



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO TOCANTINS/CAMETÁ
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS/2012

JEREMIAS DA CRUZ MORAES

NANOTECNOLOGIA: O OLHAR DO FUTURO

Cametá-PA
2015

JEREMIAS DA CRUZ MORAES

NANOTECNOLOGIA: O OLHAR DO FUTURO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina de TCC, do curso de Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Naturais da Universidade Federal do Pará/Campus - Cametá.

Orientador: Professor Dr. Rubens Silva

**Cametá-PA
2015**

JEREMIAS DA CRUZ MORAES

Trabalho de conclusão de curso apresentado como pré-requisito de obtenção do título de Licenciatura Plena em Ciências Naturais, do Núcleo Universitário do Tocantins/Cametá da Universidade Federal do Pará, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Orientador:

Prof. Dr. Rubens Silva

Examinador 1:

Prof.^a Ms. Gracilene Caldas (MNPEF)

Examinador 2:

Prof. Ms. Marcos Luís Pereira Fonseca (UFPA)

Cametá, 11 de Junho de 2015

Dedico esse trabalho ao meu pai herói, Antônio Santana, que mesmo não estando entre nós, mas lá do alto está acompanhando minha caminhada, também à minha mãe, Maria Domingas pelo amor, incentivo e auxílio concedido em minha formação profissional.

AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, por ter me dado o dom da vida e realizar mais essa etapa na minha vida.

À minha mãe, Maria Domingas, pelo esforço empregado em minha educação e incentivo constante. Também aos meus padrinhos, José Gerson e Luciete Mendes que auxiliaram-me e apoiaram-me no processo de Educação familiar e Escolar.

Aos meus irmãos: Antoniélcio Moraes, Jailson Moraes, Joelson Moraes, Antônio Junior, Josué Moraes, Marilene Moraes, Marinilda Moraes, Rita de Cássia e Beatriz Moraes, pelo apoio e estímulo.

Ao meu orientador e amigo, professor Dr. Rubens Silva, por ter acreditado no meu trabalho e pelo empenho, e ao amigo Jurivaldo Oliveira pelas contribuições ao meu trabalho.

Aos professores que irão analisar este trabalho e a todos aqueles que participaram direta e indiretamente do mesmo.

À toda minha família pelo grande apoio e incentivo, em especial à minha mãe, Maria Domingas.

À todos aqueles que participaram da minha educação e do meu crescimento pessoal e profissional.

À todos os professores, funcionários e aos amigos (as) Adriana Pompeu Sanches, Alice Chaves, Augusto Damasceno, Carlos Alberto, Edinei Viana, Francilene Lopes, Ana Maria, Gleyce dos Santos, Eulange Gaia, Rafaela Pinto, Feliciane Rodrigues, Jarcilene Furtado, Cleide Gonçalves, José Baia Amaral, Daniel Valente.

À toda minha turma Ciências Naturais 2012. Especialmente à minha namorada Rosilene Nogueira pelo apoio, amizade, companheirismo e pelos momentos que passamos juntos que com certeza levarei para a vida toda.

À todos que colaboraram com alguma indagação.

E claro, para todos os meus grandes amigos de vida: e com as suas respectivas famílias.

E a todos que utilizarão este trabalho.

Muito obrigado.

**Para realizar grandes conquistas,
devemos não apenas agir, mas
também sonhar; não apenas
planejar, mas também acreditar.**

Anotole France

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1	14
1. O que é nanotecnologia?	14
1.1 Origem e Evolução da Nanotecnologia.....	15
1.2 Como funciona a Nanotecnologia	17
CAPÍTULO 2	19
2. Aplicações da Nanotecnologia	19
2.1 Nanotecnologia na Medicina.....	19
2.2 Nanotecnologia na Agricultura e nos Alimentos.....	26
2.3 Nanotecnologia na Indústria	28
CAPÍTULO 3	30
3. Nanotecnologia no Brasil	30
3.1 As pesquisas Brasileiras	30
3.2 Aplicação da nanotecnologia no Brasil	31
CAPÍTULO 4	33
4. Riscos e Desvantagens da aplicação da Nanotecnologia	33
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Escala nanométrica de objetos naturais e artificiais [6]	14
Figura 2 - Escrita da palavra IBM com 35 átomos de carbono [10]	16
Figura 3 - Nanotubos de carbonos de paredes múltiplas [10]	16
Figura 4 - Nanotubos de carbonos de parede única [10].....	17
Figura 5 - Quando enrolado na forma de um canudo, a “folha” de grafeno ganha o nome de nanotubo de carbono [12].....	18
Figura 6 - Pequenos transistores em chips em uma Placa Mãe de um computador [14]	Erro! Indicador não definido.
Figura 7 - Aparelho de raio X [15].....	20
Figura 8 - Aparelho de ultrassom [16]	20
Figura 9 - Monitor Cardíaco [17].....	20
Figura 10 - Cirurgião controlando a máquina [19]	21
Figura 11 - Pele artificial criada à base da nanotecnologia [20]	21
Figura 12 - Dispositivo colocado sobre a pele do astronauta [20]	22
Figura 13 - Projeto futurístico: biocápsula programada para liberar insulina no organismo humano [21].....	23
Figura 14 - Pílula endoscópica [22]	23
Figura 15 - BIND-014 [23].....	24
Figura 16 - Esclerose multiplica [25].....	25
Figura 17 - Projeto futurístico de um nanorobô perfurando uma célula [28]	26
Figura 18 - A embalagem indica o grau de maturidade de uma fruta [34].....	27
Figura 19 - Língua eletrônica desenvolvida pela EMBRAPA [42].....	31

RESUMO

Neste trabalho será apresentado um estudo sobre a Nanotecnologia, suas aplicações e influências nas novidades tecnológicas que surgem a cada dia e que estão modernizando a nossa ciência do ponto de vista microscópico. Graças a um estudo de manipulação dos átomos vários cientistas mudaram o rumo de suas pesquisas para acompanhar este salto científico considerado como uma ficção científica há algumas décadas atrás. Será abordado o conceito Nanotecnológico desde seu surgimento e de sua evolução no atual panorama científico, sua aplicabilidade nas diversas áreas da ciência moderna tais como: Medicina, Agricultura, Alimentos e Indústrias. Desta forma mencionaremos alguns dispositivos e equipamentos já utilizados nessas áreas e outros ainda em estudos que estão sendo desenvolvidos pelos cientistas. Neste cenário científico mostraremos a posição do Brasil diante deste avanço tecnológico e o que se espera dos cientistas brasileiros com suas pesquisas. Também destacaremos os riscos e desvantagens da aplicação da Nanotecnologia.

Palavras Chaves: Nanotecnologia, ciência, científico, cientistas.

ABSTRACT

This work will be presented a study on nanotechnology, its applications and influences on technological innovations that come out every day and that are modernizing our science microscopic point of view. Thanks to a study of manipulation of atoms several scientists changed the course of their research to follow this scientific leap considered a science fiction a few decades ago. Will address the concept Nanoscale since its inception and its evolution in the current scientific landscape, its applicability in various areas of modern science such as Medicine, Agriculture, Food and Industries. Thus we mention some devices and equipment already used in these areas and others in studies being developed by scientists. In this scientific scenario we show Brazil's position on this technological breakthrough and what is expected of Brazilian scientists with their research. Also highlight the risks and disadvantages of the application of nanotechnology.

Keywords: Nanotechnology, science, scientific, scientists.

INTRODUÇÃO

Estudiosos acreditavam que a Nanotecnologia seria uma base forte que revolucionaria o futuro, e estavam certos, mesmo sem sabermos a Ciência está presente em nosso dia-a-dia e pode ser aplicada de diferentes formas, num contexto geral. Inicialmente a escala nanométrica era vista como uma ficção científica, mas com o desenvolvimento e avanço da tecnologia os estudos e pesquisas sobre nanotecnologia aumentaram de modo significativo, contribuindo para a sociedade contemporânea e certificando o crescimento para o futuro.

