



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

TÊXTEIS ANTIMICROBIANOS DE ALGODÃO FUNCIONALIZADOS *IN SITU* COM OXIDO DE COBRE

L. Esmeralda Román M.⁽¹⁾; Manuel Amézquita A.⁽²⁾; Flavia Castro B.⁽³⁾; Carmen Uribe V.⁽⁴⁾; Dora Maurtua T.⁽⁵⁾; Sirlene M. da Costa⁽⁶⁾; Silgia A. da Costa⁽⁷⁾ Mónica Gómez L.⁽⁸⁾

⁽¹⁾ Estudante; Universidade de São Paulo; Av. Arlindo Bettio, 1000, Ermelino Matarazzo, São Paulo, Brasil; Universidade Nacional de Engenharia; Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Peru; e.roman.m@usp.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Universidade Nacional de Engenharia; Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Peru; xjesmanx@gmail.com; ⁽³⁾ Pesquisador; Universidade Peruana Cayetano Heredia; Av. Honorio Delgado 430, Lima 31, Peru; flavia.castro@upch.pe; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Nacional de Engenharia; Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Peru; curibe@uni.edu.pe; ⁽⁵⁾ Professor; Universidade Peruana Cayetano Heredia; Av. Honorio Delgado 430, Lima 31, Peru; dora.maurtua@upch.pe; ⁽⁶⁾ Professor; Universidade de São Paulo; Av. Arlindo Bettio, 1000, Ermelino Matarazzo, São Paulo, Brasil; silgia@usp.br; ⁽⁷⁾ Professor; Universidade de São Paulo; Av. Arlindo Bettio, 1000, Ermelino Matarazzo, São Paulo, Brasil; sirlene@usp.br; ⁽⁸⁾ Professor; Universidade Nacional de Engenharia; Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Peru; mgomez@uni.edu.pe

Resumo

As doenças infecciosas causadas por bactérias, fungos e outros microrganismos são problemas encontrados não só nos centros de saúde, mas também, em áreas onde há falta de higiene e necessitam de atenção imediata e de estratégias de prevenção. O objetivo do presente trabalho foi a funcionalizar tecidos planos de algodão com nanopartículas (NPs) de óxido de cobre (CuO). Foram realizados estudos com diferentes porcentagens em massa de acetato de cobre monohidratado e hidróxido de sódio para obter têxteis técnicos com propriedades antimicrobianas. A funcionalização foi realizada utilizando o processo de esgotamento, e equipamento de tingimento têxtil da marca Rapid Eco Dyer modelo ECO-24. As amostras têxteis funcionalizadas foram avaliadas por ensaios microbiológicos segundo a norma técnica ASTM E2149 – 01 utilizando à cepa de *Escherichia coli*. Foram realizadas também análise de solidez e a determinação das propriedades físicas dos tecidos. Os resultados obtidos mostram que os têxteis funcionalizados com NPs de CuO reduziram o crescimento bacteriano de 92,21 a 99,86%. Além disso, as propriedades físicas e a solidez dos tecidos não foram alteradas de forma considerável pelo processo de funcionalização.

Palavras-chave: CuO. Atividade antimicrobiana. Funcionalização de tecido.

Abstract

The infectious diseases caused by bacteria, fungus and other microorganisms, are problems found not only in health centers but also in not hygienic areas and need immediate attention and prevention strategies. The aim of the present work was functionalize cotton woven fabric with copper oxide (CuO) nanoparticles (NPs).

Studies were carried out with different percentages by mass of copper acetate monohydrate and sodium hydroxide to obtain technical textiles with antimicrobial properties. Functionalization was performed using the exhaustion textile process, and textile dyeing machine of brand Rapid Eco Dyer model ECO-24. The functionalized textile samples were analyzed by microbiological tests according to ASTM E2149–01 technical standard using Escherichia coli strains. Furthermore, fastness analysis and determination of physical properties of the fabrics were performed. The results obtained show that the textiles functionalized with CuO NPs reduced the bacterial growth from 92.21% to 99.86%. In addition to this, physical properties and textile fastness are not drastically modified for the functionalization process.

