

NANO-ÁGUA, A RECICLAGEM DA ÁGUA COM A UTILIZAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA: POSSÍVEL SOLUÇÃO PARA A ESCASSEZ DE ÁGUA

MARCELO PIRES LIMA

Introdução

A nanotecnologia é uma promessa extraordinária da Ciência. Estamos vivenciando a escassez da água versus a necessidade crescente do consumo tendo em vista o aumento de alimentos e da população. Recentemente, no Brasil, surgiram inovações legislativas que tem como pano de fundo o acesso à água. Nesse estudo, apontamos que o acesso à água está relacionado com a nanotecnologia. E esse acesso pode ocorrer de forma realmente significativa com a utilização dos nanomateriais.

Problema de Pesquisa e Objetivo

O problema dessa pesquisa consiste em responder se a nanotecnologia é um instrumento eficaz para o enfrentamento da problemática da falta de água no mundo e de que forma isso é possível. Somado a isso responder em que grau a reciclagem de água via nanotecnologia pode ser interessante, chamando atenção para esses temas.

Fundamentação Teórica

É a Quarta Revolução Industrial. (SILVA, 2020) Existem riscos desconhecidos. (GRUPO ETC, 2018). Segundo estimativas da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), os setores relacionados à nanotecnologia devem movimentar alguns trilhões de dólares nos próximos anos. A produção total anual de nanomateriais é estimada em milhões de toneladas. (OCDE, 2014) Nessa seara, o país criou também o PLANO DE AÇÃO DE CT&I PARA TECNOLOGIAS CONVERGENTES E HABILITADORAS. (MCTI, 2019) Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010. Novo Marco Legal do Saneamento Básico.

Metodologia

Trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica, exploratório, realizada de forma qualitativa empregando-se os métodos de pesquisa documental, analítico, estudos doutrinários, legislação, busca e análise de pesquisas científicas.

Análise dos Resultados

Os nanomateriais têm se mostrado promissores para a geração de produtos em diversas aplicações, tendo inúmeros exemplos positivos, como por exemplo, os nanomateriais nanoestruturados que são considerados como uma boa alternativa em conjunto aos ativos usuais, devido aos ganhos em eficácia e custo-benefício, sendo que as aplicações desses materiais têm sido ampliadas para vários produtos

Conclusão

O momento atual é inédito e de significativa importância, pois existe a possibilidade de convergir questões fundamentais. A utilização dos nanomateriais deve ser utilizada de forma extensiva, ampla, com total acesso a fim de resolver a problemática da falta de água, sem esquecer a necessidade de pesquisas dessa natureza. Estamos diante de uma tecnologia incrível, assim como o mundo da nanotecnologia é amplo e existem Políticas Públicas. É preciso criar e desenvolver a nano-água em todos os sentidos, com a implantação de um sistema nacional integrado.

Referências Bibliográficas

SILVEIRA, S. M. B., & Foladori, G. (2016).

Palavras Chave

NANOTECNOLOGIA, AGUA, SOCIEDADE

Agradecimento a órgão de fomento

UFABC

NANO-ÁGUA, A RECICLAGEM DA ÁGUA COM A UTILIZAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA: POSSÍVEL SOLUÇÃO PARA A ESCASSEZ DE ÁGUA

Introdução

Estamos vivenciando uma pandemia absolutamente terrível.

A pandemia oriunda do coronavírus (Covid 19) - que ainda não acabou - foi e esta sendo um divisor de águas na vida e na saúde das pessoas.

Nem mesmo teve um fim essa pandemia, já existe uma previsão de uma nova pandemia mundial.

Trata-se do alerta das ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU, informando que, em um futuro próximo, cerca de 130 (cento e trinta) países deverão enfrentar um risco muito maior de seca, bem como outros 23 (vinte e três) países sofrerão escassez de água por causa do crescimento populacional. (ONU, 2021)

Segundo a ONU, a seca, assim como um vírus, tende a durar muito tempo, e têm um alcance geográfico amplo, sempre causando danos em cadeia.(Idem, 2021)

Nesse sentido, o alerta afirma que a escassez de água e a seca devem causar estragos em uma escala que rivalizará em muito com a pandemia da Covid-19, e os riscos aumentarão rapidamente à medida que as temperaturas globais se elevam, assim como as secas já desencadearam perdas econômicas de pelo menos US\$ 124 bilhões, atingindo mais de 1,5 bilhão de pessoas entre 1998 e 2017.(Idem, 2021)

Em nosso corpo temos 65% de água. O planeta é composto por 70 % de água. As pessoas, as empresas, todos nós dependemos da água, independente das mudanças climáticas, do aumento das temperaturas, do aumento da população mundial que conseqüentemente precisará de mais água, ou mesmo da maior quantidade de água para a uma maior produção de alimentos.

De acordo com uma nova análise divulgada pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância - UNICEF, a demanda por água continua a aumentar dramaticamente enquanto os recursos estão diminuindo, pois, além do rápido crescimento populacional, a urbanização, o mau uso e a má gestão da água, as mudanças climáticas e os fenômenos meteorológicos extremos, reduzem as quantidades disponíveis de água potável, exacerbando o estresse hídrico, sendo que, globalmente, mais de 1,42 bilhão de pessoas, incluindo 450 (quatrocentos e cinquenta) milhões de crianças, que vivem em áreas de vulnerabilidade hídrica alta ou extremamente alta, isto é, uma em cada cinco crianças, em todo o mundo, não tem água suficiente para atender às suas necessidades diárias. (UNICEF, 2021)

A Agência Nacional de Águas (ANA), que é a instituição central no Brasil responsável pela gestão de recursos hídricos, atua efetuando o acompanhamento sistemático e periódico da condição dos recursos hídricos e de sua gestão no País através de estatísticas e indicadores que alimentam o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Segundo esta Agência, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) propõe 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas correspondentes, fruto do consenso obtido pelos delegados dos seus Estados-Membros em 2015, sendo que os ODS constituem a essência da Agenda 2030 e sua implementação ocorrerá no período 2016-2030.(ANA, 2019)

Um desses objetivos, que merece destaque, é o ODS 6, ou *Sustainable Development Goal 6*, que é composto por 8 metas, e tem como objetivo, alcançar até 2030, o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todos, visando assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento, assim como trata de saneamento e recursos hídricos em uma perspectiva integrada, permitindo ainda avaliar o cenário de cada país quanto à disponibilidade de recursos hídricos, demandas e usos da água

para as atividades humanas, ações de conservação dos ecossistemas aquáticos, redução de desperdícios e acesso ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e tratamento dos esgotos.(Idem, 2019)

Em síntese: é uma agenda para garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos.

Com efeito, no dizer de CAPELLARI (2018), a crise da água no século XXI é - além da escassez – é a ausência e ineficiência de gerenciamento, sendo que o temor com a escassez da água é de fato relevante, pois é possível, dentro em breve, enfrentar-se uma grande crise de água, sem precedentes.

