



16° Congresso de Iniciação Científica

NANOTECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE: ABORDAGEM DE NOVAS TECNOLOGIAS NA APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA

Autor(es)

ALINE CRISTINA DA SILVA ALMEIDA

Orientador(es)

MARCIA APARECIDA SPINACE

Apoio Financeiro

VOLUNTÁRIO/UNIMEP

1. Introdução

A nanotecnologia é um termo popular para a construção e utilização de estruturas funcionais que possui pelo menos uma dimensão na escala nanométrica, ou é a área da tecnologia que trabalha no universo nanométrico. Devido ao fato desses materiais ou sistemas apresentarem dimensões nanométricas normalmente é verificado um aumento nas propriedades físicas, químicas e/ou biológicas. As propriedades da matéria em escala nanométrica não são necessariamente similares às propriedades da matéria em escalas maiores. A nanotecnologia não possui uma única definição devido a sua abrangência (TOMA, 2004). O prefixo nano tem origem grega que significa “anão” e se refere a uma unidade de medida que equivale a um bilionésimo de metro, utilizando-se a notação nm ou 10^{-9} m. Para termos uma idéia da dimensão nanométrica, vamos comparar as dimensões de diferentes materiais como por exemplo, o diâmetro de um fio de cabelo que pode medir entre 50.000 a 100.000 nm. As células vermelhas do sangue, as hemácias, são da ordem de 10.000 nm. As moléculas de DNA situam-se na escala de 100 nm e é um pouco menor que um vírus. O comprimento da ligação entre dois átomos na molécula de hidrogênio é cerca de 1 nm..

As propriedades ondulatórias (mecânica quântica) dos elétrons na matéria assim como as interações atômicas são influenciadas pela escala nanométrica do material. A criação de estruturas na escala nanométrica possibilita o controle de propriedades fundamentais dos materiais como temperatura de fusão, propriedades magnéticas, capacidade de carga, variação de cor sem mudar o material. Utilizando esse potencial é possível produzir produtos de alto desempenho e tecnologias que eram impossíveis até o momento.

A organização sistemática da matéria em escala nanométrica é a chave característica para sistemas biológicos.

Muitas tecnologias existentes dependem de processos em escala nanométrica. A fotografia e a área de

catálise são dois exemplos de processos antigos que utilizaram a nanotecnologia de forma empírica. Estas duas áreas estão sendo largamente otimizadas com o avanço da nanotecnologia.

O novo conceito da nanotecnologia afetará de forma decisiva a Ciência e a Tecnologia e tem sido preconizada como a maior revolução industrial de todos os tempos.

A fabricação racional de materiais nano-estruturados é uma revolução na Ciência e Tecnologia. Além disso, abre novas perspectivas de avanços tecnológicos e um grande desafio de entender melhor esses novos materiais e sistemas nanoestruturados (TOMA< 2004).

Imaginem uma pirâmide onde apenas a área da parte superior da pirâmide (1/3) representaria os materiais convencionais e as oportunidades na área produtiva, a parte inferior da pirâmide (2/3) que inclui a base da pirâmide, representaria os materiais nanoestruturados e suas oportunidades na área produtiva. Com certeza os materiais nanoestruturados apresentam uma quantidade muito maior de oportunidades na área produtiva. Hoje já são mais de 600 itens desenvolvidos com nanotecnologia. A escala tão reduzida oferece uma vantagem fundamental: ela viabiliza o rearranjo de átomos de modo a que formem materiais com novas e diferentes funções. Também propicia a criação de aparelhos mais leves e com maior capacidade de memória, uma vez que, em proporções nano, passam a caber mais recursos no mesmo lugar. A seguir, são descritas algumas aplicações que utilizam a nanotecnologia (NARLOCH, 2005):

1) Remédios: O efeito da nanotecnologia proporciona a redução dos efeitos colaterais e aumenta a eficácia dos medicamentos, os princípios ativos do remédio são manipulados de modo a caber em cavidades minúsculas localizadas naquelas substâncias que vão transportar tais princípios para a célula. O fato de tudo se passar em escala tão reduzida oferece duas vantagens: o remédio chega antes ao destino final e é liberado na corrente sanguínea gradativamente, o que é decisivo para diminuir eventuais efeitos colaterais. Diferença no rótulo: a presença das substâncias betaciclodextrina ou HDL, típicas de medicamentos fabricados com nanotecnologia, como antiinflamatórios, antialérgicos, antiácidos e remédios para o tratamento de certos tipos de câncer. O produto tem não possui impacto no preço.