Key words: CuO. Antimicrobial activity. Textile functionalization.



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

1. Introdução

A aplicação mais tradicional dos materiais têxteis é no vestuário, os têxteis agem como interfase entre o usuário e o meio ambiente. O estilo de vida moderno está criando uma situação em que o objetivo real dos materiais têxteis está mudando da simples proteção tradicional à necessária funcionalidade (JOCIC, 2010).

Os têxteis funcionais são estruturas que sentem e reagem às condições ambientais ou estímulos mecânicos, térmicos, químicos, elétricos, magnéticos ou de outras fontes, isso é possível modificando algumas das suas propriedades para adquirir características diferentes das originais (HORROCKS; ANAND, 2000), como é o caso, dos têxteis com acabamento antimicrobiano (ABRAHAM et al., 2012; BAURLEY, 2004).

Os acabamentos antimicrobianos têm a necessidade de atender às demandas do mercado na prevenção de odores desagradáveis nas roupas, meias, roupas esportivas e em locais importantes como centros de saúde, escolas, hotéis ou qualquer outra área pública onde a proteção contra doenças seja uma preocupação cada vez maior (WINDLER et al., 2013).

Com os avanços da nanotecnologia está surgindo um novo campo de têxteis com propriedades multifuncionais. A aplicação de nanopartículas inorgânicas e seus nanocompostos são uma boa alternativa e nova oportunidade para a obtenção especialmente de têxteis antimicrobianos (DASTJERDI; MONTAZER, 2010). Os óxidos nanocristalinos inorgânicos são particularmente interessantes, eles podem ser preparados em áreas superficiais elevadas e são adequados para aplicações biológicas (STOIMENOV et al., 2002). O material inorgânico óxido de cobre (CuO) vem sendo amplamente utilizado em materiais têxteis devido a sua baixa toxicidade e suas propriedades antimicrobianas frente a bactérias e fungos (ABRAMOVAA et al., 2013; THEKKAE PADIL; ČERNÍK, 2013).

No presente trabalho, foi realizado a funcionalização *in situ* do tecido de algodão com as NPs de CuO por meio do processo têxtil de esgotamento. Os têxteis funcionalizados foram analisados por ensaios microbiológicos frente à cepa bacteriana *Escherichia coli*. Além disso, realizou-se controles de qualidade dos tecidos funcionalizados, avaliando suas propriedades físicas e solidez.

2. Problema de Pesquisa e Objetivo



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

A infecção hospitalar é um problema antigo que ainda continua causando preocupação e impacto na saúde pública a nível mundial, devido à prolongação do tempo de internação, aumento dos custos hospitalares, sofrimento humano e a morte (SALOMÃO, 2015; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015).

As doenças infecciosas causadas por bactérias, fungos e outros microrganismos são problemas encontrados não só nos centros de saúde, mas também, em áreas onde há falta de higiene e necessitam de atenção imediata e de estratégias de prevenção. Com este propósito o problema de pesquisa foi: Como prevenir doenças infecciosas causadas pela bactéria *Escherichia coli* nos centros de saúde públicos utilizando têxteis técnicos nanotecnológicos?

Esse trabalho aborda a obtenção de tecidos com propriedades antimicrobianas, funcionalizados *in situ* com NPs de CuO, sintetizadas a partir de acetato de cobre monohidratado ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e hidróxido de sódio (NaOH) utilizando processo de esgotamento. Pretendeu-se obter um têxtil técnico que possa contribuir com a prevenção e diminuição das infecções hospitalares.