A Nanotecnologia é um estudo científico que usa as técnicas e ferramentas desenvolvidas a partir da manipulação de átomos para criar novos objetos na escala nanométrica. Esta pode ser aplicada em diversas áreas do conhecimento, tais como Química, Física, Biologia, Agricultura, Engenharia, Ciências Materiais, Medicina, Indústria e outras.

A Nanotecnologia conquistou um lugar de vanguarda na Ciência nos últimos 25 anos, esse conhecimento avançado já trouxe muitas contribuições para o desenvolvimento tecnológico e continua irradiando grande fascínio e expectativa tanto para os pesquisadores quanto para aqueles admiram a evolução tecnológica. Ver como a matéria se organiza em escala molecular e atômica, e manipular o novo mundo medido em nanômetros (as bilionésimas partes do metro) passou a ser algo que vislumbra a comunidade científica, que utiliza este espaço imperceptível a olho nu para novas descobertas científicas.

A Nanotecnologia se fundamenta no desenvolvimento de técnicas e de ferramentas adequadas para posicionar átomos e moléculas em locais previamente estabelecidos, de maneira a obter estruturas e materiais de interesse [1]. São diversos os materiais que estão disponíveis na natureza que nos rodeiam, os cientistas estudam as propriedades desses materiais e podem compreender as funções desenvolvidas pelos mesmos e a melhor maneira encontrada é manipular os átomos para produzir substâncias e objetos comuns que facilitam o bem estar da sociedade. Para melhoramento dos estudos, os cientistas desenvolvem instrumentos adequados para trabalhar na escala nanométrica.

O comportamento das partículas na escala nano é algo diferente do comportamento da matéria na escala que conhecemos. Este fato, torna-se um desafio para os cientistas, mas constitui-se também numa grande oportunidade para o desenvolvimento de novos materiais com propriedades e funcionalidades antes impossíveis de serem atingidas [2].

A Nanotecnologia vem impulsionando à inovação e evolução do conhecimento, marcando presença em quase todas as revistas científicas da atualidade [3]. Dessa maneira, a comunidade científica desperta grande interesse em atingir o controle em nível atômico e molecular a partir dos processos nanotecnológicos e para alcançar tal objetivo os cientistas têm feito sucessivos esforços.

Para efeito didático a apresentação deste trabalho foi distribuída na seguinte maneira: Faremos uma descrição sucinta do que vem ser a Nanotecnologia, em seguida descrevemos as aplicações da Nanotecnologia nas áreas da medicina, agricultura, alimentos e indústria, posteriormente mostraremos como encontra-se o Brasil tanto nas pesquisas quanto na aplicação da Nanotecnologia, falaremos dos riscos da aplicação da Nanotecnologia e finalmente a conclusão relativa a execução deste trabalho.

CAPÍTULO 1

1. O QUE É NANOTECNOLOGIA?

A Nanotecnologia é um conjunto de conhecimentos tecnológicos e de capacidades que permitem sintetizar, modificar, manipular, construir sistemas em escala no tamanho de nanômetro que é um bilionésimo do metro, ou seja, (1/1.000. 000.000)m. O prefixo “*nano*” tem origem grega e significa anão. A Nanotecnologia engloba todo tipo de desenvolvimento tecnológico dentro da escala nanométrica, geralmente entre 0,1 e 100 nanômetros [4], podendo contribuir para o desenvolvimento de novos produtos e melhoria de antigos das indústrias automobilísticas, tintas, vernizes, cerâmicas, têxteis, plásticos, borracha, silicone, cimentos, saúde, farmacêutica, cosméticos entre outras [5].

A Figura 1 representa alguns materiais naturais e artificiais que possuem seus tamanhos definidos dentro da escala nanométrica que representa as suas reais dimensões.

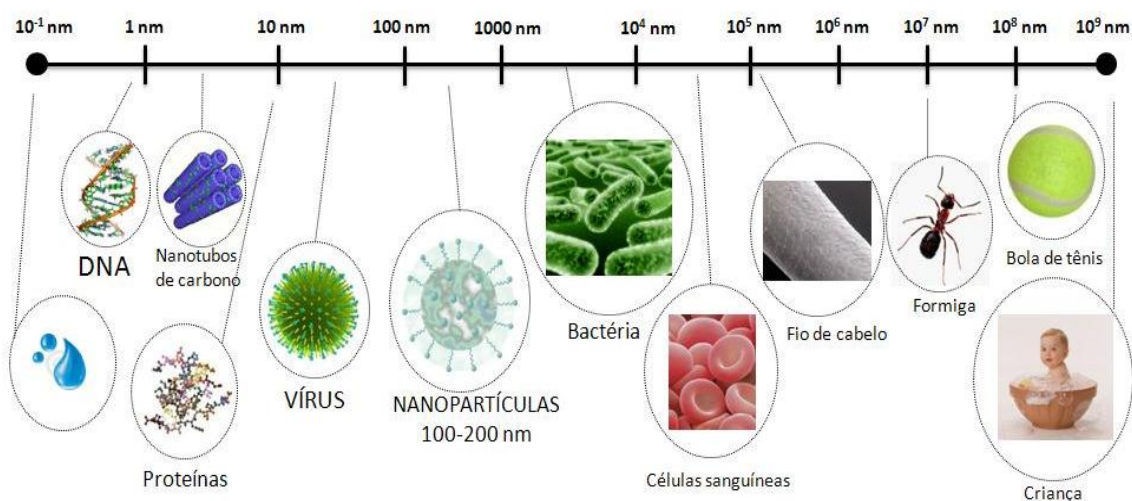


Figura 1 – Escala nanométrica de objetos naturais e artificiais [6]

Diante disso, os cientistas usam técnicas e ferramentas que já foram desenvolvidas para inserir na fabricação de alguns dispositivos. Mas, pesquisadores almejam o desenvolvimento de novas técnicas para manipular o átomo individualmente e posteriormente aplicar esse conhecimento para a construção de novos materiais.

1.1 Origem e Evolução da Nanotecnologia

O físico Albert Einstein é conhecido como um dos maiores cientistas de todos os tempos, uma vez seus conhecimentos têm contribuído para as aplicações diretas nas tecnologias das quais nos beneficiamos. Em 1905, Einstein publicou sua tese de doutoramento, intitulada “Uma nova determinação das dimensões moleculares”, seu trabalho revelou que uma molécula de açúcar (sucrose) era de 0,62 nanômetros, tendo, portanto um tamanho intermédio entre o do diâmetro da molécula de DNA e o da água [7].

Em 1959, em uma palestra no Instituto de Tecnologia da Califórnia, o físico norte americano RICHARD FEYNMAN, sugeriu meios para desenvolver a habilidade de manipular átomos e moléculas individuais, ampliando a ferramenta de aperfeiçoamento para construir e operar outros objetos de menores proporções até alcançar a menor escala. Segundo o autor, "Os princípios da física não falam contra a possibilidade de se manipular as coisas átomo por átomo".

O termo “*Nanotecnologia*” foi definido pelo Professor NORIO TANIGUCHI da Universidade de Ciência de Tóquio, num artigo de 1974 com um conceito básico escrito da seguinte forma: "Nanotecnologia consiste principalmente em processamento de separação, consolidação e deformação de materiais por um átomo ou uma molécula" [8].

