

EVIDÊNCIAS ACERCA DA APLICAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA NA PERSONALIZAÇÃO TERAPÊUTICA DE PACIENTES PSIQUIÁTRICOS REFRACTÁRIOS: REVISÃO DE LITERATURA

EVIDENCE ON THE APPLICATION OF NANOTECHNOLOGY IN THE THERAPEUTIC PERSONALIZATION OF REFRACTORY PSYCHIATRIC PATIENTS: LITERATURE REVIEW

EVIDENCIAS SOBRE LA APLICACIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA EN LA PERSONALIZACIÓN TERAPÉUTICA DE PACIENTES PSIQUIÁTRICOS REFRACTARIOS: REVISIÓN DE LA LITERATURA

DATA DE SUBMISSÃO: 08/10/2025 | DATA DE ACEITE: 20/10/2025 | DATA DE PUBLICAÇÃO: 29/10/2025

NELSON PINTO GOMES¹
JUDICLEIA MARINHO DA SILVA²
GABRIEL MARCHON DE FRANÇA³
MARIA DAS GRAÇAS OLIVEIRA SILVA⁴
DANIEL GOMES FIALHO⁵
NATALIA CUSTÓDIO MACHADO GONZAGA⁶
GABRIEL CAETANO DINIZ⁷
LUIS PEREIRA ROMÃO NETO⁸
RAFAEL VINHAL DA COSTA⁹
ELISABETE SOARES DE SANTANA¹⁰

¹Médico. Mestre em Peritagem Médica e Avaliação do Dano Corporal e Associado da Associação Portuguesa de Avaliação do Dano Corporal (APADAC) no 1017. Universidad Cardenal Herrera CEU em Espanha, São Brás de Alportel, Portugal.

²Enfermeira pela Universidade Estadual de Pernambuco (UPE). Pós Graduação em unidade de terapia intensiva, Arcoverde, PE, Brasil.

³Graduando em Farmácia pela Faculdade Santíssima Trindade (FAST), Nazaré da Mata, PE, Brasil.

⁴Graduanda em Biomedicina pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brasil.

⁵Médico com Residência em Psiquiatria e Pós-Graduação em UTI, Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), São Paulo, Brasil.

⁶Médica pela Universidad Autonoma San Sebastian (UASS), Alejo García, Paraguai.

⁷Médico generalista pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil.

⁸Graduando em Enfermagem pela Universidade Paraíso (UNIFAP), Juazeiro do Norte, CE, Brasil.

⁹Médico Psiquiatra. Professor do Centro Universitário (Unipam), Patos de Minas, Brasil.

¹⁰Mestranda em Ciência de Materiais pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil



RESUMO

Objetivo: Identificar as evidências sobre a aplicação da nanotecnologia na personalização terapêutica de pacientes psiquiátricos refratários, destacando seu potencial e os desafios ainda existentes. **Métodos:** Revisão de literatura realizada entre agosto e outubro de 2025, conduzida segundo recomendações do Joanna Briggs Institute e diretrizes de Galvão, Pansani e Harrad. A questão de pesquisa seguiu a estratégia PICO: População — pacientes com transtornos psiquiátricos refratários; Intervenção — nanotecnologia para personalização terapêutica; Comparação — terapias convencionais ou ausência de nanotecnologia; Desfecho — avanços e limitações. Foram pesquisadas PubMed, MEDLINE (BVS), Scopus e Google Acadêmico, com inclusão de estudos publicados entre 2021–2025, primários ou secundários, texto completo disponível e em qualquer idioma. A seleção seguiu o modelo PRISMA, com extração sistemática de dados na plataforma Rayyan por três revisores independentes. **Resultados e Discussão:** Foram identificados 306 registros, sendo 8 estudos incluídos na revisão final. Os achados indicam que sistemas de liberação controlada, nanopartículas e nanomateriais direcionados ao sistema nervoso central apresentam potencial para otimizar biodisponibilidade de fármacos, atravessar a barreira hematoencefálica e modular processos celulares relevantes, como plasticidade sináptica, neuroinflamação e estresse oxidativo. Embora grande parte dos estudos esteja em fases pré-clínicas ou experimentais, evidenciam mecanismos capazes de superar limitações de terapias convencionais e oferecer intervenções mais precisas e seguras. Desafios incluem segurança, biocompatibilidade, escalabilidade, aceitação clínica e complexidade da fisiopatologia psiquiátrica. **Conclusão:** A nanotecnologia apresenta potencial promissor para personalização terapêutica em transtornos psiquiátricos refratários, mas requer avanços em estudos translacionais, avaliação de segurança, protocolos padronizados e integração a abordagens terapêuticas consolidadas. Estratégias regulatórias e políticas de incentivo à pesquisa são fundamentais para viabilizar sua aplicação clínica de forma segura e eficaz.

