

## NANOTECNOLOGIA PARA A INDÚSTRIA

Nilciquele Ferreira Queiroz<sup>1</sup>, Fernanda Cristina Pierre<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Graduando em Produção Industrial na Faculdade de Tecnologia de Botucatu, nilcikelly@gmail.com.

<sup>2</sup>Professor de Ensino Superior da Faculdade de Tecnologia de Botucatu,  
fernanda.pierre@fatec.sp.gov.br

### RESUMO

A nanotecnologia é a capacidade de manipular átomos e moléculas a ponto de se construir um determinado material átomo a átomo, dando a este o design, a criação, as características e propriedades que forem convenientes e que não são observadas em escala macro. A Indústria 4.0 está crescendo significativamente devido aos avanços na capacidade de registrar dados precisos e métodos automatizados de análise de dados, com base neste aspecto este trabalho apresenta duas análises demonstrativas realizadas em um laboratório localizado em uma cidade do interior de São Paulo com intuito de explorar as eficiências da nanotecnologia na indústria. A primeira análise realizada foi em um equipamento microscópio eletrônico de varredura com alta precisão demonstrando interação e identificando a composição elementar básica da matéria analisada que comprova de forma prática a observação ampla para diagnóstico de um produto final com maior qualidade e segurança. A segunda análise, que beneficia a indústria têxtil, foi realizada com nanopartículas de dióxido de silício (sílica) na fase líquida borrifadas a um tecido, tendo como resultado a reprodução artificial do efeito hidrofóbico. Com este trabalho foi possível demonstrar uma reflexão sobre os impactos decorrentes das nanotecnologias nas indústrias metalúrgica e têxtil.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0. Nanotecnologia. Qualidade. Segurança. Tecnologia.

### 1 INTRODUÇÃO

O importante marco para o desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia foi o avanço tecnológico necessário para a visualização e manipulação da matéria em escala nanométrica. Em 1981 foi criado o Microscópio de Corrente de Tunelamento (STM, do inglês *Scanning Tunneling Microscope*), o qual, além de possibilitar a visualização de um único átomo, propiciou a manipulação de maneira controlada, de átomos de um material (JOACHIM; PLÉVERT, 2008). Assim sendo, o STM revolucionou a ciência dos materiais em escala nano, possibilitando algo inovador para a época: o desenvolvimento de nanoestruturas a partir da manipulação de átomo por átomo. Portanto, os equipamentos tecnológicos desenvolvidos dentro da indústria 4.0 seguem com futuro promissor para descobertas ainda maiores no mundo nano (IEDI, 2019). Um exemplo é o microscópio eletrônico de varredura da marca HITACHI, modelo TM3000, na faixa de ampliação entre 30X e 100X.

A nanotecnologia tem sido apontada como uma das áreas de grande potencial para atender os objetivos das Organizações das Nações Unidas (ONU). O caráter interdisciplinar e multidisciplinar garante à nanotecnologia ser uma tecnologia totalmente inovadora, trazendo benefícios a todas as áreas de estudo (GOMES et al., 2015).

Na indústria têxtil o mercado tem se tornado um setor de competitividade e o design, consolida as possibilidades viabilizadas pelos avanços tecnológicos, ligando os desejos e as necessidades dos usuários. Nesse contexto, estudos sobre tecidos inteligentes surgem para explorar as exigências dos consumidores e formular soluções a essas demandas a nanotecnologia aplicada aos fios (PERERA et al, 2013). O uso da nanotecnologia aplicada aos fios aparece como forma da indústria têxtil de aproveitar o aumento da demanda dos clientes por vestuário durável e funcional, o que permitiu o uso de nanomateriais nos substratos têxteis (YETISEN et al, 2016).

Foram realizadas, ao longo dos últimos anos, inúmeras pesquisas sobre o uso de produtos hidrofóbicos (capacidade de repelir a água), podendo haver relação com as novas tecnologias, além de exigências de mercado, de usuários e da sustentabilidade. O design, no contexto dessas pesquisas, exerce um papel fundamental para o uso das novas opções disponíveis no setor industrial têxtil, oferecendo novas possibilidades e estudos dentro de seus nichos, como no ramo da moda (FERREIRA, 2013).

Segundo ABDI (2018), apenas 1,8 por cento das indústrias brasileiras de transformação utilizam a nanotecnologia e que os sistemas convencionais de produção, gradualmente, estão ficando obsoletos.

