NANOPARTÍCULAS E A ABRANGÊNCIA DOS SEUS IMPACTOS: REVISÃO SOBRE A AMPLITUDE DE SEUS AVANÇOS E A EXISTÊNCIA DE LACUNAS

Alanda de OLIVEIRA[1], Juliano Padua de OLIVEIRA[2], Rodrigo LINGNAU[3], Thalita Grando RAUEN[4]

[1]Programa de Pós - Graduação em Engenharia Ambiental: Análise e Tecnologia Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Francisco Beltrão
Francisco Beltrão – Paraná - Brasil

[2] Programa de Pós - Graduação em Engenharia Ambiental: Análise e Tecnologia Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Francisco Beltrão
Francisco Beltrão – Paraná – Brasil

[3] Programa de Pós - Graduação em Engenharia Ambiental: Análise e Tecnologia Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Francisco Beltrão
Francisco Beltrão – Paraná – Brasil

[4]Programa de Pós - Graduação em Engenharia Ambiental: Análise e Tecnologia Ambiental
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Francisco Beltrão
Francisco Beltrão – Paraná - Brasil

E-mails: alandaa064@hotmail.com, julianopadua@alunos.utfpr.edu.br , rodrigolingnau@gmail.com , tgrauen@utfpr.edu.br

Resumo: *O presente trabalho aborda as questões de aplicabilidades das nanopartículas, que trouxeram grandes avanços e contribuições para a sociedade, em áreas que abrangem a Medicina, Engenharia e Biologia. O estudo é caracterizado por uma revisão bibliográfica nas bases de dados, através de uma metodologia qualitativa, tendo como principal referência os termos "nanopartículas" e "efeitos", priorizando estudos/pesquisas realizados a partir de 2018, deparando-se com inovações promissoras. Além disso, ainda existem muitas lacunas que assolam o universo das nanopartículas. Em especial, lacunas que abrangem a fragilidade das políticas públicas, essenciais para administrar e fiscalizar poluentes e contaminantes que possam apresentar efeitos nocivos ao meio ambiente – físico, biológico e social. Nesse sentido, este estudo ressalta a importância de promover discussões democráticas, decisivas e participativas no que tange as diversas questões das nanopartículas, sejam suas aplicabilidades, benefícios e os possíveis riscos que podem apresentar, considerando as possibilidades de uso e descarte inadequados, visto que ainda existem poucos estudos apresentando níveis e grau de toxicidade da imensa variedade de nanopartículas utilizadas atualmente. A partir das buscas realizadas, observou-se que a grande maioria dos artigos tratam sobre nanopartículas de prata (AgNPS) e nanopartículas de óxido de ferro (FeNP), aplicadas principalmente em tratamentos antibacterianos e melhoramento nos produtos industriais.*

Palavras-chave: *Nanopartículas; efeitos; aplicabilidades; políticas públicas.*

INTRODUÇÃO

As nanopartículas podem ser definidas como, partículas naturais ou artificiais que possuem dimensão menor que 100 nanômetros (nm). O advento das nanopartículas e o uso da nanotecnologia, sem dúvida, foi um grande avanço no século XX e XXI, sobretudo porque as suas possibilidades de aplicações se expandiram para diferentes áreas, que transitam desde a medicina, agricultura, biotecnologia, e entre tantas outras. No entanto, apesar de um cenário promissor com o aprimoramento e desenvolvimento da nanotecnologia, hoje, não se passa despercebido que em muitos dos processos que dependem das nanopartículas podem oferecer riscos de contaminação do ambiente, acarretando em diferentes consequências que integram o âmbito biológico, social e político.

As maiores preocupações em relação às nanopartículas envolvem o descarte inadequado, pois elas estão presentes em diversos produtos que são usados diariamente. Um exemplo disso são os cosméticos e produtos de higiene pessoal, além de considerar que esse cenário apresenta uma tendência de expansão. Mas é claro que os efeitos das nanopartículas não se limitam apenas a aspectos nocivos, sendo ideal e necessário democratizar as discussões acerca dos diversos avanços que o uso das nanopartículas traz para a sociedade. Sob a ótica das inúmeras vantagens, podemos citar o uso das nanopartículas para descontaminação ambiental, como por exemplo o uso das nanopartículas na área da Medicina e Biomedicina, propondo avanços nos processos de desinfecção com o uso da nanoprata, promovendo contínuas melhorias nesse âmbito.