Palavras-Chave: Nanotecnologia; Psiquiatria; Personalização terapêutica; Transtornos refratários; Medicina de precisão.

ABSTRACT

Objective: To identify evidence on the application of nanotechnology for therapeutic personalization in refractory psychiatric patients, highlighting its potential and existing challenges. **Methods:** Literature review conducted from August to October 2025 following Joanna Briggs Institute recommendations and Galvão, Pansani, and Harrad guidelines. The research question used the PICO strategy: Population — refractory psychiatric patients; Intervention — nanotechnology for therapeutic personalization; Comparison — conventional therapy or no nanotechnology; Outcome — advances and limitations. Searches were conducted in PubMed, MEDLINE (BVS), Scopus, and Google Scholar. Inclusion criteria were studies published between 2021–2025, primary or secondary, full-text available, in any language. Selection followed PRISMA methodology, with systematic data extraction using Rayyan by three independent reviewers. **Results and Discussion:** A total of 306 records were identified, with 8 studies included. Findings show that controlled-release systems, nanoparticles, and CNS-targeted nanomaterials can optimize drug bioavailability, cross the blood-brain barrier, and modulate key cellular processes such as synaptic plasticity, neuroinflammation, and oxidative stress. Most studies remain preclinical or experimental but demonstrate mechanisms capable of overcoming limitations of conventional therapies and enabling more precise and safe interventions. Challenges include safety, biocompatibility, scalability, clinical acceptance, and complexity of psychiatric pathophysiology. **Conclusion:** Nanotechnology is a promising tool for therapeutic personalization in refractory psychiatric disorders, but translational studies, safety evaluations, standardized protocols, and integration with established therapies are needed. Regulatory strategies and research incentives are essential for safe and effective clinical application.

Keywords: Nanotechnology; Psychiatry; Therapeutic personalization; Refractory disorders; Precision medicine.

RESUMEN

Objetivo: Identificar la evidencia sobre la aplicación de la nanotecnología en la personalización terapéutica de pacientes psiquiátricos refractarios, destacando su potencial y desafíos existentes. **Métodos:** Revisión de literatura realizada entre agosto y octubre de 2025, siguiendo las recomendaciones del Joanna Briggs Institute (JBI, 2022) y Galvão, Pansani y Harrad (2015). La pregunta de investigación se estructuró según PICO: Población — pacientes psiquiátricos refractarios; Intervención — nanotecnología para personalización terapéutica; Comparación — terapias convencionales o ausencia de nanotecnología; Desenlace — avances y limitaciones. Se consultaron PubMed, MEDLINE (BVS), Scopus y Google Académico. Se incluyeron estudios publicados entre 2021–2025, primarios o secundarios, texto completo y en cualquier idioma. La selección siguió metodología PRISMA, con extracción de datos sistemática usando Rayyan por tres revisores independientes. **Resultados y Discusión:** Se identificaron 306 registros, con 8 estudios incluidos. Los resultados muestran que sistemas de liberación controlada, nanopartículas y nanomateriales dirigidos al SNC optimizan la biodisponibilidad de fármacos, atraviesan la barrera hematoencefálica y modulan procesos celulares clave, como plasticidad sináptica, neuroinflamación y estrés oxidativo. La mayoría de los estudios se encuentra en fases preclínicas o experimentales, pero demuestran mecanismos capaces de superar limitaciones de terapias convencionales, ofreciendo intervenciones más precisas y seguras. Los desafíos incluyen seguridad, biocompatibilidad, escalabilidad, aceptación clínica y complejidad fisiopatológica. **Conclusión:** La nanotecnología representa una herramienta prometedora para la personalización terapéutica en trastornos psiquiátricos refractarios, pero requiere estudios traslacionales, evaluaciones de seguridad, protocolos estandarizados e integración con terapias consolidadas. Estrategias regulatorias e incentivos a la investigación son esenciales para su aplicación clínica segura y efectiva.

