

O Impacto da Nanotecnologia aplicada no Tratamento das Patologias: Uma Revisão Bibliográfica

Resumo: A nanotecnologia, por representar uma revolução tecnológica, é considerada um dos campos mais promissores e inovadores da sociedade acadêmica. Uma de suas linhas de pesquisa é a integração da medicina à tecnologia (nano-medicina), com o intuito de auxiliar no tratamento e nas descobertas das patologias. Dessa forma este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa bibliográfica dos principais artigos no ramo da medicina associados a nano-robótica, a fim de descobrir de que forma os nano-robôs contribuem no tratamento das patologias, bem como fazer uma descrição de como essa tecnologia vem auxiliando no tratamento e diagnóstico dessas patologias.

Palavras chave: Nanotecnologia, nano-robótica, nano-medicina, patologias.

1. INTRODUÇÃO

A nanotecnologia é um dos campos mais promissores e inovadores na área científica, que tem por objetivo manipular a matéria em nanômetros (nm) (unidade de medida que corresponde à bilionésima (10^{-9}) parte do metro), para criar estruturas com uma organização molecular diferenciada. O princípio dessa ciência é que os componentes na escala nanométrica podem apresentar propriedades químicas, físico-químicas e comportamentais diferenciadas daquelas conhecidas em escalas maiores. (CARLES; HERMOSILLA, 2008; WIPO, 2011; PINA *et al.*, 2006)

Ocorre, na verdade, que como não há uma única tecnologia a ser estudada, consiste em um campo multidisciplinar que tem avançado rapidamente. As tecnologias que manipulam materiais em nano-escala são díspares dependendo do campo de aplicação desejada: medicina, informática, física, química, engenharia etc (DURÁN; MARCATO; TEIXEIRA, 2010, p. 1; RIBOLDI, 2009, p. 4).

Em proporções da atual escala métrica, esta tecnologia pode ser utilizada no desenvolvimento de máquinas que podem ser empregadas nas mais diversas aplicações como no ramo da medicina. Dessa forma, consistem em manusear a matéria em nanômetros para criar estruturas com uma organização molecular diferenciada, alterando as estruturas dos materiais estudados ao nível de átomos e moléculas idealizando o produto final, os **nano-robôs** e as **nano-partículas** (ANDRADE, 2010). Dessa forma, os nano-robôs são uma estruturação da matéria que pode ser criado com a forma desejada, reutilizando os átomos como papel fundamental, ou seja, nanoestruturas para carregar fármacos no combate do câncer, doenças infecciosas e parasitárias, onde também para ser empregadas como agentes de diagnóstico (SOUZA, 2008), além de nano-robôs capazes de realizar o papel das hemácias no sangue de forma mais eficiente, terá proporções microscópicas, com o tamanho seis vezes menores que um glóbulo vermelho, isto é, robôs de dimensões comparáveis às de uma bactéria. Conforme podem ser visto na figura 1.

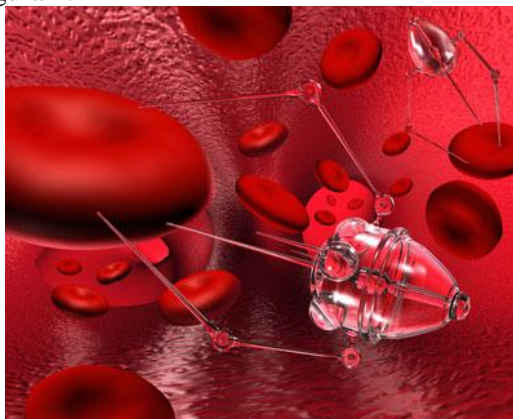


Figura 1 – Nano-robôs atuando nas hemácias.
Fonte: Universidade de Coimbra, 2010



Em busca de resultados satisfatórios para o entendimento da utilização da nano-robótica nas aplicações clínicas, este trabalho traz uma revisão bibliográfica sobre a nanotecnologia empregada no tratamento das patologias e de que formas elas contribuem nestas, onde podem ser compreendidas como a Medicina e a Tecnologia Integrada, a Nanotecnologia e a Medicina ou a **Nano-medicina**. Este tema é um dos temas mais promissores da medicina contemporânea juntamente com a informática na saúde.

