



**AVANÇOS E BENEFÍCIOS DA NANOTECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DAS VACINAS
CONTRA SARS-COV-2: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

**ADVANCES AND BENEFITS OF NANOTECHNOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF SARS-COV-2
VACCINES: INTEGRATIVE REVIEW**

Gabriel Henrique Ferracioli Alvarenga¹, Amanda Dalcin Dognani², Ana Elisa Inácio de Brito³, Carlos Alexandre Bezerra Junior⁴, Ênio Ázara Oliveira⁵, Géssica Débora dos Reis⁶, Julia Faria Uveda⁷, Luiz Gabriel Gonçalves Cherain⁸, Carollayne Mendonça Rocha⁹

e321111

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i2.1111>

RESUMO

Introdução: A nanotecnologia serve como uma ferramenta poderosa com potencial para mitigar infecções, desempenhando um papel fundamental na prevenção, diagnóstico e estratégias terapêuticas para o manejo da COVID-19. Essas estratégias incluem o desenvolvimento de agentes terapêuticos e vacinas para administrar agentes antivirais ao corpo humano. O objetivo do estudo se faz necessário por destacar a associação entre o avanço da nanotecnologia e o desenvolvimento das vacinas contra o Sars-Cov-2. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão integrativa, em que a busca na literatura se deu através da consulta nas bases de dados eletrônicos PubMed, Google Scholar e Scielo, utilizando as seguintes palavras-chave: “nanotechnology”, “medicine”, “prevention of diseases” e “vaccine”, combinadas entre si por operadores booleanos (AND e OR). **Resultados e discussão:** Nanopartículas podem ser aplicadas como uma medida para reverter a resistência antiviral, que é um desafio de desenvolvimento gradual da terapêutica convencional atualmente disponível. A nanomedicina pode participar no desenho, entrega e administração de vacinas contra COVID-19 porque elas têm uma apresentação de antígeno multivalente e estabilização de antígenos. Também podem transportar adjuvantes para aumentar a resposta imune e entrega direcionada de antígenos, como uma vacina de mRNA, que é entregue por uma nanopartícula lipossomal como uma das vacinas candidatas atuais. **Considerações finais:** Os nanomateriais podem ser considerados candidatos contra infecções virais, especialmente coronavírus, devido à sua capacidade de entrar nas células facilmente e interagir com os vírus, ajudando a evitar a replicação do genoma viral. Porém, mais estudos e testes clínicos devem ser realizados para aprimoramento dessa tecnologia.

PALAVRAS-CHAVE: Nanovacinas. Inovação. COVID-19. Medicina.

ABSTRACT

Introduction: Nanotechnology serves as a powerful tool with the potential to mitigate infections, playing a key role in prevention, diagnosis, and therapeutic strategies for the management of COVID-19. These strategies include the development of therapeutic agents and vaccines to deliver antiviral agents to the human body. The purpose of the study is to highlight the association between the advancement of nanotechnology and the development of vaccines against Sars-Cov-2. **Methodology:** This is an integrative review, in which the literature search was made by consulting the databases PubMed, Google Scholar and Scielo, using the following keywords: “nanotechnology”, “medicine”, “prevention of diseases” and “vaccine”, combined with Boolean operators. **Results and discussion:** Nanoparticles can be applied as a measure to reverse antiviral resistance, which is a gradual development challenge of currently available conventional therapeutics. Nanomedicine can participate in the design, delivery and delivery of

¹ Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, Minas Gerais, Brasil

² Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, Minas Gerais, Brasil

³ Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, Minas Gerais, Brasil

⁴ Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, Minas Gerais, Brasil

⁵ Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, Minas Gerais, Brasil

⁶ Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, Minas Gerais, Brasil

⁷ Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, Minas Gerais, Brasil

⁸ Faculdade Atenas, Passos, Minas Gerais, Brasil

⁹ Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, Minas Gerais, Brasil



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVANÇOS E BENEFÍCIOS DA NANOTECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DAS VACINAS
CONTRA SARS-COV-2: UMA REVISÃO INTEGRATIVA
Gabriel Henrique Ferracioli Alvarenga, Amanda Dalcin Dognani, Ana Elisa Inácio de Brito,
Carlos Alexandre Bezerra Junior, Ênio Ázara Oliveira, Géssica Débora dos Reis, Julia Faria Uveda,
Luiz Gabriel Gonçalves Cherain, Carollayne Mendonça Rocha