Palabras Clave: Nanotecnología; Psiquiatría; Personalización terapéutica; Trastornos refractarios; Medicina de precisión.

1. INTRODUÇÃO

A nanotecnologia tem se destacado como uma abordagem inovadora no desenvolvimento de terapias personalizadas, oferecendo potencial para modular tratamentos de forma precisa em diferentes áreas da medicina. No contexto psiquiátrico, essa tecnologia permite a entrega direcionada de fármacos, visando aumentar a eficácia terapêutica e reduzir efeitos adversos. Pesquisas recentes têm explorado nanoveículos capazes de atravessar a barreira hematoencefálica, um desafio central no tratamento de transtornos mentais complexos (Kumar *et al.*, 2021).

Pacientes psiquiátricos refratários, que não respondem às terapias convencionais, representam um grupo particularmente desafiador. Nesse contexto, a nanotecnologia surge com objetivo de oferecer a possibilidade de desenvolver sistemas que liberam medicamentos de forma controlada, aumentando a concentração local sem sobrecarregar o organismo. Esses avanços têm motivado estudos sobre formulações de nanopartículas, lipossomas e nanocápsulas, focadas em otimizar a biodisponibilidade dos fármacos (Kadiri, Rout e Tiwari, 2025).

A caracterização das nanopartículas permite ajustar propriedades como tamanho, carga superficial e composição química, influenciando diretamente sua interação com células e tecidos específicos. Essa precisão tem se mostrado promissora no aumento da eficácia de medicamentos antipsicóticos e antidepressivos. Além disso, a engenharia de superfícies de nanopartículas pode reduzir a imunogenicidade e prolongar a circulação no organismo (Baboota *et al.*, 2021).

Entretanto, o desenvolvimento de terapias baseadas em nanotecnologia enfrenta desafios significativos. A complexidade da formulação e a necessidade de garantir estabilidade e segurança dificultam a transposição das pesquisas do laboratório para a clínica. Estudos clínicos ainda são limitados e muitas vezes apresentam pequenas amostras, o que dificulta a generalização dos resultados para populações amplas (Hayat *et al.*, 2024).

Aspectos regulatórios também influenciam a implementação dessas tecnologias. A aprovação de medicamentos nanoterapêuticos exige avaliações rigorosas quanto à toxicidade, farmacocinética e possíveis efeitos de longo prazo. Além disso, há uma lacuna na padronização de protocolos de produção e caracterização de nanopartículas, o que pode impactar a reprodutibilidade dos estudos e a segurança do paciente (Mosquera *et al.*, 2024).

A integração da nanotecnologia à psiquiatria personalizada exige compreensão multidisciplinar, combinando farmacologia, engenharia de materiais e neurociência, onde nanopartículas carregam múltiplos fármacos ou moduladores moleculares, visando otimizar

respostas clínicas em pacientes refratários. Tais abordagens representam um avanço promissor, mas ainda incipiente, na prática clínica. A manipulação de sistemas nanomoleculares e o impacto potencial sobre o cérebro humano suscitam discussões sobre segurança, consentimento informado e monitoramento a longo prazo (Ngowi *et al.*, 2021).

