

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE CABINES
ULTRAVIOLETAS COMO DESCONTAMINANTES
DE CARRINHOS DE COMPRAS EM
SUPERMERCADOS DURANTE A PANDEMIA DE
SARS-COV2. ASPECTOS TÉCNICOS E DE
SEGURANÇA**

**EVALUATION OF THE USE OF ULTRAVIOLET CABINS
AS DECONTAMINANTS OF SHOPPING CARTS IN
SUPERMARKETS DURING THE SARS-COV2
PANDEMIC. TECHNICAL AND SAFETY ASPECTS**

Prof. Me. Alexandre Panov Momesso¹

Universidade Municipal de São Caetano do Sul, Área de saúde, curso Nutrição, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-8224-4441>
alexandre.momesso@prof.uscs.edu.br

Cleober Rubira Fazani²

IAFP - *International Association for Food Protection* – São Paulo, SP, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-7511-0667>
cleoberfazani@gmail.com

Daniel Bertuzzi Vilela³

Sanity® Consultoria & Treinamento, São Paulo, SP, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-7685-7903>
daniel@sanityconsultoria.com

Ricardo Sousa Fernandes⁴

Médico Veterinário, Sanity® Consultoria & Treinamento, São Paulo, SP, Brasil,

<https://orcid.org/0000-0002-4764-989X>
ricardo@santyconslltoria.com

¹ Administrador e supervisor do projeto, análise formal e aprovação da versão final

² Responsável pela revisão e edição

³ Definição da metodologia e curadoria dos dados

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo analisar a segurança e o potencial uso da radiação ultravioleta de ondas curtas (UVC) como esterilizador com foco em SARSCov2, em carrinhos de compras em supermercados. Visando avaliar o potencial da radiação ultravioleta como germicida sob os aspectos técnicos, de eficiência e de segurança, foi feita extensa revisão bibliográfica. Além disto, foram analisadas cabines de desinfecção em 3 unidades de uma rede de supermercados no Município de São Paulo, utilizando equipamento específico (radiômetro), visando avaliar o potencial de descontaminação e o nível de segurança do processo. As medições realizadas apontaram intensidades de raios UVC que variaram de 0,215 a 1,373 W/m². Se levarmos em conta a duração de exposição praticada (30 segundos), as doses variaram de 0,647 a 4,119 mJ/cm². Em uma das cabines, foi detectada falhas estruturais que permitiam “vazamentos de UV” capazes de gerar danos caso medidas básicas de proteção não sejam tomadas. Os dados reforçaram o potencial desta tecnologia como adjuvante em um processo que visa a segurança, também reforçam a necessidade de definir critérios para construção e uso desta tecnologia.

Palavras chave: Coronavírus. Microbiologia. Segurança de alimentos.

ABSTRACT: The present work had as objective to analyze the safety and potential use of shortwave ultraviolet radiation (UVC) as a sterilizer with a focus on SARSCov2 in supermarket shopping carts. Material and methods: Aiming at evaluating the ultraviolet as a germicide under technical, efficiency and safety aspects, an extensive literature review has been made. In addition, disinfection booths were analyzed in 3 units of a supermarket

chain in the city of São Paulo, using specific equipment (radiometer) in order to evaluate the decontamination potential and the safety level of the process. The measurements performed showed intensities of UVC rays ranging from 0.215 to 1.373 W/m². If we take into account the duration of exposure practiced (30 seconds), the doses varied from 0.647 to 4.119 mJ/cm². In one of the cabins, structural faults were detected that allowed "UV leaks" capable of generating damage if basic protection measures are not taken. The data reinforced the potential of this technology as an adjuvant in a process aimed at safety, also reinforcing the need to define criteria for the construction and use of this technology.

Keywords: Coronavirus. Microbiology. Food safety.

