



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**  
**ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA**  
**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – MODALIDADE MÉDICA**

**EFICÁCIA DA LUZ ULTRAVIOLETA CONTÍNUA NA DESCONTAMINAÇÃO DE**  
**CÉDULAS DO REAL**

**PEDRO CAPONI TAVARES DE BRITO**

**GOIÂNIA-GO**

**2023**

## **EFICÁCIA DA LUZ ULTRAVIOLETA CONTÍNUA NA DESCONTAMINAÇÃO DE CÉDULAS DO REAL**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado à Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito para a conclusão do curso de Ciências Biológicas – Modalidade Médica.

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Marques Cardoso.

Co-orientadora: Biomédica Monalyza Borges de Oliveira Camargo.

GOIÂNIA-GO

2023

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>05</b>
<b>CASUÍSTICA E MÉTODOS.....</b>	<b>06</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>09</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>13</b>

**EFICÁCIA DA LUZ ULTRAVIOLETA CONTÍNUA NA DESCONTAMINAÇÃO DE  
CÉDULAS DO REAL**

**EFFECTIVENESS OF UV-C LIGHT IN THE DECONTAMINATION OF REAL  
BANKNOTES**

**DE BRITO**, Pedro Caponi Tavares<sup>1</sup>

**CAMARGO**, Monalyza Borges de Oliveira<sup>2</sup>

**CARDOSO**, Alessandra Marques<sup>3\*</sup>

1. Acadêmico de Biomedicina da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia-GO, Brasil.

2. Biomédica do Laboratório de Análises Clínicas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, lotada no Centro de Saúde da Família da Vila Mutirão. Goiânia-GO, Brasil.

3. Biomédica, Mestra e Doutora em Medicina Tropical pela Universidade Federal de Goiás, Professora da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Professora da Faculdade da Polícia Militar, Servidora da Secretaria de Estado da Saúde de Goiás. Goiânia-GO, Brasil.

\*Autora correspondente: Dra. Alessandra Marques Cardoso. Endereço: Escola de Ciências Médicas e da Vida, PUC Goiás, Área IV, Avenida Universitária, N° 1440, Setor Universitário, CEP 74.605-010, Goiânia, GO, Brasil. Contato telefônico: (62) 98469-1569, E-mail: [alemarques5@yahoo.com.br](mailto:alemarques5@yahoo.com.br)

## RESUMO

As mãos são vias de transmissão de microrganismos pois entram em contato com diferentes objetos no dia a dia, incluindo o dinheiro. Com o desgaste das cédulas, ocorre acúmulo de umidade, impureza e bactérias, que são favorecidas pelo óleo produzido na polpa dos dedos e depositados em meio às rachaduras no papel-moeda. Embora a luz ultravioleta contínua (UV-C) possa ser empregada na descontaminação de objetos e superfícies, é necessário conhecer o tempo de exposição ideal, para assim, utilizá-la de forma eficiente. Esse estudo objetivou avaliar a eficácia da exposição à UV-C na descontaminação de microrganismos mesófilos aeróbios totais (MMAT) isolados de cédulas de real. Foram analisadas quatro cédulas sendo três de R\$2,00 e uma de R\$5,00. Os experimentos foram realizados em duplicata no Laboratório Clínico da PUC Goiás, empregando-se os meios de cultura TSB e PCA. As amostras foram coletadas com *swabs* umedecidos em caldo TSB estéril, antes e após a exposição das cédulas à luz UV-C durante 5, 10 e 20 minutos. Após a coleta, as amostras foram semeadas em caldo TSB e incubadas à 36°C. Após 24 h de incubação, 100 µl do caldo foram semeados na superfície do ágar PCA, sendo estes incubados à 36°C por 24 h. Após, realizou-se a leitura dos experimentos. Os resultados evidenciaram a presença de MMAT em todas as cédulas avaliadas antes e após exposição durante 5 e 10 minutos à luz UV-C. Por outro lado, observou-se que após 20 minutos de exposição à luz UV-C, houve 100% de descontaminação das cédulas.

**Palavras-chave:** Raios ultravioleta; Bactérias aeróbias; Descontaminação.

## ABSTRACT

Hands are pathways for the transmission of microorganisms because they come into contact with different objects in everyday life, including money. As the banknotes wear down, moisture, impurities and bacteria accumulate, which are favored by the oil produced on the pulp of the fingers and deposited among the cracks in the paper money. Although continuous ultraviolet light (UV-C) can be used to decontaminate objects and surfaces, it is necessary to know the ideal exposure time in order to use it efficiently. This study aimed to effectiveness of UV-C exposure in the decontamination of total aerobic mesophilic microorganisms (MMAT) isolated from banknotes of real. Four banknotes were analyzed, being three of R\$2.00 and one of R\$5.00. The experiments were performed in duplicate in the Clinical Laboratory of PUC Goiás, using TSB and PCA culture media. The samples were collected with swabs moistened in sterile TSB broth before and after exposure of the banknotes to UV-C light for 5, 10, and 20 minutes. After collection, the samples were seeded in TSB broth and incubated at 36°C. After 24 h of incubation, 100 µl of the broth were seeded onto the PCA agar surface, and these were incubated at 36°C for 24 h. Afterwards, the experiments were read. The results evidenced the presence of MMAT in all the evaluated ballots before and after exposure for 5 and 10 minutes to UV-C light. On the other hand, it was observed that after 20 minutes of exposure to UV-C light there was 100% decontamination of the banknotes.

