

## Utilização de compostos coordenados de zinco como acabamento antimicrobiano em substrato têxtil

### Use of coordinated zinc compounds as antimicrobial finish on textile substrate

#### RESUMO

**Jefferson Galan Olanczuk**  
[olanczuk@alunos.utfpr.edu.br](mailto:olanczuk@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

**Fabio Alexandre Pereira Scacchetti**  
[fabioscacchetti@utfpr.edu.br](mailto:fabioscacchetti@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

**Fabricio Maesta Bezerra**  
[fabriciom@utfpr.edu.br](mailto:fabriciom@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Acabamentos têxteis que possibilitam a inibição bacterianas são importantes para a preservação do substrato e, ainda, evita a formação de maus odores. Para tal acabamento foram sintetizados compostos coordenados com nitrato de zinco e 2-metil-imidazol, relação 1:1 e 1:2 (zinco e imidazol respectivamente, m:m). Estes compostos foram aplicados por processo de esgotamento em substratos de 100% poliéster durante o processo de tingimento com corante do tipo disperso, tendo como finalidade realizar um acabamento no processo de beneficiamento secundário, otimizando a produção. Avaliou-se o tecido tinto por técnica colorimétrica e o poder antimicrobiano do tecido. A aplicação deste material não interferiu na cor do tingimento, princípio básico para que o acabamento possa ocorrer no processo de tingimento, além disso os resultados de inibição bacteriana apresentaram valores acima de 90% de redução o que indica que o acabamento realizado tem potencial mercadológico. Diante do exposto, o projeto atingiu seu objetivo junto da empresa Golden Technology no desenvolvimento de um novo acabamento antimicrobiano para poliéster.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inovação. Tecnologia. Antimicrobiano.

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



#### ABSTRACT

Textile finishes that enable bacterial inhibition are important for substrate preservation and also prevent the formation of bad odors. For this finish, coordinated compounds were synthesized with zinc nitrate and 2-methyl imidazole, ratio 1: 1 and 1: 2 (zinc and imidazole respectively, m:m). These compounds were applied by exhaustion process on 100% polyester substrates during the dyeing process of the type dispersed dye, aiming to finish the secondary beneficiation process, optimizing the production. The dyed fabric was evaluated by colorimetric technique and the antimicrobial action of the fabric. The application of this material did not affect the color of the dyeing, basic principle for the

finishing can occur in the dyeing process, besides the results of bacterial inhibition presented values above 90% reduction which indicates that the finishing done has marketing potential. Given the above, the project achieved its joint goal of company Golden Technology in the development of a new antimicrobial finish for polyester.

**KEYWORDS:** Innovation. Technology. Antimicrobial.

## INTRODUÇÃO

Neste trabalho é abordado o desenvolvimento de um novo acabamento antimicrobiano aplicado em fibra de poliéster (PES) durante o processo de beneficiamento secundário, buscando inovação tecnológica aplicada na indústria têxtil. O processo de beneficiamento têxtil é dividido em: primário, secundário e terciário, sendo o primeiro responsável pela preparação do substrato têxtil, o segundo pelo processo de tintura e o terceiro pelo acabamento (enobrecimento) (IMMICH, 2006). Os processos devem levar em conta a aplicação do tecido final, tipo de fibra e as máquinas disponíveis. Dessa forma, para cada tipo de fibra há processos específicos, sendo necessário o processamento nos três estágios de beneficiamento para artigos tintos.

As fibras mais consumidas no mundo são as fibras de algodão e poliéster (BUAINAIN, 2007), sendo que a primeira é uma fibra hidrofílica, constituída de celulose, com caráter aniônico em meio aquoso (PICCOLI, 2008) apresentando uma alta variedade de acabamentos que podem ser aplicados. Já a fibra de poliéster é composta de uma macromolécula caracterizado por n funções multiéster, não tem presença de grupos polares e tem característica não-iônica (SALEM, 2010), tornando-a uma fibra de poucos acabamentos.

O acabamento têxtil pode ser classificado em processos: físicos, químicos e biológicos. Para que o tecido tenha novas características pode-se utilizar: nanopartículas, emulsões, silicones, ciclodextrinas, zeólitas, íons metálicos e outros. Os íons metálicos podem garantir ao tecido propriedades fotocatalíticas, proteção UV, efeitos antimicrobiano dentre outros. Um exemplo é o íon de zinco, este elemento é pertencente ao grupo 12 dos metais de transição, sendo localizado como último metal da primeira série dos elementos do bloco d (Lee, 1999).