A água, enquanto recurso natural não é inesgotável, e precisa ser usada de forma justa e coerente, para que se possa ter equilíbrio entre a disponibilidade desse recurso e a sua demanda, diminuindo com isso, os conflitos pelo seu uso, devendo ser entendida como um bem jurídico, econômico e social, pois é um recurso natural limitado, de domínio público e dotado de valor econômico, que requer gestão adequada.(CAPELLARI, 2018)

Nesse diapasão, existe um desafio no que se refere a gestão das águas: os gestores, em especial, os gestores públicos precisam buscar soluções através de políticas públicas para superar os riscos de escassez e da devastação ambiental.(Idem, 2018)

Vale dizer que a institucionalização dos processos de gestão de águas provoca discussões complexas na realidade do mundo atual, haja vista a existência de amplos interesses, inclusive internacionais, pelo direito ao uso da água, de forma que se faz necessário que a gestão da água seja desenvolvida a partir de uma visão integrada, buscando avaliar as soluções tecnológicas, econômicas e ecológicas, a fim de compatibilizar a utilização da água com suas respectivas demandas. (CAPELLARI, 2018)

Em verdade, a escassez de água atinge, de alguma forma, todos nós.

Esta se aproximando o dia em que o racionamento de água vai ser comum.

Vai chegar o dia em que a água vai custar muito caro.

Vai chegar o dia em que a dança da chuva, então indígena, será realizada por todos.

Vai chegar o dia em que a água de reuso será água potável.

Vai chegar o dia em que a água será um presente caro.

Pode chegar o dia em que não teremos água.

Por tudo isso e mais um pouco, é de se pensar de forma premente, como enfrentar e resolver essa nova ordem mundial.

Alguns países atualmente já sentem os efeitos da falta de água, enquanto outros passam a enfrentar na atualidade enquanto outros ainda passarão a enfrentar.

Dessa forma, é de conhecimento científico e acadêmico, e até popular, que a água, ou melhor, que a falta de água, é questão extremamente séria, pois envolve um mínimo de condições para poder se viver.

Esse estudo pretende contribuir chamando à baila a questão da reciclagem da água com a nanotecnologia, apresentando a nanotecnologia como um instrumento realmente importante para ser utilizado na reciclagem de água, e portanto, como uma forma eficaz na solução do problema global que é a escassez da água.

Problema da pesquisa e Objetivos

O problema dessa pesquisa consiste em responder se a nanotecnologia é um instrumento eficaz para o enfrentamento da problemática da falta de água no mundo e de que forma isso é possível.

Somado a isso responder em que grau a reciclagem de água via nanotecnologia pode ser interessante, chamando atenção para esses temas.

O trabalho foi desenvolvido, por meio de estudos doutrinários, da legislação aplicável e, principalmente, da busca e análise de pesquisas científicas relacionadas, momento em que também foram utilizados livros e artigos científicos, no processo de pesquisa, localizados em bases de periódicos como: Scielo, Scopus, Google Acadêmico, Science Direct e Web of Science.

Questão predominante é o estudo da relação Nanotecnologia-água.

É de se dizer que nessa relação, não existem uma preocupação científica dado o número pequeno de estudos, mas do conteúdo existente existem muita expectativa e muito desconhecimento, que devem ser explorados e conhecidos, daí a necessidade de uma atenção destacada, em estudo maior sobre essa temática, um debate verdadeiro, de maneira que é preciso dar atenção a esse assunto porque se trata de um dos aspectos, na atualidade, mais sérios.

Assim, este trabalho, de caráter exploratório e que foi realizado de forma qualitativa, tem o objetivo de apurar e apresentar a questão da utilização da nanotecnologia como instrumento de reciclagem da água como enfrentamento do problema mundial que é a falta de água.

Nesse horizonte, diversas são as opiniões, as pesquisas, as análises de que a nanotecnologia na área ambiental, na área de sustentabilidade, são positivas.

É de se ver alguns exemplos (QUINA, 2004) da aplicação da nanotecnologia no mundo ambiental, que são realmente incríveis:

I - na prevenção de poluição ou dos danos indiretos ao meio ambiente. Por exemplo, o uso de nanomateriais catalíticos que aumentam a eficiência e a seletividade de processos industriais resultaria num aproveitamento mais eficiente de matérias primas, com consumo menor de energia e produção de quantidades menores de resíduos indesejáveis. A nanotecnologia vem contribuindo para o desenvolvimento de sistemas de iluminação de baixo consumo energético. Na área da informática, o uso de nanoestruturas de origem biológica pode oferecer uma estratégia alternativa para a fabricação de dispositivos microeletrônicos. A nanotecnologia também vem aprimorando o desenvolvimento de displays (como, por exemplo, monitores de computador ou displays dobráveis de plástico que podem ser lidos como uma folha de papel) que, além de serem mais leves e possuírem melhor definição, apresentam as vantagens da ausência de metais tóxicos na sua fabricação e de terem um consumo menor de energia;

II- no tratamento ou remediação de poluição. A grande área superficial das nanopartículas lhes confere, em muitos casos, excelentes propriedades de adsorção de metais e substâncias orgânicas. A etapa subsequente de coleta das partículas e remoção de poluentes pode ser facilitada pelo uso, por exemplo, de nanopartículas magnéticas. As propriedades redox e/ou de semicondutor de nanopartículas podem ser aproveitadas em processos de tratamento de efluentes industriais e de águas e solos contaminados baseados na degradação

química ou fotoquímica de poluentes orgânicos. Num cenário futurístico, um exército de nano-bots poderia ser utilizado para descontaminar microscopicamente sítios de derrame de produtos químicos.

III- na detecção e monitoramento de poluição. A nanotecnologia vem permitindo a fabricação de sensores cada vez menores, mais seletivos e mais sensíveis para a detecção e monitoramento de poluentes orgânicos e inorgânicos no meio ambiente. Avanços em sensores para a detecção de poluentes implicam diretamente num melhor controle de processos industriais; na detecção mais precoce e precisa da existência de problemas de contaminação; no acompanhamento, em tempo real, do progresso dos procedimentos de tratamento e remediação de poluentes; num monitoramento mais efetivo dos níveis de poluentes em alimentos e outros produtos de consumo humano; na capacidade técnica de implementar normas ambientais mais rígidas, etc.

