

Compósitos de nanopartículas de óxido de zinco e polidimetilsiloxano para proteção anti-uv em tecidos

Composites of zinc oxide and polydimethylsiloxane nanoparticles for anti-uv protection in fabrics

RESUMO

João Vítor Tota Avezzú
joaovitoravezzu@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil.

Larissa Vieira Faustino
larissavfaustino@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil.

Johny Paulo Monteiro
johnypmonteiro@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil.

Sandro Aurélio de Souza Venter
sandroventer@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil.

A área de pesquisas relacionadas ao bloqueio da radiação ultravioleta em têxteis têm aumentado de forma significativa nas últimas décadas. A aplicação de nanopartículas de óxido de zinco (ZnONPs) em tecidos de uso cotidiano tem se tornado mais viável que as tradicionais nanopartículas de óxido de titânio, com bastante eficácia no bloqueio dos raios UV. O poli(dimetilsiloxano) – PDMS - tem sido um material fundamental na fixação de tais nanopartículas ao tecido. O presente estudo sintetizou ZnONPs em formatos esféricos, usando o método de precipitação e de bastões pelo método hidrotérmico. A adição do óxido de zinco em tecido de algodão por meio do PDMS foi avaliada por técnicas de transmitância de radiação UV. Os resultados obtidos foram promissores uma vez que o recobrimento do tecido com os compósitos ZnO-PDMS, mostraram alto poder de proteção. O percentual de radiação UV não ultrapassou 10% quando comparado aos cerca de 100% do tecido de algodão sem o material sintetizado (cru).

PALAVRAS-CHAVE: Radiação. Bastões. Ultravioleta.

ABSTRACT

The research field related to UV protection in textiles has growing in a significant way in the last decades. The zinc oxide nanoparticles application on fabrics of everyday use has become more viable than conventional titan oxide ones, with good efficiency in UV protection. PDMS has been a fundamental material to bind the nanoparticles to fabrics. The current work synthesized spherical ZnONPs by precipitation method and nanorods ZnONPs using hydrothermal process. The fixing of nanoparticles on cotton fabric was evaluated through UV transmission. The outcomes obtained were promising once the covering with the composite ZnO-PDMS showed high UV protection. A level of less than 10% of UV radiation pass through the cotton fabric covered with composite compared with almost 100% of UV radiation of the cotton fabric without the synthesized material (raw).

KEYWORDS: Radiation. Rods. Ultraviolet.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

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



INTRODUÇÃO

O mundo globalizado das últimas décadas trouxe vários benefícios para a humanidade. No entanto, junto a eles foram observados diversos danos que se tornaram irreversíveis para o planeta, bem como para a natureza; como, por exemplo, a constante degradação da camada de ozônio, acentuada pela proliferação de gases derivados halogenados dos hidrocarbonetos conhecidos como CFCs.

A partir dos anos 70, algumas técnicas para a detecção de gases em concentrações muito baixas foram desenvolvidas. Com isso, fundamentado nessas novas técnicas foi possível iniciar estudos mais aprofundados sobre o comportamento desses gases na atmosfera que apresentou a presença de substâncias artificiais, ou seja, compostos químicos que não fazem parte do ciclo da natureza atmosférica (KIRCHHOFF, 2011).

Essa classe de compostos gasosos gerou uma drástica redução na camada de ozônio o que, por sua vez, causou consequências para a população que se expõe diariamente à radiação UV. Em sua maneira mais grave essa exposição pode acarretar problemas como o câncer de pele. Desse modo, indivíduos buscam através de pesquisa a conciliação entre os benefícios causados pela exposição, como a absorção de vitaminas pelo corpo; e os danos provocados por ela.

O câncer de pele representa aproximadamente um terço de todas as formas de câncer diagnosticadas, sendo, nos Estados Unidos, uma estimativa de que mais de um milhão de casos são reconhecidos no período de um ano. Apesar disso, esse tipo de câncer é o mais comum e de fácil prevenção (NORA, et al. 2014).

Dessa forma, estudos implementando a nanotecnologia em têxteis, os quais buscam a proteção contra a radiação solar, têm ganhado força nos últimos anos (MENDONZA, 2018). As nanopartículas de óxido de zinco possuem notório destaque nesse aspecto, uma vez que detêm estabilidade mecânica, térmica, química e proteção UV (VERBIČ; ŠALA; GORJANC, 2018).