Em 1981 foi criado o microscópio eletrônico de tunelamento por varrimento por GERD BINNIG E HEINRICH ROHRER [9], o que permitiu aos cientistas ver e mover átomos individuais pela primeira vez [8]. Em 1989 DONALD EGLER e um grupo de colaboradores da maior empresa de computadores do mundo, a IBM, fizeram um logotipo dessa empresa utilizando 35 átomos de xenônio depositados sobre uma superfície de prata [10], conforme mostra a Figura 2.

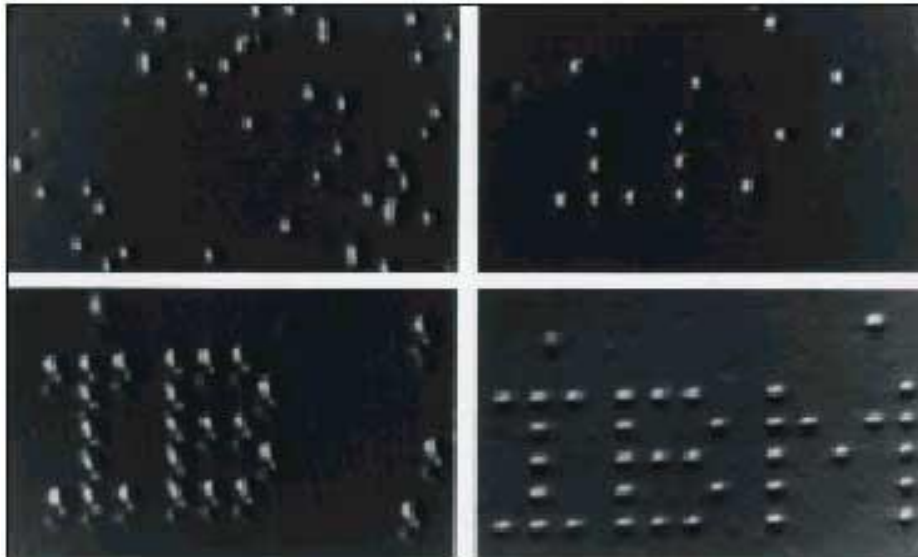


Figura 2 - Escrita da palavra IBM com 35 átomos de carbono [11]

Em 1991, o Japonês físico e pesquisador SUMIO LJIMA, descobriu uma nova classe de materiais os nanotubos de carbono (CNT) de paredes múltiplas (Figura 3). Apresentam extraordinárias propriedades mecânicas, elétricas e térmicas. Possuem a maior resistência a ruptura sob tração conhecida, na ordem de 200 Gpa, 100 vezes superior ao mais resistente aço com apenas 1/6 de sua densidade [12]. Além disso, LJIMA e outros cientistas da IBM descobriram em 1993 os nanotubos de parede única (Figura 4).

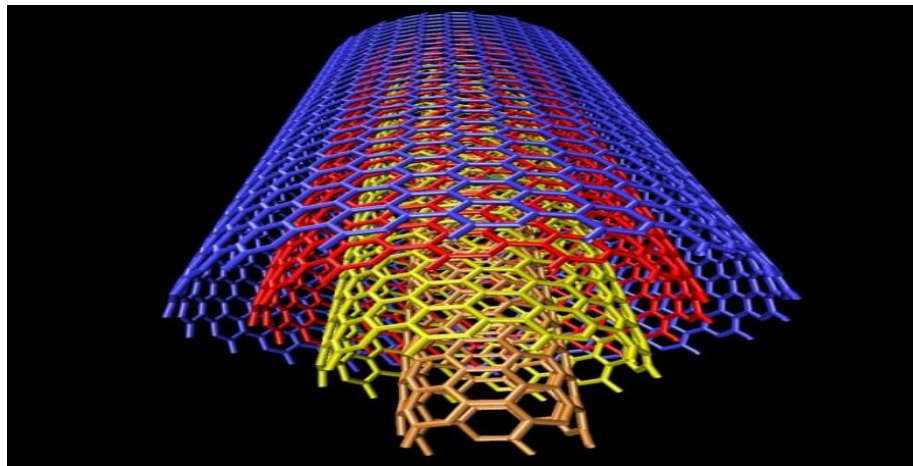


Figura 3 - Nanotubos de carbonos de paredes múltiplas [11]

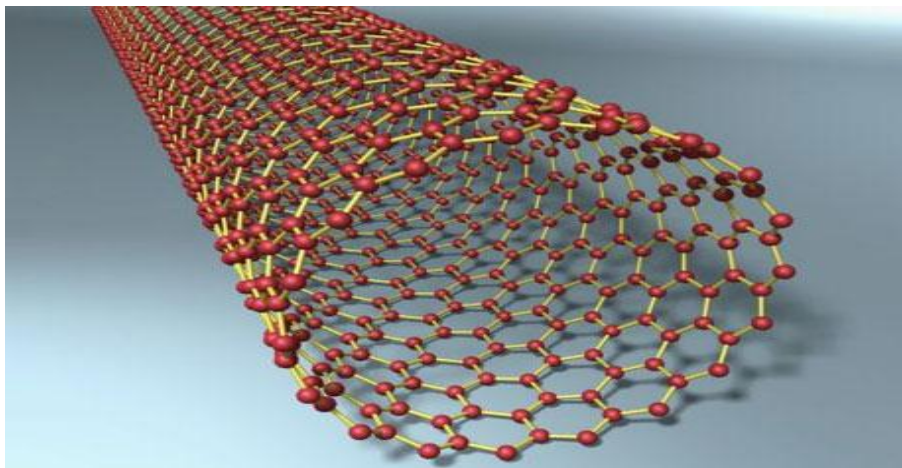


Figura 4 - Nanotubos de carbonos de parede única [11]

No ano de 2001, a empresa IBM construiu uma rede de transistores usando nanotubos de carbono. Acrescendo ainda o ano de 2002 o químico CHED MURKIN da Northwestern University, desenvolveu a plataforma baseada em nanopartículas para a detecção de doenças contagiosas. Segundo os pesquisadores estes fatos foram essenciais para o avanço da nanotecnologia.

Os cientistas possuem muitos estudos sobre os princípios de automontagem de moléculas, dessa maneira suas descobertas servem como bases científicas para buscar explorar o campo da Nanotecnologia como conhecemos hoje.

1.2 Como Funciona a Nanotecnologia

A Nanotecnologia funciona a partir da manipulação da matéria em escala nanométrica tendo o objetivo de estudar novas moléculas utilizando as propriedades individuais das mesmas para desenvolver novos materiais.

Todo material que seja possível ser reduzido em escala de tamanho do nanômetro é usado na Nanotecnologia. A Figura 5 mostra que o nanotubo de carbono tem a formato de uma folha de papel enrolado num canudo, onde as paredes são formadas por átomos de carbono e nessa escala de tamanho qualquer pequena modificação na maneira como essa folha é enrolada, ou seja, na maneira como os átomos de carbonos são estruturados pode-se obter um material semicondutor ou metálico.

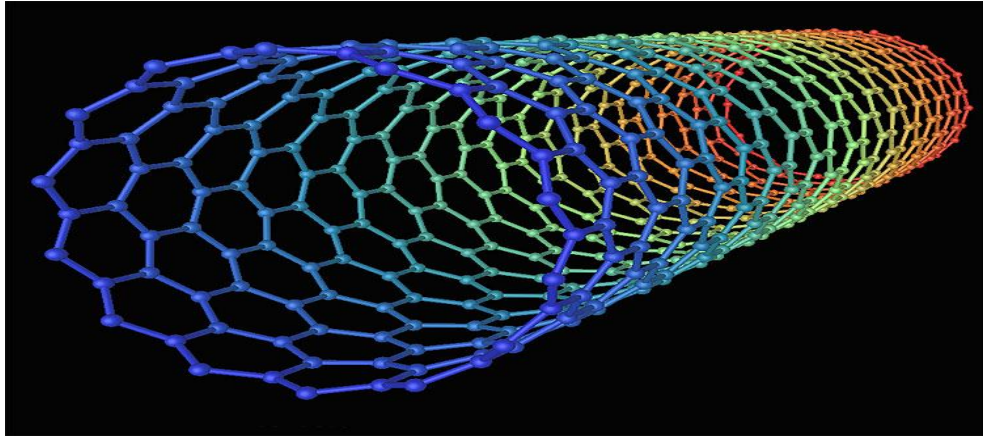


Figura 5 - Quando enrolado na forma de um canudo, a “folha” de grafeno ganha o nome de nanotubo de carbono [13]

Assim, podem-se modificar as propriedades químicas, físicas e biológicas de diversos sistemas simplesmente alterando a composição, a forma ou simplesmente a configuração nessa escala de tamanho.

