

A importância da nanotecnologia para a indústria farmacêutica

Gabriela Guimarães de Carvalho

Graduanda em Farmácia pela Universidade Católica de Brasília - UCB, 2021

DOI: 10.47573/aya.5379.2.55.26

RESUMO

Os impactos da evolução sociocultural exigem mudanças de todos os âmbitos que fazem parte da sociedade para que possam permanecer em constante desenvolvimento e, assim, suprir as necessidades sociais, ressaltando-se, na indústria farmacêutica, a inovação tecnológica por meio das nanotecnologias. A presente pesquisa tem como objetivo geral demonstrar a importância da nanotecnologia para a indústria farmacêutica, assim, foram propostos como objetivos específicos: conceituar e definir a nanotecnologia, contextualizar a nanotecnologia com a farmacologia a partir dos nanofármacos e demonstrar a relevância da nanotecnologia para a indústria farmacêutica. Como metodologia, optou-se pela pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa e processo de levantamento bibliográfico com a finalidade de aprofundar os conhecimentos sobre o assunto. Como resultado, foi objetivo não apenas a importância da nanotecnologia para a farmácia, como seu aumento para o futuro ao ponto de se tornar imprescindível. Conclui-se pelo atingimento de todos os objetivos propostos e a solução para o problema de pesquisa trazido, recomendando-se que em pesquisa futuras seja agregado pesquisa de campo e experimental como observação prática do assunto.

Palavras-chave: nanotecnologia. revolução. indústria farmacêutica. inovação tecnológica. nanofármacos.

ABSTRACT

The impacts of sociocultural evolution seek changes in all areas that are part of society so that they will remain in constant development and thus meet social needs, emphasizing, in the pharmaceutical industry, technological innovation through nanotechnologies. This research has as general objective to demonstrate the importance of nanotechnology for the pharmaceutical industry, thus, specific objectives were proposed: conceptualize and define a nanotechnology, contextualize a nanotechnology with a pharmacology based on nanopharmaceuticals and develop a nanotechnology for the pharmaceutical industry. As a methodology, we opted for descriptive research, with a qualitative approach and a bibliographic survey process to deepen the knowledge on the subject. As a result, the goal is not just the importance of nanotechnology for a pharmacy, but its expansion into the future to the point of becoming essential. It is concluded that all the proposed objectives have been reached and the solution to the research problem brought up, it is recommended that in future research field and experimental research be added as a practical observation of the subject.

Keywords: nanotechnology. revolution. pharmaceutical industry. technologic innovation. nanopharmaceuticals.

INTRODUÇÃO

Notória é a importância e relevância científica, social e econômica das indústrias farmacêuticas, assim como a necessidade de mudanças advindas com a evolução social. Sabe-se que os métodos de tratamento convencionais da farmacologia, embora tenham sido um grande marco para o desenvolvimento do segmento e para a saúde, na atualidade, tem se apresentado como insuficientes, ensejando em efeitos adversos e redução de eficácia terapêutica, exigindo, de forma emergente, novos métodos de tratamento efetivos e de toxicidade reduzida.

A partir dessa justificativa, diante do papel fundamental da indústria farmacêutica e seus tratamentos, evidencia-se a necessidade de estudo da nanotecnologia que se apresenta como uma opção tecnológica eficiente inovadora no ramo farmacêutico, contextualizando-a na temática proposta como forma de ressaltar sua relevância no avanço da farmacologia e os inúmeros benefícios decorrentes de sua aplicação farmacêutica.

Portanto, questiona-se: qual é a importância da nanotecnologia para a indústria farmacêutica?

A presente pesquisa tem como objetivo geral demonstrar a importância da nanotecnologia para o avanço da farmacologia.

Para tanto, foram propostos como objetivos específicos: conceituar e definir a nanotecnologia; contextualizar a nanotecnologia com a indústria farmacêutica a partir dos nanofármacos e demonstrar a relevância da nanotecnologia para a farmacologia, a partir de seus benefícios e vantagens, analisando e discutindo resultados.