1- INTRODUÇÃO

A radiação ultravioleta germicida UVGI (*Ultraviolet Germicid Irradiation*), é definida como o uso da radiação ultravioleta no comprimento do onda da luz em sua faixa germicida (200-320nm) para desinfecção de ar e superfícies, O termo foi cunhado para diferenciar-se as radiações ultravioletas não germicidas (UVA), das reconhecidamente germicidas (UVB e UVC). Esta pode reduzir a carga microbiana inativando enzimas microbianas sem causar danos ao alimento (Beltran e Canovas 2004) A irradiação germicida ultravioleta (UVGI) usando luz ultravioleta-C de ondas curtas (UVC, geralmente 245

nm) tem uma longa história de aplicações antissépticas na medicina e é usada para desinfecção do ar em hospitais (REED 2010). Em 2003 o CDC (*Center for Disease Control*) reconheceu a efetividade do UV como adjuvante no tratamento de sistema de ar de hospitais (CDC 2019).

No início do século XX, a radiação UV foi usada no tratamento da tuberculose (TB) e infecções dermatológicas, mas em meados deste século, com a descoberta de antibióticos e outras drogas, o uso generalizado da terapia radioativa parou (BOERE e col 2017). UV também é utilizada historicamente na desinfecção de superfícies em redes de água (KOWALSKI 2009). A desinfecção por meio da radiação ultravioleta (UV) é um processo utilizado inclusive para tratamento de esgotos, pelo qual nenhum tipo de substância é adicionado ao resíduo a ser tratado. Não deixa quaisquer substâncias tóxicas no efluente tratado, tornando-se uma prática bem mais segura que as demais (BATISTA e col, 2013). É este, um tipo de radiação já utilizada no tratamento de frutas, por ser considerada segura, sobretudo porque não apresenta efeito residual (EMBRAPA 2015). Este é um dos vários processos físicos que podem ser utilizados para a esterilização de alimentos ou na

higienização de superfícies que irão entrar em contato com alimentos, sendo que na indústria de alimentos, a utilização de radiação ultravioleta apresenta várias vantagens, quando comparada com os desinfetantes químicos, visto que esta radiação não deixa resíduos nas superfícies e tão pouco subprodutos indesejáveis. (BACHMANN, 1975; WONG et al., 1998; CHANG et al., 1985).

A radiação no Brasil é utilizada em larga escala para redução de carga microbiana em alimentos, sendo regulamentada pela resolução da diretoria colegiada ANVISA -RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001 (publicada no dou nº 20, de 29 de janeiro de 2001). Irradiação de alimentos (BRASIL, 2001).

Vantagens na aplicação

É considerada um agente sanitizante físico que elimina bactérias, bolores, leveduras e vírus; não deixando resíduos nas superfícies aplicadas, não apresentando restrições quanto ao seu uso em relação à legislação (Silva 2000). A luz ultravioleta demonstrou ser capaz de destruir vírus, bactérias e fungos em centenas de estudos de laboratório (MCDEVITT et al., 2012). Tem se mostrado como a forma mais rápida, confiável, efetiva, econômica e ambientalmente segura no

tratamento de superfícies e líquidos (ABREU e FARIA 2004).

O método mais prático de gerar radiação UV é pela passagem de descargas elétricas de vapor de mercúrio a baixa pressão dentro de tubos de vidro especiais, conhecidos comercialmente como lâmpadas germicidas. Segundo ICMSF (1980), uma lâmpada germicida de 50 W, posicionada a 1 metro de distância de um alvo, tem uma intensidade de 100 mW/cm². As doses de irradiação absorvidas são medidas em energia, expressas em ergs ou mW.s/cm². A radiação UVC não traz efeitos biológicos significativos no ser humano, pois é logo absorvida pela atmosfera (SET 2020).

A luz ultravioleta pode ser um desinfetante eficaz para descontaminar as superfícies de vírus, incluindo o vírus SARS-CoV, possivelmente porque gera foto dímeros indutores de UV nos genomas da estrutura de microrganismos (DARNELL et al., 2004).