**Keywords:** Ultraviolet Rays; Aerobic Bacteria; Decontamination.

## INTRODUÇÃO

O dinheiro sempre foi de grande importância para circulação de bens e valores, sendo que de 1515 a 1519 no Brasil, o pau-Brasil, o fumo, o algodão, o açúcar e o zimbo foram os materiais mais utilizados como moeda-mercadoria entre nativos e portugueses. Desde então, esses materiais vêm ganhando diversas variações, entre ouro (dobrões), prata (patacas) e cédulas<sup>1</sup>, que desde 1994 são produzidas em polímeros altamente resistentes que prometem suportar a circulação do real de mão em mão<sup>2</sup>.

As cédulas são consideradas possíveis carreadoras de microrganismos patogênicos e não-patogênicos aos seres humanos<sup>3-5</sup>, esses microrganismos são provenientes de alimentos, móveis, manipulação das notas após utilização do banheiro, contato com mucosas corporais e em ambientes sujos nos quais a nota entra em contato<sup>2</sup>. Esse efeito de arrasto é devido a sua grande veiculação e contato direto com superfícies contaminadas, mas também é favorecida pelo desgaste usual da cédula e o aparecimento de fissuras que acumulam umidade e podem servir de depósito para diversos microrganismos, favorecendo a transmissão de doenças entre as pessoas<sup>6</sup>.

A contaminação microbiana das cédulas de real pode ser conhecida por meio da pesquisa de microrganismos mesófilos aeróbios totais (MMAT), um grande grupo composto por diversas bactérias com agrupamento colonial em pares, tétrades, cadeias e cachos<sup>7</sup> comumente empregados como indicadores para avaliar a higiene e a sanitização de alimentos, como carnes e vegetais, mas principalmente o leite, bem como de superfícies inanimadas, como cédulas do real. Os MMAT apresentam temperatura ótima de crescimento variando entre 20°C e 40°C, sendo a temperatura média ideal entre 36°C e 37°C<sup>8,9</sup>.

A luz ultravioleta contínua (UV-C) pode ser chamada igualmente de irradiação germicida ultravioleta (UVGI) e é usada como forma de descontaminação de ambientes, sendo vantajosa por não requerer mudanças na ventilação, não deixar resíduos após o tratamento, possuir um amplo espectro de ação, ser eficiente contra diversas formas microbianas e por obter resultados vantajosos em curtos tempos de exposição<sup>10</sup>.

A luz tem efeito diretamente sobre o DNA do microrganismo, e através de mutação, induz a uma nova formação de bases de dipirimidinas formando os dímeros de ciclobutano de pirimidina (CPD). Essa ligação se estabelece entre timina, citosina ou o derivado de citosina presentes na mesma fita de DNA. Para que essa ligação ocorra, é necessário que as duas bases

de pirimidina (timina e citosina) estejam lado a lado e após a incidência da luz UV-C, uma nova base *by-pass* é incorporada, modificando a timina e citosina, resultando em uma ligação timina-timina na mesma fita do DNA<sup>11-13</sup>.

Na leitura da dupla hélice do DNA, essa mutação impede a correta replicação, transcrição, tradução e posteriormente a produção das proteínas, resultando na completa morte bacteriana e inativação viral<sup>12</sup>.

Dentro do espectro UV, existe em 3 grandes subdivisões: UV-A (315 - 400nm), UV-B (280 - 315nm) e UV-C (100 - 280nm). A luz UV-C faz parte dos raios solares e é grande parte filtrada pela camada de ozônio antes de chegar ao solo, ela é a mais energética e a que tem a maior capacidade para gerar danos às células sendo precursora de queimaduras e carcinomas na pele humana<sup>14</sup>. A UV-C utilizada nos experimentos é semelhante a emitida pelos raios solares, mas é produzida artificialmente principalmente por mercúrio de baixa pressão e gases inertes<sup>15</sup>.

