. Effects of Ultraviolet Light (UV-C) and Heat Treatment on the Quality of Fresh-Cut Chokanan Mango and Josephine Pineapple. **Journal of Food Science**, v. 80, n. 2,

fev. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25586772/>. Acesso em: 10 maio 2023.

GERMANO P.M.L; GERMANO, M.I.S.G. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 6 ed. São Paulo: Manole, 2019.

GÓMEZ, P.; SALVATORI, D.; GARCÍA LOREDO, A.; ALZAMORA, S. M. Pulsed light treatment of cut apple: dose effect on color, structure and microbiological stability. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, p. 2311–2322, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-011-0598-3>. Acesso em: 30 abr. 2023.

GRACE, S.C.; LOGAN, B.A. Energy dissipation and radical scavenging by the plant phenylpropanoid pathway. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B**. v.355, p.1499–1510, 2000. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1692864/>. Acesso em: 13 abr. 2023.

IBGE – (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Produção de Tomate: **Produção agrícola municipal de tomate no ano 2021**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>. Acesso em: 15 jan. 2023.

ISO 6579-1. **Microbiology of the food chain- horizontal method for the detection enumeration and serotyping of *Salmonella spp.***, 1.ed. 2017. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/56712.html>. Acesso em: 24 maio 2023.

JOSHI, K.; MADENDRAN, R.; ALGUSUNDARAM, K.; NORTON, T.; TIWARI, B.K. Novel disinfectants for fresh produce. **Trends in Food Science & Technology**, v.34, p.54–61. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224413001830>. Acesso em: 12 mar. 2023.

KAAVYA, R.; PANDISELVAM, R.; ABDULLAH, S.; SRUTHI, N.U.; JAYANATH, Y.; ASHOKKUMAR, C.; KHANASSHYAM, A.C.; KOTHAKOTA, A.; RAMESH, S.V. Emerging non-thermal technologies for decontamination of *Salmonella* in food. **Trends in Food Science & Technology**, v. 112, n. 2021, p. 400-418, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224421002697> . Acesso em: 30 abr. 2023

KORNACKI, J.L.; GURTLER, J.B.; STAWICK, B.A. Enterobacteriaceae, coliforms, and *Escherichia coli* as quality and safety indicators. In: SALFINGER, Y. & TORTORELLO, M.L. (eds.). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, 5. ed. American Public Health Association, Washington, D. C. Capítulo 9, p.103-120, 2015. Disponível em: <https://ajph.aphapublications.org/doi/book/10.2105/MBEF.0222>. Acesso em: 23 Abr. 2023

KOUTCHMA, T. Advances in ultraviolet light technology for non-thermal processing of liquid foods. **Food and Bioprocess Technology**, v.2, p. 138–155, 2009.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-008-0178-3>. Acesso em: 18 abr. 2023

LEMOINE, M. L.; CIVELLO, P.M; CHAVES, A.R; MARTINEZ, G.A. Effect of combined treatment with hot air and UV-C on senescence and quality parameters of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea L. var. Italica*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 15–21, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521407002992> . Acesso em: 30 maio. 2023.

LÓPEZ- RUBIRA, V.L.; CONESA, A.; ALLENDE, A.; ARTÉS, F. Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. **Postharvest Biology and Technology**, v. 37, n. 2, p. 174–185, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521405000840>. Acesso em: 05 jun.2023.

LU, H.; LI, L.; LIMWACHIRANON, J.; XIE, J.; LUO, Z. Effect of UV-C on ripening of tomato fruits in response to wound. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 104–109, 14 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423816305192>. Acesso em: 15 maio 2023.

MAHARAJ, R.; ARUL, J.; NADEAU, P. UV-C irradiation effects on levels of enzymic and non-enzymic phytochemicals in tomato. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 21, p. 99-106, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856413001549>. Acesso em 29 maio 2023

MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, B.G.; GÓMEZ, P.A.; PRADAS, A.; ARTÉS, F.; ARTÉZ-HERNÁNDEZ, F. Moderate UV-C pretreatment as a quality enhancement tool in fresh-cut Bimi[®] broccoli. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, n. 3, p. 327-337, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521411001657>. Acesso em: 05 abr. 2023

MERINO, L.; PROCURA, F.; TREJO, F.M.; BUENO, D.J.; GOLOWCZYNC, M.A. Biofilm formation by Salmonella sp. in the poultry industry: Detection, control and eradication strategies. **Food Research International**, v.119, p. 530–540, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917307883>. Acesso em: 20 maio 2022

MOHAMED, N. T. S.; DING, P.; KADIR, J.; GHAZALI, H. M. Potential of UVC germicidal irradiation in suppressing crown rot disease, retaining postharvest quality and antioxidant capacity of Musa AAA “Berangan” during fruit ripening. **Food Science & Nutrition**, v. 5, n. 5, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5608978/>. Acesso em: 15 maio 2023.