Desta forma, tem-se como hipótese inicial que a inovação tecnológica é uma essencialidade que está se internalizando na sociedade ao ponto de todo e qualquer processo se tornar informatizado ou automatizado, ante a facilitação e acessibilidade que proporciona, sendo igualmente aplicável ao segmento farmacêutico que, através da nanotecnologia, tem a oportunidade de revolucionar a indústria com melhores resultados, contribuindo para o desenvolvimento do país e do mundo.

Assim, no intuito de aprofundar o conhecimento científico sobre a temática, com o objetivo de pesquisa descritiva e com o uso da abordagem qualitativa, partindo da metodologia hipotético-dedutiva, buscou-se responder ao problema de pesquisa proposto.

Portanto, os objetivos propostos foram alcançados, respondendo-se ao problema de pesquisa com a confirmação da hipótese inicial, destacando a importância da nanotecnologia na indústria farmacêutica por suas vantagens e benefícios e redução de riscos e custos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para que a compreensão sobre os resultados e discussão apresentados, necessária a descrição da metodologia adotada no presente estudo, assim como os procedimentos utilizados para pesquisa, coleta e análise dos dados.

No intuito de aprofundar o conhecimento científico sobre a temática, com o objetivo de pesquisa descritiva e com o uso da abordagem qualitativa, partindo da metodologia hipotético-

-dedutiva, buscou-se responder ao problema de pesquisa proposto.

A pesquisa científica teve início com a delimitação do tema, elaborando um pequeno projeto onde se levantou informações importantes como os objetivos (geral e específicos), a justificativa, a hipótese e a pergunta-problema, o que possibilitou uma maior compreensão do que se pretendia pesquisar, facilitando a seleção mais criteriosa e específica de artigos científicos que versassem sobre o tema.

Para a realização do levantamento bibliográfico, utilizou-se plataformas oficiais de pesquisa científica, sendo a principal o Google Acadêmico onde foram realizadas pesquisas por palavras-chaves condizentes com o tema e, na sequência, leituras dinâmicas para pré-seleção de textos para, somente em um segundo momento, realizar a leitura analítica, selecionando possíveis citações e realizando anotações sobre ideias e entendimentos, formulando, assim, o amparo teórico juntamente com a discussão temática.

A IMPORTÂNCIA DA NANOTECNOLOGIA PARA A INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

A indústria farmacêutica se destaca pela Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) que se dão de forma intensiva, assim como é caracterizada pelo controle de ativos utilizados no processo de inovação, o que a tornou um dos setores mais rentáveis do comércio mundial, influenciando diretamente na economia global, onde o Brasil se apresenta como segundo país emergente de maior crescimento, tornando a farmacologia uma oportunidade economicamente valiosa, demonstrando a importância da farmacologia para vários segmentos e áreas com colaboração para o desenvolvimento nacional ao passo em que proporciona aprimoramento para melhorar a qualidade de vida da sociedade (AKKARI *et al.*, 2016)

Assim como os métodos terapêuticos evoluíram de componentes naturais para fármacos para tratamento convencional, a evolução social exigiu uma nova revolução na indústria farmacêutica que encontrou, na nanotecnologia, uma forma de aprimoramento e inovação de seus produtos. (SBALQUIERO *et al.*, 2018)

(...) por ser tão significativa, deve ter um impacto profundo na economia e na sociedade do século XXI, talvez comparável à tecnologia da informação e aos avanços mais recentes da biologia celular e molecular. Mais especificamente, é provável que a nanotecnologia revolucione não somente a informática, mas também áreas como a medicina, a biologia e a química, proporcionando um novo marco industrial. (LEOPOLDO, DEL VECHIO, 2020, p. 146)