A aplicação da tecnologia de ultravioleta em alimentos tem como vantagens, principalmente, ser um tratamento de conservação físico não térmico (pasteurização a frio), pois geralmente ocorre em temperaturas próximo à do meio ambiente, não deixa resíduos no produto alimentar

e, ao contrário do Radiação X ou gama, a luz UV não é ionizante, isso significa que não ejeta elétrons. No entanto, sua eficácia é limitada pelo tipo de radiação aplicada (UVA, UVB, UVC), pela dose e pelo grau de penetração do mesmo no produto (ALOTHMAN, BATH, e KARIM, 2009).

Modo de ação

Os mecanismos de ação da radiação ultravioleta (UV) sobre os micro-organismos são diferentes daqueles dos agentes desinfetantes químicos. O mecanismo predominante é, supostamente, o da alteração do Ácido Desoxirribonucleico (DNA) das células, tornando o organismo incapaz de reproduzir-se. Desta forma, o organismo é inativado com relação a sua capacidade de proliferação e transmissão da doença (BRYANT et al., 1992) As irradiações também inibem, em menor extensão, a síntese de proteínas (INGRAM e ROBERTS, 1980). A irradiação UV pode levar à formação de dímeros de pirimidina, interferindo assim na duplicação do DNA vírus, além de levar à destruição de ácidos nucleicos e tornar os vírus não infecciosos (BRICKNER e col., 2003).

Dose recomendada e segurança

Estudos têm documentado a efetividade da radiação ultravioleta na destruição de microrganismos contaminantes de várias superfícies de materiais (ROWAN et al., 1999; SIZER e BALASUBRAMANIAN, 1999). A radiação UV tem sido empregada para redução da microbiota de superfícies de materiais utilizadas na embalagem de alimentos, seja em processos assépticos ou não (YOUSEF e MARTH, 1988). O sucesso da esterilização de embalagens pela radiação UV depende de uma série de fatores, sendo que a superfície a ser esterilizada deve estar extremamente limpa. Segundo Reuter (1993, citado por ALEXANDRE 2008) como os raios UV têm um poder pequeno de penetração, podem ser facilmente absorvidos por partículas sólidas na superfície da embalagem. Sendo assim, os microrganismos podem ser protegidos por poeira, provocando o chamado "efeito sombra". Devido a seu baixo grau de penetração é mais eficiente sobre superfícies ou materiais transparentes, como ar, água e polietileno. A aplicação deve ser feita diretamente sobre o alvo (BACHMANN, 1975). Além disso,

tanto a distância como o ângulo de incidência da fonte à superfície a ser tratada devem ser cuidadosamente considerados (CHAMBERS & NELSON, 1993). Alexandre e col (2008), em trabalho que objetivou, a avaliação da eficiência da radiação ultravioleta (UV) na esterilização de superfícies de embalagens para alimentos analisaram a redução reduções decimais de esporos de *Bacillus subtilis*, concluindo que esse sistema de esterilização de superfície de embalagens é eficaz, principalmente quando o tempo de exposição do material à irradiação UV 254 nm for superior a 30 s. Concluindo porem que o processo para ser considerado eficaz precisa levar em conta, entre outros aspectos, tempo de exposição e distância da fonte luminosa. Estudo conduzido por Bedell e col (2016), indicou que a energia UVC emitida foi capaz de reduzir títulos virais do MHV-A59 em salas limpas em uma média de 2,71 log₁₀ em 5 minutos e 6,11 log₁₀ em 10 minutos de exposição, resultando em níveis indetectáveis do vírus MHV-A59. Para MERS-CoV, um tempo de exposição a UVC de apenas 5 minutos resultou em níveis indetectáveis de vírus. Kim e Kang, em 2018, investigaram a possibilidade de inativação da infecciosidade viral com tratamento

utilizando raios UVC via LED, alcançando reduções de 5 logs em $45\text{mJ}/\text{cm}^2$ para os vírus MS2, Q β e ϕ X174.