O uso da luz UV-C é eficiente na eliminação de microrganismos na superfície dos materiais, juntamente com bioaerossóis<sup>16</sup>, entretanto, a eficácia da luz pode ter alguns obstáculos como: o posicionamento da luz frente a superfície a ser descontaminada, o tempo de exposição à luz e a presença de impurezas que possam bloquear o contato da luz a superfície<sup>11,17,18</sup>. Esses interferentes influenciam diretamente nos danos causados no DNA dos vírus ou bactéria, podendo ter o efeito descontaminante reduzido se a luz for mal inspecionada e utilizada<sup>11</sup>.

Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar a eficácia da exposição à luz ultravioleta contínua na descontaminação de MMAT isolados de cédulas de real.

## CASUÍSTICA E MÉTODOS

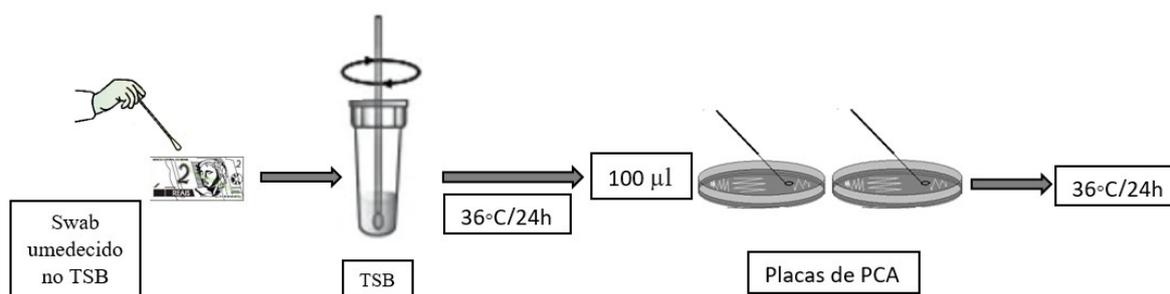
Foram utilizadas cédulas de dois reais (R\$2,00) e cinco reais (R\$5,00) para isolamento de MMAT e avaliada a eficácia da luz UV-C na descontaminação destas cédulas. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análises Clínica da PUC-Goiás, de outubro de 2022 a novembro de 2022, obedecendo os critérios de biossegurança e boas práticas de laboratório. Os experimentos foram realizados em duplicata, e os meios de cultura utilizados foram *Ágar Plate Count Agar* (PCA) para isolamento de colônias de MMAT oriundos das cédulas de real e o caldo *Trypticase Soy Broth* (TSB Broth), para o crescimento e enriquecimento prévio das amostras, antecedendo a semeadura em superfície do PCA.

Os materiais utilizados foram previamente esterilizados em autoclave à temperatura de 121°C por 15 minutos. Para cada ciclo de experimentos foram incluídas placas de PCA não inoculadas como controle negativo. A lâmpada de luz UV-C da marca PANAM tem as especificações de 600 volts e 660 watts de potência, e foi utilizada dentro da cabine de segurança biológica (CSB) modelo VLFS 12 com série: FL 8640. Essa luz é contínua, e possui um comprimento de onda de 254nm, sendo esse, o comprimento mais eficiente contra microrganismos<sup>19</sup>. Todos os experimentos foram realizados a uma distância fixa de 60 centímetros entre o bulbo de luz e as cédulas.

Para a coleta foi fixada com fita adesiva uma cédula de R\$2,00 e uma de R\$5,00 no interior da cabine de segurança biológica classe 2, marcado em fita adesiva os tempos a serem percorridos e divididos em três partes, a saber: antes da exposição a luz UV-C, durante a exposição a luz UV-C e após a exposição a luz UV-C.

