



## Atividade bactericida para *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* utilizando revestimento photocatalítico a base de TiO<sub>2</sub>

**Eduardo Borges Lied<sup>1</sup>, Ana Paula Trevisan<sup>2</sup>, Paolo Caspani<sup>3</sup>, Camilo Freddy Mendoza Morejon<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira  
([eduardolied@utfpr.edu.br](mailto:eduardolied@utfpr.edu.br))

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel ([anapaullatrevisan@gmail.com](mailto:anapaullatrevisan@gmail.com))  
<sup>3</sup> Caspani Srl, Origgio, Itália ([info@caspanisrl.it](mailto:info@caspanisrl.it))

<sup>4</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo ([camilo\\_freddy@hotmail.com](mailto:camilo_freddy@hotmail.com))

### Resumo

Com base na efetividade reconhecida da fotocatálise sobre a inativação de microorganismos, avaliou-se a atividade bactericida de uma camada de tinta photocatalítica (UV-A/TiO<sub>2</sub> – 0,25 mW cm<sup>-2</sup>). Portanto, a atividade bactericida do revestimento de pintura photocatalítica foi avaliada com estirpes de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Os resultados demonstraram que a ação photocatalítica do revestimento de tinta desenvolvido foi efetiva contra cepas de *E. coli* e *S. aureus*, com fotoinativação de 99,98% e 99,79%, respectivamente. Esta tecnologia tem, portanto, potencial para fornecer uma poderosa ferramenta na luta contra a transmissão de infecções.

Palavras-chave: Fotocatálise. Efeito antimicrobiano. Tinta photocatalítica.

Área Temática: Tecnologias Ambientais

## Bactericidal activity for *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* using TiO<sub>2</sub> based photocatalytic coating

### Abstract

Based on the recognized effectiveness of photocatalysis on the inactivation of microorganisms, the bactericidal activity of a layer of photocatalytic paint (UV-A/TiO<sub>2</sub> – 0.25 mW cm<sup>-2</sup>) was evaluated. Therefore, the bactericidal activity of the photocatalytic coating was evaluated with strains of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The results demonstrated that the photocatalytic action of the paint coating was effective against strains of *E. coli* and *S. aureus*, with 99.98% and 99.79% photoinitiation, respectively. This technology therefore has the potential to provide a powerful tool in the fight against the transmission of infections.

Key words: Photocatalysis. Antimicrobial effect. Photocatalytic paint.

Theme Area: Environmental Technologies

### 1 Introdução

Segundo Hochmannova e Vytrasova (2010) os agentes antimicrobianos são substâncias químicas que matam ou inibem o crescimento de microorganismos como bactérias, fungos e algas. De forma ideal, espera-se que os produtos antimicrobianos apresentem eficácia contra



uma grande variedade de microorganismos, além disso devem ser relativamente seguros para o meio ambiente, incolores e sem odores e inertes em relação à radiação ultravioleta e visível. As maiores quantidades de revestimentos antimicrobianos são consumidas na indústria de construção, particularmente para a produção de revestimentos interiores e exteriores que são projetados para fornecer proteção contra o crescimento de mofo. Outros ramos em que o consumo de revestimentos antimicrobianos deverá aumentar incluem hospitais, lares de idosos e aplicações médicas onde é necessário um alto padrão de higiene.

A fotoinativação, baseada na atividade fotocatalítica do dióxido de titânio ( $TiO_2$ ) após a irradiação com luz ultravioleta (UV) foi proposta como uma das melhores tecnologias de desinfecção. Em contraste com outras técnicas de desinfecção, não são formados compostos perigosos, além disso existem vantagens, como: baixo custo e ausência de toxicidade de  $TiO_2$  (Sousa et al., 2013).

## 2 Metodologia

### 2.1 Ensaios

Os revestimentos foram expostos à luz UV (85% de 340-380 nm). O método da placa de ágar foi utilizado para a avaliação do efeito antimicrobiano dos revestimentos. Duas estirpes bacterianas foram utilizadas para testes microbiológicos: *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. O volume de inóculo utilizado foi de 150  $\mu L$ .

Os ensaios seguiram os procedimentos descritos na norma ISO 27447:2009<sup>1</sup>, o qual representa um método de padrão Internacional utilizado para a determinação da atividade antibacteriana de materiais que contém fotocatalisador na superfície, medindo a atividade de bactérias sob irradiação de luz ultravioleta.

### 2.2 Fonte de luz

Foi empregada uma lâmpada ultravioleta (UV-A) de vapor de mercúrio de 18W (PHILIPS PL-L 18W / 10 / 4P). O fluxo de fôtons incidente foi medido com um radiômetro UV (HD 2102.2, Delta / OHM). O tempo de exposição para o ensaio com irradiação UV sobre as amostras foi de 8h utilizando intensidade UV de 0,25 mW/cm<sup>2</sup>.