*COVID-19 vaccines because they have a multivalent antigen presentation and antigen stabilization. they can also carry adjuvants to enhance immune response and targeted antigen delivery, such as an mRNA vaccine, which is delivered by a liposomal nanoparticle as one of the current candidate vaccines. **Final considerations:** Nanomaterials can be considered candidates against viral infections, especially coronaviruses, due to their ability to easily enter cells and interact with viruses, helping to prevent viral genome replication. However, further studies and clinical trials should be conducted to improve this technology.*

KEYWORDS: Nanovaccines. Innovation. COVID-19. Medicine.

INTRODUÇÃO

No final de 2019, surgiram doenças infecciosas virais na China, que se espalharam pelo mundo rapidamente. A Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou oficialmente que o surto de coronavírus se transformou em uma pandemia em 11 de março de 2020. A OMS chamou esse novo coronavírus de SARS-CoV-2 e a doença de COVID-19 ¹. Coronavírus (CoVs) são vírus de RNA, 27-32 kb de tamanho e pertencem à família de vírus Coronaviridae, classificado como alfa, beta (β -CoV), gama e delta-coronavírus, entre os quais o SARS-CoV-2 pertence ao β -CoV ^{1,2}.

É conhecido como vírus “corona” porque todas as partículas do coronavírus consistem em pontas de peplômero semelhantes a uma coroa. As partículas de CoV são pleomórficas e têm aproximadamente 80 a 160 nm de diâmetro. CoVs são conhecidos por infectar humanos e vários tipos de animais. Em particular, os coronavírus humanos (HCoVs), um grupo notável de CoVs, dão origem a várias doenças respiratórias, incluindo bronquiolite, pneumonia e resfriado comum. COVID-19 é altamente contagioso e se transmite de uma pessoa para outra através de gotículas respiratórias durante os espirros, tosses ou conversas ².

Desde o final de 2002, os coronavírus se tornaram um sério problema epidêmico com a síndrome respiratória aguda grave coronavírus (SARS) e, em seguida, com o início da síndrome respiratória do Oriente Médio (MERS) no final de 2012 ³. As espécies de vírus pertencentes ao Coronavírus são muito diversas e relatadas como os principais patógenos causadores de infecções respiratórias superiores, incluindo resfriados, juntamente com os rinovírus ¹. Os principais sintomas da COVID-19 incluem tosse seca, febre, coriza, fadiga, diarreia e dor de garganta. As condições graves resultam em dificuldade respiratória aguda, disfunção de coagulação, choque séptico e morte.² Esta pandemia desafiou as nações e levou os formuladores de políticas a recorrer a medidas de distanciamento social e bloqueios regulares, além de lançar uma corrida tecnológica ⁴.

As tecnologias avançadas integradas com a tecnologia da informação atualizada melhoraram a qualidade e acessibilidade do sistema global de saúde e reduziram a carga dos médicos durante a pandemia ². A nanomedicina já provou seu valor por meio de sua aplicação de liberação de drogas e nanosensores em outras doenças ⁴. As tecnologias emergentes são cada vez mais usadas para triagem, diagnóstico, monitoramento, rastreamento de infecções, mapeamento, vigilância e criação de consciência ².