3. Revisão Bibliográfica

O óxido de cobre é um óxido metálico, de cor marrom escuro, encontrado na natureza dentro do mineral Tenorita, sendo o principal componente deste mineral (ALKOY; KELLY, 2005). O CuO é um semicondutor de tipo “p” de estrutura cúbica com *band gap* de 1,4 eV (SUMIKURA et al., 2008). Devido à abundância de sua matéria prima, o processamento de sua produção é de baixo custo e de natureza não toxica (MOHAMMADYARI et al., 2014), além disso, pode ser utilizado em várias áreas como sensores de gás (HÜBNER et al., 2011), em filmes de absorção solar (HE et al., 2016), em catálise e fotocatálise (TAJBAKHSH et al., 2016) ou como agente antibacteriano (ADHIKARY et al., 2016; GOPINATHAN et al., 2015).

O método têxtil de esgotamento engloba todos aqueles procedimentos que estão caracterizados por produzir-se uma diminuição da concentração das substâncias químicas presentes na solução (esgotamento) e um aumento da concentração destas substâncias no material têxtil. O banho de esgotamento é uma solução que contem as substâncias que serão absorvidas pelo material têxtil (SALEM, 2010; COSTA, 1990).



4. Metodologia

4.1. Funcionalização dos tecidos com NPs de CuO

Foram utilizadas amostras de tecido plano de algodão pronto para tingir com gramatura 169,92g/m² para a funcionalização com as NPs de CuO. Na funcionalização *in situ* dos tecidos foram utilizados diferentes percentagens em massa de Cu(CH₃COO)₂.H₂O e NaOH, de acordo com a Tabela 1. Foi utilizado o processo de esgotamento com uma relação de banho de 1:10 a partir de Cu(CH₃COO)₂.H₂O. As amostras de tecidos com 5,0g cada foram adicionadas em cada frasco de aço de 120mL e 50mL de banho, os frascos foram fechados e introduzidos no equipamento de tingimento por esgotamento com agitação por 90min a temperatura ambiente. Ao finalizar o tempo de 90 min a solução de Cu(CH₃COO)₂.H₂O foi descartada e adicionado 50mL da solução de NaOH ao tecido, novamente os frascos foram fechados e levados para o equipamento de tingimento e a temperatura foi elevada para 90°C e permaneceram em agitação durante 30 min, finalmente os tecidos foram neutralizadas com 0,5g/L de ácido acético, enxaguado 3 vezes com água e secados a 80°C.

Tabela 1 – Condições de preparação das amostras têxteis funcionalizadas pelo método de esgotamento

Amostras	M01	M02	M03	M04	M05	M06
% Cu(CH ₃ COO) ₂ .H ₂ O	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
% NaOH	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6

4.2. Avaliação microbiológica do têxtil

As análises microbiológicas dos tecidos com e sem funcionalização com NPs de CuO foram realizadas segundo a norma técnica ASTM E 2149 – 01.

As amostras de tecidos com 0,5g ± 0,1 foram colocadas dentro de um frasco estéril contendo 50mL de solução tampão, com uma concentração bacteriana de 1,5x10³ ufc (unidades formadoras de colônias)/mL que foram inicialmente semeadas em placas Petri com TSA (*Tryptic Soy Agar*) com a finalidade de conferir a quantidade de bactérias imobilizadas (tempo de contato zero hora). Os tecidos colocados dentro dos frascos foram agitados e incubados a 37°C por 1 hora, depois a solução tampão que estava em contato com o tecido funcionalizado foi semeada em placa Petri com TSA (tempo de contato 1 hora). Posteriormente foram realizadas as leituras correspondentes as 24 e 48 horas de incubação para determinar a porcentagem de redução bacteriana (%R). A porcentagem de redução



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

bacteriana é igual à diferença do número de bactérias de tempo de contato 1 hora menos o número de bactérias do tempo de contato zero hora, dividido pelo número de bactérias do tempo de contato zero hora, finalmente multiplicado por 100.