CAPÍTULO 2

2. APLICAÇÕES DA NANOTECNOLOGIA

Conforme citado anteriormente existem diversas aplicações da Nanotecnologia nas áreas mais importantes da ciência, e para esclarecimento melhor desta atuação descreveremos algumas delas a seguir. O desenvolvimento da Ciência e tecnologia é essencial para o avanço da Medicina, Indústria, Agricultura e alimentos, dessa maneira já se encontram disponíveis no mercado dispositivos e sensores utilizados nesses setores. Além disso, existem promessas dos cientistas no que diz a desenvolver novas técnicas a partir da manipulação em escala nanométrica.

2.1 Nanotecnologia na Medicina

O avanço da Nanotecnologia está contribuindo de modo significativo para o desenvolvimento das pesquisas ligada a área da saúde e medicina. Além da disponibilidade de dispositivos e ferramentas que fornecem procedimentos eficazes para a realização de exames clínicos, cirurgias e tratamentos de algumas doenças com a aplicação da Nanotecnologia, os pesquisadores prometem revolucionar o futuro a partir da miniaturização. Os cientistas já almejam a construção de “*Nano Robôs*” que viajam através da nossa corrente sanguínea levando medicamentos a áreas específicas do corpo ou até mesmo trabalhando na reparação de tecidos danificados por lesões ou problemas crônicos de nosso organismo [1].

A tecnologia proporciona grande apoio para a medicina na eficiência e rapidez das realizações e tratamentos de processos cirúrgicos, exames clínicos além de contribuir para novas descobertas e desenvolvimento de inovações de pesquisas na área. Atualmente, aparelhos tecnológicos como aparelho de Raio-X (figura 7), aparelho de ultrassom (figura 8), monitor cardíaco (figura 9), continuam sendo de extrema importância nos laboratórios clínicos e são comumente conhecidos no nosso dia-a-dia.



Figura 6 - Aparelho de raio X [14]



Figura 7 - Aparelho de ultrassom [15]



Figura 8 - Monitor Cardíaco [16]

Ultimamente a tecnologia está abrindo novos horizontes e explorando coisas que seriam impossíveis na visão do homem há algumas décadas atrás, como a robótica, onde com uma micro câmera e ferramentas necessárias para a realização de uma cirurgia, é manipulado por um médico que assiste o vídeo transmitido através de um monitor Figura (10). Normalmente usado quando a cirurgia requer precisão extrema. A perda de sangue e o tempo de cura são bem menores [17].



Figura 9 - Cirurgião controlando a máquina [18]

Na Universidade de STEFAN (Califórnia) pesquisadores desenvolveram um tipo de pele artificial criada com base na Nanotecnologia (figura 11), o material é tão semelhante à pele humana que registra até a sensação de toque. Segundo os cientistas a pele artificial é resistente e flexível podendo ser esticada e retraída sem risco de rompimento e outra vantagem do novo material é que diferente do que acontece com a pele humana ela não apresenta flacidez [19].



Figura 10 - Pele artificial criada à base da nanotecnologia [19]

Segundo a revista Galileu a NASA (Agencia Espacial Americana) criou uma biocápsula chamada G-CFS feita de nanotubos de carbono capaz de

diagnosticar e, instantaneamente, liberar químicos que amenizam o efeito da radiação espacial em astronautas. Os cientistas consideram o dispositivo implantado dentro do corpo humano como um kit de primeiro socorro em caso de emergência. A biocápsula é feita de células que são capazes de perceber a alteração no ambiente e liberam hormônios que ajudam o corpo a se proteger caso alguma alteração no organismo do astronauta seja detectada. Segundo o documentário sobre nanotecnologia do Programa de Capa O Dr. DAVID LOFTUS da divisão de Ciências Biológicas da NASA é o inventor da biocápsula, o cientista explica que o dispositivo deve ser implantado sobre a pele dos astronautas antes da decolagem como mostra a figura 12.

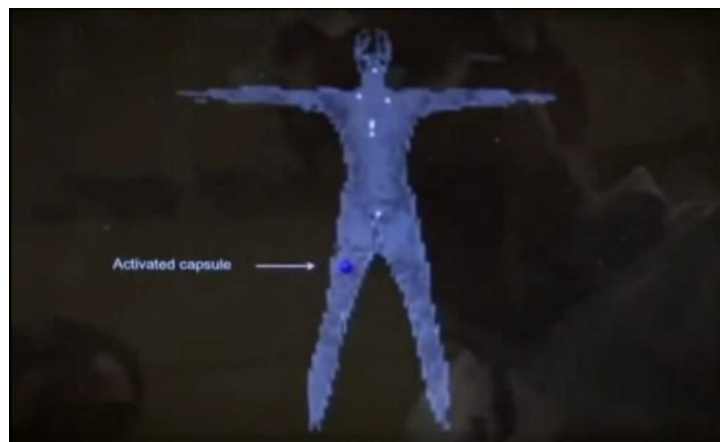


Figura 11 - Dispositivo colocado sobre a pele do astronauta [19]

Os cientistas estudam a aplicação do dispositivo em pacientes com diabetes, em tese com a ajuda da biocápsula as células podem ser programadas para liberar insulina assim que o organismo do paciente atingir altos níveis de açúcar [19].

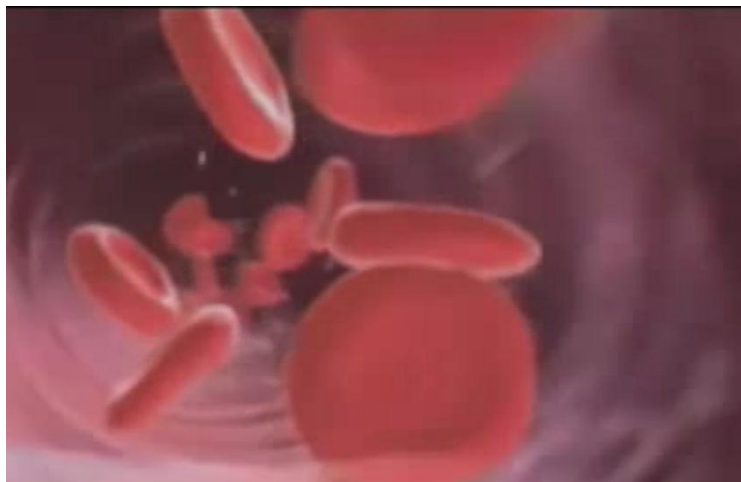


Figura 12 - Projeto futurístico: biocápsula programada para liberar insulina no organismo humano [20]

Cientistas desenvolveram uma cápsula endoscópica com uma microcâmera para realizar o exame de endoscopia (figura 14). Após ser engolida pelo paciente a pílula chega ao estômago em oito segundos, fotografa o percurso que faz dentro do corpo e envia as imagens para um receptor, que o paciente leva consigo ao sair da clínica. Com o uso da tecnologia da radiofrequência os médicos analisam as imagens no consultório. Em termo de nano escala a cápsula endoscópica tem 30 milhões de nanômetros, equivalente a um objeto de 3 cm de comprimento [19].