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVANÇOS E BENEFÍCIOS DA NANOTECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DAS VACINAS
CONTRA SARS-COV-2: UMA REVISÃO INTEGRATIVA
Gabriel Henrique Ferracioli Alvarenga, Amanda Dalcin Dognani, Ana Elisa Inácio de Brito,
Carlos Alexandre Bezerra Junior, Ênio Ázara Oliveira, Géssica Débora dos Reis, Julia Faria Uveda,
Luiz Gabriel Gonçalves Cherain, Carollayne Mendonça Rocha

A nanotecnologia serve como uma ferramenta poderosa com potencial para mitigar infecções, desempenhando um papel fundamental na prevenção, diagnóstico e estratégias terapêuticas para o manejo da COVID-19. Essas estratégias incluem o desenvolvimento de medidas preventivas e desinfetantes baseadas em nanomateriais, ferramentas de diagnóstico para diagnósticos rápidos com alta sensibilidade e especificidade e agentes terapêuticos ou vacinas para administrar agentes antivirais ao corpo humano. Em geral, os nanomateriais, como as nanopartículas de metal, costumam ter menos de um micrômetro de tamanho, o que resulta em uma alta relação superfície-volume. Outras características únicas que incluem melhor solubilidade e multifuncionalidade permitem a entrega eficaz de drogas, modificações genéticas, bem como interações ótimas entre o analito alvo e a captura de moléculas em sensores ⁵.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo destacar os principais avanços e benefícios da nanotecnologia no desenvolvimento das vacinas contra o Sars-Cov-2, destacando esses pontos de forma sólida, através da reunião de artigos de qualidade.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura sobre o uso de nanotecnologia no desenvolvimento das vacinas contra o Sars-Cov-2. Esta categoria de trabalho consiste em uma busca de pesquisas que sejam relevantes sobre um determinado assunto, possibilitando identificar lacunas a serem preenchidas com a realização de outros estudos, proporcionando uma organização do estado atual do conhecimento e reflexões para a implementação de novas intervenções ⁶.

A revisão integrativa obedece às quatro seguintes fases: 1ª elaboração da pergunta norteadora; 2ª busca ou amostragem na literatura; 3ª coleta dos dados e 4ª análise crítica dos estudos selecionados.⁷ Seguindo a ordem, a questão norteadora foi: "Quais foram os principais avanços e os benefícios do uso da nanotecnologia no desenvolvimento das vacinas contra o Sars-Cov-2?". A busca na literatura se deu através da consulta nas bases de dados eletrônicas PubMed, Google Scholar e Scielo. A pesquisa foi realizada através dos seguintes descritores contidos no DeCS (Descritores em Ciências da Saúde): *nanotechnology*, *medicine*, *prevention of diseases* e *vaccine*, combinados entre si por operadores booleanos (AND e OR).

Como critérios de inclusão para o estudo delimitaram-se: apenas artigos publicados entre os anos de 2020 e 2021, com estudos que respondam à questão norteadora, textos disponíveis na íntegra nos idiomas português e inglês. Para critérios de exclusão definiram-se: artigos sem desfecho clínico, bem como artigos de opinião, estudos de caso ou reflexão, editoriais, documentos ministeriais, capítulos de livro, teses e dissertações, sendo encontrados 88 estudos. Pontua-se ainda que os artigos encontrados em mais de uma base de dados foram contabilizados apenas uma vez.

A seleção ocorreu através da leitura de títulos, resumos e quando necessária, a leitura íntegra dos textos para selecioná-los conforme os critérios de inclusão e exclusão. A interpretação dos dados foi fundamentada nos resultados da avaliação criteriosa dos artigos selecionados. Foi realizada a



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVANÇOS E BENEFÍCIOS DA NANOTECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DAS VACINAS
CONTRA SARS-COV-2: UMA REVISÃO INTEGRATIVA
Gabriel Henrique Ferracioli Alvarenga, Amanda Dalcin Dognani, Ana Elisa Inácio de Brito,
Carlos Alexandre Bezerra Junior, Ênio Ázara Oliveira, Géssica Débora dos Reis, Julia Faria Uveda,
Luiz Gabriel Gonçalves Cherain, Carollayne Mendonça Rocha

comparação com o conhecimento teórico, identificação de conclusões e implicações resultantes da revisão integrativa. Após a avaliação crítica, obteve-se uma amostra final de 8 estudos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O final de 2019 veio com uma doença infecciosa viral grave que foi observada principalmente na China, mas se espalhou pelo mundo todo e foi declarada como uma pandemia em poucos meses. O surto tornou-se oficialmente uma pandemia em março de 2020. A Organização Mundial da Saúde (OMS) denominou esta doença nova e amplamente disseminada como "doença coronavírus-2019" (COVID-19) e o agente viral como "síndrome respiratória aguda grave - coronavírus-2" (SARS-CoV-2)^{1, 8}. Não existe um medicamento aprovado para conter sua transmissão mundial. No entanto, a integração de sistemas de entrega nanoestruturados com as estratégias de gerenciamento atuais prometeu uma oportunidade pronunciada para combater a pandemia ^{3, 4, 8, 9}.