É possível ainda enumerar diversos outros resultados positivos da nanotecnologia ambiental. (Idem, 2004)

De outro norte, existe muita preocupação sobre nanotecnologia, sendo que a principal preocupação é a possibilidade de risco para a saúde e para o meio ambiente, já que as nanopartículas podem ter efeito secundário, quando se utilizam, por exemplo, nanopartículas livremente no ambiente ou em qualquer caso nas diferentes etapas do ciclo de vida dos nanomateriais, já que esses mesmos nanomateriais, por terem maior reatividade química, comportam-se como novos elementos químicos, cujas propriedades tóxicas não foram suficientemente estudadas. (Silveira e Foladori, 2016)

De modo geral, os estudos toxicológicos envolvendo nanopartículas ou nanomateriais ainda são escassos, sendo seus resultados controversos quando comparados entre si, principalmente pela padronização incipiente, assim como os trabalhos são omissos principalmente na caracterização das partículas, contribuindo pouco na compreensão da interação destes no ambiente, tornando difícil a avaliação do real risco de exposição a estes materiais, mesmo que estudos indicam algum efeito tóxico agudo, o que demonstra a complexidade do tema e a necessidade de um melhor entendimento dos efeitos destes materiais antes de serem utilizados em processos/produtos do cotidiano. (Paschoalino, Marcone, Jardim, 2010)

De outro lado, temos a escassez de água mundial.

Incrivelmente temos que os oceanos com toda sua imensidão, representam cerca de 70% (setenta por cento) da superfície do nosso planeta, que sem dúvida traduz uma quantidade de água sem precedentes.

A grande verdade é que o problema da falta de água, em todos os seus sentidos, e portanto, a própria vida, simplesmente não pode esperar a resposta ou a certeza nuclear da Ciência ou a tecnologia apresentar respostas e inovações.

Há um descompasso real, de um lado a incerteza dos efeitos científicos da nanotecnologia, inexistência de uma tecnologia real, fácil, acessível, e de outro lado, a existência de diversos resultados positivos da nanotecnologia no que toca sua relação com questões ambientais e a nanotecnologia no que toca a reciclagem de água, momento em que,

habita no meio dessas duas pontas, o sofrimento enorme de países e de pessoas, que tentam viver sem água.

É possível esta convivência.

Não se trata de um dilema apenas, mas de enxergar a falta de água como um inimigo real e presente que esta nos cercando de todos os lados, e já nos deu vários exemplos que está presente em todo o mundo avançando, pelo sul e pelo norte a cada dia que passa.

Para enfrentar esse inimigo terrível temos a extraordinária promessa da Ciência que é a nanotecnologia.

Assim visto, é preciso haver uma convergência, a saber, construir um caminho para que esses dois aspectos: RECICLAGEM DE ÁGUA com NANOTECNOLOGIA.

Cabe destacar que é de se imaginar que, quando tecemos a expressão “NANO-ÁGUA”, temos a (1) utilização da nanotecnologia na reciclagem da água que já foi utilizada, chegando essa água a uma condição positiva de potabilidade, e de igual forma, a (2) utilização da nanotecnologia como instrumento de retirada de sal da água salgada a fim de transformá-la em água doce ou potável.

Sem prejuízo, é de se conceber que todas as formas de reutilização ou reciclagem de água, que não apenas a utilização da nanotecnologia, devem ser amplamente incentivadas.

Todavia, é a nanotecnologia, pela sua natureza, características e eficácia é que pode ser utilizada em sentido amplo, a efetiva novidade no mundo da reciclagem.

O fato é que existirá, ao que tudo indica, em breve, um desastre ambiental se nada for feito e trabalhado, razão pela qual é de se compreender que a utilização da nanotecnologia é, sem dúvida, uma real forma de eliminar a falta de água.

Em que pese não existir regras legais específicas para a utilização de nanomateriais para o fim da utilização de água reciclada, não existem regras de proibição para a existência da nano-água, somado ao fato de que o Estado Brasileiro, com as inovações legislativas atuais, se posiciona favoravelmente a mecanismos que permitam o acesso à água e melhores condições de vida.

Para cumprir este objetivo, este trabalho procedeu uma pesquisa exploratória qualitativa, em passo com uma revisão da literatura técnica sobre os assuntos relacionados, bem como impactos, consequências e efeitos ambientais da nanotecnologia como forma de reciclagem de água.

Posicionamento teórico – Recentes Políticas públicas e qual é a relação da Reciclagem com a Nanotecnologia

A nanotecnologia é estrela de primeira grandeza!!

É a Quarta Revolução Industrial. (SILVA, 2020)

Nesse momento de excepcional alteração do comportamento humano, com a presença da COVID-19, a nanotecnologia mostrou ser uma revolução na sociedade científica. (Nicacio, 2020)

No entanto, ninguém sabe ao certo qual é o alcance e a dimensão da nanotecnologia.

Existem riscos desconhecidos. (GRUPO ETC, 2018)

A nanotecnologia é reconhecida como uma tecnologia capaz de manipular a matéria em escala nanométrica (um bilionésimo de metro). (DIAS, 2021)

Dadas suas características e natureza de criação, amplitude, inovação e aplicações científicas - inclusive com certeza atômica - teremos uma mudança na vida das pessoas, nas indústrias, na Ciência, em novos produtos, trazendo inúmeras consequências nas esferas tecnológica, científica, econômica, política e ambiental.

WIESE, expressa que uma tecnologia pode ter aspectos positivos ou negativos dependendo de como é utilizada. Aponta alguns possíveis riscos, tais como: seleção de biótipos resistentes ou de espécies de plantas daninhas tolerantes devido ao uso contínuo de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, e necessidade de pesquisas mais profundas em relação à segurança de alimentos e à qualidade da água, quando utilizado OGM no ambiente (WIESE, 1992)

A nanotecnologia aberta que é, em todos os sentidos, e em especial no campo das atuações científicas, das relações empresariais, da inovação, das normas jurídicas, da descoberta de novos produtos, entre outros, deve se adequar o quanto antes às necessidades e particularidades que se exige.

Segundo FERREIRA e RANGEL (2009), a essência da nanotecnologia consiste na habilidade de se trabalhar em nível atômico, molecular e macromolecular a fim de criar materiais, dispositivos e sistemas com propriedades e aplicações fundamentalmente novas, de forma que a nanotecnologia permite ao homem alcançar escalas além da sua limitação natural de tamanho.

Nesse passo, a escala nano está situada entre o comportamento de um átomo e o comportamento do volume do sólido, isto é, entre uma fração de nanômetro e cerca de 100 nm, na qual são construídos materiais nanos e em que as propriedades fundamentais destes são definidas e ajustadas em função do tamanho, forma e padrão do nanomaterial, se objetivando alcançar o controle em nível de nanoescala e na integração para obter escalas maiores, ou seja, estamos falando de manipulação da natureza das coisas, o que é algo simplesmente extraordinário.