Portanto, por toda a extensão que as nanopartículas abrangem, desde seus benefícios e o potencial de contaminação por conta da falta de infraestrutura e políticas públicas que de fato englobem esses aspectos, é necessário promover uma democratização sobre os efeitos das nanopartículas, por meio de discussões que não se limitem a apenas termos técnicos e científicos, mas sim por meio de diálogos que percorram sob perspectivas que integram características promissoras e também as perspectivas que apontem as questões que merecem cada vez mais atenção. Logo, o presente estudo é caracterizado por um levantamento bibliográfico acerca das aplicabilidades das nanopartículas, assim como as fragilidades apresentadas dentro desse contexto, considerado cada vez mais contemporâneo.

APLICABILIDADE E FRAGILIDADES DO USO DAS NANOPARTÍCULAS

As condições ambientais exercem grande influência na durabilidade da imensa gama de produtos existentes. Ao encontro disso, é evidente que ao longo dos últimos anos a ciência e as indústrias se preocuparam em desenvolver diferentes processos que pudessem promover maior durabilidade e qualidade dos produtos, relacionando a ideia de maior sustentabilidade dos produtos/materiais frente às questões socioambientais. Grandes exemplos estão relacionados a propriedades da madeira, as quais estão sujeitas às intempéries diariamente, sob diferentes condições de temperatura e umidade, consequentemente ficando mais suscetíveis a descoloração, rachaduras e empenamentos. Levando em consideração estes aspectos, o uso das nanopartículas já vem sendo explorado em espécies de coníferas, algumas empresas estão abordando a estabilidade da cor da madeira por meio da aplicação de fotoestabilizadores (POUBEL *et al*, 2017).

Além disso, muitas pesquisas têm se concentrado no uso de átomos de ferro, que apresenta como principal vantagem de originar outros compostos por meio de diferentes combinações, como o óxido de ferro, amplamente destacado no mercado por exibir propriedades relacionadas a alta reatividade, magnetismo e a grande área de superfície em relação ao volume. Por apresentar estas vantagens, nanopartículas de óxido de ferro (NP Fe_2O_3) estão ganhando cada vez mais espaço na área ambiental, especialmente nos parâmetros voltados a remediação e descontaminação da água e solo, como também na área da medicina, utilizadas como carreadores de fármacos, e meio de contraste em imagens de ressonância magnética e tratamentos anticâncer. E, diante do fato das nanopartículas de óxido de ferro serem abundantemente utilizadas e comercializadas em uma variedade de produtos, surge também extensas preocupações com o descarte no ambiente aquático e terrestre, em razão da possibilidade de se aglomerar com outros tipos de compostos, acarretando em mudanças nas características físico-químicas, se tornando instáveis e prejudiciais ao ambiente, sobretudo em termos de genotoxicidade e citotoxicidade (GALLEP *et al*, 2018).

Apesar dos grandes benefícios que o uso das nanopartículas proporcionam, é válido discutir as fragilidades que estão envolvidas a esse universo. Em especial sobre a disseminação da importância e aplicabilidade, que na maioria das vezes fica restrita ao meio

científico, em uma linguagem técnica, sobretudo em nível de pós-graduação. Sob esse contexto, o sistema educacional de ensino básico ainda tem pouco acesso a nanociência, sendo que as nanopartículas estão presentes em inúmeros materiais e/ou produtos usados diariamente, portanto, a democratização e o acesso a essas informações deve ser alvo de discussão junto a outras questões (KATANOSAKA; FOSTIER; SANTOS, 2020).

Além disso, aspectos relacionados a condições biológicas dos organismos vivos vem sendo discutido sob diversas óticas, pois as nanopartículas podem ser consideradas como poluentes emergentes, tendo em vista o potencial de causar danos a longo prazo, relacionando as concentrações/dosagens e a falta de legislação que ampare e estabeleça níveis adequados presentes no meio (MESAK; MALAFAIA, 2017).