Nesse viés, inquestionável que “a indústria farmacêutica é caracterizada pelo alto dinamismo e capacidade de globalização, sendo uma organização baseada em conhecimento e de alta tecnologia” (AKKARI *et al.*, 2016, p. 366), todavia, Borelli (2015) alerta para o fato de que o avanço da economia e tecnologia, embora de importância inquestionável, não é suficiente para que as mudanças necessárias sejam realizadas, é preciso que as instituições que se propõe a inovação e renovação tenham como foco primordial o atendimento e a manutenção do bem-estar social, assim como o fomento de políticas de inovação para o setor de produção em nível nacional.

A estratégia de inovação na indústria farmacêutica, embora mais onerosa, demorada e arriscada, é, em geral, a que proporciona maior capacitação e geração de valor. Essa estratégia pode estar alicerçada no desenvolvimento próprio de produtos, em parcerias para desenvolvimento ou aquisição de empresas e/ou produto em fase intermediária de desenvolvimento. (GIURIATTI, 2018, p. 30)

A tecnologia e suas diversas inovações refletem a evolução humana, cujo uso, na atualidade, se torna imprescindível para manutenção e permanência mercadológica, sendo seu principal objetivo a otimização para facilitação do cotidiano, impactando na melhoria e efetividade dos processos e qualidade de vida (SILVA, PINTO, 2020), não sendo diferente com a nanotecnologia:

(...) o começo do desenvolvimento dessa ciência veio com o desejo de criar inovações a partir de materiais com propriedades físicas extremamente pequenas em vista de tudo que já se conhecia na ciência, e que ao se beneficiar de sua escala nanométrica, proporcionasse características e efeitos diferentes no ambiente em que fossem aplicados.

Com isso, as descobertas desta nova área foram ganhando espaço e hoje, por ser uma tecnologia emergente, a nanotecnologia está gerando altas expectativas, já que possui capacidade de resolver grandes problemas e revolucionar diversas áreas e aplicações já disponíveis no mercado mundial. (SILVA, PINTO, 2020, p. 271-272)

Embora o termo “nanotecnologia” relacionada a criação atômica tenha sido utilizada somente em 1974 e aprofundada em 1980, sua ideia conceitual foi originada em 1959 por Richard P. Geyman (MEDEIROS, SALES JÚNIOR, 2018), apresentando-se como inovação em crescente escala e desenvolvimento ainda na atualidade.

A nanotecnologia se refere ao entendimento e controle de material em dimensões menores que 100 nanômetros, onde fenômenos singulares permitem novas aplicações. A nanotecnologia envolve a construção e uso de estruturas funcionais projetadas em escala atômica ou molecular, com pelo menos uma de suas dimensões medidas em nanômetros. Sendo que nesta escala, dois fatores combinam-se para alterar as propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais: o primeiro refere-se ao efeito quântico que se manifesta de forma mais evidente, e o segundo é observado porque quanto menor o tamanho da molécula, mais importantes se tornam os efeitos da superfície, pelo aumento da proporção entre sua área e volume. (GIURUATTI, 2018, p. 32)

Em uma conceituação técnica, Figueiras, Coimbra e Veiga (2014, p. 15) afirmam que as nanotecnologias, como ramo científico, “constituem abordagens à investigação e desenvolvimento que se referem ao estudo dos fenômenos e manipulação de materiais às escalas atômica, molecular e macromolecular”, diferindo de grandes escalas, assim, “foca-se em perceber e criar materiais, dispositivos e sistemas melhorados que explorem essas propriedades.”