Embora o vírus SARS-CoV-2 ainda não tenha sido especificamente testado quanto à sua suscetibilidade aos ultravioletas, outros testes em coronavírus similares, incluindo o coronavírus SARS, concluiu que eles são altamente suscetíveis a inativação ultravioleta (KOWALSKI et al., 2020). Com relação especificamente ao coronavírus quando comparado ao adenovírus, este é de 7 a 10 vezes mais sensível a radiação ultravioleta (WALKER e KO 2007). Tseng e Li (2005), em pesquisa onde utilizaram luz ultravioleta em coronavírus em meio de cultura, atingiram níveis indetectáveis de vírus depois de 60 minutos.

Quanto à segurança do método, sob a perspectiva da saúde do trabalhador, não há limites regulatórios de exposição à radiação UV. Para radiação ultravioleta de ondas curtas (254nm) a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) estabelece o limite de 60 (J/m²)/6.0 mJ/cm² (ACGIH 2012)

O presente trabalho teve como objetivo analisar a segurança e eficiência do uso da radiação ultravioleta de ondas curtas (UVC)

como esterilizador com foco em SARSCov2, em carrinhos de compras de supermercados.

2 - METODOLOGIA

Visando avaliar o impacto do uso da radiação ultravioleta como germicida, histórico de uso e embasamento legal foi feita uma extensa revisão bibliográfica, buscando o entendimento científico sobre o tema, sobre a ótica dos estudos mais modernos no Brasil e no mundo, dando enfoque especial a utilização desta tecnologia como adjuvante de prevenção quanto a pandemia de SARSCov2. Para atestar a segurança e eficácia da cabine ultravioleta em questão, foram feitas medições da radiação emitida pelas cabines, em 3 unidades de um grupo de supermercados localizados no Município de São Paulo. Para tais medições foi utilizado equipamento específico, **Foto-Radiômetro Digital Portátil** – HD2302.0 da marca Delta OHM, com sonda de medição de irradiação LP 471 UVC com módulo SICRAM; na faixa espectral de 220nm280nm, pico 260nm, faixa espectral UVC, difusor de quartzo para correção do coseno. Faixa de medição: 0,1-10-3W/m² ...2000 W/m². Visando verificar possíveis “vazamentos”, foram efetuadas medições na parte externa da cabine e no ambiente (distância mínima de 1 metro da cabine), além de

medições dentro das cabines a fim de atestar a eficiência do processo.

Características da cabine: Altura = 1,4 m; comprimento = 1,6 m, largura = 1,4.

Sistema de lâmpadas germicidas. Todas as cabines continham 3 lâmpadas ultravioletas Puritec Osram HNS de 30w modelo G13 G30T8/OF, com comprimento de onda dominante: 254 nm, dispostas nas laterais e teto da cabine.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medições da área externa apontaram uma intensidade máxima de $0,0016 \text{ W/m}^2$, já as medições feitas na área interna da loja, distantes da cabine, apontaram intensidade luminosa que variaram entre $0,0001$ a $0,0003 \text{ W/m}^2$, em virtude de se tratar de área coberta e a luminosidade solar apresenta radiação. As medições feitas diretamente na área externa da cabine apontaram, intensidades que variaram de $0,0001$ a $0,0744 \text{ W/m}^2$.

Em duas das cabines (loja 3) foram detectadas frestas por onde detectou-se “vazamento” de UV. A medição feita diretamente nestas cabines (fresta lateral) apontaram intensidades de $0,0294$ a $0,0744 \text{ W/m}^2$ respectivamente, denotando que as cabines não se encontravam totalmente vedadas. Estas intensidades, se fossem aplicadas diretamente sobre a pele, excederiam os limites estabelecidos

pela *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), que estabelece o limite diário de 6.0 mJ/cm^2 , a em 34 minutos de exposição (ACGIH 2012). Nestas mesmas cabines as medições feitas a 0,86 metros de distância da cabine apontaram intensidades normais de radiação a $0,0003 \text{ W/m}^2$, isto é, as mesmas do ambiente interno da loja. Estes dados demonstram a necessidade de existirem critérios claros para construção de tais cabines e uma correta orientação quanto ao seu uso garantindo a segurança do usuário.