Diante disso, portanto, é imprescindível que o desenvolvimento e avanços proporcionados pele uso das nanopartículas sejam combinados e aliados a estratégias que se atentem às questões ecológicas e essenciais ao meio ambiente (FERREIRA; ANNA, 2015). A conjuntura que trata sobre a regulamentação de novos medicamentos existe uma série de processos de atividades que são realizadas pelas agências de regulamentação. Em âmbito nacional, por exemplo, a agência responsável pelos procedimentos é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), nos Estados Unidos (EUA) é a Food and Drug Administration, já na Europa a agência responsável chama-se European Medicines Agency, e nesse caso, cada país delimita os processos e atividades de maneira diferente (TOBLER; ROCHA, 2020), como mostram a tabela abaixo:

Tabela 1 - Atividades e processos desenvolvidos pelas agências reguladoras

Processos e atividades	EUA (FDA)	UE (EMA)	Brasil (Anvisa)
Investimento financeiro para o desenvolvimento da nanotecnologia no país	Sim	Sim	Sim
Regulamentações específicas para nanomedicamentos	Não	Não	Não
Guias para orientação do setor regulado sobre a submissão de nanomateriais	Sim	Sim	Não
Formulário específico para a declaração da presença de nanomateriais no medicamento acabado	Sim	Sim	Não
Posicionamento sobre a aplicabilidade dos testes toxicológicos para nanomedicamentos disponível	Sim	Sim	Não
Investimentos federais são direcionados para a validação e aperfeiçoamento dos testes toxicológicos para nanomedicamentos	Sim	Sim	Sim
Laboratórios de metrologia estão adaptados à nanotecnologia	Sim	Sim	Sim
Base de dados unificada disponível para armazenar informações sobre nanomateriais	Sim	Sim	Não

Fonte: TOBLER; ROCHA, 2020.

A partir desse panorama, é possível observar que o Brasil apresenta várias fragilidades que comprometem e influenciam sob as questões socioambientais, indicando um cenário preocupante, sendo estabelecido apenas em 2013 um Comitê Interno de Nanotecnologia da Anvisa, oficializado somente em 2014 e além disso, ainda são poucos projetos de lei existentes referentes a nanotecnologia (TOBLER; ROCHA, 2020), como mostra a tabela 2:

Tabela 2 - Projetos de Lei que envolvem nanotecnologia

Projeto	Assunto	Situação
PL n° 880/2019[33], em tramitação	Cria o Marco Legal da Nanotecnologia e estabelece incetivos ao desenvolvimento científico, pesquisa, capacitação e inovação no âmbito da nanotecnologia.	03/04/2019 - Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania (Secretaria de Apoio à Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania) 03/04/2019 - Matéria com a relatoria
PL complementar n° 23[34], de 04 de fevereiro de 2019	Permite a inclusão no Simples Nacional de empresas cuja atividade seja suporte, análises técnicas e tecnológicas, pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologia.	13/03/2019 - Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática (Secretaria de Apoio à Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática) 13/03/2019 - Matéria com a relatoria
PL n° 683[35], de 02 de julho de 2019	Confere ao município de Florianópolis (SC) o título de "Capital Nacional da Nanotecnologia e Novos Materiais".	06/06/2019 - Plenário do Senado Federal (Secretaria Legislativa do Senado Federal) 06/06/2019 - Aguardando interposição de recurso
PL n° 6.741[36], de 11 de novembro de 2013	Dispõe sobre a Política Nacional de Nanotecnologia, a pesquisa, a produção, o destino de rejeitos e o uso da nanotecnologia no país e dá outras providências.	05/04/2017- Apense-se o PL n° 6.741/2013 ao PL n° 5.133/2013 31/01/2019 - Arquivado
PL n° 5.133[37], de 13 de março de 2013	Regulamenta a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia.	05/04/2017- Apense-se o PL n° 6.741/2013 ao PL n° 5.133/2013 31/01/2019 - Arquivado
PL n° 5.076[38], de 18 de abril de 2005	Dispõe sobre a pesquisa e o uso da nanotecnologia no país, cria a Comissão Técnica Nacional de Nanossegurança (CTNano), institui o Fundo de Desenvolvimento de Nanotecnologia (FDNano) e dá outras providências.	05/11/08 - Rejeitada 18/02/2009 - Arquivado "A Comissão de Finanças e Tributação, em reunião ordinária realizada hoje, conclui, unanimemente, pela incompatibilidade e inadequação financeira e orçamentária do Projeto de Lei n° 5.076-B/05, nos termos do parecer do relator"
PL n° 131/2010[39], em tramitação	Altera o Decreto-Lei n° 986, de 21 de outubro de 1969, que institui normas básicas sobre alimentos, e a Lei n° 6.360, de 23 de setembro de 1976, que dispõe sobre a vigilância sanitária a que ficam sujeitos os medicamentos, as drogas, os insumos farmacêuticos e correlatos, cosméticos, saneantes e outros produtos e dá outras providências, para determinar que rótulos, embalagens, etiquetas, bulas e materiais publicitários de produtos elaborados com recurso à nanotecnologia contenham informação sobre esse fato.	01/08/2013 - Rejeitada "Finalmente, além de gerar confusão e alarme, o projeto sob análise pode encarecer o preço dos produtos, em decorrência da imposição de maiores exigências burocráticas"

Fonte: TOBLER; ROCHA, 2020.