Já em uma definição simplista, a nanotecnologia farmacêutica “é a área das ciências farmacêuticas envolvida no desenvolvimento, caracterização e aplicação de sistemas terapêuticos em escala nanométrica ou micrométrica.” (PIMENTEL *et al.*, 2007, p. 505-506)

Portanto, como ramo que aborda a tecnologia à nanoescala aos processos de produção, a nanotecnologia oportuniza o avanço nas mais variadas áreas, não apenas pela inovação, como pela reinvenção. (FIGUEIRAS, COIMBRA, VEIGA, 2014)

Desta maneira, a nanotecnologia pode ser vista como um campo interdisciplinar, pois resultado da combinação da química, engenharia e biologia, emergente, visto que originada da necessidade de mudanças de paradigmas científicos e convergente, por sua adaptação, demonstrando potencial revolucionário que a leva a ser cada vez mais explorada em vários ramos da ciência, inclusive, na farmacologia. (BORELLI, 2015)

Como destacam Silva e Pinto (2020, p. 270), “a nanotecnologia é uma área científica que surgiu a partir da ideia de criar uma tecnologia em escala nanométrica, que fosse útil em diferentes esferas, a fim de gerar melhoria na qualidade de vida”, nesse sentido, seu desenvolvimento está diretamente atrelado a evolução social e mutação de suas necessidades, proporcionando novos resultados mais efetivos que as aplicações preexistentes.

Portanto, embora originada há séculos, apresenta-se, ainda, como uma inovação na contemporaneidade, encontrando-se em estágios iniciais de uso, o que justifica o receio quanto aos riscos e efeitos, em contrapartida, não há questionamento em relação a efetividade e benefícios, o que motiva a continuidade de sua evolução na ciência. (SILVA, PINTO, 2020)

Quando ao seu objetivo, leciona Martins (2017) que a nanotecnologia tem como intuito monitorar, reparar e melhorar o sistema biológico como um todo, de forma ampliativa e abrangente, para tanto, exerce sua função diretamente com níveis moleculares nanoestruturais e bases multidisciplinares para aprimoramento terapêutico.

Quando se trata do ramo farmacêutico, resgata-se a ideia de administração pela terapêutica farmacológica que abrange de pequenas moléculas à moléculas biológicas, com ênfase numa terapia sistêmica convencional que, muitas vezes, pode ensejar em efeitos colaterais, ressaltando-se, então, a importância da aplicação da nanotecnologia à farmacologia que, através dos nanofármacos, propõe melhoras de biocompatibilidade, solubilidade e estabilidade, consequentemente, elevando a eficácia e reduzindo os efeitos prejudiciais:

A entrega do composto terapêutico ao seu alvo é um problema no tratamento de várias doenças. A administração convencional de fármacos é caracterizada por uma eficácia limitada, fraca biodistribuição e falta de seletividade. Estas limitações podem ser evitadas recorrendo à liberação controlada dos princípios ativos. Neste sistema, o fármaco é levado para o seu tecido alvo, minimizando assim a sua influência noutras células com a redução dos consequentes efeitos colaterais indesejáveis. (FIGUEIRAS, COIMBRA, VEIGA, 2014, p. 19)

Complementarmente, leciona Pinheiro (2016, p. 2):

(...) as limitações da terapêutica convencional como a biodisponibilidade limitada, solubilidade reduzida, acumulação inespecífica do fármaco, difícil transporte através da membrana de modo a alcançar micro-organismos intracelulares e ainda rápida degradação, requerem que novas soluções sejam descobertas.

O uso da Nanotecnologia encontra-se, assim, entre as estratégias mais promissoras para ultrapassar a resistência antimicrobiana, bem como as limitações da terapêutica convencional. Neste contexto, devido às suas características únicas podem ser usadas nanopartículas (NPs) estrategicamente com atividade antimicrobiana ou como veículos transportadores de antibióticos. (PINHEIRO, 2016, p. 2)