A nano-medicina pode ser compreendida como o monitoramento, construção, reparação e controle de sistemas biológicos humanos no nível molecular, utilizando engenharia de nano-dispositivos e nanoestruturas (FREITAS JUNIOR, 2010). Entre as possíveis aplicações da nano-medicina estão os tratamentos de problemas cardiovasculares, diabetes, mal de Alzheimer, eliminação de pedra nos rins, células cancerígenas, AIDS, cancro, alergias respiratórias, etc.

Entretanto, a nano-medicina é muito dependente dos avanços científicos e tecnológicos existentes no mercado, visto que a tecnologia necessária para a aplicação da nano-medicina ainda é muito recente. As averiguações em nano-medicina são diretamente beneficiadas pelos avanços em biologia molecular e em nano-robótica. Atualmente decorrem muitos estudos sobre os efeitos de nanopartículas e nano-robôs dentro do corpo humano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento bibliográfico, durante os meses de outubro a dezembro de 2011, utilizando sites de busca da internet, com vistas a encontrar publicações de revistas, artigos, periódicos ou sites, dos últimos cinco anos, escritos em português ou inglês, utilizando as palavras-chave nanotecnologia, nanorobótica, nanorobôs no tratamento das patologias, nanotecnologia no tratamento das patologias, nanossensores e nanobiossensores. Foram selecionados apenas os materiais bibliográficos em consonância com o objetivo proposto, os quais foram lidos e escolhidos para compor a redação da presente pesquisa.

3. RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os conceitos e informações mais importantes, resultantes da revisão bibliográfica sobre nanotecnologia e nano-robótica aplicada à medicina.

3.1 NANOTECNOLOGIA

Nanotecnologia é o termo utilizado para nomear tecnologia em escalas manométricas. Em 1959, muito antes que algo relacionado com a palavra nano crescesse, o físico Richard Feynman introduziu a ideia da criação de objetos em tamanhos mínimos, um evento considerado um marco para a nanotecnologia. Somente em 1981, K. E. Drexler lançou o projeto da manipulação molecular e, mais tarde, publicou o livro *Engines of Creation* onde relatou pela primeira vez o termo nanotecnologia (RIBOLDI, 2009, p. 3).

A palavra **nanotecnologia** é formada pelo prefixo nano que vem do grego *nános* – anão, com a palavra tecnologia, também derivado do grego *téchné* – arte, ofício, prática, e *logos* – conhecimento, estudo, ciência (BERGER, 2009). Nanotecnologia pode ser definida como um campo da ciência cujo objetivo é controlar individualmente átomos e moléculas para criar (máquinas, chips, etc). Um nanômetro equivale a um bilionésimo do metro ($1\text{nm} = 0,000000001\text{m} = 10^{-9}\text{m}$) e correspondente a um ponto na escala natural de comprimento, conforme apresentado na Figura 2. Foi por essa dimensão que os menores dispositivos construídos pelo homem começaram a ser comparados com o tamanho de átomos e moléculas criados pela natureza. Enfim, a proposta em voga é explorar estas propriedades por meio do controle de estruturas e dispositivos em níveis atômico, molecular e supramolecular e aprender a fabricar e usar esses dispositivos de forma eficiente (CARLES; HERMOSILLA, 2008).

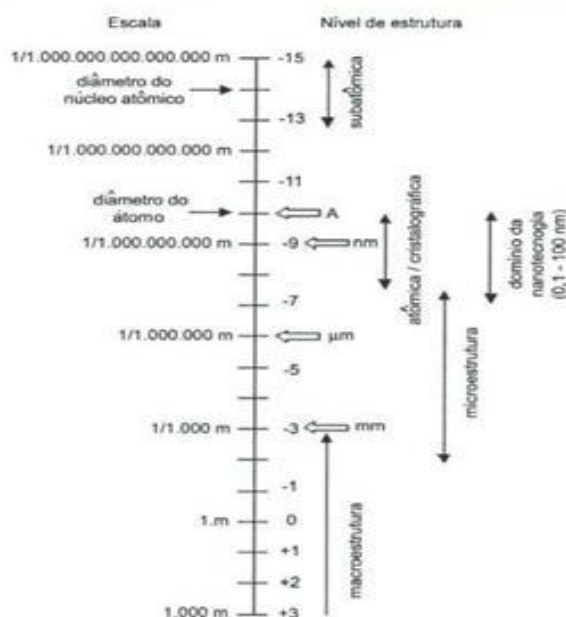


Figura 2 - Escala Métrica
Fonte: Ribeiro et al. (2011).