Assim, a habilidade para rearrumar a matéria em nanoescala é potencialmente um método econômico para obter diversos fins, visando produtos com alto valor agregado, onde a matéria pode ser rearrumada nessa escala através de interações e outras formas de agregação

Segundo SCHENBERG, nas Metas do Milênio, foi identificada como prioritária para o futuro da humanidade a adoção de um novo paradigma de desenvolvimento, dito sustentável, de modo a garantir o progresso e ao mesmo tempo a preservação do meio ambiente, sendo que, para atingir as metas de desenvolvimento sustentável, é indispensável o manejo racional dos recursos naturais, o que exigirá o emprego de novas tecnologias, e entre as tecnologias que apresentam potencial para contribuir para o desenvolvimento sustentável, a sendo que a nanotecnologia tem muito a oferecer, especialmente nos campos da produção de alimentos, geração de energia, prevenção da poluição ambiental e biorremediação.(SCHENBERG, 2010)

Segundo a ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, os números globais relativos a nanotecnologia são “astronômicos”, informando que o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, estima-se que a nanotecnologia deve envolver 13 mil empresas de 56 países, que juntas devem movimentar US\$ 5 trilhões anuais nos próximos anos. (ABDI, 2018)

Segundo estimativas da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), os setores relacionados à nanotecnologia devem movimentar alguns trilhões de dólares nos próximos anos. A produção total anual de nanomateriais é estimada em milhões de toneladas.(OCDE, 2014)

O Relatório sobre estatísticas e indicadores de biotecnologia e nanotecnologia da OCDE reúne os dados mais recentes disponíveis sobre patentes e atividades bibliométricas em biotecnologia, nanotecnologia e tecnologias emergentes e convergentes relacionadas.(Idem 2014)

Tais dados foram recolhidos pelo secretariado do Grupo de Trabalho da OCDE sobre Biotecnologia, Nanotecnologia e Tecnologias Convergentes (BNCT), combinando destaques dos indicadores e estatísticas para biotecnologia e nanotecnologia, coletados e analisados pelo

BNCT, fornecendo um resumo das tendências e desenvolvimentos em biotecnologia e nanotecnologia nos últimos 20 a 25 anos, com base em análises longitudinais de patentes.

Além disso, um indicador experimental, que visa identificar tendências e desenvolvimentos de áreas de pesquisa de biotecnologia/nanotecnologia, foi introduzido: títulos de publicações dos dois campos de tecnologia foram analisados usando uma abordagem de mineração de texto, e um mapa de sobreposição dos mais utilizados foram criadas co-ocorrências de palavras-chave, a fim de visualizar os desenvolvimentos ao longo do tempo em cada área de pesquisa.

Em paralelo, como bem pontuou o estudo “Diálogos Setoriais União Europeia-Brasil” (MCTI, 2014, p. 05/06) o tema nanotecnologia tem sido uma preocupação brasileira, tendo em vista a criação do Programa Brasileiro de Nanotecnologia, a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia, o Comitê Consultivo de Nanotecnologia (CCNANO) e do Comitê Interministerial de Nanotecnologia (CIN) e a essencial participação brasileira no projeto NANoREG.

O projeto NANoREG é um projeto que foi criado pela União Europeia, para coletar e promover estudos sobre nanotecnologia a fim de subsidiar pesquisadores, gestores, cientistas. É composto por um consórcio de mais de 50 instituições, entre empresas, universidades, institutos de pesquisa, institutos de metrologia e órgãos de governo, com financiamento da União Europeia. Tem também como objetivo, levantar informações e apresentar um conjunto de propostas de avaliação de risco aos órgãos reguladores dos países e às indústrias abordando aspectos de segurança da nanotecnologia, assim como tem foco na regulamentação em nanotecnologia.

A preocupação e o interesse sobre nanotecnologia avança no mundo inteiro e o Brasil adotou a nanotecnologia como parte de uma visão estratégica com foco na inovação na indústria brasileira e no desenvolvimento econômico social, com a criação e entre outros, da INÉDITA da INICIATIVA BRASILEIRA DE NANOTECNLOGIA que objetiva pontos fundamentais, como por exemplo, a estruturação, governança, coordenação, promoção, avanço, inovação e fortalecimento científico da nanotecnologia.(MCTI,2019)

Nessa seara, o país criou também o PLANO DE AÇÃO DE CT&I PARA TECNOLOGIAS CONVERGENTES E HABILITADORAS, em especial em seu Volume I, que trata da Nanotecnologia, sendo, na verdade, uma visão de um enfrentamento estratégico em relação a temas fundamentais para o desenvolvimento do país.(Idem, 2019)

Essas ações representam a visão especial e cuidadosa de um tema claramente relevante e de importância inimaginável, somada à necessidade de um enfrentamento estratégico em relação a temas fundamentais para o desenvolvimento do país.(Idem, 2019)

Segundo o site <https://statnano.com> - que reúne informações globais sobre esse tema NANOTECNOLOGIA - existe no mundo atualmente cerca de 10.516 produtos nanos, envolvendo mais milhares de nanomateriais, 2.040.200 artigos sobre o tema, 229.744 patentes nanos, em diversas empresas, em cerca de 64 países. (STATNANO, 2022)

Interessa notar, por exemplo, que na Índia, ao que consta, existem 242 produtos nanos, em 15 segmentos distintos, envolvendo 98 empresas; nos Estados Unidos, existem 3319 produtos nanos, em 15 segmentos diferentes, envolvendo cerca de 900 empresas; em Portugal, existem 10 produtos nanos, em 5 segmentos distintos, envolvendo 5 empresas; no Brasil, existem pelo menos 197 produtos nanos, em 10 segmentos distintos, envolvendo 94 empresas e na China existem pelo menos 854 produtos nanos, em 15 segmentos distintos, envolvendo 300 empresas.(Idem, 2022)

Diante de uma revolução que é a nanotecnologia, e da certeza de que ainda há muito o que fazer, existe ainda a necessidade de geração pesquisas e de novos produtos, de maneira que a implementação da nanotecnologia tornou-se estratégica para o desempenho econômico das nações, estimando-se que, atualmente, mais de 12 mil empresas de cerca de 60 países

empreguem nanotecnologia em seus produtos, bem como o faturamento global destas empresas para 2020 seja de aproximadamente 3 trilhões de dólares americanos. (DIAS, 2021)

A Reciclagem, por sua vez, é uma expressão muito conhecida e geralmente utilizada para designar o reaproveitamento de materiais, já usados, como matéria-prima para a fabricação de um novo produto, ou ainda como objeto de atividade comercial.