Por fim, o investimento contínuo no estudo da nanotecnologia nesse contexto, vem oferecendo inovação e consolidação para o tratamento de pacientes psiquiátricos refratários, combinando precisão terapêutica com potencial de reduzir efeitos adversos. Apesar das limitações técnicas, regulatórias e éticas, o campo tem avançado rapidamente, impulsionado pela necessidade de soluções personalizadas e mais eficazes (Fahmawi e Dalu, 2025).

A relevância de estudar a temática reside na análise das evidências mais recentes sobre um grupo que frequentemente apresenta baixa resposta às terapias convencionais. Ao explorar o potencial dessa tecnologia em otimizar a eficácia dos tratamentos, reduzir efeitos adversos e ampliar a adesão terapêutica, o estudo contribui para o fortalecimento de estratégias inovadoras em saúde mental (Yadav *et al.*, 2023). Portanto, o estudo tem como objetivo identificar as atuais evidências sobre a aplicação da nanotecnologia na personalização terapêutica de pacientes psiquiátricos refratários, destacando seu potencial e os desafios ainda existentes nessa área.

2. MÉTODOS

Estudo do tipo revisão de literatura, realizado no período de agosto a outubro de 2025, sendo conduzido a partir das recomendações do Instituto Joanna Briggs (JBI, 2022) pelas diretrizes de apresentação metodológicas de Galvão, Pansani e Harrad (2015), que recomenda a estruturação do estudo em cinco etapas: Primeira Etapa, formulação da questão de pesquisa; Segunda Etapa, identificação dos estudos relevantes; Terceira Etapa, seleção criteriosa dos estudos; Quarta Etapa, extração dos dados; Quinta Etapa, síntese dos resultados.

Primeira Etapa — A definição da questão foi orientada pela estratégia PICO: **População (P):** pacientes com transtornos psiquiátricos refratários; **Intervenção (I):** aplicações de nanotecnologia para personalização terapêutica; **Contexto (Co):** terapias convencionais ou ausência de intervenção nanotecnológica; avanços e limitações. Questão norteadora: “Quais as atuais evidências acerca da aplicação da nanotecnologia na personalização terapêutica de pacientes psiquiátricos refratários?”

Segunda Etapa — Identificação dos Estudos: Realizou-se busca sistemática na PubMed; na MEDLINE (através da Biblioteca Virtual da Saúde - BVS) e Scopus (através da Elsevier). Para as buscas, foram utilizados os descritores selecionados a partir de termos

DeCS/MeSH: *(Nanotechnology OR Nanomedicine) AND (Therapy OR Treatment) AND (Psychiatric Disorders OR Refractory Mental Disorders)*.

Complementarmente, realizou-se uma consulta ao Google Acadêmico até a 10ª página, abrangendo aproximadamente 100 estudos, os quais foram avaliados segundo os mesmos critérios previamente estabelecidos, com o objetivo de incluir resultados relevantes provenientes da literatura cinzenta e de registros não indexados.

Na terceira etapa, a seleção dos estudos seguiu o fluxograma adaptado de Galvão, Pansani e Harrad (2015), organizado em 4 etapas: **(1) identificação** — registro de referências encontradas nas bases; **(2) triagem** — leitura de títulos e resumos para aplicação inicial dos critérios de inclusão/exclusão; **(3) elegibilidade** — leitura integral dos artigos potencialmente relevantes; **(4) inclusão** — seleção final por consenso entre os revisores. Dois revisores realizaram triagem independente e um terceiro revisou as discordâncias.

Na quarta etapa, os critérios de inclusão/exclusão foram desenvolvidos, sendo incluídos os estudos publicados entre 2021–2025; estudos primários ou secundários que abordem especificamente aplicações nanotecnológicas para personalização terapêutica em pacientes psiquiátricos refratários; texto completo disponível gratuitamente; em quaisquer idiomas.