As medições efetuadas dentro da cabine a fim de detectar a intensidade de UV gerada, buscando o efeito germicida, apontaram intensidades que variaram de $0,215$ a $1,373 \text{ W/m}^2$. Se levarmos em conta a exposição de 30 segundos, as doses variaram de $0,647$ a $4,119 \text{ mJ/cm}^2$. Esta variação pode ocorrer por vários motivos como especificação e tempo de uso das lâmpadas, material e dimensionamento das cabines, altura das compras (no caso simulado pela sonda).

Com relação ao tempo de permanência dentro da cabine, este é um fator de grande impacto. Apenas a título de exemplo se este tempo fosse aumentado de 30 para 90 segundos, as doses aplicadas seriam de $1,9413$ a $12,357 \text{ mJ/cm}^2$, aumentando consideravelmente o efeito. As doses

aplicadas podem ser consideradas ou não suficientes para reduzir a carga microbiana a depender do referencial adotado e do micro-organismo alvo, como podemos ver no quadro 1. No caso específico do Sars-CoV-2, por ser um micro-organismo ainda pouco testado, os estudos ainda diferem bastante quando a dose suficiente para sua total eliminação, conforme apontam os estudos citados neste trabalho. Tseng e Li 2007, pesquisando a Inativação de vírus em superfícies por irradiação germicida ultravioleta utilizaram uma câmara de exposição de UV de aproximadamente $0,02 \text{ m}^3$ de

volume ($0,27 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$), expondo amostras a quatro lâmpadas UVC de 8W colocadas 30,5 cm acima da superfície do meio com um pico de radiação a 253,7 nm para ação germicida. Neste estudo, para redução viral de 90%, o vírus ssRNA (MS2) (vírus com estrutura similar ao coronavírus) exigiu uma dose extremamente baixa de UV ($1,32$ a $3,20 \text{ mJ /cm}^2$), portanto menores do que alcançadas no presente estudo.

As medições efetuadas estão apresentadas na tabela 1.



Quadro 1 - Doses de UV-254 nm para inativação de diferentes microrganismos

Microorganism	90% disinfection mWsec/cm ²	99,9% disinfection mWsec/cm ²
Bacterien, Viren		
Bacterium coli (in air)	0,7	2,1
Bacterium coli (in water)	5,4	16,2
Bacillus anthracis	4,5	13,7
S.enteritidis	4,0	12,0
B.megatherium (veg.)	1,1	3,4
B.megatherium sp.	2,8	8,0
B.paratyphosus	3,2	9,6
13,prodigiosus	0,7	2,1
B.pyocyaneus	4,4	13,2
B.subtilis spores	12,0	36,0
Cornynebacterium diphtheriae	3,4	10,0
Eberthella typhosa	2,1	6,3
Escherichia coli	3,0	9,0
Legionella pneumophila	0,92	2,76
Micrococcus candidus	6,3	19,0
Proteus vulgaris	2,7	7,8
Pseudomonas aeruginosa	5,5	16,5
Pseudomonas fluorescens	3,5	10,5
S.typhimurium	8,0	24,0
Sarcina lutea	19,8	59,0
Serratia marcescens	2,5	7,2
Dysentery bacilli	2,2	6,6
Shigella paradysenteriae	1,7	5,2
Spirillum rubrum	4,4	13,0
Staphylococcus albus	1,8-3,3	5,4-10,0
Staphylococcus aureus	2,2-4,9	6,6-14,8
Streptococcus hemolyticus	2,2	6,6
Streptococcus lactis	6,1	18,0
Streptococcus viridans	2,0	6,0
Baccillus tuberculi	10,0	30,0
Trichonomas	100,0	300,0