A estruturação da nanotecnologia se desenvolve por meios de técnicas e de instrumentos apropriados para a recolocação dos átomos e moléculas em locais preestabelecidos, de forma a se obter estruturas e materiais de desejadas – nano-partículas e nano-robôs (RIBOLDI, 2009, p. 4). As partículas nano, apesar de serem do mesmo elemento químico, se comportam de forma distinta em relação às partículas maiores, em termos das características químicas e físicas da matéria. Deste modo, o tamanho das nano-partículas é de suma importância para as mudanças físico-químicas nas interações das forças entre as moléculas do material estudado e para os impactos que estes processos ou produtos nano-tecnológicos proporcionam ao meio ambiente, à saúde humana e à sociedade como um todo. Onde se comparadas, em nível de estrutura molecular microscópica, a uma célula humana as nano-partículas pareceriam com algo muito pequena.

Com a introdução da medicina integrada, a tecnologia nano tem como ferramenta o conhecimento molecular do corpo humano associado à prevenção. Entretanto, a utilidade da nanotecnologia na medicina não se restringe somente à profilaxia, mas também ao diagnóstico, à melhoria da saúde do corpo e ao tratamento das patologias.

Enfim, a nanotecnologia e a nano-medicina podem ser resumidas como uma medida profilática no diagnóstico e tratamento das patologias, que por meios de nano-máquinas atuam diretamente na estrutura molecular do corpo humano e na melhoria do bem-estar do homem, com o uso de ferramentas moleculares estruturadas no incremento de cirurgias minimamente invasivas, que resultam em um menor desconforto aos pacientes e em uma recuperação mais rápida, sendo necessário desenvolver sistemas de imagem que identifiquem de forma muito concisa o local onde deve ocorrer o procedimento. A utilização de câmeras bem menores que as atuais, que permitem a visualização de tecidos recorrendo a imagem molecular irá trazer grandes progressos à detecção de situações patológicas e às técnicas cirúrgicas (BARBOSA, 2008).

3.2 NANO-ROBÓTICA APLICADA À MEDICINA

Nano-medicina é denominada como a junção da medicina e da nanotecnologia com o intuito de permitir uma melhoria na qualidade da fabricação de instrumentos em escala nano, onde as possíveis aplicações na medicina da nanotecnologia são imensas. Os átomos são estruturados de forma mais precisa, que permitem a fabricação de materiais mais compactos, utilizando uma quantidade de matéria mínima e resolvendo os problemas ligados às impurezas e aos defeitos nos materiais. Dessa forma, a nano-medicina consiste em usar partículas muito pequenas, nano-robôs e outros elementos

em escala nanométrica para sanar, diagnosticar ou prevenir doenças (CARLES; HERMOSILLA, 2008; CUNHA *et. al.*, 2010). Sendo estes, introduzidos por via oral ou intravenosa, conforme Figura 3, para que então possam identificar e destruir células cancerosas ou infectadas por vírus, regenerar tecidos destruídos e realizar uma imensidade de processos que os medicamentos convencionais não conseguem ou demoram a solucionar.



Figura 3 - Seringa contendo um nano-robô.
Fonte: Carneiro, 2009.

Os nano-robôs são máquinas moleculares autônomas que operam no corpo humano, podendo monitorar os níveis de compostos diferentes e armazenar essas informações na memória interna. São capazes de determinar tanto a sua localização e o tempo. Assim, permitem que informações sejam coletadas sobre as mudanças de condições dentro do corpo e vinculadas tanto ao local quanto à hora da coleta. Essas máquinas moleculares podem ser utilizadas como filtro do suprimento de sangue e as informações das amostras armazenadas e posteriormente analisadas. Isso proporcionaria um quadro de atividades dentro do tecido saudável ou ferido. Este novo conhecimento daria novas perspectivas e novas abordagens profiláticas no tratamento das patologias (MERKLE, 2010).

Segundo Raimundo Neto (2009), o termo patologia, de acordo com a definição em dicionários do ramo na língua portuguesa, traduz a ideia de uma ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças, passando por especialidade médica que estuda as doenças e as alterações que estas provocam no organismo, até chegar a definição de qualquer desvio anatômico e/ou fisiológico, em relação à normalidade, que constitua uma doença ou caracterize determinada enfermidade.

