



## FELIZ 2010

Ambiente - Sustentabilidade - Aquecimento Derretimento -- Verde - Azul - Água - Extinção Preservação - Criação : São palavras que devem nos acompanhar por esse novo ano e quem sabe toda a década . Reservar espaço e tratar adequadamente de cada uma delas nos ajudará a equacionar as soluções coletivas.

## NANOCIÊNCIA-NANOTECNOLOGIA

### PASSADO-PRESENTE-FUTURO

Em artigo anterior falávamos de pesquisa que apontava, quando do início do milênio, a baixa difusão do termo nanotecnologia, entre os altos executivos mundiais. Hoje, passados somente cerca de uma década, o cenário é totalmente diverso e a nanotecnologia já mostra seus frutos e esperança de colheita longa e promissora.

A idéia que pode passar dessa observação é que a nanotecnologia evoluiu neste curto espaço de tempo a partir de algum acontecimento extraordinário. Na verdade precisamos retroceder no tempo para perceber o nascimento da nanociência.

Nano como já sabemos tem sua origem na palavra grega que significa "pequeno" . E especialmente em nosso caso significa uma bilionésima parte do metro ou  $10^{-9}$  do metro e é indicado pela sigla nm.

Enxergar o pequeno não é o forte dos nossos olhos e por isso somente a partir da invenção do microscópio, durante o último quarto do século XVII, pudemos visualizar o mundo de baixo de nossos narizes e ficar maravilhados com células, hemácias, emulsões, bactérias e passamos a vasculhar o mundo micrométrico .

A fronteira da visão nos mostra que um fio de cabelo tem cerca de 1/10 de mm ou 100 microns ou 100.000 nm. Já um fio de teia de aranha tem um diâmetro cerca de trinta vezes menor o que equivale a cerca de 3 microns ( 3000 nm ) e foi projetado especificamente para tornar-se uma armadilha invisível.

Em fins do século XIX a contribuição de químicos, físicos e matemáticos através de estudos de cinética da reações e aplicação das leis da termodinâmica levaram Gibbs e contemporâneos a serem tidos como criadores da área de conhecimento denominada de físico-química assim como Pasteur e pesquisadores que investigaram as reações químicas com a participação de organismos vivos contribuíram para a criação da bioquímica. Ambas passaram a cumprir seu papel agregador e propulsor do progresso científico.

Quando a existência do átomo foi experimentalmente demonstrada, no início do século XX, sua visualização passou a ser encarada ceticamente. Afinal a dimensão de um átomo de hidrogênio é da ordem de 1 Angstrom o que equivale a 0,1 nanômetro..

Microscópios óticos, por usarem a luz visível, como meio de detecção, impõe restrições à visualização e distinção de objetos menores que 200nm.

O estudo dos sistemas homogêneos formados por uma fase contínua e outra por partículas dispersas de tamanho de 1 a 1000 nm passaram a ser classificadas como soluções colóides e foram objetos de estudo ainda durante o século XIX.

Circular para Sr(a):

Dentre as propriedades dos colóides ou das soluções coloidais estão a de se confundirem com as soluções verdadeiras mas ainda assim poderem se diferenciar destas por algumas propriedades. A interação com a luz é uma delas (efeito Tyndall) que faz com que o movimento das partículas coloidais (efeito browniano) possa ser visto ao microscópio.

Devido ao movimento Browniano as partículas de um colóide não sedimentam com uma velocidade apreciável, quando em repouso o que origina uma suspensão estável de partículas.

Prata coloidal, por sua ação bactericida tem sido usada comercialmente, de um passado remoto até os dias de hoje, de uma maneira empírica, para promover a pureza da água. Ouro coloidal, igualmente, tem sido relatado como medicinal para diversas patologias.

Os trabalhos para sintetizar o látex natural da seringueira, *Hevea Brasiliensis*, na década de 30 do século XX, na Inglaterra, baseou-se em estudos dos colóides e deu origem à concepção dos polímeros em emulsão aquosa. Essas dispersões aquosas de polímeros chamadas rotineiramente de emulsões látex ou emulsões poliméricas são amplamente utilizadas hoje em dia em produtos como, borrachas, elastômeros, impermeabilizantes, tintas, adesivos, ceras, aditivos reológicos, compósitos látex / argilas e etc.

Os primeiros polímeros em emulsão, sintetizados em laboratório, foram os látex de estireno-butadieno e poliacetato de vinila e assemelham-se, visualmente, ao leite, nosso alimento diário, devido à dimensão de suas partículas poliméricas serem da ordem de 1 micron. ou 1000 nanômetros. Essas dispersões poliméricas aquosas apareceram no mercado após a segunda guerra mundial.

O processo de obtenção desses polímeros envolve o emulsionamento dos reagentes orgânicos em meio aquoso (daí o nome usual de emulsões para as dispersões poliméricas resultantes).

Iniciadores de radicais livres são usados para promover o aparecimento de radicais livres na unidade monomérica em nível molecular, induzir o crescimento das cadeias do polímero e levar à sua terminação. As misturas originárias do auto ordenamento dos surfactantes, atuam como emulsificantes dos monômeros, acomodam as cadeias poliméricas em crescimento, determinam o tamanho de partícula das dispersões e promovem a estabilização das partículas de polímero no meio aquoso.