Fonte: Philips Produkt-Information. Desinfektion mit UV-Strahlung – Strahlungsquellen, technische Hinweise, Anwendung. 1995

Tabela 1: Intensidade e dose de radiação ultravioleta (UVC) emitida por cabine de desinfecção por loja

Loja 1	Intensidade Aferida	Dose (30 segundos)	Dose (90 segundos)
Local	W/m²	mW.s/cm²	mW.s/cm²
Área interna da Loja	0,0001	×	×
Área interna da Cabine	1,373	4,119	12,357
Área externa da Cabine	0,0001	0,0003	0,0009

Loja 2	Intensidade Aferida	Dose (30 segundos)	Dose (90 segundos)
Local	W/m²	mW.s/cm²	mW.s/cm²
Área interna Loja	0,0003	×	×
Área interna da Cabine	0,3685	1,1055	3,3165
Área externa da Cabine	0,0294	0,0882	0,2646

Loja 3	Intensidade Aferida	Dose (30 segundos)	Dose (90 segundos)
Local	W/m²	mW.s/cm²	mW.s/cm²
Área interna Loja	0,0003	×	×
Área interna da Cabine	0,2157	0,6471	1,9413
Área externa da Cabine	0,0744	0,2232	0,6696

Fonte: Momesso e col, 2020

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A radiação ultravioleta através de aplicação de ondas curtas (UVC) é reconhecidamente um método seguro e eficaz para desinfecção de superfícies, alimentos, líquidos e uma série de outros objetos, não deixando resíduos nos alimentos e superfícies tratadas. As especificações das lâmpadas utilizadas no processo analisado encontram-se de acordo com a finalidade do equipamento (função germicida), quanto a emissão de UVC e comprimento de ondas. As medições registradas nas cabines instaladas nas dependências das unidades, não apontaram nenhum risco quanto à

saúde, tanto dos consumidores, quando dos colaboradores. Quanto a eficiência da utilização de cabines de ultravioleta (UVC) visando a descontaminação da superfície de sacolas de compras, fica evidente que esta tecnologia pode ser utilizada como um complemento na proteção contra o Sars-CoV-2, porém a sua ação é limitada à superfície dos próprios carrinhos e da superfície das sacolas de compra, sendo que a sua eficácia na destruição de possível carga viral presente nos alimentos é restrita, uma vez que depende de fatores como volume de compra, carga viral presente, tipo de embalagem entre outros, não havendo como garantir que a dose

necessária para destruir o vírus seja alcançada. Desta forma é de fundamental importância que os consumidores sejam informados de que tal procedimento não exige a necessidade da implantação de medidas preventivas adicionais referenciadas pelos organismos internacionais e nacionais de saúde pública para o combate do SARSCoV2, tanto por parte do supermercado quanto dos clientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L e F; FARIA, J. A. F. Evaluation of a system for chemical sterilization of packages. **Packaging Technology and Science**, v. 17, p. 37-42, 2004.
- ALEXANDRE F.A, FARIA J.A.F, CARDOSO C.F. Avaliação da eficiência da radiação ultravioleta na esterilização de embalagens plásticas. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1524-1530, set./out, 2008.
- ALOTHMAN, M; BATH, R AND KARIM, A.A. Effects of radiation processing on phytochemicals and antioxidants in plant produce. **Trends in Food Science and Technology**, 20, 201-212, 2009.
- BACHMANN, R. Sterilization by intense ultraviolet radiation. **The Brown Boveri Rev.** 62, p. 206-209, 1975.
- BATISTA, R.O; SANTOS, E.B.S; J.B.A; COSTA, M.S; COSTA, A.K. Efeito de distintas lâminas de esgoto doméstico primário na desinfecção de microrganismos com radiação ultravioleta artificial. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 2013.
- BELTRÁN G.J.A: BARBOSA G.V.C. Review: **Advantages and Limitations on Processing Foods by UV Light**. Food Science and Technology International, EUA, 10 (3), 137-147, 2004.
- BOERE T.M, VISSER D.H, VAN FURTH A.M, LIPS P, COBELENS F.G.J. Solar ultraviolet B exposure and global variation in tuberculosis incidence: an ecological analysis. **European Respiratory Journal**, Europa, 49(6):9, 2017
- BRASIL. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Resolução da diretoria colegiada-RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001. Regulamento técnico para irradiação de alimentos**. Publicada no DOU nº 20, de 29 de janeiro de 2001.