A nano-robótica aplicada à medicina pode ser personalizada e os fármacos derivados desta tecnologia podem vir a ser desenvolvidos sob medida para o paciente, tornando-os mais eficazes no tratamento das doenças. Especula-se que grande parte das patologias que hoje são consideradas incuráveis, tais como AIDS, Alzheimer ou estados mais avançados do cancro, podendo ser facilmente ultrapassadas com base no desenvolvimento de nano-materiais personalizados (ARMÁRIO, 2011). Conhecendo tais ferramentas, poder-se-ia projetar um minúsculo aparelho capaz de identificar e eliminar as células doentes. Este dispositivo teria um pequeno computador, vários sítios de ligação para determinar a concentração de moléculas específicas, e uma porção de alguma química que poderia ser seletivamente liberada para matar uma célula identificada como doentia. O dispositivo poderia circular livremente por todo o corpo e que periodicamente liberar amostra de seu ambiente, determinando se os sítios de ligação foram ou não ocupados (MERKLE, 2010).

Pesquisadores já estão atuando na construção de incríveis e minúsculos mini-robôs, em dimensões menores do que uma célula humana e contendo chips inteligentes, com capacidade de reconhecer os mínimos defeitos e promover os mais diversos reparos no corpo humano, com isso, poderão simplesmente eliminar um número indeterminado de patologias (CARLES; HERMOSILLA, 2008).

Requicha (2010) afirmou que o potencial da nano-robótica é enorme e tende a crescer progressivamente, porém no âmbito de desenvolvimento ainda vai ser necessário esperar muitos anos



para a ciência igualar aos feitos que atualmente são visíveis apenas nos filmes de ficção científica. Segundo esse autor, um dos campos mais promissores de desenvolvimento está na área da saúde e na biologia. A ideia de introduzir nano-robôs na corrente sanguínea do organismo humano por meio das artérias para que seja eliminado o colesterol ainda é algo distante, apesar de existirem alguns estudos recentes em animais. Contudo, o que existe atualmente são drogas, remédios dirigidos especificamente a determinadas células.

No entanto, acredita-se que em um futuro breve a nano-robótica será possível, devido aos avanços da nanotecnologia e dos nano-sistemas. Segundo Gomes (2002), a nano-medicina e os nano-robôs são uma alternativa de tratamento e diagnóstico que se tornará realidade dentro de 10 a 15 anos. Um nano-robô terá proporções microscópicas, com o tamanho seis vezes menor que um glóbulo vermelho, isto significa que os robôs terão dimensões comparáveis às de uma bactéria.

Souza (2008), por sua vez, acredita que os nano-robôs serão capazes de: penetrar no corpo humano para combater infecções; destruir vírus e bactérias; desobstruir artérias; destruir células cancerígenas; libertar medicamentos onde eles são necessários, ou seja, disponibilizarem drogas e fármacos ao nível celular; alterar o código genético para impedir doenças genéticas; intervir nos neurônios.

Os mecanismos nano-tecnológicos podem vir a ser aplicados nas mais diversas áreas da medicina. Esses ramos envolvem uma demanda de pesquisas, sendo atualmente consideradas como as mais promissoras do campo científico as descritas abaixo:

Aplicação no tratamento do câncer

Câncer é o termo empregado ao conjunto de doenças que têm em comum o crescimento desordenado de células que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se (metástase) para outras regiões do corpo (INCA, 2011). Ou seja, é o desenvolvimento de um tumor que ocorre a partir de falhas na multiplicação das células de um determinado tecido, tornando-o, consequentemente, danificado. Com o advento da nanotecnologia será possível tratar essa e outras doenças antes que elas avancem pelo corpo humano.

Em busca de resultados satisfatórios para uma nova terapia no combate ao câncer, a nanotecnologia empregada no tratamento dessa patologia pode ser entendida como a ciência tecnológica mais avançada de todos os tempos. Com o advento das pesquisas científicas na medicina voltadas para utilização do nano-robô, a intenção é projetar máquinas pequenas e ágeis o bastante para navegar pelo sistema circulatório humano, que é uma rede de veias e artérias estruturalmente complexas, para carregar medicação, por exemplo. Partindo-se do princípio de que o nano-robô não será feito para ficar indefinidamente dentro do paciente, ele também deverá conseguir sair do hospedeiro (FREITAS; LIMA; ARÇARI, 2011).