Foram excluídos os estudos que não trataram de nanotecnologia aplicada à terapêutica psiquiátrica, relatos de opinião sem dados empíricos, estudos que abordem nanotecnologia apenas para diagnóstico sem implicação terapêutica, e estudos fora do período estabelecido.

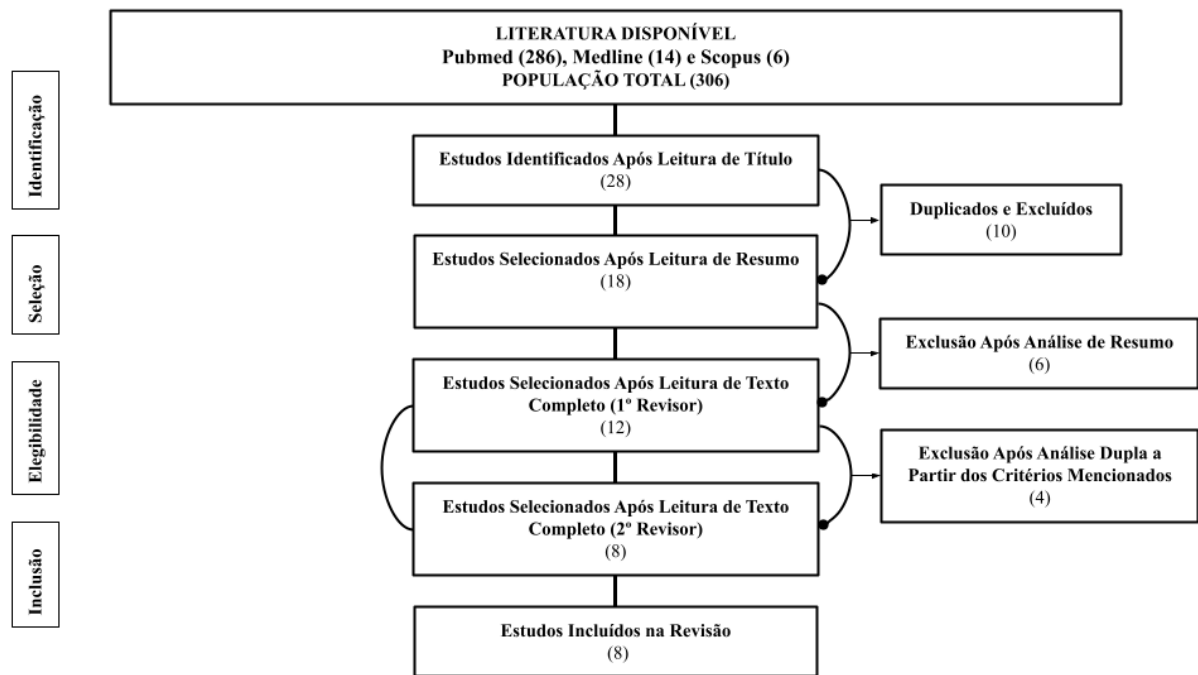
E por fim, na quinta etapa, os dados dos estudos selecionados foram extraídos, analisados e organizados de forma sistemática em uma planilha na plataforma Rayyan, por três revisores independentes, buscando promover maior rigor e transparência no processo de análise e discussão dos resultados (Kellermeyer, Harnke e Knight, 2018).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de seleção dos estudos seguiu as etapas do prisma de forma estruturada. Inicialmente, foram identificados 306 registros na literatura disponível, distribuídos entre Pubmed (286), Medline (14) e Scopus (6). Após a leitura dos títulos, 28 estudos foram considerados potenciais candidatos, sendo que 10 duplicados ou fora dos critérios foram excluídos. Na fase de seleção, 18 estudos passaram à análise de resumo, com a exclusão de 6 artigos. Em seguida, durante a leitura completa do texto pelo primeiro revisor, 12 estudos foram avaliados, resultando na exclusão de 4 estudos após análise dupla conforme os critérios estabelecidos. Finalmente, o segundo revisor selecionou 8 estudos para a fase de

elegibilidade, todos os quais foram incluídos na revisão. O processo pode ser acompanhado na Figura 1, Fluxograma PRISMA, contendo o Processo de Seleção de Estudos da Revisão.