Não se refuta a importância dos tratamentos convencionais para o ramo da saúde, todavia, a administração tradicional de medicamentos exigem doses elevadas para que consigam alcançar a área a ser tratada com a concentração necessária ao tratamento, incontrolavelmente, quantidades de fármacos se acoplam em outros tecidos que podem causar efeitos adversos pela toxicidade do corpo, por esse fato é que os nanofármacos são vistos como potencial revolucionário na indústria farmacêutica, pois a utilização de nanopartículas possibilita a administração de doses adequadas e direcionadas a região de tratamento, reduzindo e até mesmo extinguindo a toxicidade no corpo, visto que, além de evitar a proliferação no sistema, pode fazer com que sejam necessárias menos doses diárias para efetividade desejada:

No campo farmacêutico, os nanocarreadores têm sido investigados como veículos de fármacos no desenvolvimento de medicamentos inovadores para solucionar problemas correlatos a biodisponibilidade, estabilidade e toxicidade. As formulações farmacêuticas nanoestruturadas são capazes de controlar a liberação de moléculas e ainda direcioná-las para seu local específico de ação e, assim, otimizam a terapia e reduzem seus efeitos adversos. (MATOS *et al.*, 2015, p. 8)

Desta forma, a nanotecnologia farmacêutica é um ramo em constante pesquisa e desenvolvimento por se apresentar perspicaz, não apenas no tratamento, como em prevenções e diagnósticos patológicos, levando a descoberta de novas maneiras e uso dessa tecnologia para obter novos fármacos que mantenham e ampliem a ação no combate e controle de doenças. (PIMENTEL *et. al.*, 2007)

Segundo Medeiros e Sales Júnior (2018, p. 12), a efetividade da nanotecnologia se dá por sua “alta praticidade de uso e a criação de materiais a partir de nível molecular”, ou seja, pela possibilidade de manipulação de partículas e moléculas nanoscópicas, visto que o funcionamento da composição estrutural diverge em comparação ao comportamento individual de cada partícula, alterando-se a depender do ambiente e das interações e, por consequência, permitindo novas aplicações mais restritas e efetivas para a saúde, viabilizando novos processos e produtos.

Com isso, a administração controlada de fármacos pode apresentar vários benefícios e vantagens como a diminuição dos efeitos colaterais das terapias convencionais, melhora da farmacocinética e farmacodinâmica, aumento na solubilidade do produto que permite outros métodos de ingestão da medicação; melhora a estabilidade, o que reduz a perda de fármaco quando da ingestão uma vez que se concentra no “alvo”, sem degradações; biocompatibilidade e biodegradabilidade (FIGUEIRAS, COIMBRA, VEIGA, 2014), além dos impactos relevantes ao meio ambiente, economia e o meio social, como o crescimento econômico; a capacidade de gerar novos empregos; o melhoramento na qualidade de vida de toda a população; práticas sustentáveis para o ecossistema; a otimização de recursos e o controle do desejável. (BORELLI, 2015)

Reconhecendo a potencialidade de revolução industrial, desde o início dos anos 2000, por meio do Conselho Nacional Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq e Ministério de Ciência de Tecnologia (MCT), o Brasil tem fomentado e investido no uso da nanotecnologia em vários segmentos, incluindo os fármacos, advindo não apenas inserção pública, como investimentos de empresas privadas, promovendo-se a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico estratégico na farmacologia. (GIURIATTI, 2018)

A inovação de um medicamento pode surgir a partir da modificação de uma ou mais propriedades do composto, incluindo estrutura química ou método de síntese do princípio ativo; forma farmacêutica; farmacodinâmica; farmacocinética; e outras propriedades terapêuticas. A avaliação da inovação no setor farmacêutico tem sido amplamente debatida, envolvendo múltiplas perspectivas, de modo a abranger os pacientes, a indústria, o governo, agências reguladoras, entre outros atores. Além disso, o valor inovador de um fármaco não é simplesmente uma propriedade intrínseca desse novo composto, mas também depende do contexto específico em que o medicamento é introduzido e a disponibilidade de outros medicamentos para tratar a mesma condição clínica. (AKKARI *et al.*, 20116, p. 367)