Segundo Merkle (2010), o computador poderia determinar se o perfil das concentrações se encaixa num perfil pré-programado relacionado à patologia e que, quando esse perfil for encontrado ocorra a liberação de uma substância. A nano-máquina poderia circular livremente pelos sistemas recolhendo amostras de seus ambientes. Esses nano-robôs, responsáveis por matar o câncer, poderiam monitorar as concentrações de tipos diferentes de moléculas. Com base nessas informações, o nano-robôs-assassino poderia ser facilmente reprogramado para atacar diferentes alvos. Esta arquitetura geral poderia fornecer um método flexível de destruir estruturas indesejadas, infestações bacterianas, como também o próprio câncer.

Minimização de problemas devido à má circulação sanguínea e aplicação de mitocôndrias artificiais

Segundo Merkle (2010), uma das possíveis pesquisas e aplicações estaria relacionada ao fornecimento de suporte metabólico em caso de má circulação sanguínea, que é causada por uma variedade de condições e pode resultar em dano tecidual grave. Uma das principais causas desse dano é a insuficiência de oxigênio. Um mecanismo simples para melhorar os níveis de oxigênio seria o fornecimento de células vermelhas artificiais do sangue. Dessa forma, à medida que o oxigênio fosse absorvido pelas células vermelhas artificiais do sangue nos pulmões, o dióxido de carbono estaria sendo liberado.

Enquanto o fornecimento de oxigênio para os tecidos saudáveis mantivesse o metabolismo, os tecidos que já haviam sofrido lesões isquêmicas (lesão tecidual causada pela perda do fluxo sanguíneo) poderiam não ser capazes de metabolizar adequadamente o oxigênio. Em algum momento haveria falha nas mitocôndrias, com isso, o aumento dos níveis de oxigênio na presença de mitocôndrias não funcionais ou parcialmente funcionais seria ineficaz em restaurar o tecido. Contudo, o apoio metabólico mais direto poderia ser fornecido com a emissão direta de ATP¹, juntamente com a liberação ou absorção seletiva de metabólitos, que seriam eficazes em restaurar a função celular, mesmo quando a função mitocondrial estivesse comprometida. Os dispositivos para restaurar os níveis de metabólitos injetados no corpo devem ser capazes de operar de forma autônoma por muitas horas (dependendo dos requisitos de energia, a capacidade de armazenamento do dispositivo e as taxas de liberação e captação necessária para manter os níveis de metabólitos).

Outras possibilidades

Mesmo que os níveis de metabólitos pudessem ser restaurados, outros danos causados durante o evento isquêmico também teriam de ser tratados. Em particular, quando existem danos significativos causados por radicais livres às várias estruturas moleculares dentro da célula, incluindo o DNA. Se o dano for significativo, a possibilidade de restaurar os níveis metabólitos seria, por si só, remota para restaurar a célula a um estado saudável. Várias opções podem ser desenvolvidas a este ponto. Se a condição estrutural da célula foi se deteriorando, um método geral de retardar a deterioração seria desejável, que poderia lançar mão de um resfriamento do tecido ou da injeção de compostos que poderiam retardar ou bloquear as reações deterioradoras. Máquinas moleculares autônomas (nano-robôs) poderiam ser usadas para restaurar a função, de forma que sua manutenção no tecido em si não seria mais crítica. Deliberadamente, o desligamento do metabolismo da célula para evitar mais danos se tornaria uma opção viável. Após um pequeno intervalo de redução (ou mesmo ausência) da atividade metabólica durante a qual o dano foi reparado, o metabolismo do tecido poderia ser reiniciado novamente, de forma controlada (MERKLE, 2010).