A lei brasileira que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010, em seu artigo 3º, inciso XIV, diz que a reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e, se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária-Suasa.(BRASIL, 2010)

Coincidencia ou não, o Estado Brasileiro recentemente apresentou para a Sociedade Brasileira o novo Marco Legal do Saneamento Básico, expondo que o principal objetivo da legislação é universalizar e qualificar a prestação dos serviços de saneamento básico e acesso a água, estabelecendo metas e definindo regras. (BRASIL, 2020)

Somada a essa importante legislação, temos a lei 12305/10, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e representa um momento de preocupação da sociedade com a produção de resíduos sólidos, propondo a prática de hábitos de consumo sustentáveis no Brasil, objetivando valorizar e colocar em prática hábitos de consumo mais sustentáveis e criar meios para aumentar a reciclagem e reutilização de resíduos sólidos, assim como a necessidade de uma destinação ambiental mais adequada de rejeitos, entre outros.(BRASIL, 2010)

E como dissemos acima, a nanotecnologia é Política de Estado.(MCTI,2019)

Sem comparações, temos que alguns temas exigem atenção e demandam pressa dos atores sociais, em benefício do bem comum.(IPEA, 2005)

Nesse horizonte, destaca-se que um dos objetivos da Lei Nacional de Resíduos Sólidos, é a definição da Reciclagem como POLÍTICA PÚBLICA DE ESTADO, sendo um dos mais importantes instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, tal como os demais instrumentos da lei, a saber, a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

Em que pese a lei não cuidar especifica e diretamente da reciclagem de Água, cuidou a lei de formas de transformação de tudo o que for necessário para melhores condições de vida e do planeta, o que inclui a água.

Segundo o SEBRAE (2016) a água de reciclagem pode ser definida como a água proveniente de diferentes fontes de utilização humana, pois, após passar por rigorosos tratamentos, determinados pela legislação brasileira, pode ser utilizada para outros fins, ou seja, reutilizada, mencionando que a reciclagem, ou reuso de água como também chamado, pode ser realizada de duas maneiras: indireta quando os efluentes líquidos são tratados e lançados nos mananciais hídricos, seja superficial ou subterrâneo (através da infiltração), para serem diluídos, e direta, quando os efluentes também tratados e conduzidos diretamente para o destino final, não sendo lançados no meio ambiente.

Temos na atualidade alguns exemplos de reciclagem de água, se não vejamos: irrigação de culturas agrícolas; usos industriais (refrigeração, alimentação de caldeiras, água de processamento); recarga de aquíferos; uso urbano (irrigação de parques, combate ao fogo, lavagem de ruas) entre outros.

Vale lembrar que a própria lei afirma que o conceito de reciclagem não está relacionado ao conceito de reutilização, pois esta é definida na lei como o processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes.(BRASIL, 2020)

Assim visto temos que a seguinte equação:

FIGURA 1

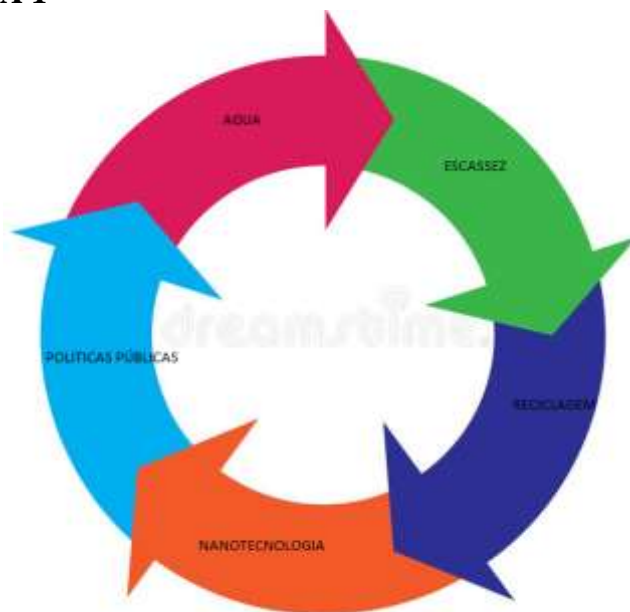


FIG. 1 CRIAÇÃO LIVRE DO AUTOR

Todos esses aspectos (políticos, científicos, acadêmicos, legais e sociais) devem interagir entre si, considerando suas características, natureza e peculiaridades, momento em que é possível apresentar uma real solução para questão extremamente séria que estamos vivenciando e que tomará os rumos dos temas mais preocupantes do Universo.

Discussão - A nanotecnologia como instrumento de reciclagem da água

As nanotecnologias referem-se a uma variedade de técnicas que permitem trabalhar a matéria em nível atômico e molecular, sendo que os materiais manufaturados menores a 100 nanômetros são conhecidos como nanomateriais, e desenvolvem propriedades físico-químicas diferentes das que manifestam a mesma matéria em tamanho maior. (Silveira, Foladori, 2016)

Com efeito, a nanotecnologia com o emprego de suas características, como por exemplo, as nanopartículas ou os nanomateriais, podem ser altamente eficazes para a solução da falta de água.

A nanotecnologia pode ser utilizada como instrumento para reciclar a água já existente, fazendo com que essa água entre em um processo de continuidade em um ciclo sem fim, pois será sempre reciclada e sempre reutilizada.

De igual forma a nanotecnologia pode tirar o sal das águas dos oceanos, pois, como sabemos tal objetivo já existe há muito tempo.

É possível, portanto, buscar e trazer a nanotecnologia para esse ambiente, para esse encontro, que interessa a todos, que é a reciclagem de água via nanotecnologia.

Nesse trilhar, em um estudo publicado por Centros de Pesquisa e Universidades de Cingapura e Malásia, expressam que a utilização de nanomateriais para a dessalinização de água pode ser uma solução para a crise da água, expondo que os nanomateriais possuem

resultados extremamente positivos para o tratamento de água, como por exemplo ação antibacteriana, antiaderente, repelente, desinfecção, purificação, sensoriamento, mitigação ambiental, degradação de compostos, remoção de componentes químicos e metais pesados, entre outros.(NANO EACH, Nanotecnologia e purificação de água: solução para a crise da água doce? Apud Membranas de nanotubos de carbono para purificação de água: um futuro brilhante na dessalinização de água, Das Rasel, Ramakrishna, Chowdhury, Centro de Pesquisa de Nanotecnologia da Universidade da Malásia, Universidade de Cingapura e Universidade Nacional de Cingapura, 2018).

Na mesma linha temos que as propriedades únicas dos nanomateriais e sua convergência com o tratamento atual tecnologias apresentam grandes oportunidades para revolucionar tratamento de água e esgoto, pois, embora muitas nanotecnologias destacadas ainda estejam em laboratório fase de pesquisa, alguns fizeram o seu caminho para testar os testes ou mesmo comercialização. (XIAOLEI QU, PEDRO J.J. ALVAREZ, QILIN LI, 2012)

Entre eles, em pelo menos três categorias já existe verdadeira promessa de êxito: 1) nano-adsorventes; 2) membranas ativadas por nanotecnologia e 3) nano-fotocatalisadores. (Idem, 2012)

Não há como desconsiderar que estamos diante de um ambiente favorável, como acima foi dito.