Para aderir o material inorgânico — ZnO — nas fibras dos tecidos, o PDMS é uma opção bastante desejável devido a seu baixo custo, flexibilidade, resistência a exposição UV e a altas temperaturas. Como característica adicional possui superfície hidrofóbica, o que pode aumentar a durabilidade da cobertura pela maior resistência a ciclos de lavagem do tecido recoberto com o composto óxido de zinco-PDMS. (SOUZA, 2011).

Diante dos fatos apresentados, a seguinte pesquisa busca adequar metodologias do assunto em questão, em que as nanopartículas sintetizadas em forma de bastões e esferas serão incorporadas no PDMS para serem empregadas nos tecidos com o objetivo de obter-se um material anti-UV.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais usados para o presente trabalho foram:

- Nitrato de zinco ($\text{Zn}[\text{NO}_3]_2$) (Êxodo científica);
- Hidróxido de sódio (NaOH) (Vetec);
- Acetato de zinco trihidratado ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) (Vetec)
- Etanol (Alphatec)
- PDMS juntamente com seu reticulante obtido do kit Sylgard
- Hexano (Êxodo científica);
- Tecido convencional 100% algodão;

Conforme os métodos utilizados por Kale (2015) a síntese para as nanopartículas de ZnO no formato de bastões foram executadas com alguns ajustes. Foi preparada uma solução com acetato de zinco 0,05 molar e, depois outra de NaOH 5 molar, sendo a primeira deixada sob agitação constante. Posteriormente, foi adicionado através de gotejamento a solução de NaOH até que fosse obtida uma terceira solução translúcida. Feito isso, transferiu-se para um reator de teflon encapsulado com carcaça de aço e mantido em mufla por 18 horas a 175 °C. O precipitado obtido foi resfriado, filtrado, lavado com álcool, água e seco sob temperatura ambiente.

Para a síntese das nanopartículas em formato esférico, a metodologia seguida foi descrita por Oun; Rhim, (2017) com algumas alterações. Primeiramente, fez-se uma solução de nitrato de zinco 0,1 molar e posteriormente outra de hidróxido de sódio 5 molar. A solução de nitrato foi aquecida até sua ebulição. Após essa etapa, a solução foi transferida para um balão acondicionado em banho de óleo a 80°C sob agitação constante. Após 20 minutos, adicionou-se cerca de 5 mL da solução de NaOH gota a gota, ao balão, permanecendo sob essa condição por mais 2 horas. Por último, o precipitado foi lavado, filtrado e seco sob temperatura ambiente.

Para a obtenção dos compósitos ZnO-PDMS, com concentração de 0,5% m/m, pesou-se uma quantidade apropriada de nanopartículas de ZnO, adicionado a 3g de PDMS + agente reticulante em proporção 10:1 m/m. A mistura foi agitada manualmente e, por fim adicionou-se 10 mL de hexano formando uma solução de 30% de PDMS + Hexano.

Após efetuar lavagem adequada ao tecido de algodão, ele foi mergulhado na solução de PDMS com as nanopartículas de ZnO e colocado entre duas placas de vidro cobertas com papel alumínio seguindo um esquema de sanduíche (Figura 1). Em seguida, aquecido a 90°C por 30 minutos de modo a efetuar a cura do PDMS.

Figura 1 – Esquema de sanduíche utilizado no processo de filme de PDMS + ZnO sobre o tecido



Fonte: Autoria própria (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a caracterização das nanopartículas foi empregada a técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura – SEM e espectroscopia de energia dispersiva de raios-X – EDS. Para análise da eficiência da proteção anti-UV os tecidos recobertos com os compósitos ZnO-PDMS foram submetidos à observação por espectroscopia UV na região de interesse. Tal eficiência é baseada na Tabela 1 na qual a capacidade de fotoproteção de um tecido pode ser observada a partir de seu Fator de Proteção Ultravioleta (FPU) (BRITTO FILHO; XAVIER, 2015).

Tabela 1: Relação entre FPU e a proteção do tecido.