MUKHOPADHYAY, S.; UKUKU, D. O.; JUNEJA, V.; FAN, X. Effects of UV-C treatment on inactivation of Salmonella enterica and Escherichia coli O157:H7 on grape tomato surface and stem scars, microbial loads, and quality. **Food Control**, v.

44, p. 110-117, 2014. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713514001522>. Acesso em 22 mar. 2023.

PAGLIARULO, C.; VITO, V.; PICARIELLO, G.; COLICCHIO, R.; PASTORE, G.; SALVATORE, P.; VOLPE, M. G. Inhibitory effect of pomegranate (*Punica granatum* L.) polyphenol extracts on the bacterial growth and survival of clinical isolates of pathogenic *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. **Food Chemistry**, v. 190, p. 824–831, 2016. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814615009176>. Acesso em 24 jan. 2023.

PATARO, G.; SINIK, M.; CAPITOLI, M. M.; DONSI, G.; FERRARI, G. The influence of postharvest UV-C and pulsed light treatments on quality and antioxidant properties of tomato fruits during storage. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. v.30, p. 103–111, 2015. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466856415001125>. Acesso em: 24 jan. 2023.

PINHEIRO, J. C.; ALEGRIA, C. S. M.; ABREU, M. M. M. N.; GONÇALVES, E. M.; SILVA, C. L. M. Evaluation of alternative preservation treatments (water heat treatment, ultrasounds, thermosonication and uv-c radiation) to improve safety and quality of whole tomato. **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, p. 9, 924–935, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-016-1679-0>. Acesso em 17 fev. 2023.

PINHEIRO, J.; ALEGRIA, C.; ABREU, M.; GONÇALVES, E. M.; SILVA, C. L. M. Use of UV-C postharvest treatment for extending fresh whole tomato (*Solanum lycopersicum*, cv. Zinac) shelf-life. **Journal of Food Science and Technology**, Porto, v. 52, p.5066-5074, 2014. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4519460/>. Acesso em: 22 maio 2023.

QUEIROZ, E. R. **Frações de lichia: caracterização química e avaliação de compostos bioativos**. 2012. Dissertação (mestrado) – Programa de pós-graduação em agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/810>. Acesso em: 08 maio 2023.

RYSER, E.T.; SCHUMAN, J.D. Mesophilic Aerobic Plate Count. In: SALFINGER, Y. & TORTORELLO, M.L. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, 5. ed. American Public Health Association, Washington, D. C. Capítulo 8, p.95-101, 2015.

<https://ajph.aphapublications.org/doi/book/10.2105/MBEF.0222>. Acesso em: 23 Abr. 2023.

RYU, D.; WOLF-HALL, C. Yeasts and molds. In: SAL-FINGER, Y & TORTORELLO, M.L. (eds.), **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, 5.ed. American Public Health Association, Washington, D. C. Capítulo 21, p.277-286, 2015. <https://ajph.aphapublications.org/doi/book/10.2105/MBEF.0222>. Acesso em: 23 abr. 2023.

SAEKI, E. K.; MATSUMOTO, L. S. Contagem de MAM e psicrotróficos em amostras de leite pasteurizado e UHT. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.

65, n. 377, p. 29-35, 2010. Disponível em:
<https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/147/0>. Acesso em: 04 maio 2023.

SANTOS, F.F.B. **Obtenção e seleção de híbridos de tomate visando à resistência ao tomate yellow vein streak virus (toyvsv)**. Dissertação (Mestrado em agricultura tropical e subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas, SP, 2009. Disponível em:
http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaObraForm.do?select_action=&o_autor=91828. Acesso em: 10 maio 2023.

SASTRY, S. K.; DATTA, A. K.; WOROBO, R. W. Ultraviolet Light. **Journal of Food Science**, v. 65, 2000. Disponível em:
<https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1750-3841.2000.tb00623.x>. Acesso em: 25 abr. 2023

SCHENK, M.; LOREDO, A.G.; RAFFELLINI, S.; ALZAMORA, S. M.; GUERRERO, S. The effect of UV-C in combination with H₂O₂ treatments on microbial response and quality parameters of fresh cut pear discs. **International Journal Food Science Technology**, v. 47, p. 1842–1851, 2012. Disponível em:
<https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.2012.03040.x>. Acesso em: 03 fev. 2023.

SEBBEN, J. A. **Tecnologias emergentes para a preservação dos alimentos**. 14. nov. 2019. Disponível em: <https://www.senairs.org.br/industria-inteligente/artigo-tecnologias-emergentes-para-preservacao-dos-alimentos>. Acesso em: 14 jan. 2023.