Segundo CUNHA et. al., a nano-medicina aplicadas juntamente com os nano-robôs são uma alternativa de tratamento e diagnóstico que se tornará realidade dentro de 10 a 15 anos. Um exemplo desta alternativa de tratamento é a introdução de dispositivos minúsculos, que na realidade serão nano-sensores, para o controle da saúde pela tele-transmissão. Estes dispositivos poderão estar localizados em óculos, colares, pulseiras ou brincos. Eles captarão os sinais de interesse fisio-patológicos da pessoa e transmitirão telematicamente para o centro médico. Com a observação do comportamento destes dados o computador do centro médico analisará continuamente o estado de saúde da pessoa, emitindo um diagnóstico permanente não invasivo e em tempo real. Outro exemplo são os nano-robôs hipotéticos que examinarão e farão uma limpeza na superfície dos dentes. Mas estes exemplos são de máquinas (robôs) que embora pequenas comparadas com os robôs atualmente, são ainda grandes para o que se pretende atingir.

Nanobiossensores são nano-sensores usados para a detecção de materiais químicos ou biológicos, podendo ser sensores com nano-poro único, sensores com sondas encapsuladas por incorporação biologicamente localizada, sensores mecânicos usando nanocantilever, além de sensores com nano-eletrodos eletroquímicos (CALIL; SILVA, 2010).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avanços na tecnologia médica dependem necessariamente da compreensão dos sistemas vivos. Com o tipo de dispositivos discutido neste artigo, os nano-robôs, será possível explorar e analisar os sistemas vivos em maior detalhe do que nunca se considerou possível anteriormente. Espera-se que a nanotecnologia resulte na construção de uma ampla gama de máquinas moleculares complexas, incluindo computadores moleculares. E que esses computadores sejam capazes de controlar ferramentas moleculares muito menores que uma célula humana. Tais ferramentas permitirão à medicina, pela primeira vez, intervir de uma forma sofisticada e controlada a nível celular e

¹ A adenosina-trifosfato (ATP) é um importante nucleotídeo responsável pela liberação de energia durante o metabolismo celular. É constituído por uma unidade de adenina, um açúcar, ou ribose e três grupos fosfato (INFOPÉDIA, 2003-2011).



molecular. Os nano-robôs poderão remover obstruções no sistema circulatório, matar as células cancerosas, ou assumir a função de organelas subcelulares. Assim como hoje existe o coração artificial, no futuro, poderia existir a mitocôndria artificial ou até mesmo o próprio sangue artificial.

Diante dos fatos apresentados, os materiais nano-estruturados e muitos outros produtos da biotecnologia serão extremamente úteis em curto prazo nas aplicações médicas. A nano-medicina será capaz de desenvolver mecanismos para controlar com precisão as funcionalidades do corpo humano, com nano-máquinas ou nano-robôs.

Contudo, a nanotecnologia trará instrumentos que permitirão examinar os órgãos e tecidos detalhadamente. Sensores menores que uma célula exibirão uma visão interna e concisa dos sistemas humanos. Sendo que a nível molecular, as nanotecnologias, em razão ao seu tamanho, poderão explorar o interior dos corpos e interagir com biomoléculas tanto na superfície das células quanto no seu interior, possibilitando o acesso a muitas áreas do organismo, tendo o potencial de detectar doenças e distribuir tratamentos que, até agora, eram inimagináveis.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, LUÍS RENATO. **Nanotecnologia e a saúde dos trabalhadores**. 2º Encontro de CIPA e SESMT do Setor Químico. RS, jul. 2010.

ARMÁRIO, SUSANA. **Nano-biotecnologia: cluster da nanotecnologia**. Lisboa, 2011. Disponível em: <http://www.marcasepatentes.pt/files/collections/pt_PT/1/300/303/NanoBiotecnologia.pdf> acessado em 01 dez. 2011.

AZEVEDO NETO, RAYMUNDO SOARES DE. **Especialidade: patologista**. Disponível em: <<http://www.fm.usp.br/pdf/Especialidade%20Patologista.pdf>> acessado em 28 de nov. 2011.

BARBOSA, MÁRIO. **Nanomedicina não é tão pequenina que não se pode ver!**. Ciência Hoje – Revista de Ciência, Tecnologia e Empreendedorismo. Disponível em: <<http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=24834>> acessado em 20 nov. 2011.

BERGER F.º, AIRTON GUILHERME. **Nanotecnologia e o princípio da precaução na sociedade de risco**. Jus Navigandi, Teresina, ano 14, n. 2359, 16 dez. 2009. Disponível em: <<http://jus.com.br/revista/texto/14019>> acessado em: 12 nov. 2011.