Figura 13 - Pílula endoscópica [21]

Segundo a Redação do Diário da Saúde, uma equipe de cientistas, engenheiros e médicos dos Estados Unidos afirma estar entusiasmada com os primeiros resultados do primeiro medicamento anticâncer produzido com Nanotecnologia. No estudo, os pesquisadores demonstraram a capacidade da BIND-14 (figura 15) de atingir um receptor que faz chegar altas concentrações da droga no tumor [22]. Bombardeio contra tumores utilizando com arma dispositivos minúsculos podem penetrar no interior das células. De acordo com o médico cientista OMID FAROKHZAD que participou da pesquisa disse:

“A BIND-014 demonstrou, pela primeira vez, que é possível gerar medicamentos com propriedades orientadas e programadas que podem concentrar o efeito terapêutico diretamente no local da doença, revolucionando a forma como as doenças complexas, tais como o câncer são tratadas” [23].

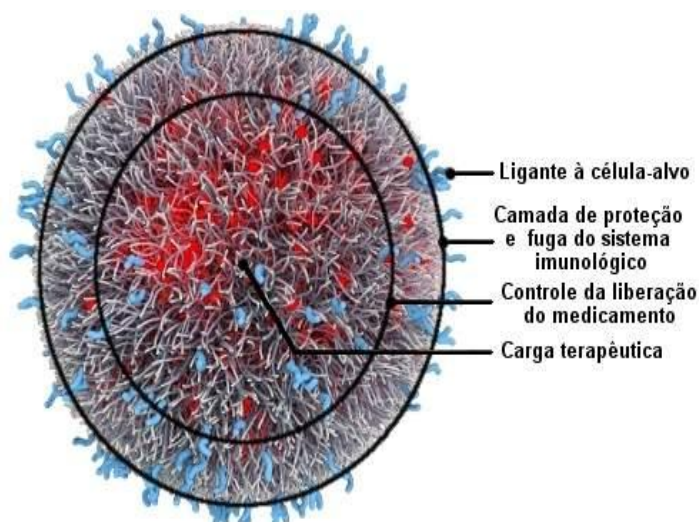


Figura 14 - BIND-014 [22]

A manipulação na escala nano pode se tornar a solução para o tratamento da *esclerose múltipla*, uma doença autoimune, inflamatória crônica que afeta o sistema imunológico e agride a mielina (substância que recobre os neurônios) formando área de cicatrização e aparecimento de sintomas sensitivos, motores e psicológicos (figura 16). A causa dessa enfermidade é desconhecida pelos médicos cientistas. No entanto, pesquisadores americanos da Universidade de Northwestern, já estudam a possibilidade de incorporar a Nanotecnologia no tratamento da doença:

Os cientistas americanos ligaram os antígenos da mielina a nanopartículas biodegradáveis. O antígeno da mielina é uma parte da própria substância que pode levar a uma resposta imunológica do

organismo, fazendo, assim, com que o corpo destrua essa camada protetora. Em outras palavras, ele seria similar a um botão: quando ligado provoca uma reação autoimune (caso da esclerose múltipla), quando desligado, passa despercebido - e não é destruído pelo sistema imunológico [24].



Figura 15 - Esclerose múltipla [24]

O princípio básico dessa nova teoria é atacar as células cancerígenas com oxigênio, com isso é possível otimizar o efeito da radioterapia e da quimioterapia sufocando os tumores. Os pequenos dispositivos foram testados com êxito em camundongos por pesquisadores dos Estados Unidos, o próximo passo é miniaturizar ainda mais as cápsulas e testar em humanos.

Os cientistas almejam aplicar a miniaturização de robôs em escala nanométrica na Nanomedicina. Já existem projetos de nano-robôs que poderiam penetrar ou “operar” cada célula individualmente, existindo a possibilidade de destruir células cancerígenas [25]. A figura 18 mostra um nanorrobô atuando em uma célula, de acordo com a revista Galileu o robô poderia desenvolver diversas funções dentro do corpo humano como: atacar células cancerígenas, destruir bactérias, inserir medicamentos em células específicas, desobstruir artérias e realizar cirurgias minimamente invasivas [26].

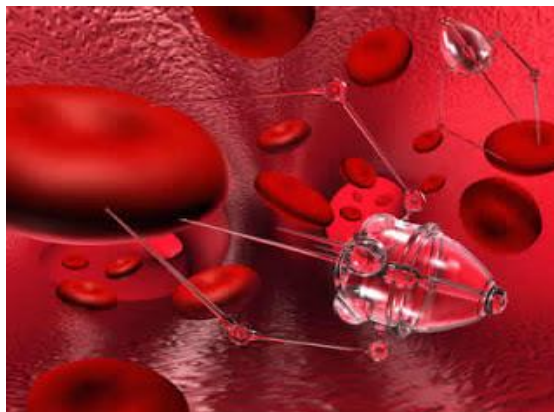


Figura 16 - Projeto futurístico de um nanorobô perfurando uma célula [27]

Segundo o documentário da Matéria de capa sobre Nanotecnologia mais de 200 mil pessoas no mundo já receberam algum tipo de implante de minúsculos robôs criados a partir da nanotecnologia. Mas, os cientistas ainda precisam de muitos estudos para avaliar possível a descoberta de curas para algumas doenças ainda consideradas incuráveis.

2.2 Nanotecnologia na Agricultura e nos Alimentos

Neste capítulo falaremos do uso da Nanotecnologia na agricultura e nos alimentos, mostrando sua aplicabilidade nesses setores no contexto atual, além da perspectiva dos pesquisadores da aplicação dessa tecnologia nessas áreas para o futuro.

A produção de alimentos a partir do manejo da agricultura aumentou de modo significativo nas últimas décadas, isso devido a necessidade de garantir suprimentos alimentícios para uma população que só cresce. Diante disso, a Nanotecnologia na agricultura foi desenvolvida para equilibrar o então modelo de produção agrícola, que fazia uso de tecnologia de alto rendimento, mas não se preocupavam com a preservação dos recursos naturais [28].

A intenção da Nanotecnologia aplicada na agricultura é a de produzir alimentos, energia, construir materiais e desenvolver os processos moleculares e bioquímicos através de pesquisas [29]. A nanotecnologia, ciência relacionada à manipulação da matéria ao nível molecular, visando à criação de novos materiais, substâncias e produtos, com uma precisão de átomo a átomo, é um avanço científico capaz de contribuir nesse setor [30]. Na agricultura é ampla a aplicação de fertilizantes, pesticidas e herbicidas convencionais para o tratamento molecular de doenças nas plantas. Com o objetivo de melhorar a

atuação na agricultura, os cientistas trabalham a possibilidade da incorporação de nano fertilizantes, para liberação lenta e uso eficiente da água pelas plantas e fertilizantes; nanopesticidas, para liberação controlada, ou nanoemulsão, para sua maior eficiência e nanopartículas, para a conservação do solo na agricultura. Dessa maneira, a utilização da escala nanométrica prever melhorar as condições do solo, o desenvolvimento e a germinação das plantas, no auxílio do uso racional da água, além de possibilitar a manutenção dos recursos naturais para a geração futura. A união da Biotecnologia com a Nanotecnologia em sensores criará um dispositivo de sensibilidade maior permitindo uma resposta mais rápida às alterações ambientais [31]. Esses dispositivos viabilizarão cada vez mais uma agricultura científica [32]. A escala nano também tem a possibilidade de revolucionar os produtos alimentícios. Através de estudos os cientistas almejam a criação de nanosensores bionalíticos para ajudar na identificação de contaminantes agrícolas.