Com base nessas informações o objetivo do estudo foi demonstrar através de dois métodos o grande avanço tecnológico da indústria no segmento de nanotecnologia e nanociência. O primeiro método através do equipamento de alta tecnologia (microscópio de varredura eletrônica) e o outro utilizando o composto químico de dióxido de silício (sílica).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para demonstração da primeira análise foi utilizado o equipamento Microscópio eletrônico de varredura da marca HITACHI, modelo TM3000, na faixa de ampliação entre 30X e 100X (FIGURA 1).

Figura 1. Microscópio eletrônico de varredura



O equipamento microscópio da Hitachi é um princípio eletrônico de varredura e ele é um microscópio portátil conhecido como pancada modelo TM3000; é um microscópio de fácil utilização onde acompanha-se em tempo real o aumento das imagens. É possível colocar qualquer tipo de matéria em amostras como, por exemplo: fio de cabelo, insetos, materiais metálicos como o aço inox, polímeros, ferros entre outros. Para o procedimento desta análise foram utilizados os materiais: Uma amostra (formiga da espécie saúva), suporte de amostra (Base), fita dupla-face condutora para segurar a amostra na base, pinça para posicionar a amostra na base e gabarito (FIGURA 2). Para o encaixe uma haste de altura (FIGURA 3).

Figura 2 - Materiais

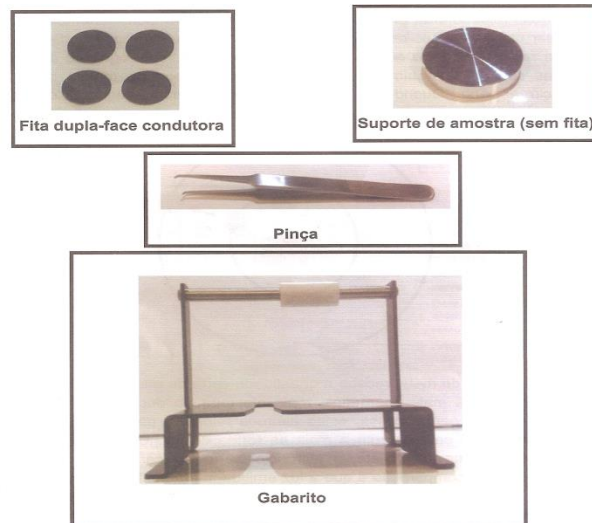
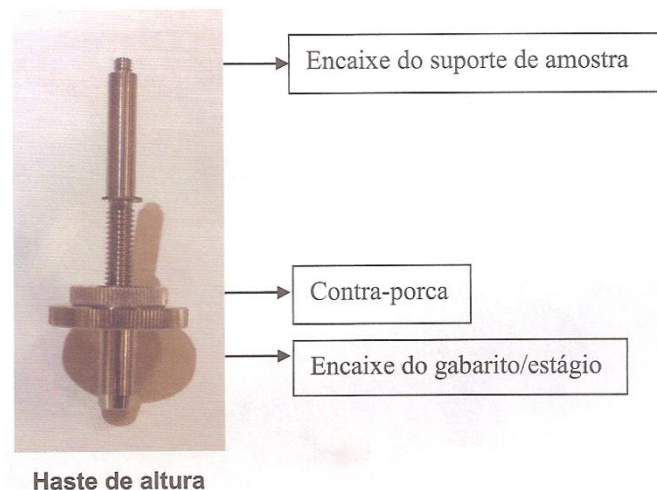


Figura 3 - Haste de Altura para encaixe do suporte de amostra



Para demonstração da segunda análise foi utilizado um pedaço de tecido, água, um béquer de plástico, frasco pulverizador contendo dentro revestimento de nanopartículas de sílica líquida e uma pipeta Pasteur.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para demonstração da eficiência de ampliação da imagem foi utilizado um inseto (formiga, da espécie saúva). Observando a magnificação de x500 é possível ver detalhes de dentro do olho do inseto, camadas semelhantes a escamas e ainda pequenos pelos da pálpebra ocular (FIGURA 4). Aumentando essa imagem em até 30 mil vezes é possível ver as unidades mínimas de formação de cada material, isso tem uma utilização prática



na indústria, materiais como, por exemplo, uma rosca de metal é possível efetuar a análise do perfil e topografia dos filetes da peça. São análises interessantes e comprobatórias porque o produtor consegue descobrir, avaliar e diagnosticar um produto final com maior qualidade e segurança.

Figura 4 – Olho formiga espécie saúva com magnificação de x500: Seta cheia pelo da pálpebra do inseto, Seta vazada globo ocular.