Figura 1. Fluxograma do Processo de Seleção de Estudos da Revisão



Fonte: Autores, 2025.

A análise dos estudos incluídos evidencia o potencial significativo da nanotecnologia na personalização terapêutica de condições psiquiátricas refratárias, destacando mecanismos que podem superar limitações de tratamentos convencionais. Embora grande parte das pesquisas originais tenham se concentrado em doenças neurodegenerativas, câncer ou processos de cicatrização de feridas, os princípios observados podem ser aplicados a pacientes psiquiátricos que não respondem adequadamente às abordagens tradicionais.

Valadão *et al.* (2022) demonstram que sistemas de liberação controlada de fármacos, como nanopartículas, apresentam significativa capacidade de aumentar a biodisponibilidade e permitir a liberação sustentada de medicamentos no sistema nervoso central (SNC), conseguindo superar barreiras fisiológicas complexas, como a barreira hematoencefálica (BBB). Embora o estudo tenha sido direcionado especificamente à Doença de Huntington, os mecanismos observados de entrega seletiva e prolongada sugerem que tais sistemas podem ser adaptados a transtornos psiquiátricos refratários. Nestes casos, o desafio clínico reside justamente na dificuldade de alcançar concentrações terapêuticas adequadas nos tecidos cerebrais, o que frequentemente limita a eficácia das terapias convencionais.

Nesse contexto, a nanotecnologia emerge como uma estratégia promissora para otimizar a farmacocinética de medicamentos e reduzir efeitos adversos sistêmicos. Chen *et al.* (2022) reforçam essa perspectiva ao demonstrar que nanopartículas podem exercer efeitos biológicos diretos sobre o SNC, modulando a plasticidade sináptica, atenuando processos de neuroinflamação e mitigando o estresse oxidativo. Esses fenômenos estão intimamente ligados à fisiopatologia de transtornos psiquiátricos refratários, sugerindo que intervenções baseadas em nanotecnologia podem ir além da simples entrega de fármacos, atuando diretamente sobre mecanismos celulares e moleculares críticos para a manutenção da homeostase neural.

Li *et al.* (2023) contribuem com evidências adicionais, destacando que nanomateriais derivados de membranas celulares combinam alta biocompatibilidade com capacidade de entrega direcionada ao SNC, aumentando tanto a segurança quanto a eficácia de terapias inovadoras. A convergência desses achados sugere que a nanotecnologia não apenas aprimora a distribuição de fármacos no organismo, mas também pode potencializar respostas terapêuticas ao influenciar diretamente processos intracelulares e interações moleculares essenciais para a neuroproteção e a plasticidade neuronal.

Riccardi *et al.* (2021) demonstram que sistemas nanoengenheirados possibilitam o transporte localizado de moléculas ativas no cérebro, reduzindo significativamente efeitos colaterais e aumentando a precisão terapêutica. Tal abordagem apresenta relevância particular para pacientes psiquiátricos refratários, que frequentemente recebem múltiplos fármacos simultaneamente. Nestes casos, a entrega seletiva de fármacos poderia não apenas reduzir a toxicidade sistêmica, mas também melhorar a adesão ao tratamento, como ressaltado por Amerio *et al.* (2021), tornando a terapia mais segura e eficaz.

Estudos recentes, como os conduzidos por Batool *et al.* (2023) e Chen *et al.* (2024), reforçam o potencial dos nanocarregadores para otimizar a eficácia terapêutica, modular processos inflamatórios e controlar o estresse oxidativo. Embora tais mecanismos tenham sido inicialmente explorados em contextos como oncologia ou cicatrização de feridas, esses achados indicam que estratégias semelhantes podem ser adaptadas para tratar condições psiquiátricas complexas, oferecendo novas perspectivas para intervenções personalizadas e menos invasivas.