Nesse sentido, as lacunas e fragilidades envolvidas no universo das nanopartículas precisam ganhar espaço no âmbito político, bem como as discussões que envolvem novas possibilidades de aplicações nos diversos setores da sociedade, além do incentivo e investimento a novas pesquisas científicas.

METODOLOGIA

Em função da grandiosa disponibilidade de banco de dados na internet e com a facilidade de acesso, o âmbito da pesquisa ainda sofre com quantidades consideráveis de informações não fundamentadas, além das revistas predatórias, facilitando ocasiões de plágio, por exemplo. Logo, a busca de artigos é essencial para a construção e embasamento

de pesquisas e artigos científicos, portanto, o pesquisador deve ter clareza e objetivos definidos para realizar uma busca de qualidade (TREITA *et al*, 2011).

Além disso, através de um método bibliográfico e exploratório também é possível apontar os principais interesses, tendências e preocupações ao longo do tempo, utilizando como ferramenta uma análise cienciométrica, fundamentada em critérios estabelecidos que norteiem o processo de investigação, como por exemplo: número de citações, nível da revista/periódico, fator de impacto de entre tantos outros indicadores que podem ser estipulados (PARRA; COUTINHO; PESSANO, 2019).

Portanto, este estudo é baseado na revisão de literatura encontrada nos periódicos Capes e Scielo. Inicialmente, os termos "nanopartículas" e "efeitos" foram selecionados para realizar a busca de literatura na plataforma de periódicos da Capes e estruturar a discussão sobre "Aplicabilidade das nanopartículas", e, além disso, utilizou-se critérios e/ou filtros de inclusão – artigos que tivessem data de publicação a partir de 2017. Já a estruturação e discussão das "Problemáticas que envolvem o universo das nanopartículas", inicialmente foi realizado a busca pelos termos "Direito ambiental" e "nanopartículas", e em seguida, a busca pelos termos "legislação" e "nanopartículas", na base de dados Scielo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na busca por artigos com base nos termos "efeitos" e "nanopartículas" a partir de 2017 na plataforma de Periódicos Capes, observamos um total de 111 artigos que abordam sob diferentes enfoques a temática de nanopartículas. Com relação aos tipos de nanopartículas discutidas por estes trabalhos, nota-se que a grande maioria aborda as nanopartículas de prata e óxido de ferro.

Por conta das características físico químicas apresentadas pelas nanopartículas de óxido de ferro, muitos estudos se dedicam nas suas aplicabilidades, principalmente na área ambiental para descontaminação de água e solo. O primeiro estudo encontrado a partir do filtro de busca neste trabalho, trata-se sobre a caracterização de uma nanopartícula de óxido de ferro (Fe_2O_3) em dois diferentes meios: água e meio de cultura DMEM (Modified Eagle Medium), sendo observado que as nanopartículas sofreram mudanças nas características físico-químicas conforme o meio dispersante, além disso, potenciais de genotoxicidade e

citotoxicidade foram avaliados em indivíduos adultos da espécie Dano rerio (zebrafish) por meio de testes *in vivo e in vitro*, apresentando genotoxicidade em células branquiais e sanguíneas (GALLEP, *et al*, 2018). Além disso, nanopartículas de óxido de ferro (nanopartículas de magnetita e núcleo de folato de magnetita) são utilizadas em tratamento antitumorais em células leucêmicas e hepatocarcinoma, representando um importante avanço para a saúde pública (SHOSHA, *et al*, 2022).

Em relação aos artigos que abordam as nanopartículas de prata, inicialmente surgem com uma discussão voltada a importância da nanociência e nanotecnologia, singularmente com enfoque na democratização sobre suas aplicabilidades (KATANOSAKA; FOSTIER; SANTOS, 2020). As nanopartículas podem ser sintetizadas por meio do uso de plantas e microrganismos, um passo muito importante nos últimos anos, é que a ciência tem valorizado a síntese de nanopartículas por um processo conhecido como nanotecnologia verde, que associa processos químicos, físicos e biológicos de maneira sustentável, capaz de reduzir os impactos ocasionados ao ambiente e a saúde pública. O desenvolvimento destes processos é um importante fator a ser destacado no universo das nanopartículas, pois muitos métodos tradicionais de síntese de nanopartículas fazem o uso de reagentes químicos que podem ser nocivos e ainda existem poucos estudos que compreendam aspectos referentes a grau de toxicidade (BAVARESCO, *et al*, 2020).