Após a aplicação de todos os critérios aplicados, foram selecionados 8 artigos para a composição da revisão integrativa (tabela 1).

Tabela 1. Principais artigos utilizados na revisão de literatura

Ano	Autores	Título	Conclusão
2021	YAYEHRAD, Ashagrachew Tewabe <i>et al.</i>	<i>Could Nanotechnology Help to End the Fight Against COVID-19? Review of Current Findings, Challenges and Future Perspectives</i>	A nanotecnologia promete ao mundo acabar com a pandemia de forma eficaz e em breve, com opções terapêuticas, diagnósticas e de prevenção radicalmente modificadas.
2021	TAVAKOL, Shima <i>et al.</i>	<i>The role of nanotechnology in current COVID-19 outbreak</i>	A nanotecnologia médica estabeleceu uma nova e poderosa era no diagnóstico e tratamento de vírus, incluindo COVID-19.
2021	YANG, Dongki.	<i>Application of Nanotechnology in the COVID-19 Pandemic</i>	Vários tratamentos usando nanotecnologia foram desenvolvidos e comercializados para infecções virais comuns, como IAV e IBV, EBOV, HIV1 e 2, HSV1 e 2, HBV e HCV, e HuNoV. Os avanços acumulados nessas nanotecnologias de combate a



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

AVANÇOS E BENEFÍCIOS DA NANOTECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DAS VACINAS
CONTRA SARS-COV-2: UMA REVISÃO INTEGRATIVA
Gabriel Henrique Ferracioli Alvarenga, Amanda Dalcin Dognani, Ana Elisa Inácio de Brito,
Carlos Alexandre Bezerra Junior, Ênio Ázara Oliveira, Géssica Débora dos Reis, Julia Faria Uveda,
Luiz Gabriel Gonçalves Cherain, Carollayne Mendonça Rocha

			vírus podem desempenhar um papel importante em levar o tratamento da SARS-CoV-2 e o desenvolvimento de vacinas a um novo nível.
2021	VAHEDIFARD, Farzan; CHAKRAVARTHY, Krishnan.	<i>Nanomedicine for COVID-19: the role of nanotechnology in the treatment and diagnosis of COVID-19</i>	A nanomedicina já provou seu valor por meio de sua aplicação de entrega de drogas e nanosensores em doenças semelhantes à SARS.
2020	NASROLLAHZADEH, Mahmoud <i>et al.</i>	<i>Nanomaterials and Nanotechnology-Associated Innovations against Viral Infections with a Focus on Coronaviruses</i>	Nanopartículas podem ser aplicados como uma medida para reverter a resistência antiviral, que é um desafio de desenvolvimento gradual da terapêutica convencional atualmente disponível.
2021	RASMI, Yousef <i>et al.</i>	<i>Recent Progress in Nanotechnology for COVID-19 Prevention, Diagnostics and Treatment</i>	Por meio de pesquisa e desenvolvimento, a nanotecnologia pode ajudar a prevenir a disseminação viral, melhorando a sensibilidade do diagnóstico usando apenas uma pequena quantidade de amostra biológica.
2021	LI, Yang <i>et al.</i>	<i>Nano-based approaches in the development of antiviral agents and vaccines</i>	Em primeiro lugar, os nanomateriais podem ser funcionalizados de forma flexível com várias moléculas para realizar designs antivirais sofisticados. Em segundo lugar, os nanomateriais inibem a infecção do vírus em várias direções com base em vários efeitos antivirais. Terceiro, os nanomateriais têm propriedades antivirais de amplo espectro devido a mecanismos subjacentes comuns.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVANÇOS E BENEFÍCIOS DA NANOTECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DAS VACINAS
CONTRA SARS-COV-2: UMA REVISÃO INTEGRATIVA
Gabriel Henrique Ferracioli Alvarenga, Amanda Dalcin Dognani, Ana Elisa Inácio de Brito,
Carlos Alexandre Bezerra Junior, Ênio Ázara Oliveira, Géssica Débora dos Reis, Julia Faria Uveda,
Luiz Gabriel Gonçalves Cherain, Carollayne Mendonça Rocha