2) Creme dental. O efeito da nanotecnologia proporciona a reconstituição do esmalte, o que aumenta a proteção do dente. Durante a escovação, cristais em escala nano, adicionados à pasta, aderem aos dentes e ajudam na reposição do esmalte, cujas irregularidades são bastante freqüentes, mas pouco visíveis, resultando em uma maior proteção. Diferença no rótulo: menção à hidroxiapatita (um tipo de mineral) e a nanocristais de prata. O custo é até quatro vezes maior e os cremes dentais são importados do Japão e da Coréia do Sul

3) Cremes hidratantes e antienvelhecimento: O efeito da nanotecnologia contribui para que o creme chegue às camadas mais profundas da pele, sem que perca suas propriedades pelo caminho. Os princípios ativos dos cosméticos são transformados em nanopartículas, e é justamente essa escala que facilita sua travessia das camadas mais superficiais para as mais profundas da pele. Constituídos de moléculas relativamente grandes, muitos cremes comuns não conseguem chegar lá ou, mesmo quando atingem esse ponto, não o fazem em concentração suficiente para proporcionar o efeito completo. Diferença no rótulo: referência à nanotecnologia. Os cremes custam até duas vezes mais.

4) Roupas: Através da nanotecnologia é possível acrescentar funções químicas na superfície dos tecidos. Eles podem se tornar bacteriostáticos, repelentes a insetos ou impermeáveis. As nanopartículas são adicionadas às fibras durante a fabricação do tecido. Nessas partículas ficam as substâncias encarregadas das diferentes propriedades. Elas proporcionam o efeito esperado, mas desaparecem depois de até cinquenta lavagens. Diferença no rótulo: "ação bacteriostática" ou "íons de prata". As roupas com esses tecidos ficam, em média, 30% mais caras.

Devido ao avanço Científico e Tecnológico e suas aplicações visando melhorar a qualidade de vida dos cidadãos entendemos ser importante introduzir esse tema em cursos na área de Ciências, a fim de qualificar a mão-de-obra para as indústrias e para a Pesquisa.

A proposta desse trabalho na abordagem desse tema é através de um experimento simples que permita a discussão do assunto assim como a transdisciplinaridade com outros conteúdos. Para tanto, foi desenvolvido um experimento no qual é produzido a celulose nanoestruturada a partir de fibras naturais.

A celulose é um polímero natural linear composto por até 15 mil unidades repetitivas de D-glicose e é o polímero mais abundante na natureza. Cada fibra contém uma grande quantidade de células, as quais formam microfibrilas cristalinas de celulose (MCC) que são conectadas por lignina amorfa e hemicelulose formando uma camada completa. Várias destas camadas constituem a parede primária e as três paredes

secundárias. A MCC apresenta dimensões nanométricas (de 5 a 50 nm de diâmetro (f) e comprimento (L) de centenas de nm). A lignina e a hemicelulose podem ser removidas através de hidrólise ácida resultando na celulose com dimensões nanométricas, o que é uma vantagem em relação às fibras convencionais, pois apresenta uma maior área superficial e maior resistência mecânica.

2. Objetivos

Esse trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de um experimento simples sobre a temática de nanotecnologia, envolvendo a celulose nanoestruturada obtida de fibras naturais.

3. Desenvolvimento

A celulose nanoestruturada foi obtida a partir de resíduos de fibras de celulose da indústria têxtil ($f = 10$ mm, Fig. 1). As fibras naturais (5 % em massa) foram tratadas em solução aquosa de H_2SO_4 64 % em massa a $45^\circ C$ por 30 min e 1 h sob agitação. A solução resultante foi lavada com água através de centrifugação até que o pH do sobrenadante estivesse entre 1 e 3 e apresentou-se turbido devido ao material coloidal em suspensão². O sobrenadante foi coletado e purificado por diálise. A caracterização da celulose foi feita usando Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Difração de raios-X (DRX).