Em pouco tempo, ainda na década de 60 do século passado, percebeu-se que emulsões com tamanho de partícula, uma ordem de grandeza menores, da ordem de 150 nm, como as estireno acrílicas ou acrílicas puras, teriam melhores propriedades e maior poder aglutinante tornando-se modelos para o desenvolvimento e formulação das atuais tintas e revestimentos arquitetônicos e industriais base aquosa.

Emulsões acrílicas e copolímeras de tamanho de partícula, ainda menor, da ordem de 30 a 80 nanômetros passaram a ser medidas por microscopia eletrônica, disponível desde a década de 40. Dispersões aquosas de partículas nanométricas de diversas morfologias, montadas in situ, através do controle dos fatores cinéticos e termodinâmicos, foram colocadas no mercado a partir de 1960 para cumprir funções de filmes ou mesmo funções de opacidade e espessamento dando origem aos polímeros opacos, aos modificadores de reologia ou polímeros multifuncionais.

Os avanços técnicos e científicos em polimerização em emulsão, diversamente de tudo que se conhecia até então, conseguiu, desenvolver, borrachas, polímeros elastoméricos, polímeros com composição diferenciada entre o núcleo e bainha, espessantes e agentes reológicos, polímeros com ar encapsulado e outros. Esses avanços abasteceram o mercado com produtos base aquosa com características inovadoras que tornaram a tecnologia de polimerização em emulsão a tecnologia predominante. Transcorridos cerca de 40 anos de sua introdução, superaram tecnologicamente e em volume de venda os revestimentos, adesivos e aditivos a base solvente mineral.

Interessante notar que ainda em meados de 1980 quanto os pesquisadores em polímeros em emulsão tabelavam seus resultados mediam o tamanho das partículas de polímeros em Angstrom numa referência ao tamanho do átomo e não à importância que é dada hoje à possibilidade de interação com outras estruturas físicas, químicas ou biológicas.

Esse 'passado recente' da nanotecnologia faz parte do nosso cotidiano e é especialmente importante pois contempla um aspecto muito especial do que se define como nanotecnologia, atualmente, isto é: a construção das partículas nano na escala de 1 a 100 nm a partir das moléculas fundamentais controlando sua cinética a fim de permitir influir na sua composição, morfologia e funcionalidade.

Ou seja usando uma abordagem de baixo para cima ( bottom up ). Ao contrário da tentativa clássica de uma abordagem de cima para baixo ( top down).

O sucesso extraordinário da tecnologia de emulsão que pode ser atribuído ao seu processo de produção, permite também observar outro aspecto considerado hoje um pré-requisito da nanotecnologia: o da uniformidade das partículas .

A extraordinária elevação de área superficial obtida quando se muda de escala é um fator atraente para as nanopartículas pois estas passam a apresentar diversas oportunidades e possibilidades devido à inerente presença de grupos funcionais nessas superfícies ou da possibilidade de se alocar nas mesmas novos grupos funcionais a fim de interagirem sob medida de acordo com a necessidade.

Para ilustrar o aumento da área superficial das partículas quando temos uma redução de escala vamos idealizar a moagem e pulverização de uma macro- partícula ou seja vamos fazer uma abordagem de cima para baixo ( top-down ).

Vamos tomar uma imagem de nosso imaginário coletivo : uma bola de gude. Uma bola de gude de 1 cm de diâmetro. Sua área esférica superficial é da ordem de  $3,14\text{cm}^2$  e seu volume da ordem de  $0,52\text{ cm}^3$ . Podemos então imaginar a equivalência da área com a de um selo postal de 1,77 cm de lado.

Imaginemos agora a parte mais difícil : Triturar esse pedaço de vidro a fim de conseguir , idealmente, esferas cada vez menores, e chegar , idealmente, a esferas perfeitas de tamanho nanométrico equivalentes a 100nm ou 0,1 microns de diâmetro. Por convenção essa dimensão é hoje considerada o limite superior de uma nanopartícula. A nova área superficial correspondente à nanoesfera será de  $0,0314\text{ u}^2$ . Fazendo-se a equivalência em volume chegamos ao valor de  $31,4\text{ m}^2$  para a área superficial total das partículas obtidas ou seja uma área equivalente a uma sala de 5,6m de lado.

Coloquemos agora, na nossa imaginação, no canto dessa sala ideal, o nosso selo postal. Podemos então apreciar o ganho de área conseguido com a redução do tamanho de partícula efetuado.

Podemos, ainda, continuar em nosso exercício de imaginação e reduzir nossa partícula por outro fator de 10 levando-a, idealmente, a 10 nm.

. A nova área superficial saltará para  $314\text{ m}^2$  ou equivalente a um terreno de 10 metros de frente por 31,4 m de fundo.

A área inicial da nossa bola de gude foi então multiplicada por um fator de  $10^6$  ou um milhão de vezes.