4.3. Controle de qualidade dos tecidos funcionalizado com NPs de CuO

Foram realizados ensaios de solidez e físicos nos tecidos funcionalizado com NPs de CuO com uma porcentagem em massa de 0,8% de $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. A solidez do têxtil foi determinada conforme norma ISO 105/C06:2006, referente à lavagem doméstica, que consistiu em lavar o tecido costurado em um tecido testemunha multifibra do tipo DW. Foi utilizado uma solução de detergente sem branqueador ótico e esferas de aço e equipamento Lauderómetro por um tempo de 45 min a 50°C. A solidez à fricção foi realizada segundo a norma AATCC 8:2013. A solidez ao suor foi realizada segundo a AATCC 15:2013. As amostras de tecidos foram costurados em um tecido testemunha multifibra de tipo DW que foram submersos por 30 min em solução ácida e alcalina. As amostras compostas foram colocadas entre duas placas de acrílico sob a pressão no dispositivo de ensaio. Finalmente as placas foram colocadas na estufa por 4 horas a 37°C. A solidez da cor ao alveamento com hipoclorito de sódio foi realizada segundo a norma ISO 105 – N01:2014. As amostras de tecidos avaliadas foram umectadas em água a temperatura ambiente, e foram colocadas em um recipiente fechado com hipoclorito de sódio a 20°C por 60 min.

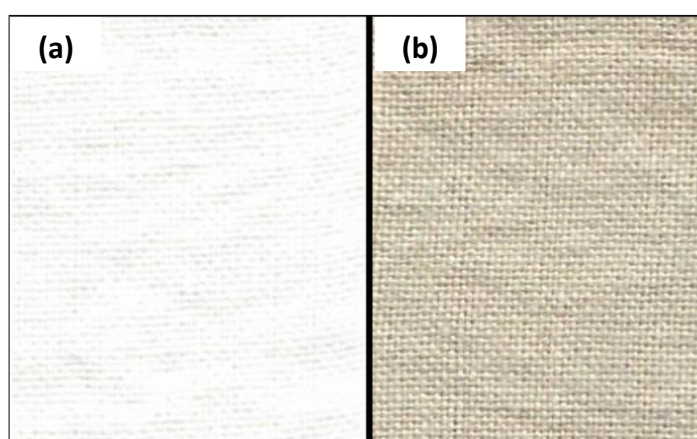
As avaliações da solidez das amostras têxteis foram realizadas em uma cabine de luz com a luz D65, usando as escalas cinza da AATCC (*American Association of Textile Chemists and Colorists*).

Os ensaios físicos foram realizados conforme as normas técnicas ASTM D1059-01:2010, título do fio. Os fios foram pesados e medidos seus comprimentos e calculado os seus títulos utilizando o sistema inglês (Ne). As densidades dos fios foram determinadas de acordo com a norma ASTM D3775-2012, que consistiu em fazer uma contagem da quantidade de fios existentes em uma polegada. A resistência e alongamento à tração foram realizados de acordo com a norma ASTM D5034-09:2013, com os métodos de Grab test e o método da tira.

5. Análise dos Resultados

A Figura 1 mostra as fotos dos tecidos sem funcionalização e funcionalizados com NPs de CuO com concentração de 0,8% em massa de $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Pode-se observar na Figura 2(b) que o tecido funcionalizado adquiriu a cor marrom claro, o que pode indicar a presença das NPs.

Figura 1 – Fotografia dos tecidos. (a) sem funcionalizar, (b) funcionalizado com NPs de CuO



Na tabela 2 encontram-se os resultados obtidos da avaliação microbiológica dos tecidos sem e com funcionalização, referente a contagem bacteriana em ufc/mL após contato dos tecidos com a bactéria *Escherichia coli*. O tecido sem funcionalização (SF) apresentou uma redução de crescimento bacteriano de 37,70%, esse valor foi menor do que os valores encontrados para os tecidos funcionalizados com NPs de CuO. As amostras de tecidos funcionalizadas (M01, M02, M03, M04, M05 e M06), mostram atividade antimicrobiana após 48 horas de contato com a bactéria avaliada, apresentando uma redução de seu crescimento de 92% e para as amostras funcionalizadas (M02, M03 e M06) a redução do crescimento bacteriano chegou a 99%.