A solução aquosa da celulose nanoestruturada obtida da diálise foi diluída dez vezes com água destilada e centrifugada por 15 min em banho de ultrassom mantendo-se a temperatura da água em torno de $10^\circ C$, a seguir foi gotejada uma gota da solução sobre o porta-amostra de cobre e depois evaporada em estufa a $100^\circ C$. Os difratogramas foram obtidos em um difratômetro de Raios-X (Rigaku, modelo Miniflex) com radiação $CuK\alpha$; de comprimento de onda (λ) de 0,154 nm. Utilizou-se tensão de 30 kV, corrente de 15 mA e valores de 2θ ; entre 5 e 40° com passo de 0.05° e tempo de contagem de 2s.

4. Resultado e Discussão

A Microscopia Eletrônica (MEV) é uma medida direta da mudança de dimensão da fibra. Na Figura 1 é possível observar a celulose com dimensões nanométricas na forma esférica (d aproximadamente= 50 nm) e fibrosa (d aproximadamente= 50 nm e $L = 150-235$ nm).

Figura 1. a) fibra de celulose, barra: 5 mm, b) celulose nanoestruturada, barra: 0,2 mm (anexo 1).

A difração de raio-X é freqüentemente utilizada para determinação de quantidades relativas de fase cristalina e amorfa, tamanho e perfeição dos cristais, orientação, ordem e empacotamento, e para investigar arranjos atômicos ou moleculares através de interação com a radiação eletromagnética. A determinação do grau de cristalinidade foi intensamente estudada durante a década de 1960. O método de Ruland e todos os aperfeiçoamentos posteriores aplicam uma relação simples entre as áreas dos picos cristalinos e o halo amorfo de um difratograma de raios-X.

A Figura 2 mostra os difratogramas da celulose de resíduo têxtil e da celulose nanoestruturada obtida com 30 min, 1 e 4 h. Pode-se verificar através dos difratogramas que a estrutura corresponde à celulose II. Esta estrutura ocorre devido ao fato de ter se utilizado a celulose regenerada se forma devido ao tratamento da celulose em solução alcalina conhecida como “mercerização” e a fibra é posteriormente utilizada na confecção de fibras têxteis. A celulose II apesar de ser termodinamicamente mais estável apresenta propriedade mecânica inferior à da celulose I. O grau de cristalinidade da celulose nanoestruturada é superior à da Celulose de resíduo têxtil como pode ser verificado pela difração que apresenta picos finos. A medida que aumenta o tempo de reação aparentemente ocorre a destruição da estrutura cristalina da celulose.

Figura 2: Difratogramas da celulose sem tratamento e celulose nanoestruturada obtida a partir da dos resíduos de fibras têxtil em diferentes tempos de tratamento (anexo 2).

Os resultados mostram que foi obtida a celulose II nanoestruturada usando tempo de reação de apenas 30 min. A solução foi seca e obteve-se um pó fino que no caso do material obtido com tempo de reação de 30 min resultou em um pó branco já os materiais obtidos com maiores tempos de reação tornaram-se amarelados. Este resultado e o da difração de raios-X podem indicar a degradação da celulose em tempos de reação superior a 30 min, levando à formação de sub-produtos.

5. Considerações Finais

O experimento proposto é viável, pois é possível obter a celulose nanoestruturada através da hidrólise ácida utilizando reagentes e equipamentos comuns em laboratórios de Química de baixo custo e com tempo de reação de meia hora. Foi obtida a celulose II a partir de resíduos têxteis, este material pode ser substituído por algodão. A fim de verificar a obtenção da celulose nanoestruturada, o material obtido foi caracterizado por Microscopia Eletrônica de Varredura e difração de raios-X que confirmaram as dimensões nanométricas do material. Apesar da obtenção da celulose nanoestruturada ser simples, algumas adaptações visando simplificar a caracterização da celulose nanoestruturada são possíveis como observar o material por microscopia óptica para verificar as mudanças na fibra, ou mesmo identificar o efeito Tyndall que é uma consequência das propriedades das partículas nanoestruturadas em solução coloidal.