Os fungos ganham destaque na produção/síntese de nanopartículas de prata (AgNPS) por conta da produção de proteínas que conferem estabilidade para as nanopartículas, por exemplo o fungo *Aspergillus flavo-furcatis*, que apresenta atividade antimicrobiana (GOMES, *et.al*, 2020). Outro exemplo é a biossíntese de nanopartículas de prata por *Mikania glomerata Sprangel* que inibe o crescimento de *Candida Albicans* (KISCHKEL, *et al*, 2018), como também o uso de biocompostos existentes no extrato de erva mate (*Ilex paraguariensis)* para síntese de AgNPS, tornando-se uma alternativa ecologicamente viável frente a outros métodos tradicionais (BRAVARESCO, *et al*, 2020).

Outro aspecto abrangente atualmente é o uso indiscriminado de fármacos, especialmente os antibióticos, que estão causando multirresistência de bactérias patogênicas e a formação de biofilmes, transfigurando-se também como um questão de saúde pública, dessa forma, portanto, em virtude das atividades antimicrobianas e custo benefício, as

AgNPS também estão sendo utilizadas em possíveis interferências na formação de biofilmes causados por *Aeromonas spp*, obtidas em organismos aquáticos (FREIRE, *et al*, 2018). Na medicina veterinária, por exemplo, as AgNPS vêm sendo aplicadas no tratamento de mastite bovina, que é uma doença que acaba afetando a diminuição na produção de leite, provocando até mesmo prejuízos econômicos às indústrias e agricultores (FERNANDES, *et al*, 2021).

Ademais, o desperdício, a poluição, a má distribuição e os tratamentos tradicionais/convencionais da água são questões cada vez mais recorrentes no mundo todo. Em relação aos métodos tradicionais para o tratamento de água envolve a separação por membranas, também conhecido como nanofiltração, no entanto, uma das desvantagens desse processo é a probabilidade de ocorrer incrustações, afetando a eficiência do tratamento e nesse contexto, o uso de AgNPS associado à carvão ativado mostram-se como uma opção promissora (ROSA, 2022).

Por outro lado, na busca pelos termos "legislação ambiental" e "nanopartículas", apenas 01 artigo foi encontrado, intitulado como: "Espumados magnetizáveis úteis em processos de recuperação ambiental", um estudo focado no aproveitamento de produção de resinas alquídicas como matrizes de compósitos, aplicadas na recuperação de ambientes aquáticos contaminados (LOPES; SOUZA; JUNIOR, 2010). Já na busca pelos termos "Direito ambiental" e "nanopartículas" na base de dados Scielo, nos deparamos com nenhum resultado encontrado. Diante disso, para estruturar o tópico que abrange as problemáticas, alguns trabalhos que abrangem aspectos da legislação e as nanopartículas foram utilizados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento realizado, pode-se entender que as nanopartículas contribuem e continuarão contribuindo para as mais diversas áreas, como a Medicina, Engenharia e Biologia, colaborando de maneira significativa para o progresso de muitas questões e inovações, bem como a economia mundial.

Mas ainda assim, o universo das nanopartículas enfrenta o árduo desafio relacionado a marcos regulatórios, trazendo inúmeras inquietações que envolvem o meio ambiente – físico, biológico e social. Em vista disso, além das novas possibilidades a serem exploradas pelas nanopartículas, é essencial que haja a democratização destas questões na sociedades,

especialmente no âmbito das políticas públicas ambientais, fundamentais para estabelecer limites que corroborem na sustentação do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

BRAVARESCO, *et al*. Síntese verde de nanopartículas de prata a partir do extrato de folhas de erva mate (*Ilex paraguarienses).* Scientia cum industria, Vol.8 (1), p.39-45, 2020. Disponível em: http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/8228/pdf

FERNANDES, Patrícia Érica *et al*. Concentrações subinibitórias de nanopartículas de prata e nitrato de prata na resistência adaptativa e cruzada com antibióticos em patógenos de mastite bovina. **Ciência Rural,** v. 51, n. 12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200672>.