CALIL, SIMONE SAAD; SILVA, PAULO ROBERTO QUEIROZ DA. **Biossensores: estrutura, funcionamento e aplicabilidade**. Disponível em: <<http://www.cpgls.ucg.br/6mostra/artigos/SAUDE/SIMONE%20SAAD%20CALIL%20PAULO%20ROBERTO%20QUEIROZ.pdf>> acessado em 05 de jun. 2012.

CARLES, MAURICIO; HERMOSILLA, LÍGIA. **O futuro da medicina: nanomedicina**. REVISTA CIENTÍFICA ELETÔNICA DE MEDICINA VETERINÁRIA, Ano VI – Número 10 – Janeiro de 2008.

CARNEIRO, LEANDRA. **Nanotecnologia E A Medicina**. 3 gravura. Disponível em: <<http://www.webtuga.com/nanotecnologia-e-a-medicina>> acessado em: 30 de nov. 2011.

CUNHA ET. AL; **A revolução da medicina!**. Disponível em: <<http://nanomedicina.webnode.pt>> acessado em 29 set. 2011.

DURÁN, NELSON; MARCATO, PRISCYLA D.; TEIXEIRA, ZAINÉ. **Nanotecnologia e nanobiotecnologia: conceitos básicos**. São Paulo, p. 1, 04 out. 2010. Disponível em: <http://nano.iiep.org.br/sites/default/files/conceitos_basicos_nano.pdf> acessado em 20 de out. 2011.



FREITAS JR, ROBERT A.. **Respirocytes. A mechanical artificial red cell: exploratory design in medical nanotechnology.** Disponível em:

<<http://www.foresight.org/Nanomedicine/Respirocytes.html>> acessado em 10 nov. 2011.

FREITAS, F.J.; LIMA, A.A.; ARÇARI, D.P.. **Nanotecnologia empregada no tratamento do câncer.** Amparo. Centro Universitário Amparense – UNIFIA. SP, 2011. Disponível em: <http://www.unifia.edu.br/projetorevista/artigos/gestao/gestao20112/trat_cancer.pdf> acessado em 28 nov. 2011.

GOMES, ANDERSON STEVEN. **Nanomedicina. Diagnóstico e tratamento molecular possíveis.** Disponível em: <<http://ser1.cremesp.org.br/?siteAcao=Revista&id=37> > acessado em 01 dez. 2011.

IN INCA – INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. **Câncer, o que câncer.** RJ, 2011. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=322> acessado em: 18 dez. 2011.

IN INFOPÉDIA. **Adenosina-trifosfato.** Porto: Porto Editora, 2003-2011. Disponível em: <URL: [http://www.infopedia.pt/\\$adenosina-trifosfato](http://www.infopedia.pt/$adenosina-trifosfato)> acessado em 10 dez. 2011.

MERKLE, RALPH C.. **Nanotechnology and medicine.** Disponível em: <<http://www.zyvex.com/nanotech/nanotechAndMedicine.html>> acessado em 01 dez. 2011.

NANO.GOV – NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE. **Nanotechnology 101.** Disponível em : <<http://www.nano.gov/nanotech-101>> acessado em 30 de nov. 2011.

PINA, KLEBER VIEIRA. ET AL. **Nanotecnologia e nanobiotecnologia: estudo da arte, perspectivas de inovações e investimentos.** REVISTA GESTÃO INDUSTRIAL. Ponta Grossa, n. 02, v. 02, p. 115-125. PR, 2006.

RIBOLDI, BRUNO MARCONI. **Nanotecnologia: fundamentos e aplicações.** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Departamento de Física – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. São Paulo, 2009.

SOUZA, J. A. M. FELIPPE DE. **Nano-robótica: Nanotecnologia. Nano-robótica. Nanomedicina.** Disponível em: <http://www.catalao.ufg.br/mat/docentes/stoppa/robotica_cap10.pdf> acessado em 05 nov. 2011.

UNIVERSIDADE DE COIMBRA – FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA. **O potencial da nano-robótica.** 1 gravura. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fctuc/noticias/2010/n20100415n02>> acessado em: 29 de nov. 2011

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANISATION – WIPO. **Nanotechnology and patents.** Disponível em: <<http://www.wipo.int/patent-law/en/developments/nanotechnology.html>> acessado em 25 de out. 2011.