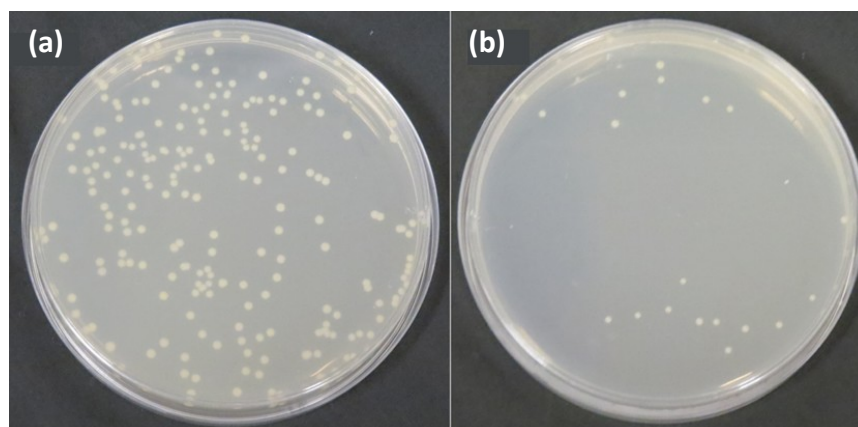
Tabela 2 – Resultados da porcentagem de redução bacteriana para *Escherichia coli*, segundo Norma ASTM E2149 – 01

Amostras	Contagem bacteriana (ufcx10 ³ /mL)		% R
	Tempo zero	Tempo 1 hora	
SF	2560	1595	37,70
M01	3400	265	92,21
M02	3750	20	99,47

M03	2125	10	99,53
M04	2775	140	94,95
M05	2400	45	98,13
M06	3600	5	99,86

Na Figura 2, pode se observar a contagem bacteriana realizada em placas Petri para a amostra de tecido M04 que foi funcionalizada com uma porcentagem em massa de 0,8% de $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. A Figura 2 (a) mostra o número de bactérias iniciais com um tempo de contato em zero hora e a Figura 2 (b) o número de bactérias recuperadas após o contato com o têxtil funcionalizado com um tempo de contato de 1 hora, pode-se observar neste experimento uma redução da cepa *Escherichia coli*, oferecendo nesse caso uma boa proteção bacteriana.

Figura 2 – Resultado das placas para *Escherichia coli* para diferentes tempos de contato com os têxteis: (a) zero hora, (b) 1 hora



Os experimentos de solidez foram realizados para as amostras M04 que foi funcionalizada com uma porcentagem em massa de 0,8% de $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, devido ao fato, que a partir desta amostra a cor do tecido funcionalizado com as NPs de CuO torna-se mais intensa, facilitando com isso as avaliações de alteração da cor e/ou transferência da cor.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados da avaliação da solidez à lavagem. Pode-se observar que o tecido funcionalizado no sentido do urdume e trama apresentaram o mesmo valor de transferência da cor sobre tecido testemunha – multifibra, e não apresenta alteração da cor.

Tabela 3 - Resultados da avaliação da solidez à lavagem doméstica do tecido funcionalizado com as NPs de CuO – M04, segundo a Norma ISO 105/C06:2006



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

Avaliação	Tecido testemunha multifibra DW	Amostra de tecido	
		Urdume	Trama
Transferência da cor	Diacetato	4-5	4-5
	Algodão alvejado	5	4-5
	Poliamida	4	4
	Poliéster	5	5
	Acrílico	5	5
	Lã	4-5	4
Alteração da cor		5	4-5

Na Tabela 4 podem-se observados os resultados da avaliação da solidez à fricção. A abração a seco e a úmido das amostras de tecidos na direção de urdume e trama, tiveram uma classificação de índice entre 4 e 5, o que demonstra que não houve nenhum contraste visual da cor entre a amostra tecido após o ensaio e uma amostra de tecido controle.