Visto dessa forma, nesse aspecto, temos uma tecnologia avassaladora diante de um palco legal que propõe: a) nanotecnologia como Política Pública b) Marco Legal de idéias relativas à política de resíduos; c) Marco Legal relativo ao acesso a água e saneamento; d) a Reciclagem como Política Pública de Estado, se não vejamos:

FIG. 2 – CENÁRIO

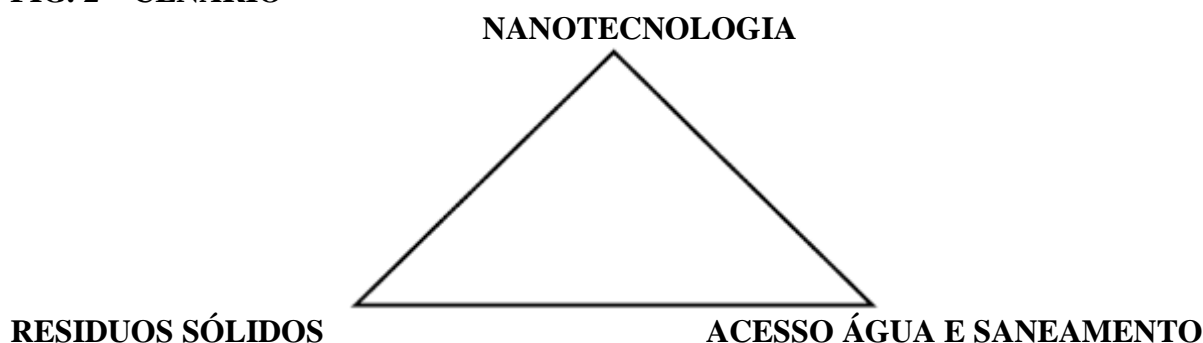


FIG.2 CRIAÇÃO LIVRE DO AUTOR

É de se concluir, portanto, que a necessidade da água e de sua reciclagem via nanotecnologia somam forças, tanto do ponto de vista social e legal, como do ponto de vista técnico, posto que vários desses materiais já estão sendo utilizados em processos de remediação e purificação de água, por exemplo.

As nanopartículas já são conhecidas nas áreas médicas, industriais, tecnológicas e também na área ambiental.

Com os nanomateriais, temos processos técnicos bem conhecidos, como: a utilização de osmose reversa que filtra a água impura ou salgada, retendo as impurezas da água; a utilização do método da adsorção, a utilização de membranas de filtração, fotocátálise e desinfecção (Grimshaw, 2009; OECD, 2011; Pendergast & Hoek, 2011; Qu et al., 2013, apud, Silveira, Foladori, 2016, p. 25).

Segundo Qu, Alvarez, & Li, no que toca os nanomateriais, a diminuta escala e a ampla superfície externa em relação a sua massa favorecem a diluição, a reatividade e a adsorção, o

que indica que a vantagem do tamanho nano também pode estar no supermagnetismo, na ressonância de plasma ou em efeitos quânticos (apud Silveira, Foladori, 2016, p. 24).

No que diz respeito a nanotecnologia e nanomateriais temos que a adsorção consiste em degradar e/ou atrair os contaminantes até materiais orgânicos, metálicos e/ou polímeros, mediante reativos químicos e procedimentos magnéticos, para, depois, separá-los ou removê-los, ou seja, é um fenômeno fisicoquímico em que os átomos, moléculas ou íons, são retidos na superfície de sólidos, através de interações de natureza físico-químico, sendo que as membranas são barreiras físicas que removem contaminantes, dissolvem sais e tornam a água mais branda.

Vários materiais nano-porosos estão sendo utilizados para esse fim, como por exemplo, a nano-fotocatálise, que utiliza fotocatalisador e raios ultravioleta (UV) para remover substâncias tóxicas da água.

De igual forma, utiliza filmes finos, aplicados sobre superfícies, é ativada por luz, produzindo propriedades bactericidas e fungicidas e pode remover odores do ar e matar vírus, bem como para produzir energia, mediante a degradação de biomassa e a produção de hidrogênio (Colmenares et al., 2009, apud Silveira, Foladori, 2016, p. 26).

A desinfecção funciona por processos químicos de desintegração e separação que permitem purificar água turva, com micróbios e vírus, metais pesados e patogênicos.

Alguns desses procedimentos permitem a destoxificação *in situ*, o que implica em enormes vantagens técnicas e econômicas em corpos e cursos de água (Karn, Kuiken, & Otto, 2009, apud, Silveira, Foladori, 2016, p. 25).

Esses processos têm em comum a aplicação de nanomateriais.

Como dito, atualmente temos que as diferentes formas de reciclagem de água utilizam nanomateriais, como por exemplo, nanopartículas de prata, de cobre ou de ferro, fotocatalisadores nanoestruturados, nanomembranas, nanoadsorventes, membranas de nano filtros, nano-eletrofiliação, entre outros.

É de se dizer, portanto, que a nanotecnologia pode ser utilizada de diferentes formas a fim de reciclar água, e de forma altamente eficiente e econômica.

Talvez a maior característica da utilização da nanotecnologia no embate com a problemática, seja o fato de que esta tecnologia consegue - e permite - ações e resultados que as outras formas de reciclagem (como citas acima) não conseguem.

Dentre vários exemplos de sucesso, temos as partículas nano magnéticas, que em um processo químico físico, “separam” contaminantes e outros, transformando a água ruim em água boa.

Nesse passo, de forma sucinta e mais simples, temos que as nano-partículas “limpam” e/ou “separam” a água suja ou contaminada, tendo excelentes resultados de remoção, podendo essas mesmas nano-partículas serem novamente utilizadas em outro processo, ou seja, os nanomateriais apresentam propriedades físicas e químicas extremamente específicas com extremo poder de remoção de poluentes, funcionando como instrumentos realmente eficazes de reciclagem de água podendo ser reutilizados na própria reciclagem.

Existem ainda os nanotubos de carbono, que são os nanomateriais mais usados na purificação de água, remoção de compostos orgânicos; inorgânicos; biológicos da água, sendo uma tecnologia que consiste no emprego da acústica no lugar de pressão para direcionar a água pelos nanotubos de carbono, isto é, em uma tela molecular acústica integrada com nanomateriais, onde a tela molecular permite a passagem de moléculas de água, enquanto bloqueia quaisquer moléculas sujas contaminantes.

Trata-se a verdade, da manipulação de átomos, invisíveis a olho nu, em escala nanométrica, em termos práticos, a natureza da nanotecnologia.

A bem da verdade é que a Nanotecnologia oferece a perspectiva de grandes avanços que permitam melhorar a qualidade de vida e ajudar a preservar o meio ambiente, entretanto,

como qualquer área da tecnologia que faz uso intensivo de novos materiais e substâncias químicas, ela traz consigo alguns riscos ao meio ambiente e à saúde humana. (QUINA, 2004)

Os nanomateriais têm se mostrado promissores para a geração de produtos em diversas aplicações, tendo inúmeros exemplos positivos, como por exemplo, os nanomateriais nanoestruturados que são considerados como uma boa alternativa em conjunto aos ativos usuais, devido aos ganhos em eficácia e custo-benefício, sendo que as aplicações desses materiais têm sido ampliadas para vários produtos. (DIAS, 2021)

No entanto, a produção de nanopartículas é o grande desafio.