FPU	Bloqueio de raios UV	Proteção
15, 20	93,3% - 95,9%	Boa
25, 30, 35	96% - 97,4%	Muito Boa
40, 45, 50, 55%	97,5% e acima	Excelente

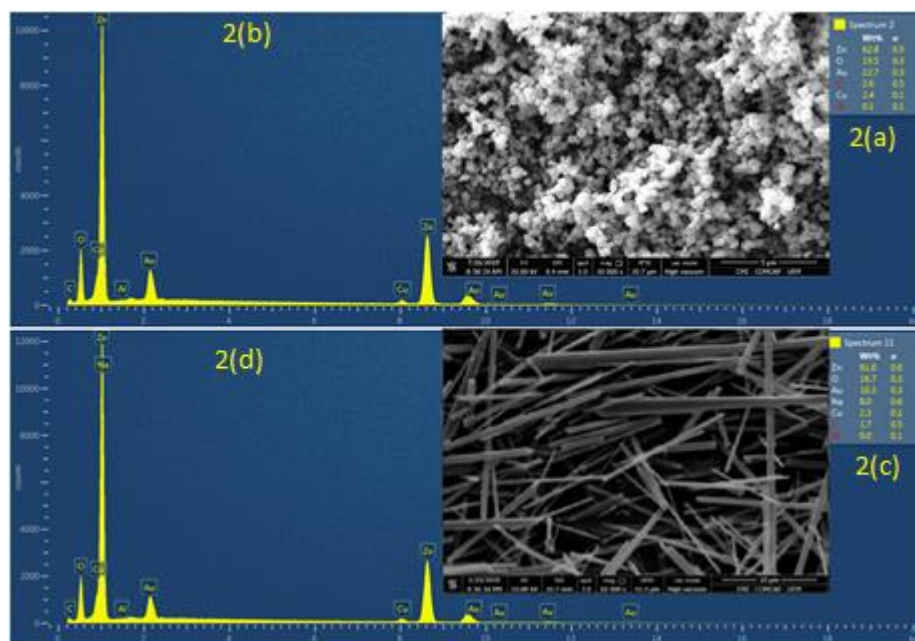
Fonte: BRITTO FILHO; XAVIER, 2015.

Assim, se um tecido oferece FPU de 15, isto é, 15 fótons UV de incidência; um desses fótons ultrapassa o tecido e, com isso, atinge a pele humana, sendo 93,3% dos fótons bloqueados (BRITTO FILHO; XAVIER, 2015).

Na Figura 2, é possível encontrar os resultados obtidos por (SEM/EDS), em que na imagem 2(a) é confirmado o formato esférico das nanopartículas de ZnO, bem como os picos do EDS na Figura 2(b), com diâmetros de 277 nm. A mesma conclusão pode ser observado nas Figuras 2(c) e 2(d), no entanto, desta vez com a

morfologia de bastões, os quais possuem secção transversal hexagonal, confirmando a estrutura cristalina.

Figura 2: (A) Análise do MEV para as nanoesferas, (B) EDS, (C) Análises de MEV para os nanobastões (D) EDS.



Fonte: Autoria própria (2019).

Para a obtenção dos dados de eficiência do compósito produzido, foram realizadas 3 análises em espectrofotômetro para as seguintes condições: tecido cru; tecido+PDMS e tecido+PDMS+ZnO, utilizando concentração de 0,5% m/m de ZnO em relação ao PDMS. O teste foi feito empregando varredura de 280 a 400 nm, englobando a faixa de radiações UVA e UVB. A Tabela 2 apresenta a médias das transmitâncias.

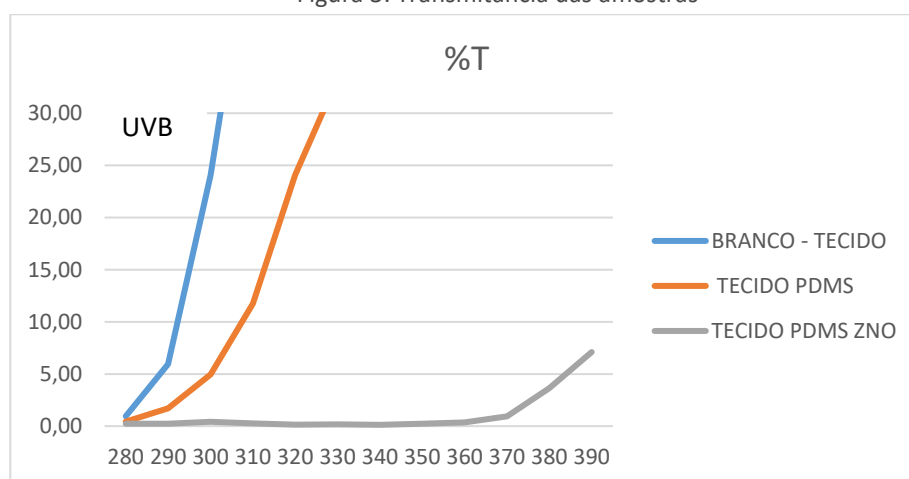
Tabela 2 – média das transmitâncias para as amostras.