O desenvolvimento deste experimento também possibilita a discussão de outros conceitos tais como: soluções coloidais, propriedades óticas, materiais poliméricos, forças de interação, ácido e base. Visando auxiliar o professor na discussão da Nanotecnologia e outros conceitos abrangidos no experimento, foi desenvolvido um texto de apoio ao procedimento experimental.

Referências Bibliográficas

- BECHTOLD, I. H.; GASQUES, L. R., Birrefringência em placas de onda e atividade óptica de uma solução de açúcar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, n° 3, v. 27, p. 349 - 355, 2005.
- NARLOCH, L., Nanotecnologia está na rua. **Super Interessante**. n° 215, jul. 2005.
- TOMA, H. E. **O mundo nanométrico: a dimensão do novo século**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- ZHANG, J.; Elder, T. J.; Pu, Y.; Ragauskas, A. J. Facile synthesis of spherical cellulose nanoparticles. **Carbohydrate Polymer**, n° 67, p. 607-611, 2007.

Anexos

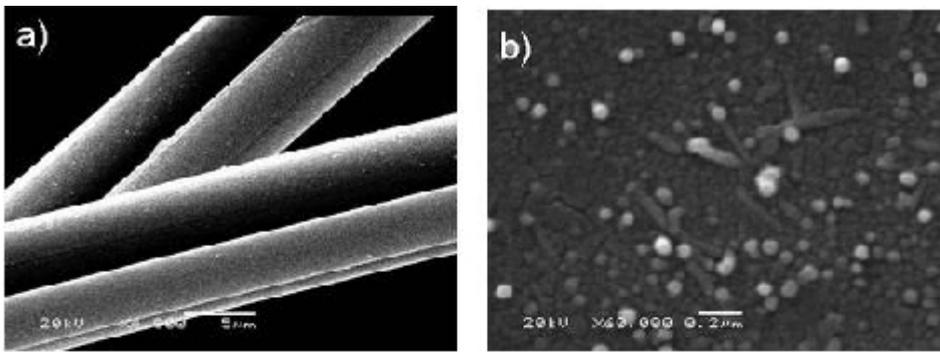


Figura 1. a) fibras de celulose, barra: 5 μm , b) celulose nanoestruturada, barra: 0,2 μm .

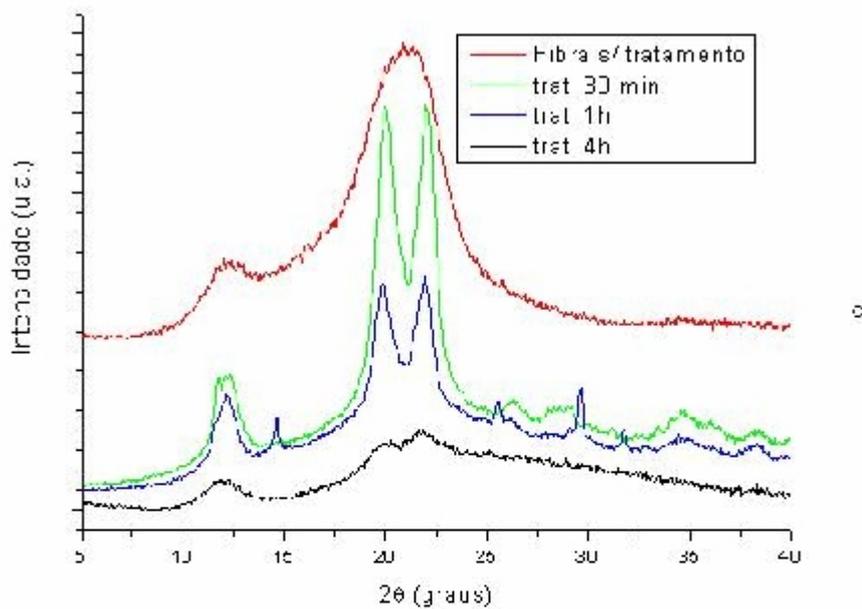


Figura 2: Difratogramas da celulose sem tratamento e celulose nanoestruturada obtida a partir de dois resíduos de fibras têxtil em diferentes tempos de tratamento.