Tabela 4 - Resultados da avaliação da solidez à fricção do tecido funcionalizado com as NPs de CuO – M04, segundo a Norma AATCC 8:2013

Amostra de tecido	Avaliação	
	Seco	Úmido
Urdume	5	4-5
Trama	4-5	4

Na Tabela 5 pode-se observar o resultado obtido pela análise da amostra M04 utilizando a escala cinza. A nota na escala cinza foi de 3-4 o que indica uma pequena variação do matiz da cor original.

Tabela 5 - Resultados da avaliação da solidez ao alveamento com hipoclorito do tecido funcionalizado com as NPs de CuO – M04, segundo a Norma ISO 105 - N01:2014

Avaliação	Amostra de tecido
Alteração da cor	3-4

A Tabela 6 mostra os resultados da solidez ao suor da amostra M04. Pode-se observar que não houve alteração nos resultados de transferência da cor, mas sim, alteração da cor indicada pela classificação 1, que indica uma maior perda de cor durante a transpiração.

Tabela 6 - Resultados da avaliação da solidez ao suor do tecido funcionalizado com as NPs de CuO – M04, segundo a Norma AATCC 15:2013



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

Avaliação	Tecido testemunha multifibra DW	Amostra de tecido	
		Suor ácida	Suor alcalina
Transferência da cor	Diacetato	4-5	4-5
	Algodão alvejado	4-5	4-5
	Poliamida	4-5	4-5
	Poliéster	4-5	4-5
	Acrílico	4-5	4-5
	Lã	4	4
Alteração da cor		1	1-2

Na Tabela 7 pode-se observar as porcentagens da variação dos valores das propriedades físicas das amostras de tecidos funcionalizados com as NPs de CuO – M04. Após a funcionalização os fios sofreram uma diminuição de 8% aproximadamente em relação ao título inicial. A quantidade de fios no sentido de urdume não apresenta variação, enquanto que os fios no sentido de trama tem 3,82% de aumento, isso pode ser devido ao encolhimento ocorrido nessa direção. Os resultados mostram que a resistência à tração do tecido funcionalizado teve um valor 37,62% maior no sentido dos fios de urdume do que nos fios de trama (7,02%). No caso dos valores referentes ao alongamento, verificou-se a alteração no sentido de urdume e o mesmo não foi observado na trama.

Tabela 7 – Resultados das propriedades físicas do tecido funcionalizado com NPs de CuO

Propriedades físicas	% Variação	
	Urdume	Trama
Título	-7,47	-7,92
Densidade de fios	-0,27	3,82
Resistência de tração	37,62	7,02
Alongamento de tração	18,98	0,76

6. Conclusão

Os têxteis funcionalizados com as NPs de CuO em diferentes porcentagens em massa de $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ apresentaram resultados promissores com relação a atividade antimicrobiana, reduzindo entre 92,21 a 99,86% o crescimento bacteriano da cepa *Escherichia coli*. Em geral, apresentaram-se boas solidez da cor à lavagem doméstica, à fricção e ao alvejamento com hipoclorito de sódio, além disso, as NPs de CuO não alteraram drasticamente as propriedades físicas dos tecidos.