Sendo assim, tem-se que o potencial de desenvolvimento econômico e inovação na saúde não são suficientes para que a tecnologia farmacológica seja disseminada, é preciso justificção, essa, dada através de uma inovação ou reinvenção pelo aprimoramento de um fármaco já existente, ou seja, é preciso que o nanofármaco seja um novo produto ou, caso contrário, que comprove, efetivamente, que seus resultados são elevados positivamente e, portanto, seu tratamento é mais efetivo e realmente ocasiona em melhoria em comparação ao método conven-

cionalmente utilizado, todavia, há autores que defendem a inovação farmacêutica sob uma perspectiva ampliada e menos burlesca, considerando a utilidade clínica em questões econômicas e inovação proposta. (AKKARI *et al.*, 2016)

Já quando se trata de novos fármacos, outros métodos de análise devem ser utilizados, voltando-se a utilidade do produto, assim como o sopesamento de risco e benefício, para tanto, a doutrina estipula alguns requisitos que servirão de parâmetro de avaliação, esses, trazidos por Akkari *et al.* (2016, p. 368), “(1) o benefício em uma condição em que não existe um tratamento eficaz; (2) a melhoria no tratamento já existente; (3) um tratamento mais seguro (menor número de reações adversas e/ou interações medicamentosas); e (4) um tratamento de menor custo.”

Ademais, quando se fala sobre inovação tecnológica farmacêutica, deve-se considerar, independentemente de inovação ou aprimoramento, os estímulos à indústria, que se traduzem em questões como a redução de impostos sobre lucros de invenções e a recomendação para uso pelo custo e eficácia, promovidas através de políticas públicas para incentivo, reconhecimento e compensação, visando o benefício à sociedade ao mesmo tempo em que fomenta o desenvolvimento da indústria farmacêutica nacional por meio da revolução tecnológica. (AKKARI *et al.*, 2016)

Portanto, não se pode focar somente nos benefícios e vantajosidade, Leopoldo e Del Vecchio (2020) chama a atenção para o fato de que, justamente pela possibilidade de criação de novos componentes, as nanotecnologias devem ser fiscalizadas e regulamentadas, considerando-se os possíveis e eventuais riscos para o ser humano e para o meio ambiente, pois, com normativa, controle fiscal e orientação estatal, o uso das nanotecnologias para fármacos se torna mais segura e, por consequência, recorrente.

Todavia, embora se tenha inúmeros pressupostos e requisitos avaliativos, a aplicação se afasta da realidade prática que ainda exige aprofundamento e estudos para avaliação adequada aos juízos valorativos a serem considerados, nesse sentido, apresenta-se como uma possível solução um processo participativo-iterativo, gerando resultados mútuos e, portanto, reforçando o comprometimento e o compromisso com a pesquisa e a inovação proposta, considerando sua finalidade como prioridade nacional. (AKKARI *et al.*, 2016)

Embora com limitações, inegável as múltiplas vantagens que a nanotecnologia farmacêutica tem a oferecer, “novas formulações de medicamentos, novos meios de administração e incorporação de novas terapêuticas” (MARTINS, 2017, p. 20), sendo inúmeras as inovações propostas.

Da mesma forma em que Akkari *et al.* (2016) apresenta os requisitos doutrinários que baseiam o processo de avaliação dos fármacos, Giuriatti (2018) traz a classificação das formas de inovação, considerando o produto final apresentado com a inovação tecnológica, sendo a inovação radical a que apresenta um novo fármaco; inovação incremental a reformulação de um produto preexistente com um novo princípio ativo aplicado a estrutura química conhecida ou novas fórmulas formadas a partir de composição de componentes diversificados; a mera cópia do composto que é o caso de genéricos e uma nova destinação com indicação de uso para questões químicas já conhecidas.