O zinco e os metais correspondentes ao grupo 12, formam complexos tetraédricos e octaédricos para seu estado iônico  $M^{+2}$  (WELLER, 2017). Garantindo ao tecido efeito antimicrobiano. Segundo Sánchez (2006), os tecidos antimicrobianos têm como função a anulação dos microrganismos presentes no artigo, responsáveis pelos mau odores e desbotamento dos corantes em substratos têxteis, entretanto para serem antimicrobianos, não podem ser prejudiciais ao meio ambiente e aos usuários. Sua permanência deve ser resistente, pois não se pode perder este efeito após as lavagens do artigo.

Outro ponto a se destacar é a aplicação direta do acabamento ao tecido, no caso de íons metálicos, estes podem causar problemas de tingimento, sendo necessário a produção de um composto coordenado para aplicação no tecido. Os compostos coordenados são constituídos por um íon metálico, no qual é envolto

por íons denominados ligantes. Os ligantes compartilham um par de elétrons com o metal, determinando o número de coordenação baseado na quantidade de ligantes em volta do íon metálico (RODGERS, 2016). Um composto que pode ser utilizado é o ligante orgânico 2-metilimidazol, que faz parte das aminas heterocíclicas, ou seja, apresentam no mínimo um átomo de nitrogênio em seu anel (MCMURRY, 2005).

Neste contexto, o estudo teve como objetivo avaliar o comportamento do tingimento disperso do poliéster, quando feito um processo de acabamento na mesma etapa de beneficiamento secundário e avaliar os resultados antimicrobianos deste acabamento, já que geralmente é realizado o processo de beneficiamento secundário para depois realizar o acabamento no beneficiamento terciário. Este processo garante o desenvolvimento de um tecido biofuncional, agregando tecnologia e inovação a um importante setor da economia brasileira.

### **MATERIAS E MÉTODOS**

Para a realização dos testes de tingimento e a síntese dos compostos, foram utilizadas amostras de malha 100% Poliéster, nitrato de zinco (Êxodo científica), 2-metilimidazol (Sigma Aldrich), corante preto SS 400 (Golden Technology), sulfato de amônio (Êxodo científica), hidrossulfito de sódio (Neon Química) e hidróxido de sódio (Neon Química).

#### **SÍNTESE DOS COMPOSTOS COORDENADOS**

Para a síntese dos compostos coordenados foram utilizadas as relações estequiométricas de 1:1 e 1:2 do ligante orgânico 2-metilimidazol e nitrato de zinco (m:m) respectivamente. Foi preparado uma solução de 100 mL de água com 7,25 g de nitrato de zinco e 2 g de 2-metilimidazol submetidos a agitação constante, no mesmo sistema, foi inserido uma solução de hidróxido de sódio com concentração de 13 mols até o pH 10. A solução foi filtrada e secada em estufa a 80 °C. Após a completa secagem dos compostos foi feito os cálculos de rendimento, no qual foi feito uma relação com a quantidade de reagente utilizados ao total de reagido obtido através da Equação (1).

$$R\% = \frac{\text{Reagente obtido}}{\text{Reagente utilizado}} * 100 \quad (1)$$

#### **TINGIMENTO DO POLIÉSTER E APLICAÇÃO DO COORDENADO**

O processo de tingimento e acabamento foi realizado na máquina HT (Mathis, ALT-1-B), nela foi inserida 5±0,05 g de poliéster, 0,05 g do corante preto, 1 mL de sulfato de amônio, 5% spm do composto coordenado e a adição de 67 mL de água. O processo foi realizado em sistema *all-in* por esgotamento, a temperatura de 130 °C por 30 minutos e gradiente de 3 °C/min.

Após, as amostras foram resfriadas até a temperatura de 80°C, no qual foi realizado a lavagem redutiva com 0,2 g de hidrossulfito de sódio e 2,3 mL de NaOH 50 °Bé, durante 20 minutos em constante agitação. As relações foram utilizadas de acordo com os processos industriais utilizados nos procedimentos da empresa Golden Technology.

#### **ANÁLISE DE COLORIMÉTRICA**

As análises de cor foram realizadas nas amostras tintas sendo um padrão apenas tinta, com as demais contendo o coordenado através do espectro da

Datacolor Spectraflash SF600X, sendo realizadas quatro leituras em cada amostra, com essas leituras obteve-se os valores de  $DI^*$ ,  $Da^*$ ,  $Db^*$  e CMC.