A Nanotecnologia tem o interesse de apanhar o alimento que a natureza produz e através dos processos Nanotecnológicos oferecer qualidades para que esses alimentos cheguem em boas condições no organismo humano. Segundo os cientistas quando um alimento é colocado em nanopartículas, ele fica mais bi disponível, melhor absorvível, exige menos energia do organismo e é totalmente aproveitável quando ingerido. Diante disso, os cientistas buscam imitar a natureza através da nanoencapsulação dos alimentos protegendo, diminuindo o tamanho e aumentando a absorção dos mesmos. As principais aplicações comerciais de Nanotecnologia para alimentos no momento estão relacionadas principalmente com o desenvolvimento de novos materiais para a embalagem de produtos alimentícios [33]. Feitas de polietilenos e peptídeos as embalagens servem para avisar ao consumidor que o alimento está estragado a partir da mudança de cor [34] como mostra a figura 18.



Figura 17 - A embalagem indica o grau de maturidade de uma fruta [33]

Nanoencapsular os alimentos é conter e liberar adequadamente as nanopartículas no organismo. A pesquisa em Nanotecnologia aplicada na agricultura tem a colaboração e união com a tecnologia do DNA recombinante, bioquímica, a biologia sintética e a engenharia metabólica. Espera-se no futuro produzir alimentos, com maior quantidade e valor nutricional e menor quantidade de insumos, em sistemas de produção mais eficientes e sustentáveis economicamente e ambientalmente [35].

2.3 Nanotecnologia na Indústria

A Nanotecnologia se tornou um instrumento de pesquisa e de aplicação muito importante para vários setores industriais. Neste capítulo será abordado a presença dessa tecnologia na indústria, setor que investe em processos Nanotecnológicos, assim trazendo contribuições significativas para a sociedade moderna e influenciando os cientistas a desenvolverem ferramentas que sejam capazes de ampliar a fabricação de produtos sofisticados.

A Nanotecnologia compreende um conjunto de técnicas com aplicações potenciais na maioria dos setores industriais existentes na atualidade e com potencial de ajudar a criar novas indústrias [36]. Na indústria, as pesquisas com Nanotecnologia aliciam para uma revolução tecnológica magnífica diante da grande potencialidade de aplicações, modificando a organização de átomos na escala nano os pesquisadores alcançam resultados significativos, mesmo não sendo percebida essa tecnologia está cada vez mais presente no dia-a-dia das pessoas. Segundo as pesquisas o desenvolvimento e a aplicabilidade em Nanotecnologia na indústria prometem causar impactos futuros.

O elevado grau de inovação conferido pelas mudanças em produtos e processos industriais gerados pelo avanço da Nanotecnologia deverá causar a obsolescência de diversos produtos e processos atualmente em uso [37]. De acordo com os pesquisadores a Nanotecnologia será o propulsor da próxima revolução industrial.

Com a aplicação da Nanotecnologia no setor industrial são utilizados uma grande variedade de sensores como microestruturas e microcomponentes para melhor qualidade da fabricação dos dispositivos e aparelhos. Acelerômetros, aparelhos utilizados como sensores na linha de montagem de alta tecnologia; acelerômetros de silicone usados no desenvolvimento de

airbags de automóveis, micro espelhos utilizados na projeção de imagens com capacidade de projetar até 35 trilhões de cores, sensores de pressão para medir pressão de pneus, interruptores ópticos, cartuchos de impressoras jato de tinta e vários outros produtos industriais já são fabricados com a incorporação da Nanotecnologia.

Os cientistas também desenvolveram o revestimento polimérico, composto com nanopartículas sílica, o nanorevestimento tem a capacidade de eliminar o embaçamento quando aplicado virtualmente em qualquer superfície de vidro.

Um fato interessante dessa tecnologia é que sua aplicação em muitos componentes é barata e fáceis de serem fabricados em larga escala. Isso acende o interesse de muitos cientistas em estudar a fabricação de novos produtos e, conseqüentemente, causar uma mudança drástica nos processos produtivos que são utilizados hoje em dia. Já que, para os para os pesquisadores chegar ao controle da manipulação individual dos átomos é fundamental para revolucionar o campo Nanotecnológico.

CAPÍTULO 3

3. NANOTECNOLOGIA NO BRASIL

Segundo as pesquisas o governo brasileiro pôs a Nanotecnologia entre as prioridades, com o objetivo de dar um salto significativo nessa área. Estudos relacionados à Nanotecnologia vêm sendo incentivados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) [38]. Em 2013 o MCT, lançou a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN), um conjunto de ações que tem por objetivo criar, integrar e fortalecer as atividades governamentais e os agentes ancorados na Nanociência e Nanotecnologia, para promover o desenvolvimento científico e tecnológico do setor, com foco na inovação [39]. Essas ações e as imissões de recursos financeiros do governo estimula a união entre empresas públicas e privadas nas pesquisas sobre Nanotecnologia. Todavia, apesar dos investimentos o Brasil precisa aumentar os incentivos para o desenvolvimento de instrumentos novos que tendam fortalecer o potencial inovador em Nanotecnologia. Neste capítulo mostraremos como encontra-se o Brasil nas pesquisas e na aplicabilidade em Nanotecnologia.

3.1 As Pesquisas Brasileiras

O Brasil tem uma produção significativa na pesquisa científica em Nanotecnologia, unidades públicas e privadas estão atuando de forma cooperativa para a geração de produtos e processos Nanotecnológicos com o intuito de fomentar o mercado nacional. Segundo as pesquisas os estudos em Nanotecnologia desenvolvido por físicos, químicos, engenheiros e biológicos brasileiros já é visível, uma vez que traz grande benefício para a qualidade de vida de nossa população [40]. O desenvolvimento de pesquisas de prospecção tecnológica no Brasil indica que as oportunidades de negócio em Nanotecnologia tendem a surgir primeiramente na área da indústria química acompanhada pelos setores como semicondutores, farmacêutico e automotivo [38]. Nota-se que o Brasil avançou no desenvolvimento de ações em Ciência, Tecnologia e Inovação (C&T&I), alcançando bons resultados na produção

científica. No entanto, precisa de incentivo para o fortalecimento Nanotecnológico no país.

3.2 Aplicação da Nanotecnologia no Brasil

Dentro dos conjuntos de atuações do programa de ações de Nanotecnologia, tem-se defendido alguns setores estratégicos que inclui a área aeroespacial, Indústria química, Indústria farmacêutica, agronegócio, Meio ambiente, Indústria automobilística, cosméticos. Assim, em todas essas áreas os pesquisadores têm interesse de inovar no desenvolvimento de produtos e dispositivos para o mercado nacional.

A Nanotecnologia brasileira produz resultados de vanguarda nas áreas de interface com a biotecnologia, dentre as quais podemos citar os nanocarreadores usados em cosméticos e associados a medicamentos, como alguns quimioterápicos e antitumorais [40]. Medicamentos disponíveis no mercado brasileiro já são produzidos com o uso da Nanotecnologia, os componentes ativos no medicamento são encapsulados abaixo de 100 nm, isso significa dizer que os cientistas conseguem construir capsulas que liberam os medicamentos aos poucos no organismo, diminuindo os efeitos colaterais no paciente e atuando exatamente na célula que precisa do medicamento. Estes tem uma entrega controlada e são direcionados especificamente a determinados órgãos.

A Figura 19 mostra a língua eletrônica, um dos produtos de base nanotecnológica desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agropecuária, o dispositivo facilita a análise de características físico-químicas e organolépticas como sabor e aroma de alimentos e bebidas [41].