FERREIRA, Aldo Pacheco; SANT'ANNA, Leonardo da Silva. A nanotecnologia e a questão da sua regulação no Brasil: impactos à saúde e ao ambiente. Revista UNIANDRADE, v.16, n.3, p.119-128, 2015. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/15157

FREIRE, Naiana B. *et al*. Atividade antimicrobiana e antibiofilme de nanopartículas de prata sobre isolados de Aeromonas spp. obtidos de organismos aquáticos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v 38, n. 02, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-4805>.

GALLEP, Tatiane Balbo *et al*. Efeitos de nanopartículas comerciais de óxido de ferro (Fe2O3): citotoxicidade, genotoxicidade e estresse. **Química Nova**, v. 41, n. 9 , pp. 974-981, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170271>. ISSN 1678-7064. https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170271.

GOMES, D. M. D., N. DURÁN, A. B. SEABRA, L. P. SILVA, F. B. PRADO, T. A. SILVA & M. F. S. TEIXEIRA, 2020. Síntese verde de nanopartículas de prata intermediada por fungo anamórfico e eficácia antibacteriana e antifúngica**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 15(2): 433-443. DOI: http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i2.332.

KATANOSAKA, Aline Kaori; FOSTIER, Anne Helene; SANTOS, Elias Barros. Efeito do HG2 e dos íons CU2, FE2, NI2, SN2 de ZN2 na estabilidade de nanopartículas de prata: uma prática interdisciplinar de nanotecnologia experimental. **Química Nova** 44.4: 512-18, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/Jj8MtXQntqnTTvtKmsh4xmb/

KISCHKEL, Brenda *et al*. Nanopartículas de prata biossintetizadas por Mikania glomerata Sprengel inibem o crescimento de Candida albicans e Staphylococcus aureus. **Arquivos de**

Ciências da Saúde, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 46-52, dez. 2018. ISSN 2318-3691. Disponível em: <**https://cienciasdasaude.famerp.br/index.php/racs/article/view/1265**>.

LOPES, M.C; SOUZA JR, F DE OLIVEIRA. Espmumados magnetizáveis úteis em processo de recuperação ambiental. **Polímeros**, v. 20, n 5, p. 359-365, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/po/a/KCLcqMP7853nMVPNWd9CdGy/abstract/?lang=pt#

MESAK, Carlos; MALAFAIA, Guilherme. Efeito Citotóxico Da Associação Entre Nanopartículas De ZnO E Glifosato Em Uma Espécie De Anfíbio Neotropical. **Multi-Science Journal,** 1.8, 2017. Disponível em: https://periodicos.ifgoiano.edu.br/index.php/multiscience/article/view/487

PARRA, M. R.; COUTINHO, R. X.; PESSANO, E. F. C. UM BREVE OLHAR SOBRE A CIENCIOMETRIA: ORIGEM, EVOLUÇÃO, TENDÊNCIAS E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. **Revista Contexto & Educação,** *[S. l.]*, v. 34, n. 107, p. 126–141, 2019. DOI: 10.21527/2179-1309.2019.107.126-141. Disponível em: https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/7267

POUBEL, Dallyene Da Silva, *et al*. Efeito De Nanopartículas De ZnO Na Resistência Da Madeira De Pinus Tratada Termicamente à Radiação UV. **Scientia Forestalis**, Vol.45, 2017. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr113/cap05.pdf

ROSA, Guilherme Otávio, et al. Avaliação de alumina e carvão ativado conjugados com nanopartículas de prata como pré-tratamentos para nanofiltração visando à redução da incrustação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 27, n. 1, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200244>

SHOSHA, *et al*. Invivo and invitro evaluation of antitumor effects of iron oxide and folate core sheel-iron oxide nano-particles. **Brazilian Journal of Biology**, 84, e253183, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjb/a/Qj3CdGkkHWtTwmdfbCX3Hkg/#

TOBLER, J. P.; ROCHA, H. V. A. Bases regulatórias para a avaliação da segurança de medicamentos à base de nanotecnologia. **Vigil Sanit Debate**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 64–74, 2020. DOI: 10.22239/2317-269X.01358. Disponível em: https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/1358.

TREINTA, F. *et al.* Utilização de Métodos Multicritério para a Seleção e Priorização de Artigos Científicos. *In:* SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 2011, Bauru. *Anais*. Bauru; 2011