Assim, com resultados altamente eficazes, a nanotecnologia se apresenta como nova opção tecnológica para aprimoramento da eficácia terapêutica farmacológica, com grande po-

tencial de impacto positivo e benéfico para área científica, econômica, tecnológica e, principalmente, social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando a pesquisa foi iniciada, constatou-se a insuficiência dos métodos tradicionais de tratamento da farmacologia, assim como a necessidade emergente de mudanças terapêuticas para a sociedade, evidenciando a nanotecnologia aplicada a indústria farmacêutica como inovação fundamental para as mudanças que a sociedade e a saúde exigem.

Diante disso, a pesquisa teve como objetivo geral demonstrar a importância da nanotecnologia para o avanço da farmacologia.

Após a análise bibliográfica, a apresentação dos resultados com a discussão, constatou-se que o objetivo geral foi atingido, uma vez que a pesquisa conseguiu demonstrar, de forma efetiva, embora sucinta, o quanto a nanotecnologia é importante para a farmacologia e a essencialidade de ser enfatizada como protagonista para os avanços e desenvolvimentos sociais, econômicos e científicos através dos nanofármacos.

O primeiro objetivo específico era conceituar e definir a nanotecnologia, atingindo-se a medida em que foram descritos os principais conceitos, definições e objetivo da nanotecnologia e dados de destaque sobre a indústria farmacêutica.

Sobre o segundo objetivo proposto, qual seja, contextualizar a nanotecnologia com a indústria farmacêutica a partir dos nanofármacos, essa foi completamente esgotada, visto que não apenas foram apresentados ambos conceitos, como realizada a ligação entre os mesmos, dando espaço ao cumprimento do último objetivo específico que foi a apresentação e discussão, após análise, do que torna a nanotecnologia importante para a indústria farmacêutica.

Assim, a partir da questão-problema indicado, a pesquisa iniciou com a hipótese de que a inovação tecnológica é uma essencialidade que está se internalizando na sociedade ao ponto de todo e qualquer processo se tornar informatizado ou automatizado, ante a facilitação e acessibilidade que proporciona, sendo igualmente aplicável ao segmento farmacêutico que, através da nanotecnologia, tem a oportunidade de revolucionar a indústria com melhores resultados, contribuindo para o desenvolvimento do país e do mundo, a qual foi confirmada pela discussão dos resultados e análise bibliográfica.

Diante da metodologia proposta, a pesquisa científica, constatou-se que embora tenha séculos de existência, a nanotecnologia ainda é um paradigma a ser internalizado, visto que demonstra-se como inovação na contemporaneidade e, a partir de pesquisas e dados, está se provando benéfica e eficaz, incentivando mais pesquisas quanto a seus riscos e efeitos e produção de novos produtos com seu uso até mesmo reformulação de produtos já existentes visando o aprimoramento do sistema de saúde e, por consequência, auxilia no desenvolvimento do país economicamente e tecnologicamente, concluindo-se, portanto, por sua inquestionável essencialidade para a atualidade e o futuro, ademais, considerando a restrição temática no estudo que se propôs a trazer as principais colaborações conforme o objetivo escolhido, recomenda-se para pesquisas futuras uma abordagem mais abrangente com colaboração de pesquisas de campos e experimentos que corroborem para a confirmação da importância temática.