Na medida em que estas tecnologias de natureza nano existem e são utilizadas, é de se concluir que teremos impactos extremamente positivos para todos.

A nanotecnologia como uma tecnologia revolucionária que é, desponta em diversos segmentos, sendo objeto de inúmeras pesquisas, diversos produtos, com investimentos significativos e horizontes promissores. (STATNANO, 2022)

A reciclagem de água é necessária por diversos motivos.

Nasce um encontro realmente importante que precisa ser pesquisado, estudado, fomentado, investido, trabalhado e conhecido pela Sociedade, pelo Estado, pela Universidade e pelas Indústrias.

Como transformar a água do mar em água doce é a resposta de um milhão de dólares, aliás, vários milhões.

Mas a nanotecnologia pode ser essa resposta.

Conclusão

Sem água não há vida.

Trata-se de uma questão prioritária. Uma questão de Estado.

A partir da água temos todas as outras coisas, inclusive a própria existência e a própria vida.

Há, atualmente um problema sério e extremamente grave no Brasil e no mundo inteiro. A escassez de água esta cada vez mais alcançando países e regiões que outrora sequer pensavam na falta da água.

Mas a realidade esta aí. Ha noticias que sugerem inclusive possíveis guerras tendo água como objeto.

Uma possível e nova pandemia pode ocorrer por conta da (ausência) da água.

Como o Estado Brasileiro ja deu o pontapé inicial, colocando a questão como Política de Estado é de se resgatar a nanotecnologia para capitanear a questão.

O momento atual é inédito e de significativa importância, pois existe a possibilidade de convergir questões fundamentais, a saber: a) estamos diante de uma tecnologia incrível e revolucionária que é a nanotecnologia; b) o mundo da nanotecnologia é extremamente amplo, promissor e rico; c) os resultados da utilização da nanotecnologia são muito positivos em diversas áreas e segmentos; d) existem Políticas Públicas que auxiliam muito a aplicação da reciclagem e da nanotecnologia; e) a reciclagem de água é necessária; e) a reciclagem de água via nanotecnologia já demanda muito interesse e colhe resultados positivos.

A utilização dos nanomateriais deve ser utilizada de forma extensiva, ampla, gratuita e com total acesso a fim de resolver a problemática da falta de água, sem esquecer a necessidade de pesquisas dessa natureza.

É preciso criar e desenvolver a nano-água no país em todos os sentidos, com a implantação de um sistema nacional integrado a fim de utilização da reciclagem da água.

Referências

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, ABDI, 2018. Disponível em <https://www.abdi.com.br/postagem/nano-um-mercado-de-macrooportunidades>. Acesso em 08.02.2022
- AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS [ANA], & Centro de Gestão e Estudos Estratégicos [CGEE]. (2012). A questão da água no Nordeste. Recuperado de http://www.cgee.org.br/publicacoes/agua_nordeste.php Agência Nacional de Águas
- ANA. (2013). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Brasília, DF. Agência Nacional de Águas [ANA]. (2015a). Conjuntura dos recursos hídricos: informe 2015. Brasília, DF. Agência Nacional de Águas
- ANA. (2015b). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil - informe 2014. Brasília, DF. Recuperado de <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informes2014.pdf> Agência Nacional de Águas [ANA]. (2016, 25 de abril).
- ANA. - Regulação - Coordenações. Recuperado de [http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaA na/uorgs/sof/geout.aspx](http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaA%20na/uorgs/sof/geout.aspx)
- ANA. ODS 6 no Brasil, Visão da ANA sobre os indicadores Recuperado de <https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/ods6/ods6.pdf>
- AGUA SUSTENTAVEL, Reciclagem: como essa prática ajuda a preservar água. Disponível em: <https://www.aguasustentavel.org.br/conteudo/blog/114-reciclagem-como-essa-pratica-ajuda-a-preservar-agua>. Acesso em: 08 maio 2022
- BERGER FILHO, Airton Guilherme. Nanotecnologia e o princípio da precaução na sociedade de risco. Revista Âmbito Jurídico, v. 14, n. 2359, p. 1-8, 2009
- BRASIL. Constituição. Brasília: Senado Federal, 1988. Acesso em 01.07.2022 – Disponível em www.planalto.gov.br
- BRASIL, Lei Nº 14.026/2020 – Acesso em 02.08.2022 – Disponível em www.planalto.gov.br
- BRASIL, LEI nº 12.305/2010. Acesso em 01.09.2022 – Disponível em www.planalto.gov.br
- BRASIL. MINISTERIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. MDIC.- Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para Biotecnologia. 2016/2022. Disponível em https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/PACTI-Biotec_Web.pdf. Acesso em 07.09.2021
- MDIC - CARTILHA Plano de ação nanotecnologia”. Acesso em 22.07.2020. Disponível <http://www.mctic.gov.br>.
- CAPELLARI, Adalberto e Marta Botti Capellari, «A água como bem jurídico, econômico e social », Cidades [Online], 36 | 2018, posto online no dia 20 setembro 2018, consultado o 23 setembro 2022. URL: <http://journals.openedition.org/cidades/657>
- CAVALHEIRO, E. A. A nova convergência da ciência e da tecnologia. Novos Estudos.CEBRAP,v.78, p.23-30, 2007.
- CARVALHO, Edson Ferreira de. Meio Ambiente & Direitos Humanos. Curitiba: Juruá Editora, 2005
- DIAS, Bruna de Paula et al. A nanotecnologia no brasil e o desenvolvimento de produtos com atividade antimicrobiana. Química Nova [online]. 2021, v. 44, n. 08 [Acessado 22 Julho 2022] , pp. 1084-1092. Disponível em: <<https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170743>>. Epub 27 Set 2021. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170743>
- DULLEY, Richard Domingues. Nanotecnologia e agricultura: algumas considerações. In: Martins, Paulo Roberto (org.) Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente /. São Paulo: Xamã, 2006. p.220 – 231
- 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.

ETC, GRUPO - Action Group on Erosion Technology and Concentration; Canada, Nanotecnologia. Os riscos da tecnologia do futuro. Porto Alegre 2005, L&PL, Editores

FARIAS, Talden. Revista Jurídica do Ministério Público- Meio ambiente, Patrimônio genético e biotecnologia: Necessidade de aplicação do princípio da precaução, João Pessoa, 2007. Disponível em <http://177.200.39.13/index.php/revistajuridica/article/view/207>. Acesso em 07.09.2021

FERREIRA, Hadma Sousa e Rangel, Maria do Carmo. Nanotecnologia: aspectos gerais e potencial de aplicação em catálise. Química Nova [online]. 2009, v. 32, n. 7 [Acessado 14 Setembro 2022], pp. 1860-1870. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000700033>>. Epub 22 Out 2009. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000700033>.