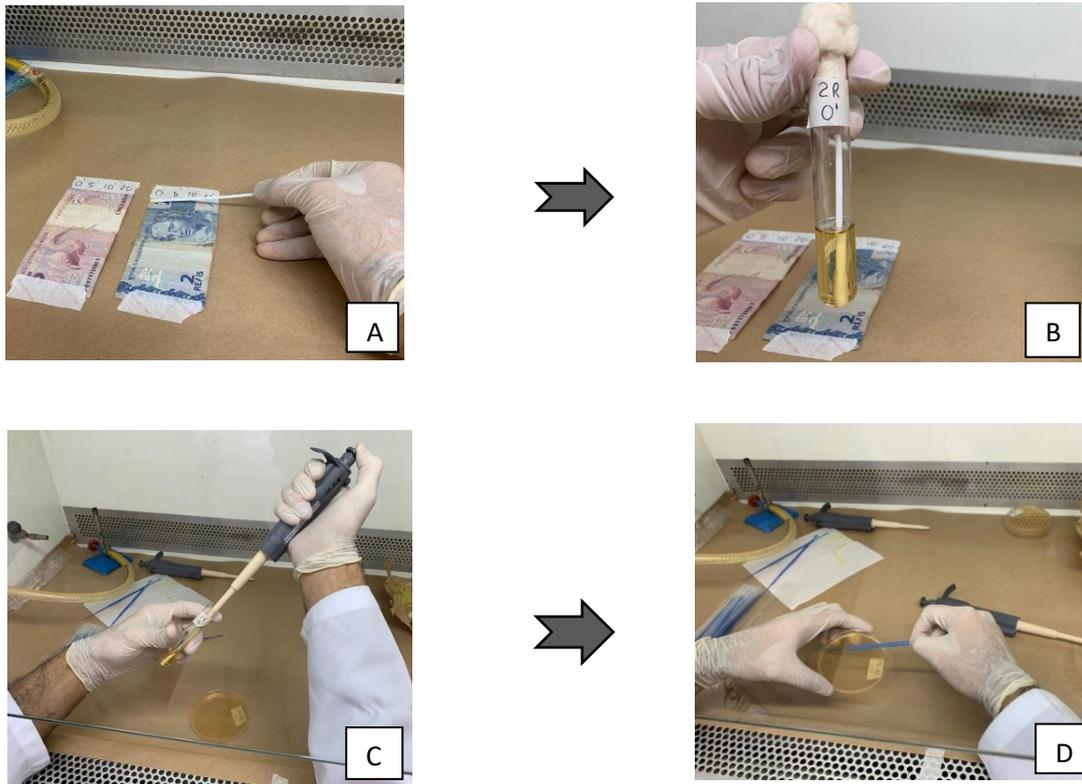
**Coleta das amostras antes da exposição à luz UV-C:** um *swab* estéril foi umedecido no caldo TSB antes da rolagem do mesmo no espaço identificado como “minuto 0” na superfície das cédulas de 2 e 5 reais. Após, o *swab* foi inserido no interior do tubo de ensaio contendo caldo TSB e identificado como 0’. Esse meio passou pelo processo de incubação na estufa a 36°C por 24h e decorrido esse tempo, foram pipetados e semeados 100µl do caldo TSB na superfície do ágar PCA, em duplicata, identificadas como 2R0’ para cédulas de R\$2,00 e 5R0’ para cédulas de R\$5,00. As placas de PCA inoculadas foram incubadas em estufa a 36°C por 24h, como mostram as figuras 1 e 2.

**Figura 1:** Fluxograma dos procedimentos de coleta e cultura de MMAT em amostras de cédulas de real antes da exposição à luz UV-C.



**Fonte:** Próprios autores.

**Figura 2:** Procedimento de coleta, inoculação e semeadura em meios de cultura.

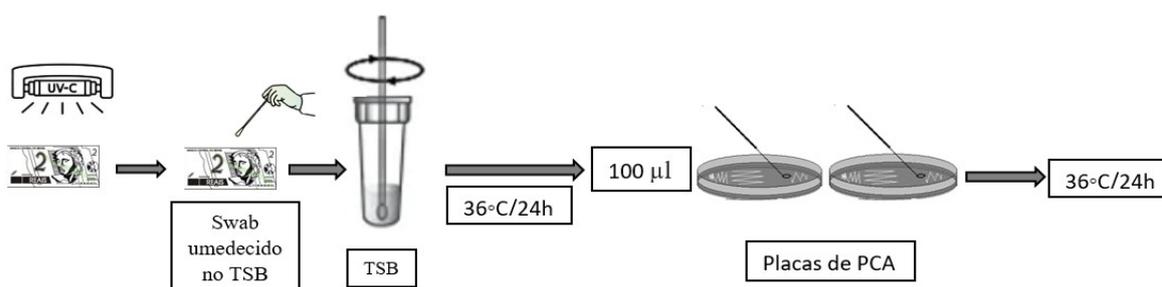


**Legenda:** **A:** Cédula fixada com fita adesiva e identificada com os respectivos tempos de R0', R5', R10', R20'. *Rolagem de swab* umedecido em caldo TSB; **B:** Incubação da amostra em caldo TSB a 36°C por 24h. **C:** Pipetagem de 100 µl em caldo TSB; **D:** Semeadura em superfície do ágar PCA.

**Fonte:** Próprios autores.

**Coleta das amostras após exposição à luz UV-C:** As cédulas foram expostas à UV-C em três intervalos de tempo diferentes para testar a eficácia da luz UV-C em cada tempo nas notas de R\$2,00 e R\$5,00. Como primeiro passo, foi umedecido um *swab* no caldo TSB e feita a rolagem no espaço de 5' da cédula após 5 minutos de UV-C, no espaço de 10' após 10 minutos de UV-C e no espaço 20' após 20 minutos de UV-C, introduzidos nos respectivos tubos contendo caldo TSB (marcados como 2R5', 2R10', 2R20' para as cédulas de R\$2,00 e 5R5', 5R10', 5R20' para cédulas de R\$5,00), incubados em estufa a 36°C por 24 horas. Decorrido esse tempo, foram pipetados 100µl do caldo TSB em placas de PCA, em duplicata, conforme ilustrado na figura 3.