REFERÊNCIAS

- AKKARI, Alessandra Cristina Santos; MUNHOZ, Igor Polezi; TOMIOKA, Jorge; SANTOS, Neusa Maria Bastos Fernandes dos; SANTOS, Roberto Fernandes dos. Inovação tecnológica na indústria farmacêutica: diferenças entre a Europa, os EUA e os países farmaemergentes. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 23, n. 2, 2016, p. 365-380. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/F66RRXT8N33rmDyV73cGJrk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 out. 2021.
- BORELLI, Elizabeth. Nanotecnologia: inovação e sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE. São Paulo: SINGEP, 2015. p. 1-13. Disponível em: <http://www.singep.org.br/4singep/resultado/264.pdf>. Acesso em: 01 out. 2021.
- FIGUEIRAS, Ana Rita Ramalho; COIMBRA, André Brito; VEIGA, Francisco José Baptista. Nanotecnologia na saúde: aplicações e perspectivas. *Boletim Informativo Geum*, Piauí, v. 5, n. 2, abr./jun. 2014, p. 14-26. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/geum/article/download/1729/1705>. Acesso em: 01 out. 2021.
- GIURIATTI, Tiago. Mapa tecnológico da nanotecnologia no setor brasileiro de medicamento em humanos. Dissertação (Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação). 117 f. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://profnit.org.br/wp-content/uploads/2020/11/UFSC-TIAGO-GIURIATTI-TCC.pdf>. Acesso em: 01 out. 2021.
- LEOPOLDO, Claudemir de Jesis; DEL VECHIO, Gustavo Henrique. Nanotecnologia e suas aplicações: uma revisão quanto aos seus conceitos, potencial de uso, riscos e tendências. *Interface Tecnológica*, [S. l.], v. 17, n. 2, 2020, p. 144-154. Disponível em: <https://sapientia.ualg.pt/handle/10400.1/9859>. Acesso em: 01 out. 2021.
- MARTINS, Raquel Costa. Nanotecnologia no diagnóstico e tratamento do cancro oral. Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária). 93 f. Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, Portugal, 2017. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/19786/1/Martins_Raquel_Costa.pdf. Acesso em: 01 out. 2021.
- MATOS, Breno N.; OLIVEIRA, Paula M.; AREDA, Camila A.; CUNHA-FILHO, Marcílio S. S.; GRATIERI, Taís; GELFUSO, Guilherme M. Preparações farmacêuticas e cosméticas com uso de nanotecnologia. *Brasília Med*, Brasília, v. 52, n. 1, 2015, p. 8-20. Disponível em: <https://cdn.publisher.gn1.link/rbm.org.br/pdf/v52n1a02.pdf>. Acesso em: 01 out. 2021.
- MEDEIROS, Thales Tenório; SALES JÚNIOR, Valdick B. de. Nanotecnologia e suas vantagens para o futuro. *Revista Facima Digital Gestão*. 2018. p. 11-21. Disponível em: https://www.facima.edu.br/instituto/revista/arquivos/ano3/revista_facima_ano_3_nanotecnologia.pdf. Acesso em: 01 out. 2021.
- PIMENTEL, Lúcia Figueira; JÁCOME JÚNIOR, Agenor Tavares; MOSQUEIRA, Vanessa Carla Furtado; SANTOS-MAGALHÃES, Nereide Stela. Nanotecnologia farmacêutica aplicada ao tratamento da malária. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, Ouro Preto, v. 43, n. 4, out./dez. 2007, p. 503-514. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6471>. Acesso em: 01 out. 2021.
- PINHEIRO, Cristiana Sousa. Nanotecnologia: solução às resistências bacterianas. Monografia (Mestre em Ciências Farmacêuticas). 29 f. Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Disponível em: https://eg.uc.pt/bitstream/10316/48229/1/M_Cristiana%20Pinheiro.pdf. Acesso em: 01 out. 2021.

SBALQUIERO, Giovanni; BALVEDI, Lucas; BETTIATO, Raphaella; RIBAS, João. Usod a nanotecnologia para o desenvolvimento de fármacos. Revista Saúde e Desenvolvimento, [S. l.], v. 12, n. 10, 2018, p. 242-252. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistasauade/index.php/saudeDesenvolvimento/article/view/881>. Acesso em: 01 out. 2021.

SILVA, Thamily de Paula; PINTO, Giuliano Scombatti. Nanotecnologia e sua influência na evolução da medicina. Interface Tecnológica, [S. l.], v. 17, n. 2, 2020, p. 269-280. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/982/550>. Acesso em: 01 out. 2021.