Figura 18 - Língua eletrônica desenvolvida pela EMBRAPA [41]

No Brasil, pesquisadores desenvolveram um papel-filme protetor para frutas, que aumenta o tempo de comercialização do produto, além de ser comestível [38]. O nanotratamento de frutas aumenta o tempo de conservação desses alimentos na prateleira e em condições de refrigeração.

Estuda-se, também a aplicação de nanofertilizantes na agricultura, liberando os nutrientes necessários para a planta de forma controlada no solo, a criação de nanopartículas para a conservação do solo na agricultura e no campo a aplicação nanopartículas “inteligentes” para a liberar o remédio de forma controlada no organismo do animal.

Todavia, segundo as pesquisas alguns produtos Nanotecnológicos já estão entrando no mercado brasileiro, logo se não houver uma reação do setor o País pode se tornar importar de matérias primas, assim como ocorre em algumas outras áreas. Segundo o pesquisador da EMBRAPA Dr. Cauê Ribeiro para a obtenção de sucesso é necessário identificar os principais setores de aplicação da Nanotecnologia.

CAPÍTULO 4

4. RISCOS E DESVANTAGENS DA APLICAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA

De acordo com alguns pesquisadores as diversas aplicações da Nanotecnologia pode gerar danos sérios e irreversíveis no futuro. A falta de informação acerca dos efeitos nocivos das inovações tecnológicas no meio ambiente e na saúde humana serve de argumento para medidas de prudência [42]. Alguns cientistas alertam que é preciso cuidado, na medida que a busca insensata de manipular átomos na escala nano não se torne irresponsável e acabe ofuscando os benefícios que a técnica pode trazer para a sociedade. Não se deve negligenciar o princípio da precaução como importante fundamento na discussão de políticas de gestão de risco e regulamentação da Nanotecnologia [7]. Pesquisas realizadas na Universidade de Rice em Houston identificaram propriedades tóxicas em alguns nanocompósitos [36].

Quando o material é reduzido para a escala nano (partículas muito pequenas) modificam-se as propriedades físicas e químicas do material. Desse modo, diferente da fabricação convencional, a manipulação em escala nanométrica pode alterar as características de um material, variando desde a cor à capacidade de conduzir eletricidade. Devido a redução da partícula aumentar a sua superfície de contato o perigo de ocorrer uma explosão atômica é maior. Sendo assim, alguns cientistas sociais se preocupam com a exploração dessa nova tecnologia em diversos campos do conhecimento.

A evolução da Nanotecnologia permitiu avanços que no passado significavam ficção científica, remédios com efeitos colaterais menores, vidros autolimpantes, cosméticos inteligentes, ferramentas e dispositivos sofisticados em vários setores do conhecimento. Entretanto, a aplicação da Nanotecnologia apresenta algumas desvantagens consideradas perigosas para a humanidade. Uma vez, armas Nanotecnológicas poderiam ser usadas como armas químicas que dizimariam as pessoas em pouco tempo [43]. Outra desvantagem é o perigo dessa técnica ser utilizada por criminosos, isto é, a comercialização e a exploração ilegal dessa tecnologia ocasionaria a aparição de um mercado negro.

Em alguns cosméticos as nanopartículas que penetram em camadas mais profundas da pele, tornam-se tóxicas e prejudicam a pele [43]. Assim, os

pesquisadores precisam trabalhar com o objetivo de desenvolver técnicas que impeça a contaminação da pele.

Outra preocupação de alguns cientistas está relacionada a aplicação da Nanotecnologia na medicina, devido ao seu tamanho, uma nanopartícula pode adentrar numa célula sem ser percebida, por serem materiais pequenos o sistema imunológico não consegue detectá-los, dessa maneira podem afetar órgãos como o cérebro e o pulmão, causando problemas para o corpo humano.

Contudo, é de suma importância o debate sobre a necessidade de regulamentação estatal e as possibilidades de auto-regulação dos usos da Nanotecnologia [44]. Nesse sentido, a criação de normas jurídicas é fundamental e a auto-regulação deve ser vista como complementar[7].

CONCLUSÃO

A Nanotecnologia é apontada como uma grande inovação para o futuro da sociedade, revolucionando a área da Medicina, indústria, Agricultura e alimentos.

Essa tecnologia estuda a manipulação do átomo na escala nano, isto é trabalha com estruturas do tamanho de 1 a 100 nanômetros, com o objetivo de criar novos materiais a partir da manipulação da matéria.

No contexto atual, a utilização da Nanotecnologia na medicina está contribuindo de modo significativo nessa área, desde os procedimentos clínicos às cirurgias com a utilização de máquinas robóticas. Os resultados são tão surpreendentes que alguns cientistas acreditam no futuro a miniaturização de robôs atuando no corpo humano, curando doenças ainda consideradas incuráveis, como o câncer e até mesmo reparando defeitos genéticos.

Os setores da Agricultura e Alimentos também já utilizam a técnica Nanotecnológica, uma vez que esse conhecimento já proporciona vantagens tanto para o melhoramento de plantas quanto para a conservação na qualidade dos produtos alimentícios, através de pesquisas os cientistas acreditam que a Nanotecnologia será à base desde os processos de plantação a permanência dos alimentos com qualidade até chegar na mesa do consumidor.

A Nanotecnologia também está evoluindo o setor industrial, através das pesquisas e estudos os cientistas vêm desenvolvendo dispositivos, sensores, aparelhos e produtos disponíveis no mercado industrial automobilístico, computacional, e outros. Logo, os cientistas acreditam que o crescimento da técnica Nanotecnológica originará novos processos de fabricação em escala nanométrica.

No Brasil os estudos e aplicação da Nanotecnologia ainda está em processo de desenvolvimento, apesar do País possuir uma quantidade significativa de conhecimento na área e já utilizar algumas técnicas em alguns setores da indústria é preciso incentivo e investimentos para que o mercado brasileiro não se torne importador de muitas matérias primas essenciais para o funcionamento da técnica Nanotecnológica.

Apesar do grande desenvolvimento da Nanotecnologia em diversos setores, alguns cientistas temem quanto às suas implicações futuras. De

acordo com alguns estudiosos o uso indevido desse conhecimento científico pode trazer sérios problemas para a saúde humana.

Portanto, este trabalho mostra que com a evolução da Nanotecnologia já é possível encontrar a disponibilidade de muitos produtos Nanotecnológicos no mercado de consumo, além de algumas promissões capazes de provocar mudanças em vários setores do conhecimento. Assim, em decorrência do seu enorme potencial, a Nanotecnologia tem aberto novos horizontes para o desenvolvimento das pesquisas científicas.

REFERÊNCIAS

- [1] RIBOLDI, B.M. NANOTECNOLOGIA FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES:
Disponível em
<<http://www.rc.unesp.br/showdefisica/ensino/Nanotecnologia.pdf>>. Consulta realizada em 21/04/2015.
- [2] GRANZIERA, L. S.; ASSIS, O. B. G.; BRUMATTI, K. R. E. J.
NANOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA: PROSPECÇÃO DOS
INDICADORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS. 6º Congresso
Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012. Jaguariúna. São Paulo,
2012.
- [3] PISCOPO, Marcos Roberto. O setor brasileiro de nanotecnologia:
Oportunidades e desafios. Revista de Negócios, Blumenau, Brasil, vol. 19, n. 4,
p. 43 – 63. Outubro/Dezembro de 2014.
- [4] <<http://inventta.net/wp-content/uploads/2010/07/Nanotecnologia.pdf>>
Consulta realizada em 11/02/2015
- [5] <[http://www.nanum.com.br/interna.php?area=textos&idldioma=1&escolha=o
_que_e](http://www.nanum.com.br/interna.php?area=textos&idldioma=1&escolha=o_que_e)> Consulta realizada em 09/10/2015
- [6] <[http://virtualmarketingpro.com/blog/antonioteixeira/wp-
content/uploads/sites/41/2014/05/Bionanotecnologia.jpg](http://virtualmarketingpro.com/blog/antonioteixeira/wp-content/uploads/sites/41/2014/05/Bionanotecnologia.jpg)> Consulta realizada
em 08/04/2015
- [7] NETO, E. R. L. ASPECTOS RELEVANTES DA NANOTECNOLOGIA E A
SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Revista Especialize On-line
IPOG, Goiânia, V. 01, nº 006. Dezembro de 2013.
- [8] <[http://uterotremulo.blogspot.com.br/2011/12/historia-da-
nanotecnologia.html](http://uterotremulo.blogspot.com.br/2011/12/historia-da-nanotecnologia.html)> Consulta realizada em 11/02/2015
- [9] <<http://pt.slideshare.net/Dellailah/nanotecnologia-e-nanocincia>> Consulta
realizada em 11/02/2015