Joshi e Onaivi (2021) introduzem uma abordagem inovadora ao propor que a nanotecnologia poderia viabilizar a entrega direcionada de canabinoides, modulando de forma precisa o sistema endocanabinoide e proporcionando controle mais eficaz de sintomas psiquiátricos. Essa estratégia representa uma integração entre farmacoterapia e intervenção

molecular específica, alinhada aos princípios da medicina personalizada e ampliando o leque de ferramentas terapêuticas para pacientes refratários.

Além disso, as investigações sobre nanomateriais evidenciam que a combinação de segurança, biocompatibilidade e capacidade de alcançar regiões específicas do SNC pode permitir o desenvolvimento de terapias de precisão. Tais abordagens não apenas minimizam efeitos adversos, mas também aumentam o impacto clínico em pacientes refratários, potencializando a resposta terapêutica e abrindo caminho para tratamentos mais individualizados e eficazes (Joshi e Onaivi, 2021).

A revisão integrada desses trabalhos demonstra que, embora muitos dos achados ainda estejam em fases pré-clínicas ou em modelos experimentais, eles fornecem uma base promissora para avanços na personalização terapêutica. A nanotecnologia apresenta-se como uma ferramenta capaz de potencializar a entrega de fármacos, modular processos patológicos centrais e possibilitar abordagens direcionadas e seguras.

4. CONCLUSÃO

A análise dos estudos revisados evidencia que a nanotecnologia possui um potencial considerável para a personalização terapêutica de transtornos psiquiátricos refratários, oferecendo mecanismos que podem superar limitações das abordagens convencionais. Sistemas de liberação controlada, nanopartículas e nanomateriais direcionados ao sistema nervoso central mostram-se capazes de otimizar a biodisponibilidade de fármacos, atravessar a barreira hematoencefálica e modular processos celulares relevantes, como plasticidade sináptica, neuroinflamação e estresse oxidativo. Tais avanços indicam que a nanotecnologia não apenas aprimora a entrega de medicamentos, mas também potencializa efeitos terapêuticos de maneira mais precisa e segura.

Apesar dessas perspectivas promissoras, diversos desafios ainda se evidenciam. Grande parte das pesquisas permanece em fases pré-clínicas ou em modelos experimentais, o que limita a generalização dos achados para pacientes humanos. Questões relacionadas à segurança, biocompatibilidade, escalabilidade de produção e aceitação clínica ainda precisam ser rigorosamente avaliadas. Além disso, a complexidade da fisiopatologia de transtornos psiquiátricos refratários requer abordagens multidimensionais, e a nanotecnologia deve ser integrada a estratégias terapêuticas já consolidadas, evitando expectativas exageradas sobre seu impacto isolado.

Diante desse cenário, recomenda-se avançar em estudos translacionais que avaliem a eficácia, segurança e aceitabilidade das intervenções nanotecnológicas em contextos clínicos

de pacientes psiquiátricos refratários. Paralelamente, políticas de incentivo à pesquisa, regulamentação ética e protocolos padronizados de avaliação devem ser desenvolvidos para viabilizar a aplicação segura dessas tecnologias. A integração da nanotecnologia com abordagens personalizadas representa uma oportunidade promissora para otimizar tratamentos, reduzir efeitos adversos e oferecer respostas terapêuticas mais precisas, mas requer rigor científico, cautela e desenvolvimento progressivo antes de sua implementação clínica ampla.

DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Os autores desta revisão de literatura são especialistas em áreas multidisciplinares relacionadas às Ciências da Saúde. Durante a execução deste trabalho, não houve financiamento proveniente de fontes externas para a pesquisa ou elaboração do manuscrito. Assim, os autores afirmam que não possuem conflitos financeiros ou pessoais com entidades que possam influenciar o conteúdo desta revisão. Adicionalmente, os autores não têm interesses pessoais que possam comprometer a objetividade ou imparcialidade deste estudo.