2020	CHINTAGUNTA, Anjani Devi <i>et al.</i>	<i>Nanotechnology: an emerging approach to combat COVID-19</i>	As abordagens baseadas em nanopartículas são eficientes na promoção da entrega do medicamento a um local-alvo específico, melhorando o tempo de residência e utilizando a eficiência do medicamento.
------	---	--	--

As vacinas parecem ser a solução preeminente no combate à pandemia, embora seu desenvolvimento, processamento de testes clínicos, aprovação e aumento de escala sejam demorados. Mas as investigações estão sendo realizadas o mais rápido possível. O desenvolvimento da vacina SARS-CoV-2 é o mais surpreendente da história, entrando em fases de testes clínicos em apenas três a seis meses, o que a torna a mais rápida de todas as epidemias e pandemias ⁸.

A nanotecnologia é cada vez mais usada para o desenvolvimento de vacinas antivirais. Desde que uma nanovacina contra o vírus da hepatite B (HBV) foi licenciada pela primeira vez em 1986, esta abordagem tem sido usada para desenvolver vacinas contra papilomavírus humano (HPV), vírus da hepatite E (HEV), vírus da imunodeficiência humana (HIV) e vírus respiratórios ^{5, 10}.

Recentemente, a aplicação de nanomateriais no desenvolvimento e distribuição de vacinas levou ao nascimento do conceito de “nanovacinação” ⁸. As vacinas candidatas de subunidade são necessárias para aumentar a imunogenicidade efetivamente ao induzir uma resposta imune quando coadministrada com adjuvantes moleculares usando partes específicas dos componentes estruturais do SARS-CoV-2. Portanto, o desenvolvimento de uma vacina que tenha como alvo a subunidade da proteína SARS-CoV-2 S é uma prioridade ^{1, 9}.

A aplicação de nanomateriais à medicina é usada em vetores, biossensores, drogas e entrega de genes. A nanotecnologia, ao retirar suas características físico-químicas únicas, leva a uma eficácia terapêutica melhorada através de uma biodisponibilidade aumentada do fármaco. ^{1, 3} Nanomateriais que são cientificamente projetados são usados para ajudar as empresas farmacêuticas; eles ajudam a aumentar a eficácia da terapia e visam órgãos disfuncionais específicos ou células em decomposição do corpo ³.

Vacinas seguras e eficazes são cruciais para interromper a cadeia de transmissão da COVID-19, e a nanotecnologia desempenha um papel cada vez mais potente no desenvolvimento de vacinas. A nanomedicina pode participar no desenho, entrega e administração de vacinas contra COVID-19 porque elas têm uma apresentação de antígeno multivalente e estabilização de antígenos ^{3, 9}.

Eles também podem transportar adjuvantes para aumentar a resposta imune e entrega direcionada de antígenos, como uma vacina de mRNA, que é entregue por uma nanopartícula lipossomal como uma das vacinas candidatas atuais. Uma propriedade importante das nanovacinas é



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

AVANÇOS E BENEFÍCIOS DA NANOTECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DAS VACINAS
CONTRA SARS-COV-2: UMA REVISÃO INTEGRATIVA
Gabriel Henrique Ferracioli Alvarenga, Amanda Dalcin Dognani, Ana Elisa Inácio de Brito,
Carlos Alexandre Bezerra Junior, Ênio Ázara Oliveira, Géssica Débora dos Reis, Julia Faria Uveda,
Luiz Gabriel Gonçalves Cherain, Carollayne Mendonça Rocha

que também podem ser usadas em populações com poucos recursos ou densamente povoadas, usando suas propriedades de autoadministração^{2,4}.