- [10] <<http://nanotecnologia12deseq.blogspot.com.br/2010/01/historia-da-nanotecnologia.html>> Consulta realizada em 09/02/2015
- [11] <<http://uterotremulo.blogspot.com.br/2011/12/historia-da-nanotecnologia.html>> Consulta realizada em 12/02/2015>
- [12] <<https://www.youtube.com/watch?v=-A0hn0Pypml>> Consulta realizada em 25/02/2015
- [13] <<http://pt.slideshare.net/Silviany/nanotecnologia-1796070>> Consulta realizada em 23/02/2015
- [14] <http://4.bp.blogspot.com/-go7dmmP-wZA/UmrqUKnLVFI/AAAAAAAAAC-E/0kqJ6tZpH_I/s1600/Novo+aparelho+de+raios-x+%282%29.JPG> Consulta realizada em 24/03/2015
- [15] <http://www.aparelhos-ultra som.com/uploads/6/3/8/8/6388456/_5248269_orig.jpg> Consulta realizada em 24/03/2015
- [16] <<https://sp.yimg.com/ib/th?id=HN.607987230103568663&pid=15.1&P=0>> Consulta realizada em 24/03/2015
- [17] < <http://www.blogdicas.com/a-importancia-da-tecnologia-na-medicina.html>> Consulta realizada em 10/02/2015
- [18] <<http://tecnologia.saude.blogspot.com.br/>> Consulta realizada em 12/10/2015
- [19] <https://www.youtube.com/watch?v=myr_nMOFOiw> Consulta realizada em 12/10/2015
- [20] <<http://cienciahoje.uol.com.br/categorias?listasubject=Nanotecnologia>> Consulta realizada em 03/06/2015
- [21] <<https://bsi2013.wordpress.com/2013/06/20/pilula-camera/>> Consulta realizada em 08/04/2015
- [22] <<http://www.diariodasaude.com.br/news.php?article=primeiro-medicamento-nanotecnologia&id=7616>> Consulta realizada em 06/04/2015

- [23] <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2012/04/cientistas-criam-remedio-contra-cancer-usando-nanotecnologia.html>> Consulta realizada em 06/04/2015
- [24] <<http://veja.abril.com.br/noticia/saude/nanotecnologia-pode-barrar-avancoda-esclerose-multipla/>> Consulta realizada em 08/04/2015
- [25] BASTOS, R. M. P. Nanotecnologia: uma revolução no desenvolvimento de novos produtos. 2006. 35 p. Monografia - Universidade Federal de Juiz de Fora, Coordenação de Curso de Engenharia de Produção. Juiz de Fora, Minas Gerais.
- [26] GALILEU. O prazer de conhecer
<<http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT868647-1940-2,00.html>>
Consulta realizada em 25/10/2015
- [27] A revolução da medicina.
<<http://nanomedicina.webnode.pt/nanotecnologia-e-medicina/farmacologia/>>
Consulta realizada em 09/02/2015
- [28] Nanotecnologia na Agricultura. Disponível em:
<<http://www.culturamix.com/meio-ambiente/nanotecnologia-na-agricultura>>
Consulta realizada em 10/04/2015.
- [29] Nanotecnologia na agricultura. Disponível em:
<<http://www.portaleducacao.com.br/educacao/artigos/49697/nanotecnologia-agricultura>> Consulta realizada em 17/04/2015.
- [30] NOGUEIRA JUNIOR, S. et al. Reflexões Acerca das Nanotecnologias e as Novas Densidades Técnicas- Científicas- informacionais na Agricultura, Disponível em: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v17n34/v17n34a13.pdf>>
Consulta realizada em 17/03/2015.
- [31] ALLHOFF, F.; P. Lin; MOOR, J.; WECHERT, J.; *Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*. apud P.R. Buseck; K. Adachi in *Nanoparticles in the Atmosphere*. Elements, Arizona, 2008; Vol. 4, 389–394.

- [32] GRANZIERA, L. S.; ASSIS, O. B. G.; BRUMATTI, K. R. E. J. NANOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA: PROSPECÇÃO DOS INDICADORES DE IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS. 6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2012. Jaguariúna. São Paulo, 2012.
- [33] Nanotecnologia. Disponível em:
<<http://www.ufrgs.br/alimentus/disciplinas/tecnologia-de-alimentos-especiais/nanotecnologia>> Consulta realizada em 19/04/2015.
- [34] Nanotecnologia: uma ameaça invisível. Disponível em:
<<http://www.brasildefato.com.br/node/12067>> Consulta realizada em 11/02/2015.
- [35] FURLANETO, F. P. B. NANOTECNOLOGIA NO SETOR AGROPECUÁRIO. Revista pesquisa e tecnologia, São Paulo, vol. 8, n. 69, outubro de 2011. 04 p.
- [36] BASTOS, R. M. P. Nanotecnologia: uma revolução no desenvolvimento de novos produtos. 2006. 35 p. Monografia - Universidade Federal de Juiz de Fora, Coordenação de Curso de Engenharia de Produção. Juiz de Fora, Minas Gerais.
- [37] INSTITUTO INOVAÇÃO, Nanotecnologia. Brasil, 2005.
- [38] PISCOPO, Marcos Roberto. O setor brasileiro de nanotecnologia: Oportunidades e desafios. Revista de Negócios, Blumenau, Brasil, vol. 19, n. 4, p. 43 – 63. Outubro/Dezembro de 2014.
- [39] <<http://www.ibe.usp.br/index.php/pt/noticias/313-governo-vai-investir-r-440-milhoes-em-nanotecnologia>> consulta realizada em 11/02/2015
- [40] Nanotecnologia. <<http://www.magodafisica.com.br/artigo/nanociencia-e-nanotecnologia/39>> Consulta realizada em 11/02/2015
- [41] EMBRAPA (2007), Nanotecnologia na Agricultura Aumenta seu Papel Social e de Inclusão. Disponível em

<<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2007/outubro/2asemana/nanotecnologia-na-agricultura-aumenta-seu-papel-social-e-de-inclusao/>>.

[42] EURORESIDENTES. Introdução a nanotecnologia. O que é a nanotecnologia?, 2000. Disponível em:

[HTTP://:WWW.euroresidentes.com/futuru.htm](http://WWW.euroresidentes.com/futuru.htm). Consulta realizada em 19/05/2015

[43] PORTAL EDUCAÇÃO - Cursos Online : Mais de 1000 cursos online com certificado. Disponível em:

<http://www.portaleducacao.com.br/informatica/artigos/50393/as-desvantagens-e-perigos-da-nanotecnologia#ixzz3ckHg3aXq>. Consulta realizada em 19/05/2015.

[44] DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo Cezar de. Nanotecnologia – Introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação. 1. ed. São Paulo: Artliber, 2006.