REFERÊNCIAS

- AMERIO, A. *et al.* Polypharmacy as maintenance treatment in bipolar illness: A systematic review. **Acta Psychiatrica Scandinavica**, v. 144, n. 3, p. 259-276, 2021.
- BABOOTA, S. *et al.* Combination antipsychotics therapy for schizophrenia and related psychotic disorders interventions: Emergence to nanotechnology and herbal drugs. **Journal of Drug Delivery Science and Technology**, v. 61, p. 102272, 2021.
- BATOOL, S. *et al.* A detailed insight of the tumor targeting using nanocarrier systems. **Frontiers in Pharmacology**, v. 14, p. 1-14, 2023.
- CHEN, A. *et al.* Improvement of synaptic plasticity by nanoparticles and the underlying mechanisms. **Frontiers in Neuroscience**, v. 16, p. 1-12, 2022.
- CHEN, S. *et al.* Cerium oxide nanoparticles in wound care: A review of mechanisms and therapeutic applications. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 12, p. 1-14, 2024.
- FAHMAWI, S.; DALU, A. E. A. Nanotechnology in the design of smart neural electrodes for treating chronic anxiety disorders in adults: an innovative approach to precision brain stimulation. **International Journal of Innovative Science and Research Technology**, v. 10, n. 6, p. 2407-2413, 2025.

GALVÃO, T. F.; PANSANI, T.S.A.; HARRAD, D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 24, p. 335-342, 2015.

HAYAT, M. S. *et al.* The classification of depression and the role of nanomedicine in its treatment. **Biological Times**, v. 3, n. 2, p. 7-8, 2024.

JB I - JOANNA BRIGGS INSTITUTE. **Evidence Implementation Training Program**. 2022.

JOSHI, N.; ONAIVI, E. S. Psychiatric disorders and cannabinoid receptors. In: **Advances in Experimental Medicine and Biology**, v. 1264, p. 131-153, 2021.

KADIRI, S. K.; ROUT, S. K.; TIWARI, P. Redefining Neuropsychiatric Disorder Treatment: Innovations in Drug Design and Targeted Therapy. **Drug Delivery Letters**, 2025.

KELLERMEYER, L.; HARNKE, B.; KNIGHT, S. Covidence and rayyan. **Journal of the Medical Library Association: JMLA**, v. 106, n. 4, p. 580, 2018.

KUMAR, R. *et al.* Review of nanotheranostics for molecular mechanisms underlying psychiatric disorders and commensurate nanotherapeutics for neuropsychiatry: The mind knockout. **Nanotheranostics**, v. 5, n. 3, p. 288, 2021.

LI, W. *et al.* Cell membrane-based nanomaterials for theranostics in central nervous system diseases. **Frontiers in Pharmacology**, v. 14, p. 1-15, 2023.

MOSQUERA, F. E. C. *et al.* Neuroinflammation and Schizophrenia: new therapeutic strategies through Psychobiotics, Nanotechnology, and Artificial Intelligence (AI). **Journal of Personalized Medicine**, v. 14, n. 4, p. 391, 2024.

NGOWI, E. E. *et al.* The application of nanotechnology for the diagnosis and treatment of brain diseases and disorders. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 9, p. 629832, 2021.

RICCARDI, C. *et al.* Nanoparticle-guided brain drug delivery: Expanding the therapeutic horizon. **Frontiers in Pharmacology**, v. 12, p. 1-12, 2021.

SANTOS, C. M. C.; PIMENTA, C. A. M.; NOBRE, M. R. C. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. **Revista latino-americana de enfermagem**, v. 15, p. 508-511, 2007.

VALADÃO, K. M. G. *et al.* Nanotechnology in improving the treatment of Huntington's disease. **Neurotherapeutics**, v. 19, n. 1, p. 1-16, 2022.

YADAV, K. *et al.* The Application of Nanotechnology and Nanomaterials in Depression: An Updated Review. **Precision Nanomed**, v. 6, n. 2, p. 1023-1047, 2023.