Todas as amostras foram sujeitas às seguintes condições de pré-exposição a irradiação de 1,0 mW/cm<sup>2</sup> por 24h. O percentual de fotoinativação e redução bacteriana foi determinada como mostrado em nas equações abaixo:

$$Fotoinativação (\%) = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100$$

$$Atividade bactericida = \log_{10}(M_i - M_f)$$

onde  $M_i$  e  $M_f$  são as contagens viáveis de bactérias inicial e final, respectivamente.

### 2.3 Controle

<sup>1</sup> Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Test method for antibacterial activity of semiconducting photocatalytic materials.



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Os ensaios de controle no escuro e sob a luz UV-A na ausência de fotocatalisador foram realizados para avaliar a influência das condições experimentais e da irradiação na inativação celular, respectivamente.

### 3 Resultados e Discussão

Os resultados deste estudo estão resumidos nas Tabelas 1 e 2. Os revestimentos contendo  $TiO_2$  mostraram excelente atividade antimicrobiana contra as bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios de atividade bactericida para *Escherichia coli*.

Parâmetro	Unidade de medida	Resultado
Inóculo	células / mL	1.700.000
Quantidade de microorganismos do material não fotocatalítico após inóculo	células / mL	220.000
$M_i$ – Quantidade de microorganismos do material não fotocatalítico com irradiação UV	células / mL	52.000
$M_f$ – Quantidade de microorganismos do material fotocatalítico com irradiação UV	células / mL	10
Fotoinativação	%	99,98
Atividade bactericida	$\log_{10}$	3,7
Microorganismos do material não fotocatalítico na ausência de irradiação UV	células / mL	57.000
Microorganismos do material fotocatalítico na ausência de irradiação UV	células / mL	45.000

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam que o fotocatalisador produziu efeitos deletérios sobre o microorganismo *Escherichia coli*.

Conforme identificado na tabela foram observadas alterações significativas na quantidade de microorganismos na presença de material fotocatalítico após a irradiação UV, de modo que a fotoinativação resultou em 99,98%. A atividade bactericida apresentou intensidade de  $3,7 \log_{10}$ . Esses resultados demonstraram a capacidade da superfície fotocatalítica em inibir a atividade microbiológica.

Com relação ao *Staphylococcus aureus* a Tabela 2 exibe um resumo dos resultados.

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de atividade bactericida para *Staphylococcus aureus*.

Parâmetro	Unidade de medida	Resultado
Inóculo	células / mL	1.300.000
Valor médio de microorganismos do material não fotocatalítico após inóculo	células / mL	200.000
$M_i$ – Quantidade de microorganismos do material não fotocatalítico com irradiação UV	células / mL	4.700
$M_f$ – Quantidade de microorganismos do material fotocatalítico com irradiação UV	células / mL	10
Atividade bactericida de material fotocatalítico com irradiação UV	$\log_{10}$	2,7
Redução bacteriana	%	99,79
Microorganismos do material não fotocatalítico na ausência de irradiação UV	células / mL	220.000
Microorganismos do material fotocatalítico na ausência de irradiação UV	células / mL	190.000



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que o photocatalisador também produziu efeitos deletérios sobre o microorganismo *Staphylococcus aureus*.

A análise microbiológica permitiu constatar alterações significativas na quantidade de microorganismos na presença de material photocatalítico após a irradiação UV, de modo que a fotoinativação resultou em 99,79%. A atividade bactericida apresentou intensidade de  $2,7 \log_{10}$ .

Sousa et al. (2013) avaliaram a fotoinativação de um revestimento de pintura photocatalítica. Embora significativos, os valores de fotoinativação encontrados na superfície de revestimento de tinta photocatalítica após 40 min de irradiação UV-A ( $> 98,7\%$ ) foram apenas ligeiramente inferiores aos observados em suspensão ( $> 99,5\%$ ).

### 4 Conclusão

Os resultados sugerem que a luz UV emitida por luzes fluorescentes foram capazes de garantir os efeitos photocatalíticos e antimicrobianos dos revestimentos a base de  $\text{TiO}_2$ .

Os resultados deste estudo sugerem que o revestimento de pintura photocatalítica desenvolvido pode ser usado com fins de desinfecção em salas de unidades de saúde.

### 5 Referências

HOCHMANNOVA, L.; VYTRASOVA, J. *Photocatalytic and antimicrobial effects of interior paints*. **Progress in Organic Coatings**. 2010; 67:1-5.

SOUZA, VM.; MANAIA, CM.; MENDES, A.; NUNES, OC. *Photoinactivation of various antibiotic resistant strains of Escherichia coli using a paint coat*. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**. 2013; 251:148-153.