SHIN, J. Y.; KIM, S. J.; KANG, D. H. Fundamental characteristics of deep-UV light emitting diodes and their application to control foodborne pathogens. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 82, p. 2–10, 2016. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26162872/>. Acesso em: 03 fev. 2023.

SILVA, M. C. **Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e do sistema *simplate***. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de concentração: Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2002. Disponível em:
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-29102002-161542/pt-br.php>. Acesso em: 13 fev. 2023.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. TANIWAKI, M.H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M.M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. São Paulo: Editora Blucher, 2017. *E-book*. ISBN 9788521212263. Disponível em:
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521212263/>. Acesso em: 06 fev. 2023

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144, 1969. Disponível em:
<https://www.ajevonline.org/content/16/3/144>. Acesso em: 20 abr. 2023

SONG, H. J.; CHOI, D.W.; SONG, K.B. Effect of aqueous chlorine dioxide and UV-C treatment on the microbial reduction and color of cherry tomatoes. **Horticulture**

Environment Biotechnology. v.52, p.488–493, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13580-011-0043-6>. Acesso em: 07 abr. 2023.

SOUZA, J.; F. **Utilização de luz ultravioleta contínua (UV-C) e luz pulsada para conservação de mangas CV. Tommy atkins minimamente processadas**. 2014. Tese (Doutorado): Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/113999>. Acesso em: 10 jan. 2023.

TELLES, A. C.; KUPSKI, L.; FURLONG, E. B. Phenolic compound in beans as protection against mycotoxins. **Food Chemistry**, v. 214, p. 293–299, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27507478/>. Acesso em: 15 fev. 2023.

TERAO, D.; NECHET, K. L.; PONTE, M. S.; MAIA, A. H. N.; ANJOS, V. D. A.; VIEIRA, B. A. H. Physical postharvest treatments combined with antagonistic yeast on the control of orange green mold. **Scientia Horticulturae**, Campinas, v. 224, p. 317-323, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423817303771>. Acesso em: 20 abr. 2023.

TRAN, M. T.T.; FARID, M. Ultraviolet treatment of orange juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 5, p. 495 – 502, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466856404000669>. Acesso em: 10 maio 2023.

TREICHEL, M.; CARVALHO, C.; FILTER, C. F.; BELING, R. **Anuário Brasileiro do Tomate 2016**. 1.ed. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2016. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-tomate-2016/files/assets/basic-html/index.html#1>. Acesso em: 16 maio 2023.

TÜRKMEN, F. U.; TAKCI, H. A. M. Ultraviolet-C and ultraviolet-B lights effect on black carrot (*Daucus carota ssp. sativus*) juice. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v.12, p. 1038–1046, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11694-018-9719-2>. Acesso em: 27 maio 2023.

UNLUTURK, S.; ATILGAN, M. R.; BAYSAL, A. H.; TARI, C. Use of UV-C radiation as a nonthermal process for liquid egg products (LEP). **Journal of Food Engineering**, v.85, n.4, p 561–568, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026087740700458X>. Acesso em: 04 maio 2023.

UPADHYAYA, P.; TYAGI, K.; SARMA, S.; TAMBOLI, V.; SREELAKSHMI, Y.; SHARMA, R. Natural variation in folate levels among tomato (*Solanum lycopersicum*) accessions. **Food Chemistry**, v.217, p. 610-619, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814616314078>. Acesso em: 13 mar. 2023.

DIJK, C. V.; BOERIU, C.; PETER, F.; SMITS, T. S.; TIJSKENS, L. M. M. The firmness of stored tomatoes (*cv. Tradiro*). Kinetic and near infrared models to describe firmness and moisture loss. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n. 3, p.

575–584, 2006. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877405005224>. Acesso em 15 abr. 2023.

WHO - (World Health Organization). Estimates of the global Burden of foodborne diseases: **Foodborne disease Burden Epidemiology reference Group 2007–2015**. Geneva, 2015. Disponível em:

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf.

Acesso em: 20 jan. 2013.

**APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE DESCARTE DE FRUTAS E VERDURAS POR
APODRECIMENTO NO CENTRO DE ABASTECIMENTO DE GUARULHOS**

**Aplicação de questionário de descarte de frutas e verduras por apodrecimento
no realizada no Centro de abastecimento de Guarulhos (CEAG)**

Nome: _____ Sexo: M__ F__ Data: __/__/__

PROJETO PRÉ-TCC

Questão 1: Entre os produtos que o Sr.(a) comercializa quais são aqueles que possui(em) o maior índice de descarte por apodrecimento?

Resposta: _____

Questão 2: Quantos dias após o recebimento os produtos apodrecem(em)?

Resposta: _____

APÊNDICE B - RESULTADO PESQUISA DE DESCARTE DE PRODUTOS