**Figura 3.** Fluxograma dos procedimentos de coleta e cultura de MMAT em amostras de cédulas de real após exposição à luz UV-C.



Fonte: Próprios autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados três grupos de experimentos para avaliar a eficácia da luz UV-C no crescimento de MMAT em cédulas de real, os quais serão descritos a seguir.

No primeiro experimento (quadro 1), as cédulas analisadas estavam danificadas e continham ranhuras, inclusive a cédula de R\$2,00 obtida para o estudo estava restaurada com uma fita adesiva transparente, colando as duas partes da nota ao meio. A cédula de R\$2,00 utilizada no primeiro experimento gerou resultado divergente do esperado, levando à hipótese de que a fita adesiva transparente estivesse atuando como uma barreira, impedindo a ação da luz UV-C, o que indicou a necessidade da realização de um segundo experimento com outra cédula de R\$2,00.

**Quadro 1.** Resultados das culturas de MMAT do primeiro experimento realizado com cédula de R\$2,00 rasgada e cédula de R\$5,00 íntegra.

Tempo de exposição à luz UV-C (minutos)	Cédula R\$2,00	Duplicata cédula R\$2,00	Cédula R\$5,00	Duplicata cédula R\$5,00
0'	P	P	P	P
5'	N	N	P	P

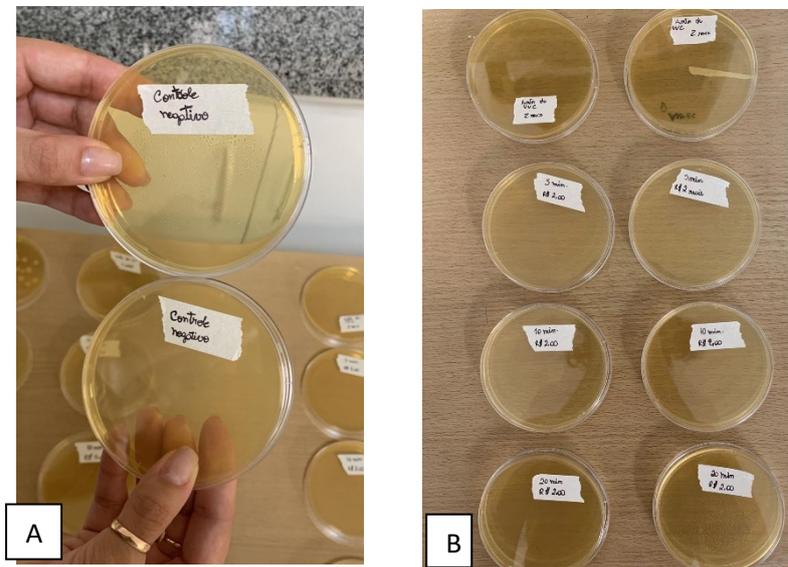
10'	N	P	P	P
20'	N	P	N	N

**Legenda:** P = positivo (houve crescimento de microrganismos); N = negativo (não houve crescimento de microrganismos).

**Fonte:** Próprios autores.

No segundo experimento foi utilizada uma cédula de R\$2,00 sem fita adesiva transparente, recém-fabricada no banco central, ou seja, nova e sem fissuras, pouco veiculada no mercado, adquirida no momento do abastecimento do caixa eletrônico. Obteve-se como resultado ausência de crescimento de MMAT, tanto nos tubos quanto nas placas, em todos os intervalos de tempo de exposição à luz UV-C, conforme evidenciado na Figura 4. Assim, houve a necessidade de repetir o experimento com outra cédula de R\$2,00 veiculada no comércio e mais desgastada.

**Figura 4:** Cultura com cédula de real recém-fabricada.



**Legenda:** **A:** Validação do controle negativo validou, ausência de crescimento de microrganismos. **B:** Experimento da cédula de R\$2,00 com ausência de crescimento de MMAT.

**Fonte:** Próprios autores.

No terceiro experimento foi utilizada uma cédula de R\$2,00 bastante veiculada no mercado, sem fita adesiva transparente e com fissuras capazes de fornecer, hipoteticamente,

um excelente ambiente para microrganismos. Os resultados encontram-se apresentados no quadro 2.

**Quadro 2.** Resultados das culturas de microrganismos mesófilos aeróbios totais do terceiro experimento realizado com cédula de R\$2,00 gasta, bastante veiculada no comércio.