No TM3000, a experiência de ampliação e pesquisa de componentes torna-se simples e de fácil acesso. Na prática, basta abrir o equipamento, posicionar o material a ser analisado, ampliá-lo em um compartimento próprio e fechar a câmara. Poucos minutos após a calibração, é possível ver o material em estudo com uma ampliação nítida de até 30 mil vezes e, em apenas um toque de botão, receber uma análise completa dos componentes químicos que integram aquele material.

O procedimento inicial da segunda análise foi balançar o frasco pulverizador com dióxido de silício (sílica) e pulverizar o pedaço de tecido em seguida deixando-o secar por completo. Após secagem completa do tecido foi utilizada uma pipeta com algumas gotas de água sobre a superfície revestida com sílica e também sobre outra superfície de tecido não revestida (FIGURA 5).

Figura 5 – Repelência da gota de água sobre o tecido.



O resultado foi a criação de uma camada artificial hidrofóbica que é a formação de um ângulo acima de  $90^\circ$  da água quando em contato com a superfície do material, no caso o tecido. Foi observado no material têxtil (A) com partículas de sílica que as gotas pipetadas permaneceram imersas flutuando, e ainda na ação de gotejamento elas se uniram e se misturavam gota a gota dependendo da posição do tecido, ao contrário do material têxtil (B) sem o revestimento com sílica, quando as gotas foram pipetadas o tecido rapidamente absorveu a água. Resumindo, a maioria das moléculas líquidas não foram capazes de tocar o tecido (A) por causa de uma camada microscópica de ar que se forma entre o líquido e o tecido. Isso ocorre porque o tecido é revestido com bilhões de partículas de sílica. Líquidos à base de água formam uma esfera de 150 graus e rolam imediatamente. Como resultado, essa barreira protege o tecido contra possíveis acidentes. O propósito de pesquisas da nanotecnologia na indústria têxtil segue com o objetivo de melhorar e criar novas características e qualidade para fibras, fios e tecidos que podem ter capacidade de suportar condições extremas de temperatura e impacto.

#### 4 CONCLUSÕES

É possível concluir que a nanotecnologia mostra grande relevância em diversas áreas da Tecnologia de produção, dentre as quais é possível citar materiais e tratamento,

no que diz respeito às características dos elementos químicos que têm maior importância para a nanotecnologia e pela possibilidade de fabricação de novos materiais com diferentes características como densidade e pureza, projeto e desenvolvimento do produto, no que tange a probabilidade do surgimento de novos produtos e com funcionalidades diferentes dos que se conhece atualmente e, conseqüentemente, o surgimento de diferentes técnicas de produção, processos produtivos, com o advento de novas técnicas de manufatura, novos processos de fabricação podem surgir não só na escala macrométrica, mas também na escala nanométrica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. S. G., (11 de Março de 2019). **A indústria do futuro no brasil e no mundo**. Acesso em 3 de out. 2019, disponível em IEDI Instituto de estudos para o desenvolvimento industrial: [https://iedi.org.br/artigos/top/estudos\\_industria/20190311\\_industria\\_do\\_futuro\\_no\\_brasil\\_e\\_no\\_mundo.html](https://iedi.org.br/artigos/top/estudos_industria/20190311_industria_do_futuro_no_brasil_e_no_mundo.html)

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, “Cartilha Sobre Nanotecnologia”, Cartilha Sobre Nanotecnologia, 2010, 60 pp. Disponível em: [https://old.abdi.com.br/Paginas/detalhamento\\_acao.aspx?f=Nanotecnologia](https://old.abdi.com.br/Paginas/detalhamento_acao.aspx?f=Nanotecnologia) Acesso em: 10 set. 2019.

FERREIRA, L. M. V., **Revestimentos hidrofóbicos**. 2013. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/11045> Acesso em: 12 set. 2019.

GOMES, R. C. et al. Aplicações da nanotecnologia na indústria de alimentos. Uma Revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2015. Disponível em: <http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/230> Acesso em: 03 set. 2019.  
JOACHIM, C.; PLÉVERT, L. **Nanociências: a revolução invisível**. Singapore: World Scientific Editora: Seul, Paris, 2008. v.1, 190p.

PERERA, Srimala et al. Propriedades morfológicas, antimicrobianas, durabilidade e físicas de têxteis não tratados e tratados usando nanopartículas de prata. **Colóides e superfícies A: Aspectos físico-químicos de engenharia**, v. 436, p. 975-989, 2013.

YETISEN, A. K. et al. **Nanotechnology in textiles**. ACS Nano 10: 3042–3068. 2016. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsnano.5b08176> Acesso em: 03 set. 2019.