FERREIRA, Paulo J.; ALBUQUERQUE, José Maria. A nova economia: nanotecnologia. Jornal Público, v. 20, 2005;

FERRONATTO, Rafael Luiz. Nanotecnologia, ambiente e direito: desafios para a sociedade na direção a um marco regulatório. 2014, Disponível em <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/485/Dissertacao%20Rafael%20Luiz%20Ferronato.pdf?sequence=1&isAllowed=y>; Acesso 08.03.2019

GUZZELLI, Maria José; PEREZ, Julian (Org.), Nanotecnologia, a manipulação do invisível. Centro ecológico, 2009.

IPEA Vide: “Marcos Regulatórios no Brasil”, o que foi feito e o que falta fazer”. Estudo IPEA, Lucia Helena Salgado e Ronaldo Seroa da Motta, editores. — Rio de Janeiro: Ipea, 2005.

MARTINS, Paulo Roberto (Org.). Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente. São Paulo: Xamã, 2006. p. 309-313.

MARTINS. Paulo Roberto Martins. Coordenador da RENANOSOMA - Rede de Pesquisas em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, Programa Matéria de Capa- Nanotecnologia- TV CULTURA – Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=myr_nMOFOiw. Acesso em 06.03.2019.

MCTI, 2014. Regulação da Nanotecnologia no Brasil e na União Europeia. Brasília: MCTI, 2014.

MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia. O Programa de Nanotecnologia. Disponível em <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/27107.html#>>. Acesso em: 01 de março de 2019.

NANO EACH, Nanotecnologia e purificação de água: solução para a crise da água doce? Apud Membranas de nanotubos de carbono para purificação de água: um futuro brilhante na dessalinização de água, Das Rasel, Ramakrishna, Chowdhury, Centro de Pesquisa de Nanotecnologia da Universidade da Malásia, Universidade de Cingapura e Universidade Nacional de Cingapura, 2018).

NICACIO, Rafael. Nanotecnologia pode ser arma contra o coronavírus. Portal N10. São Paulo, 21.04.2020. Disponível em <https://portaln10.com.br/nanotecnologia-pode-ser-arma-contra-o-coronavirus-95725/>. Acesso em 24 de set. de 2020.

OCDE -Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - Diálogos Setoriais União Europeia – Brasil - Regulação da nanotecnologia no Brasil e na União Europeia . Novembro 2014. Disponível em https://eubrdialogues.com/sites/default/files/acoes/documentos/dialogos_setoriais_-_nanotecnologia_portugues.pdf. Acesso em 01.02.2022

ONU – Organizações das Nações Unidas. Alerta que escassez de água poderá ser a próxima pandemia. NOTICIAS R7. São Paulo. 17/06/2021. Economia. disponível em <https://noticias.r7.com/economia/onu-alerta-que-escassez-de-agua-podera-ser-a-proxima-pandemia-17062021>. Acesso em 01.09.2022

PASCHOALINO, Matheus P, Glauciene P. S. Marcone e Wilson F. Jardim. OS NANOMATERIAIS E A QUESTÃO AMBIENTAL. Quim. Nova, Vol. 33, No. 2, 421-430, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas.

PEREIRA, Isabela Ornelas, Pedro Canisio BINSFELD. Nanomedicamentos: O cenário de regulamentação no Brasil. Disponível em [http://www.cpgls.pucgoias.edu.br/8mostra/Artigos/saude% 20E% 20biologicas/nanomedicamentos% 20O% 20CEN% C3% 81RIO% 20DE% 20regulamenta% C3 87](http://www.cpgls.pucgoias.edu.br/8mostra/Artigos/saude%20E%20biologicas/nanomedicamentos%20O%20CEN%20C3%81RIO%20DE%20regulamenta%20C3%87) (2016): C3.; Acesso 08.03.2019.

QUINA, Frank H. Nanotecnologia e o meio ambiente: perspectivas e riscos. Química Nova [online]. 2004, v. 27, n. 6 [Acessado 14 Setembro 2022] , pp. 1028-1029. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000600031>>. Epub 30 Nov 2004. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000600031>.

RAMOS, Gian Carlo Delgado. Nanotecnologia e Meio Ambiente. Disponível no site: <http://www.iiep.org.br/pdfs/doc026.pdf>, acessado em 08 de junho de 2009.

Ministério discute a regulamentação de produtos oriundos de nanotecnologia. Disponível em [http://www.s bq.org.br/noticia/minist% C3% A9rio-discute-regulamenta% C3% A7% C3% A3o-de-produtos-oriundos-de-nanotecnologia](http://www.s bq.org.br/noticia/minist%20A9rio-discute-regulamenta%20C3%A7%C3%A3o-de-produtos-oriundos-de-nanotecnologia). Acesso em 08.03.2019

SCHENBERG, Ana Clara Guerrini. Biotecnologia e desenvolvimento sustentável. Revista do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. Volume: 24, Número: 70, 2010. Disponível em <https://www.revistas.usp.br/eav/issue/view/758>. Acesso em 22.08.2021

SILVA, L. P.; MAGALHÃES, B. S.; BONATTO, C. C.; CURLEY, R. C.; BEM QUERER, M. P.; RECH FILHO, E. L.; BLOCH JÚNIOR, C. - BioNanotecnologia/Nanobiotecnologia: a quarta revolução industrial., Revista eletrônica Embrapa. 2018. Acesso em 20.10.2021. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-publicacao/166572/bionanotecnologiananobiotecnologia-a-quarta-revolucao-industrial>

SILVEIRA, S. M. B., & Foladori, G. (2016). Nanotecnologia e água no Brasil. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, 38(2), 153-161. <https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v38i2.32668>

STATNANO.2022. Disponível em: < <https://statnano.com>>. Acesso em 02.08.2021

UNICEF .Uma em cada cinco crianças em todo o mundo não tem água suficiente para atender às suas necessidades diárias. Disponível em <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/uma-em-cada-cinco-criancas-em-todo-o-mundo-nao-tem-agua-suficiente>. Acesso em 29.08.2022

- UNICEF. Declaração Universal dos Direitos da Criança. Disponível em . Acesso em 4/6/2009.

XIAOLEI QU, PEDRO J.J. ALVAREZ, QILIN LI, 2012 Original: <https://sci-hub.tw/10.1016/j.watres.2012.09.058> Aplicações da nanotecnologia no tratamento de água e águas residuais Xiaolei Qu, Pedro J.J. Alvarez, Qilin Li Departamento de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental, Universidade de Rice, Houston, TX 77005, EUA

WIESE, D.L. Future impact of crops with modified herbicide resistance. Weed Technology, Champaign, v.6, n.3, p.665-668, 1992.