<b>Tempo de exposição à luz UV-C (minutos)</b>	<b>Cédula R\$2,00</b>	<b>Duplicata cédula R\$2,00</b>
<b>0'</b>	P	P
<b>5'</b>	P	P
<b>10'</b>	P	P
<b>20'</b>	N	N

**Legenda:** P = positivo (houve crescimento de microrganismos); N = negativo (não houve crescimento de microrganismos).

**Fonte:** Próprios autores.

Os resultados dessa pesquisa evidenciaram a eficácia da exposição à luz UV-C nas cédulas de real em eliminar os MMAT após 20 minutos de exposição, aplicando-se uma distância de 60 cm. Entretanto, no estudo de Hummel *et al.*<sup>20</sup> foi observado resultado na descontaminação de máscaras em uma sala fechada usando três bulbos de luz a uma distância de 2,5 m a 3,5 m entre a luz e as máscaras, sendo necessários 10 minutos de exposição à luz UV-C para garantir a reutilização adequada das máscaras<sup>20</sup>.

Groot *et al.*<sup>21</sup> testaram a eliminação de *Candida auris* por UV-C quando semeada em lâminas de vidro, em que a maior eficiência obtida foi com a aplicação do tempo de 30 minutos de exposição, a uma distância de 2 metros<sup>19</sup>. Em outro estudo, Song *et al.*<sup>22</sup> testaram a eficácia da luz UV-C na inibição do crescimento de colônias microbianas inoculadas em ágar Luria-Bertani e ágar batata a uma distância de 5 milímetros, obtendo um resultado satisfatório com quase 100% de inativação dos microrganismos aplicando 60 segundos de exposição à luz UV-C.

A eficiência da luz UV-C está diretamente ligada ao tempo de exposição à mesma. Neste trabalho foi avaliado o funcionamento da luz UV-C no interior da cabine de segurança biológica classe 2 em diferentes tempos de exposição e usado em cédulas de real, que são

superfícies altamente contaminadas e capazes de veiculação de microrganismos. Ficou evidente que o tempo de exposição mais eficaz para a descontaminação completa das amostras foram 20 minutos de exposição.

O presente estudo permitiu a observação de que a presença de barreiras físicas entre a fonte de luz UV-C e a cédula, como a fita adesiva transparente para restauração da nota de real, mantiveram os MMAT viáveis, diminuindo a eficácia da luz UV-C. Os resultados obtidos refletem a possibilidade de outros estudos relacionados a eficácia da exposição à luz UV-C na descontaminação de diferentes materiais.

No caso de cédulas novas e recém-fabricadas, verificou-se ausência de crescimento microbiano nos experimentos realizados. Segundo a pesquisa de Akter *et al.*<sup>23</sup>, as cédulas novas são mais resistentes à presença de microrganismos uma vez que possuem um formato côncavo e sem nutrientes para as possíveis colônias, mostrado pelo autor através da microscopia. Entretanto, o trabalho de Awakeel *et al.*<sup>24</sup> demonstrou por meio culturas de cédulas em ágar batata e ágar sangue que os microrganismos podem ser isolados tanto a partir de cédulas antigas quanto novas.

Em relação ao primeiro experimento com a cédula rasgada e reparada com fita adesiva transparente, foi possível observar que a mesma interferiu diretamente na eficácia da luz UV-C quanto à eliminação dos MMAT. Segundo Ploydaeng *et al.*<sup>11</sup>, a eficácia da luz UV-C depende do posicionamento da lâmpada e do padrão de movimento do ar, sendo ineficiente em ambientes onde existe sujeira e resíduos. No caso da cédula testada, a fita adesiva transparente foi uma barreira física que impediu a eficácia da luz UV-C, mantendo os microrganismos intactos, de forma que as culturas apresentaram resultado positivo para crescimento de MMAT<sup>11</sup>.

Em um estudo conduzido por Barolia *et al.*<sup>25</sup>, ficou evidente a importância de se atentar quanto ao uso de cédulas desgastadas pelo uso, uma vez que estas são mais favoráveis ao desenvolvimento de diferentes microrganismos, alertando para o fato de que além de uma barreira física, a cédula unida com fita adesiva transparente é mais contaminada e mais propensa a veicular patógenos.

Sobre cédulas bastante veiculadas no comércio e com fissuras, porém sem evidências de restauração por meio de fita adesiva transparente, foi possível observar nesse estudo uma grande carga microbiana em sua superfície, sendo necessário um tempo de exposição à luz UV-C de 20 minutos para descontaminar essas cédulas. Em uma pesquisa realizada por Górný

*et al.*<sup>26</sup>, foram coletadas amostras das mãos dos trabalhadores que manuseiam dinheiro diariamente para realização de culturas microbianas, e o resultado apresentou elevada contaminação. Assim, é notória a eficácia da exposição à UV-C na descontaminação das cédulas de real, pois mesmo com uma grande carga microbiana, os resultados obtidos nesse estudo revelaram a ausência de crescimento de MMAT no ágar PCA após 20 minutos de exposição à luz UV-C.