7. Referências



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

- ABRAHAM, G. A., CARACCILOLO, P. C., MIRÓ SPECOS, M., ESCOBAR, G., HERMIDA, L., **Nanotecnología para textiles funcionales**. Rev SAM, 1, 3-46, 2012.
- ABRAMOVAA, A., GEDANKENB, A., POPOV, V., OOI, E., MASOND, T. J., JOYCE, E. M., **A sonochemical technology for coating of textiles with antibacterial nanoparticles and equipment for its implementation**. Mater Lett, 96, 121-124, 2013.
- ADHIKARY, J., DAS, B., CHATTERJEE, S., DASH, S. K., CHATTOPADHYAY, S., ROY, S., CHEN, J.-W., CHATTOPADHYAY, T., **Ag/CuO nanoparticles prepared from a novel trinuclear compound [Cu(Imdz)₄(Ag(CN)₂)₂] (Imdz = imidazole) by a pyrolysis display excellent antimicrobial activity**. Journal of Molecular Structure, 1113, 9-17, 2016.
- ALKOY, E. M., KELLY, P. J., **The structure and properties of copper oxide and copper aluminium oxide coatings prepared by pulsed magnetron sputtering of powder targets**. Vacuum, 79(3-4), 221-230, 2005.
- BAURLEY, S., **Interactive and experiential desing in smart textile products and applications**. Pers Ubiquit Comput, 8, 274-281, 2004.
- COSTA, M. R. Las Fibras Textiles y su Tintura. Lima: Nencatacoa, 1990.
- DASTJERDI, R., MONTAZER, M., **A review on the application of inorganic nano-structured materials in the modification of textiles: focus on anti-microbial properties**. Colloids Surf B, 79(1), 5-18, 2010.
- GOPINATHAN, E., VIRUTHAGIRI, G., SHANMUGAM, N., SATHIYA PRIYA, S., **Optical, surface analysis and antibacterial activity of ZnO-CuO doped cerium oxide nanoparticles**. Optik, 126(24), 5830-5835, 2015.
- HE, M., WANG, Y., WANG, H., CHEN, R., **A one-step sol-gel route derived Ag-CuO film as a novel solar selective absorber**. Solar Energy Materials and Solar Cells, 144, 264-272, 2016.
- HORROCKS, A. R., ANAND, S. C. Handbook of technical textiles. Cambridge, England: Woodhear Publishing Ltd, 2000.
- HÜBNER, M., SIMION, C. E., TOMESCU-STĂNOIU, A., POKHREL, S., BÂRSAN, N., WEIMAR, U., **Influence of humidity on CO sensing with p-type CuO thick film gas sensors**. Sensors and Actuators B: Chemical, 153(2), 347-353, 2011.
- JOCIC, D. Surface modification systems for creating stimuli responsiveness of textiles. Enschede, The Netherlands: University of Twente, 2010.
- MOHAMMADYARI, A., RAZAVIPOUR, S. T., MOHAMMADBEIGI, M., NEGAHDARY, A., AJDARY, M., **Explore in-vivo toxicity assessment of copper oxide nanoparticle in Wista rats** Journal of Biology and Today's World, 3(6), 124-128, 2014.
- SALEM, V. Tingimento têxtil: fibras, conceitos e tecnologia. 1ª ed, Edgard Blucher, São Paulo, 2010, 300p.
- SALOMÃO, M. **Uso de simbiótico para prevenção de infecções hospitalares em pacientes colonizados e/ou infectados por bacilos Gram-negativos multirresistentes**. 2015. Dissertação (Mestre em Saúde na Comunidade) - Departamento de Medicina Social, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.
- STOIMENOV, P. K., KLINGER, R. L., MARCHIN, G. L., KLABUNDE, K. J., **Metal oxide nanoparticles as bactericidal agents**. Langmuir, 18(17), 6679-6686, 2002.
- SUMIKURA, S., MORI, S., SHIMIZU, S., USAMI, H., SUZUKI, E., **Photoelectrochemical characteristics of cells with dyed and undyed nanoporous p-type semiconductor CuO electrodes**. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 194(2-3), 143-147, 2008.



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

TAJBAKSH, M., ALINEZHAD, H., NASROLLAHZADEH, M., KAMALI, T. A., **Preparation, characterization and application of nanosized CuO/HZSM-5 as an efficient and heterogeneous catalyst for the N-formylation of amines at room temperature.** Journal of colloid and interface science, 471, 37-47, 2016.

THEKKAE PADIL, V. V., ČERNÍK, M., **Green synthesis of copper oxide nanoparticles using gum karaya as a biotemplate and their antibacterial application.** Int J Nanomed, 8, 889–898, 2013.

WINDLER, L., HEIGHT, M., NOWACK, B., **Comparative evaluation of antimicrobials for textile applications.** Environment International, 53, 62-73, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2015). World health statistics 2015 (Geneva: WHO), pp. 55-77.

8. Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do financiamento recebido pelo Programa Nacional de Inovação para a Competitividade e Produtividade do Ministério da Produção do Peru (PNICP).