BRICKNER, P.W; VINCENT, R.L; PRI
MEIRO, M; NARDELL, E; MURRAY, M
E KAUFMAN, W. A aplicação da
irradiação germicida ultravioleta para
controlar a transmissão de doenças
aéreas: contramedida do
bioterrorismo. *Public Health Rep.*
2003;118(2):99-114, 2003.

BRONS, J.; BIERMAN, A.; WHITE, R.
2020. An assessment of a hybrid lighting
system that employs ultraviolet-A for
mitigating healthcare-associated
infections in a newborn intensive care
unit. **Lighting Research & Technology**
0: 1-18. Inglaterra, Disponível em:
<<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1477153520904107>>. Acesso
em 20 de jun de 2020.

BRYANT, E. A.; FULTON, G.P.; BUDD,
G.C. **Disinfection alternatives for safe
drinking water.** Nova York: Van
Nostrand Reinhold, 518p. 1992.

CDC. **Diretrizes para Controle de
Infecção Ambiental em
Estabelecimentos de Saúde.** Site.
EUA 2019. Disponível em:
<https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/background/air.html>. Acesso 26 jun 2020)

CHAMBERS, J. V.; NELSON, P.
E. Principles of aseptic processing and
packaging.: **The Food Processors
Institute**, Washington DC, p. 257, 1993.

CHANG, J.C.H; OSSOFF, S.F; LOBE,
D.C; DORFMAN, M.H; DUMAIS, C.M;
QUALLS, R.G; AND JOHNSON, J.D.
UV Inactivation of Pathogenic and
Indicator Microorganisms. **Applied and
environmental microbiology**, p. 1361-
1365. v.49, n.6, 1985.

DARNELL, M.E.R.; SUBBARAO, K.;
FEINSTONE, S.M. Inactivation of the
coronavirus that induces severe acute
respiratory syndrome, SARS-CoV.
Journal of Virological Methods.
Holanda, 121: 85-91, 2004.

DUAN SM, ZHAO XS, WEN RF, et al.
Stability of SARS coronavirus in human
specimens and environment and its
sensitivity to heating and UV irradiation.
Biomed Environ Sci, USA, 16(3):246-
255, 2003.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de de
pesquisa agropecuária. **Luz
ultravioleta combate podridão de
melão.** Site. **22/09/15** <Disponível em:
<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/5623075/luz-ultravioleta-combate-podridao-de-melao#:~:text=Por%20isso%2C%20o%20ultravioleta%20pulsado,frutas%22%2C%20completa%20o%20pesquisador>>. Acesso 26 jun 2020.

INGRAM, M.; ROBERTS, T. A.
Application of the D- concept to heat treatments involving curing salts.
Journal Food Technology, v. 6, p. 21-28, 1980.

KIM, T; SILVA, J.L AND CHEN T.C.
Effects of UV Irradiation on Selected Pathogens in Peptone Water and on Stainless Steel and Chicken Meat.
Journal of Food Protection, EUA, Vol. 65, No. 7, 2002.

KIM, D.K; KANG, D.K. A radiação UVC LED inativa efetivamente vírus, bactérias e fungos em aerossol em um sistema de desinfecção de ar do tipo câmara
Appl. Environ Microbiol, 84 (17), 2018.

KOWALSKY, W. **Ultraviolet germicidal irradiation handbook. UVGI for air and surface desinfeccion.** Springer, Nova York, 2009.