Gedik *et al.*<sup>5</sup> analisaram os diferentes tipos de polímeros nas cédulas e revelaram que em cédulas com maior número de impurezas, há grande presença de bactérias, uma vez que não conseguem extrair nutrientes das cédulas, e, por necessidade de sobrevivência, se alimentam dos resíduos depositados no material, formando pequenas colônias bacterianas em meio às fissuras no papel-moeda. Sendo confirmado por Angelakis *et al.*<sup>27</sup>, que evidenciaram a sobrevivência de cepas de *Staphylococcus aureus* inoculadas em papel-moeda por até 8 dias à temperatura ambiente. Isso pode justificar a elevada contaminação de cédulas com fissuras, já que essas apresentam maior quantidade de colônias bacterianas e maior capacidade de manter a viabilidade dos microrganismos nelas presente.

## CONCLUSÃO

Os resultados evidenciaram a presença de incontáveis colônias de MMAT em todas as cédulas avaliadas antes e após exposição durante 5 e 10 minutos à luz UV-C. Por outro lado, observou-se que após 20 minutos de exposição à luz UV-C, houve 100% de descontaminação das cédulas e ausência de colônias. Assim, conclui-se que a luz UV-C é eficiente na descontaminação de superfícies como o papel-moeda, sendo influenciada pelo tempo de exposição à superfície alvo.

## REFERÊNCIAS

1 - Secretaria de Relações Institucionais do Banco Central do Brasil, Museu de Valores do Banco Central do Brasil. Dinheiro no Brasil. Ficha catalográfica do Banco do Brasil. 2004; 2º Ed;6-34.

2 - Salvador FC, Silva JB, Pereira JKG. Avaliação do Dinheiro Como uma Possível Fonte de Contaminação por Bactérias Patogênicas [Internet]. 2007 Out [citado em 8 mar. 2023]; 5(1):1-5. Disponível em: <https://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/6598>

- 3 - Souza DA, Santo ER, Borges TR, Vieira MR. Estudo da contaminação de cédulas de dinheiro e moedas por parasitos nas cantinas de uma instituição superior. *Vita et Sanitas* [Internet]. 2018 dez [citado em 9 mar. 2023]; 12(2): 10-16. Disponível em: <http://fug.edu.br/revistas/index.php/VitaetSanitas/article/view/162/142>
- 4 - Fonseca TAP, Pessoa R, Sanabani SS. Molecular Analysis of Bacterial Microbiota on Brazilian Currency Note Surfaces. 2015 oct 22; 12(10):1-13. PubMed; PMID: 26506368.
- 5 - Gedik H, Voss T A, Voss A. Money and transmission of bacteria. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*. BioMed Central (BMC) [Internet]. 2013 Aug [citado em 13 abr. 2023];2(22):2-22. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2047-2994-2-22>
- 6 - Lindsley WG, McClelland TL, Neu DT, Martin SB Jr, Mead KR, Thewlis RE, Noti JD. Ambulance disinfection using Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI): Effects of fixture location and surface reflectivity. 2017 dec 28;15(1):1-12. PubMed; PMID: 29059039.
- 7 - Souza AS, Caetano SC, Perdomo ADR. Comparação entre os métodos rápidos SimplateR TPC- CI e PetrifilmR AC e os métodos convencionais de contagem em placas para a enumeração de aeróbios mesófilos em sorvetes. *SciELO* [Internet]. 2002 [citado em 13 abr. 2023];22(1):60-64. Disponível em: [www.scielo.br/j/cta/a/8wh9mCSpntcXVYJNMWdFvvL/?lang=pt](http://www.scielo.br/j/cta/a/8wh9mCSpntcXVYJNMWdFvvL/?lang=pt)
- 8 - Pens CJS, Both FL, Silva LC, Dias MA. Avaliação da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos em sushis de buffets de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, conforme legislação municipal vigente. *Brazilian Journal of Food Research* [Internet]. 2020 [citado em 15 mar. 2023];11(1):45-57. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/10363>
- 9 - Freitas R, Nero LA, Carvalho AF. Technical note: Enumeration of mesophilic aerobes in milk: Evaluation of standard official protocols and Petrifilm aerobic count plates. *Journal of Dairy Science* [Internet]. 2010 jan [citado em 13 abr. 2023];92(7):3069-3073. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1705>
- 10 - Casini B, Tuvo B, Cristina ML, Spagnolo AM, Totaro M, Baggiani A, Privitera GP. Evaluation of an Ultraviolet C (UVC) Light-Emitting Device for Disinfection of High Touch Surfaces in Hospital Critical Areas. 2019 sep;16(19):3572. PubMed; PMID: 31554297.
- 11 - Ploydaeng M, Rajatanavin N, Rattanakaemakom P. UV-C light: A powerful technique for inactivating microorganisms and the related side effects to the skin. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2021 jan;37(1):12-19. PubMed; PMID: 32894886.
- 12 - Pfeifer GP. Mechanisms of UV-induced mutations and skin cancer. *Genome Instability & Disease*. 2020 may;1(3):99-113. PubMed; PMID: 34589668.
- 13 - Markovitsi D. UV-induced DNA Damage: The Role of Electronic Excited States. *Photochemistry and Photobiology*. Wiley Online Library [Internet]. 2015 oct [citado em 13 abr. 2023];92(1):45-51. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/php.12533>

14 - Svobodova A, Walterova D, Volstalova J. Ultraviolet Light Induces Attraction to the Skin. 2006 jul;150(1):25-38. PubMed; PMID: 16936899.