Se lembrarmos que uma reação química será tanto mais eficiente quanto maior a área de contato dos reagentes e mais uniforme for esse contato podemos usar esse fator de potencialização a favor da tecnologia e neste caso da nanotecnologia.

A alocação de grupos hidrofóbicos, na superfície das nanopartículas, irão promover repelência à água em tecidos ou tintas e complementos. Grupos silanizados poderão promover aderência a diversos substratos melhorando propriedades como abrasão, dureza, pega de sujeira no filme seco. A melhora sensível da penetrabilidade durante a aplicação pode promover tanto um acabamento mais duradouro de uma madeira como melhorar a qualidade de impressão em litografia pela maior absorção do corante pelo substrato. de impressão . A alocação de grupos reativos podem fazer das nanopartículas catalizadores altamente eficientes na cura de poliésteres e alquídicas , melhorando a dureza e abrasão dos revestimentos. Grupos específicos podem promover interação com anti-corpos para oferecer um rápido diagnóstico in vitro.

Foi exatamente a percepção dessa fantástica oportunidade que alavancou o estudo das nanopartículas a partir do último quarto do século passado, de modo a criar o campo novo da nanociência e nanotecnologia, com fronteiras mais precisas e com necessidades mais amplas de associação de diversos campos do conhecimento. A percepção de que seres vivos e nós próprios somos constituídos por soluções coloidais e nanoestruturas alocadas no sangue e células . Elaboramos nosso próprio alimento, de natureza coloidal, como o leite suas proteínas e anticorpos nanoestruturados. O reconhecimento de mecanismos naturais de auto-arranjo como um meio natural de criar materiais em nível atômico ou molecular que relembram, a obtenção dos polímeros através do auto arranjo miscelar. O fato de sucumbirmos ao ataque letal de nanoestruturas virais reforçam a necessidade de ampliar os estudo interdisciplinares para nossa proteção e desenvolvimento de nanodispositivos capazes de neutralizar a ação letal viral.

A previsão de que por volta de 2012 estejam no mercado cerca de 1 trilhão de dólares em produtos com base nanotecnológica: polímeros, plásticos de engenharia, revestimentos, tecidos, tintas, minerais, polidores, lubrificantes, nanotubos de carbono, nanosemicondutores( Quantum dots ), cosméticos, drogas e outros torna clara a necessidade de associação de campos de conhecimento explorando e identificando conjuntamente não só o progresso e potencialidades da nanotecnologia mas também possíveis efeitos danosos que a exposição dos seres vivos à nova tecnologia possam provocar.

O novo desafio está sendo portanto uma nova estruturação acadêmica, com a exigência de uma interdisciplinaridade maior que a construída no século passado. Física , Química , Matemática , Biologia, Ciência dos Materiais , Meio Ambiente, Informática, Toxicologia estão sendo convocadas a trabalharem conjuntamente para dar suporte ao progresso e ao mesmo tempo mensurar e prevenir possíveis consequências negativas desse progresso.

## PINTURA X MEIO AMBIENTE

Uma das preocupações, no campo do desenvolvimento das tintas, esta ligada à proteção microbiológica dos produtos desenvolvidos e em especial dos produtos base aquosa conhecidos no mercado arquitetônico como tintas látex.

O prazo de validade das tintas arquitetônicas em prateleira está fixado em dois anos e isso significa que uma tinta deve chegar ao consumidor, dentro desse prazo, em condição similar à que foi liberada pelo controle de qualidade do fabricante.

Aditivos de preservação do produto na lata denominados de bactericidas são adicionados para garantir a condição que mencionamos e impedir que o produto se deteriore produzindo perdas de viscosidade, alterações de pH ou mau cheiro.

Após a pintura, quando a tinta encontra-se embalando a parede, na forma de um filme seco a utilidade do bactericida não é suficiente para manter a película da tinta livre da ação de microorganismos. Por esse motivo a tinta também incorpora aditivos denominados de fungicidas para o filme seco. Os preservantes do filme tem a responsabilidade de garantir a integridade estética da pintura e são escolhidos e dosados de acordo com ensaios de desafio durante o estágio de desenvolvimento da tinta.

Mas qual o prazo de validade para a pintura se manter isenta de ataque de fungos ou outros microorganismos?

A resposta a essa indagação pode ser algo vaga e depender do meio ambiente onde a pintura está aplicada.

Continua.....

## CURSOS-FEIRAS-EVENTOS

-Polymer and Coatings Intruductory Short Course-->  
Fevereiro de 8 a 12 - 2009 San Luis Obispo, CA,USA  
Informações  
;www.polymerscoatings.calpoly.edu/short/  
20courses.htm

-A Fundacentro, em parceria com instituições envolvidas na temática nanotecnologia, realiza, de 25 a 27 de maio de 2010, no auditório do Conselho Regional de Química, o Simpósio Internacional:

**Impactos das nanotecnologias sobre a saúde dos trabalhadores e sobre o meio ambiente.**

Informações:

11-3066-6116/6323/6132  
www.fundacentro.gov.br

**www.quimilux.com.br**

**>> tel.011-2215-2853**