KOWALSKI, W.; WALSH, T.; PETRAITIS, V. 2020. COVID19 Coronavirus Ultraviolet Susceptibility. **Technical Report. PurpleSun inc.** Nova York. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/339887436_2020_COVID-19_Coronavirus_Ultraviolet_Susceptibility>. Acesso em 27 de jun de 2020.

KURT BEDELL, BS; ADAM H. BUCHAKLIAN; STANLEY PERLMAN. Efficacy of an Automated Multiple Emitter Whole-Room Ultraviolet-C Disinfection System Against Coronaviruses MHV and MERS-CoV.
Infect Control Hosp Epidemiol, Inglaterra, 37: 598-599, 2016.

LEHMANN, M.; PFAHLBERG, A.B.; SANDMANN. Public Health Messages Associated with Low UV Index Values Need Reconsideration. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. Suíça, 16(12): 2067, 2019.

LUCAS, R.M; NEALE, R.E; MADRONICH, S; MCKENZIE, R.L. As diretrizes atuais para proteção solar são ideais para a saúde? Explorando as evidências. **Photochem. Photobiol. Sci. i. Europa**, Vol 17, 2018.

MCDEVITT, J. J., RUDNICK, S. N., & RADONOVICH, L. J. Aerosol susceptibility of influenza virus to UVC light. **Applied and environmental microbiology**, EUA, 78(6), 1666–1669, 2012.

REED, N. G. The history of ultraviolet germicidal irradiation for air disinfection. **Public Health Rep**, EUA, 125: 15b-27, 2010.

ROWAN, N. J., MacGREGOR, S. J., ANDERSON, J.G., FOURACRE, R. A., McILVANEY e FARISH, O. Pulsed-light inactivation of food-related microorganisms. **Applied and Environmental Microbiology**, v.65, n.3, p.1312-1315, 1999.

SET (Sociedade Brasileira de Engenharia de Televisão). **Radiação ultravioleta – riscos e precauções**. Revista SBET, v1. Disponível em: [https://set.org.br/revista-da-set/radiacao-ultravioleta-riscos-e-precaucoes/#:~:text=A%20Comiss%C3%A3o%20Internacional%20de%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o,\(315%20a%20400%20nm](https://set.org.br/revista-da-set/radiacao-ultravioleta-riscos-e-precaucoes/#:~:text=A%20Comiss%C3%A3o%20Internacional%20de%20Ilumina%C3%A7%C3%A3o,(315%20a%20400%20nm.). Acesso em 30 de jun de 2020.

SILVA C.A.S. **Avaliação da radiação ultravioleta no controle de microrganismos aderidos em filmes de polietileno de baixa densidade**. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”. VIÇOSA MINAS GERAIS – BRASIL, 2000.

SIZER, C.E e BALASUBRAMANIAM, V.M. New intervention processes for minimally processed juices. **Food Technology**, v.53, n.10, p.64-67, 1999.

TSENG, C.C.; LI, C.S. Inactivation of VirusContaining Aerosols by Ultraviolet Germicidal Irradiation. **Aerosol Science and Technology**. Reino Unido, Vol 39: 1136-1142, 2005.

TSENG C.C E LI, C.S. Inativação de vírus em superfícies por irradiação germicida ultravioleta, **Journal of Higiene Ocupacional e Ambiental**, EUA, 4: 6, 400-405, 2007.

WALKER, C.M; KO G. Effect of ultraviolet germicidal irradiation on viral aerosols. **Environ Sci Technol.**;41(15):5460–5465, 2007.

WONG, E; LINTON, R.H; GERRARD, D.E. Reduction of *Escherichia coli* and *Salmonella senftenberg* on pork skin and pork muscle using ultraviolet light. **Food Microbiology**, n. 15, p.415-423, 1998.

YOUSEF, A.E; MARTH, E. H. Inactivation of *Listeria monocytogenes* by ultraviolet energy. **Journal of Food Science**, v. 53, n. 2, p. 571-573, 1988.