### ANÁLISE ANTIMICROBIANA

A resistência microbiana do tecido de poliéster tratado e sem tratamento foram feitas seguindo a ASTM E2149-13A - Método de Teste Padrão para Determinação da Atividade Antimicrobiana de Agentes Antimicrobianos Imobilizados sob Condições Dinâmicas. Este método de teste é adotado para avaliar agentes antimicrobianos que não são removidos da superfície em condições aquosas.

As amostras de poliéster,  $1 \pm 0,1g$ , foram adicionados ao inóculo bacteriano (*Escherichia coli* ATCC 25922) introduzido no caldo de dextrose absorvância de  $0,28 \pm 0,2$  a 475 mm, no tempo zero. De acordo com a norma ASTM (E2149-13a, 2013), a concentração de bactérias resultante deve ser de aproximadamente  $1,5-3,0 \times 10^8$  unidades formadoras de colônias (UFC)/mL. Sendo agitado durante 5 horas a  $30^\circ C$  e plaqueado em ágar de dextrose de batata após diluição em série. Unidades formadoras de colônias (UFC) foram contadas em um período de incubação de 48 h a  $30^\circ C$ , sendo esta, uma adaptação à norma ATCC 25922.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

A síntese dos compostos coordenados foi realizada em triplicatas. De acordo com a equação (1) calculou-se o rendimento da síntese. O composto coordenado de estequiometria 1:1 apresentou rendimento de  $45,61 \pm 9,32\%$  e o composto de estequiometria de 1:2 apresentou rendimento de  $32,57 \pm 1,26\%$ .

A Tabela 1 contém os resultados de análise colorimétrica, sendo: poliéster tinto tratado com composto coordenado 1:1 e poliéster tinto com composto coordenado 1:2, ambas foram comparadas com uma amostra padrão somente tinta sem a inserção do coordenado, obtendo os seguintes valores: variação da luminosidade (DL), variação da cromaticidade verde-vermelho ( $Da^*$ ), variação da cromaticidade amarelo-azul ( $Db^*$ ) e variação de cor (Comitê de medição de cor) CMC, ambos adimensionais.

Tabela 1 – Resultados de cor das amostras tintas na presença dos coordenados

Amostra	DL*	Da*	Db*	CMC
PES tinto com coordenado Zinco-imidazol 1:1	$0,52 \pm 0,28$	$0,005 \pm 0,06$	$0,05 \pm 0$	$0,38 \pm 0,19$
PES tinto com coordenado Zinco-imidazol 1:2	$0,3 \pm 0,55$	$0,06 \pm 0,04$	$0,06 \pm 0,05$	$0,31 \pm 0,26$

Fonte: Autoria Própria (2019).

De acordo com os resultados obtidos o composto coordenado não influenciou na cor da amostra, apresentando  $CMC < 1$ , indicando que o processo pode ser realizado durante o tingimento sem interferir nestes resultados.

A Tabela 2 mostra os resultados da análise antimicrobiana realizadas no: tecido sem tratamento, tecido tinto com corante preto, tecido tratado com composto coordenado (1:1), tecido tratado com composto coordenado (1:2), tecido tratado com composto coordenado (1:1) e tinto e tecido tratado com composto coordenado (1:2) e tinto.

Tabela 2 – Controle da atividade antimicrobiana

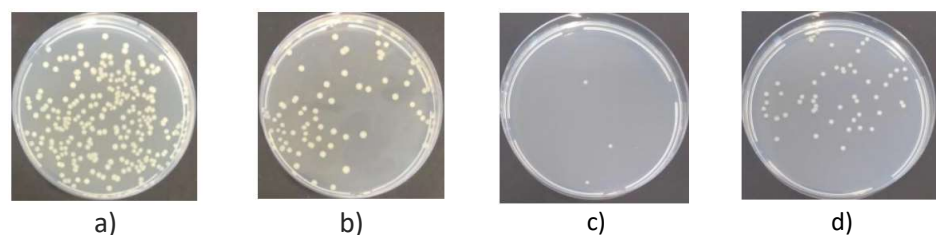
Amostra	Nº de bactérias no tempo zero E. coli	Nº de bactérias após 1 hora E. coli	Redução logarítmica	Redução (%)
Tecido sem tratamento	$2,75 \cdot 10^5$	$9,70 \cdot 10^4$	0,45	64,73
Tecido Tinto	$2,75 \cdot 10^5$	$7,50 \cdot 10^4$	0,56	72,73
Tecido tratado (1:1)	$3,32 \cdot 10^5$	$6,40 \cdot 10^3$	1,71	98,07
Tecido tratado (1:2)	$3,32 \cdot 10^5$	$9,10 \cdot 10^3$	1,56	97,26
Tecido tratado (1:1) e tinto	$2,62 \cdot 10^5$	$2,13 \cdot 10^4$	1,09	91,87
Tecido tratado (1:2) e tinto	$2,62 \cdot 10^5$	$2,98 \cdot 10^4$	0,94	88,63

Fonte: Autoria Própria (2019).