Comprimento de onda (nm)	Média (%T)		
	Tecido cru	Tecido+PDMS	Tecido+compósito
280	0,95	0,43	0,23
290	5,93	1,7	0,23
300	24,08	4,97	0,43
310	49,58	11,73	0,28
320	69,88	24,07	0,15
330	81,33	33,27	0,18
340	87,53	36,03	0,13
350	91,53	38,57	0,23
360	94,93	45,7	0,35
370	97,1	54,67	0,93
380	98,18	67,2	3,65
390	99,25	74,3	7,1

Fonte: Autoria própria (2019)

Os resultados obtidos na Tabela 2 foram plotados no gráfico da Figura 3.

Figura 3: Transmitância das amostras



Fonte: Autoria própria (2019).

Portanto, foi possível verificar que o tecido de algodão cru apresentou baixo grau de proteção na faixa UVA, considerada a mais perigosa, ou seja, passou dos 50% chegando perto de 100% em alguns pontos, mostrando a sua ineficiência e FPU insignificante. Já para o tecido + PDMS é possível observar um aumento significativo no grau de proteção, entretanto, para se ter certeza disso é necessário

analisar o FPU, o qual continua abaixo do necessário para uma boa proteção. Por fim, para o compósito tecido + PDMS + ZnO fica claro sua garantia de proteção UV, no qual a transmitância não passou de 10% em todos os comprimentos de onda avaliados.

CONCLUSÃO

A partir da exposição teórica apresentada e, com base nas pesquisas e análises realizadas é possível concluir que os resultados obtidos atingiram resultado satisfatório com base no objetivo proposto.

As análises em questão mostraram que foram obtidas nanopartículas nos formatos de esferas e bastões. Já para o recobrimento com o compósito feito a partir de PDMS e ZnO foram observados resultados promissores relativos a sua eficácia na proteção e bloqueio dos raios UV. Além disso, futuramente, novas concentrações de ZnO e PDMS serão analisadas, assim como as propriedades anti-incrustantes, com o intuito de proporcionar máxima proteção contra os raios UV e possíveis características bactericidas do ZnO, já observadas em outros trabalhos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer por todo apoio e suporte obtidos para a realização deste trabalho à Fundação Araucária pelo recurso financeiro e, também à instituição de ensino UTFPR pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRITTO FILHO, C.; XAVIER, J. Eficiência De Tecidos Fotoprotetores Como Equipamento De Proteção Individual Contra Os Efeitos Nocivos Da Radiação Ultravioleta. **Green Lifestyle Becoming the Men's New Way of Life**, v. 14, p. 213–216, 2015.

FAUSTINO, L. V. Produção de compósito de nanopartículas de óxido de zinco e polidimetilsiloxano para aplicação como recobrimento anti-UV para tecidos. 2019. 22f. Pré-Projeto de Mestrado – **Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2019.

KALE, R. B. Dissolution – recrystallization and regrowth mechanism of hydrothermally derived six faceted prismatic hexagonal ZnO microrods. **Optik - International Journal for Light and Electron Optics**, v. 126, n. 11–12, p. 1109–1113, 2015.

KIRCHHOFF, V. WJH. Geoquímica da média e baixa atmosfera: impactos ambientais por deterioração da camada de ozônio. **Geochimica Brasiliensis**, v. 1, n. 2, p. 41-52, 2011.

NORA, A. B. et al. Frequência de aconselhamento para prevenção de câncer da pele entre as diversas especialidades médicas em Caxias do Sul. **Anais brasileiros de dermatologia**, v. 79, n. 1, p. 45-51, 2004.

OUN, A. A.; RHIM, J. Food Hydrocolloids Carrageenan-based hydrogels and fi lms: Effect of ZnO and CuO nanoparticles on the physical , mechanical , and antimicrobial properties. **Food hydrocolloids**, v. 67, p. 45–53, 2017.

ROMAN MENDOZA, L. E. **Funcionalização de tecidos têxteis com nanopartículas para proteção UV**. 2018. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola das Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SOUZA, P. J. T. **Estudo e otimização de estruturas em PDMS para dispositivos microfluídicos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Micro/Nano Tecnologias) – Univerdade do Minho, 2011.

VERBIČ, A.; ŠALA, M.; GORJANC, M. The influence of in situ synthesis parameters on the formation of ZnO nanoparticles and the UPF value of cotton fabric. **Tekstilec**, v. 61, n. 4, p. 280–288, 2018.