Até o momento, várias vacinas candidatas foram desenvolvidas contra a infecção por COVID-19 (por exemplo, vacinas de subunidade, vacinas de vetor viral e vacinas de DNA), especialmente visando a proteína S viral. Foi demonstrado que os nanomateriais aumentam a potência da vacina e as estratégias de imunização para melhorar as respostas imunológicas^{1,5}.

Por exemplo, a Moderna desenvolveu um mRNA encapsulado em vacina de nanopartículas lipídicas e realizou testes clínicos em colaboração com o *Vaccine Research Center do US National Institutes of Health*. A Pfizer-BioNTech também desenvolveu a vacina baseada em mRNA semelhante, que foi autorizada para uso de emergência pela Food and Drug Administration (FDA) para prevenir COVID-19. A Pfizer-BioNtech declarou 95% de eficiência em 18 de novembro de 2020. Da mesma forma, a Moderna também revelou seus resultados e reivindicou 94,5% de eficácia do mRNA^{2,3}.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, portanto, que as pesquisa e desenvolvimento usando métodos inovadores, como nanotecnologia, são essenciais para acabar com a pandemia de forma eficaz em um curto espaço de tempo. A demanda global por tecnologia eficiente para combater COVID-19 motivou os pesquisadores e as indústrias a mudarem de métodos convencionais para tecnologias emergentes e inteligentes. Os nanomateriais podem ser considerados candidatos perfeitos contra infecções virais, especialmente CoVs, devido à sua capacidade de entrar nas células facilmente e interagir com os vírus e evitar a replicação do genoma viral, porém, mais estudos e testes clínicos devem ser realizados para aprimorar essa tecnologia.

REFERÊNCIAS

1. Yang D. Application of Nanotechnology in the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Nanomedicine*, v. 16, p. 623, 2021
2. Chintagunta A D *et al.* Nanotechnology: an emerging approach to combat COVID-19. *Emergent Materials*, p. 1-12, 2021
3. Tavakol S *et al.* The role of Nanotechnology in current COVID-19 outbreak. *Heliyon*, p. e06841, 2021
4. Vahedifard F, Chakravarthy K. Nanomedicine for COVID-19: The role of nanotechnology in the treatment and diagnosis of COVID-19. *Emergent materials*, p. 1-25, 2021
5. Rasmi Y *et al.* Recent progress in nanotechnology for COVID-19 prevention, diagnostics and treatment. *Nanomaterials*, v. 11, n. 7, p. 1788, 2021
6. De Souza M T , Da Silva M D, De Carvalho R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein (São Paulo)*, v. 8, p. 102-106, 2010



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

AVANÇOS E BENEFÍCIOS DA NANOTECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DAS VACINAS
CONTRA SARS-COV-2: UMA REVISÃO INTEGRATIVA
Gabriel Henrique Ferracioli Alvarenga, Amanda Dalcin Dognani, Ana Elisa Inácio de Brito,
Carlos Alexandre Bezerra Junior, Ênio Ázara Oliveira, Géssica Débora dos Reis, Julia Faria Uveda,
Luiz Gabriel Gonçalves Cherain, Carollayne Mendonça Rocha

7. Mendes K D S, Silveira R C de C P; GalvãoC M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & contexto-enfermagem*, v. 17, p. 758-764, 2008
8. Yayehrad A T *et al.* Could Nanotechnology Help to End the Fight Against COVID-19? Review of Current Findings, Challenges and Future Perspectives. *International Journal of Nanomedicine*, v. 16, p. 5713, 2021
9. Nasrollahzadeh M *et al.* Nanomaterials and nanotechnology-associated innovations against viral infections with a focus on coronaviruses. *Nanomaterials*, v. 10, n. 6, p. 1072, 2020
10. LI Y *et al.* Nano-based approaches in the development of antiviral agents and vaccines. *Life Sciences*, v. 265, p. 118761, 2021