Os resultados indicam que os tecidos tratados com o composto zinco/2 metilimidazol apresentam redução bacteriana superiores a 90%, segundo D'água (2015) o zinco pertence ao grupo de inorgânicos antimicrobianos, que quanto maior for sua concentração e menor for sua partícula, maior será o efeito antimicrobiano. De acordo com a empresa Golden Technology, parceria do projeto, resultados inferiores a 85% de redução não são considerados artigos antimicrobiano para o mercado.

A Figura 1, ilustra as colônias de bactérias no tempo zero utilizando a bactéria E. coli, de acordo com a norma ATCC 25922, e a redução das colônias nos melhores resultados, tecido tratado com composto 1:1.

Figura 1 – Colônias de bactérias no tempo zero (a); Colônias de bactérias após 48 h de incubação com o tecido sem tratamento (b); Colônias de bactérias após 48 h de incubação com tecido tratado com composto 1:1 (c); Colônias de bactérias após 48 h de incubação com tecido tratado com composto 1:1 e tinto (d).



Fonte: Autoria Própria (2019).

## CONCLUSÃO

As análises realizadas comprovam que o composto coordenado tem função antibacteriana e pode ser utilizado no processo de tingimento sem que haja perdas de cor. Dessa forma se tem um acabamento sem que seja necessário o processo de beneficiamento terciário, otimizado o processo. Os tecidos antimicrobianos têm uma vida útil maior comparado aos tecidos não tratados, além de contribuir para a não formação de mau odor, devido a prevenção da formação de bactérias no tecido.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a UTFPR por todo apoio prestado, a PROREC pelo financiamento deste projeto por meio do edital 02/2017 Inovação, e a empresa Golden Technology pelo apoio e financiamento deste estudo.

## REFERÊNCIAS

ASTM E2149– 13A. **Standard test method for determining the antimicrobial activity of antimicrobial agents under dynamic contact conditions.**

BUAINAIN, Antônio Márcio et al. (Ed.). **Cadeia produtiva do algodão.** Bib. Orton IICA/CATIE, 2007.

DÁGUA, Raquel Martins de Oliveira et al. **Desenvolvimento de técnicas de impregnação de nanopartículas de óxido de zinco de baixo custo com propriedades antimicrobianas em tecidos.** 2015. Tese de Doutorado.

IMMICH, Ana Paula Serafini et al. **Remoção de corantes de efluentes têxteis utilizando folhas de Azadirachta indica como adsorvente.** 2006.

LEE, J. D.; **Química inorgânica não tão concisa;** tradução da 5ª ed. Inglesa: Henrique E. Toma, Koiti Araki, Reginaldo C. Rocha – São Paulo: Edgard Blucher, 1999. Páginas [99, 100, 425, 430].

MCMURRY, J.; **Química orgânica, vol. 2 /** John McMurry; tradução técnica Ana Flávia Nogueira e Izilda Aparecida Bagatin. – São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005. Página [881].

PICCOLI, Heiderose Herpich et al. **Determinação do comportamento tintorial de Corantes naturais em substrato de algodão.** 2008.

RODGERS, G, E.; **Química inorgânica descritiva, de coordenação e de estado sólido;** revisão técnica: Regina Buffon. – 3. ed. – São Paulo, SP : Cengage Learning, 2016. Cap. 2, página [9].

SALEM, V.; **Tingimento têxtil: fibras, conceitos e tecnologias /** Vidal Salem. – São Paulo: Blucher: Golden Tecnologia, 2010. Páginas [117, 118, 119, 121, 122, 124].

SÁNCHEZ, José Cegarra. **Têxteis inteligentes.** Revista Química Têxtil, v. 82, p. 58-77, 2006.

WELLER, Mark et al. **Química Inorgânica.** Bookman Editora, 2017.