15 - Mackenzie D. Ultraviolet Light Fights New Virus. 2020 jun;6(8):851-853. PubMed; PMID: 32837746.

16 - Nunayon SS, Wang M, Zhang HH, Lai ACK. Evaluating the efficacy of a rotating upper-room UVC-LED irradiation device in inactivating aerosolized Escherichia coli under different disinfection ranges, air mixing, and irradiation conditions. Journal of Hazardous Materials [Internet]. 2022 oct [citado em 10 fev. 2023];440. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.129791>

17 - Ueki SYM, Chimarra E, Yamauchi JU, Latrilha FO, Simeão FCS, Moniz LL, Giampaglia CMS, Telles MAS. Monitoramento em cabine de segurança biológica: manipulação de cepas e descontaminação em um laboratório de micobactérias. Scielo [Internet]. 2008 [citado em 8 mar. 2023];44(4):263-259. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpm/a/VjsFM6nTjFVFWFz3byPyNgn/abstract/?lang=pt>

18 - Yang JH, Wu UI, Tai HM, Sheng WH. Effectiveness of an ultraviolet-C disinfection system for reduction of healthcare-associated pathogens. 2017 sep;52(3):487-493. PubMed; PMID: 28951015.

19 - World Health Organization & International Programme on Chemical Safety. Ultraviolet radiation; an authoritative scientific review of environmental and health effects of UV, with reference to global ozone layer depletion / published under the joint sponsorship of the United Nations Environment Programme, the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection and the World Health Organization [Internet]. Geneva: 1994 [citado em 15 abr. 2023]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39901/9241571608eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

20 - Hummel A, Ergai A, Spiva LA, Toney S, Crawford A. Rapid design and implementation of a UVC decontamination room. 2022 jan;12(1):835. PubMed; PMID: 35039596.

21 - Groot T, Chowdhary A, Meis JF, Voss A. Killing of Candida auris by UV-C: Importance of exposure time and distance. 2019 mar;62(5):408-412. PubMed; PMID: 30748018.

22 - Song C, Wen R, Zhou J, Zeng X, Kou Z, Li Y, Yun F, Wu R. UV C Light from a Light-Emitting Diode at 275 Nanometers Shortens Wound Healing Time in Bacterium- and Fungus-Infected Skin in Mice. 2022 dec;10(6). PubMed; PMID: 36453911.

23 - Akter S, Roy PC, Ferdous A, Ibnat H, Alam ASMRU, Nigar S, Jahid IK, Hossain MA. Prevalence and stability of SARS-CoV-2 RNA on Bangladeshi banknotes. 2021 jul;779. PubMed; PMID: 33740558.

24 - Awakeel SS, Nasser LA. Bacterial and Fungal Contamination of Saudi Arabian Paper Currency and Cell Phones. Asian Journal of Biological Sciences [Internet]. 2011 [citado em 28 abr. 2023];4(7):556-562. Disponível em: <https://scialert.net/fulltext/citedby.php?doi=ajbs.2011.556.562&linkid=cite>

25 - Barolia SK, Verma S, Verma BK. Coliform Contamination on different Paper Currency in Ajmer, Rajasthan, India. *Universal Journal of Environmental Research and Technology* [Internet]. 2011 [citado em 14 fev. 2023];1(4):552-556. Disponível em: [https://www.academia.edu/10094840/Coliform\\_Contamination\\_on\\_different\\_Paper\\_Currency\\_in\\_Ajmer\\_Rajasthan\\_India](https://www.academia.edu/10094840/Coliform_Contamination_on_different_Paper_Currency_in_Ajmer_Rajasthan_India)

26 - Górny RL, Golofit-Szymczak M, Wójcik-Fatla A, Cyprowski M, Stobnicka-Kupiec A, Lawniczek-Walczyk A. Microbial contamination of money sorting facilities. 2021 mar;28(1):61-71; PubMed; PMID: 33775069.

27 - Angelakis E, Bibi EAF, Yasir M, Ghamdi AKA, Ashshi AM, Elshemi AG, Raoult D. Paper money and coins as potential vectors of transmissible disease. 2014;9(2):249-61; PubMed; PMID: 24571076.