

NANOTECNOLOGIA APLICADA À *CURCUMA LONGA* L. NO DESENVOLVIMENTO DE TERAPIAS ANTI-INFLAMATÓRIAS

NANOTECHNOLOGY APPLIED TO *CURCUMA LONGA* L. IN THE DEVELOPMENT OF ANTI-INFLAMMATORY THERAPIES

NANOTECNOLOGÍA APLICADA A *CURCUMA LONGA* L. EN EL DESARROLLO DE TERAPIAS ANTIINFLAMATORIAS

Cleber Nonato Macedo Costa¹
Ingrid Laliene Faro Ferreira²
Laura Silva Monteiro³
Leidson Frank Santana Cardoso⁴
Lauriene Karina Ramos da Costa Ferreira⁵
Ednolia Maria Ferreira Rodrigues⁶

RESUMO: A utilização de plantas medicinais na pesquisa farmacêutica tem despertado interesse devido à presença de compostos bioativos com potencial para o desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas. Entre essas espécies, destaca-se a *Curcuma longa* L., conhecida popularmente como cúrcuma ou açafrão-da-terra, cujo principal composto de interesse é a curcumina. Esse composto apresenta propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes investigadas em diferentes estudos experimentais, porém sua baixa solubilidade em água, reduzida biodisponibilidade, metabolização e limitações de absorção dificultam sua utilização em formulações farmacêuticas convencionais. Nesse contexto, a nanotecnologia farmacêutica surge como uma estratégia inovadora para melhorar as características físico-químicas e farmacocinéticas da curcumina. O presente estudo teve como objetivo analisar o potencial da nanotecnologia aplicada à curcumina da *Curcuma longa* L., considerando suas propriedades farmacológicas, limitações de biodisponibilidade e os principais sistemas nanotecnológicos investigados. Foi realizada uma revisão bibliográfica de caráter exploratório e abordagem qualitativa, utilizando estudos científicos relacionados à *Curcuma longa*, curcumina, nanotecnologia, nanopartículas, biodisponibilidade e atividade anti-inflamatória. Os resultados encontrados indicam que sistemas como nanopartículas poliméricas, nanopartículas lipídicas, lipossomas e nanoemulsões apresentam potencial para melhorar a dispersão, estabilidade, proteção e liberação da curcumina. Entretanto, apesar dos resultados promissores, permanecem desafios relacionados à segurança, toxicidade, estabilidade, padronização, custos de produção e aplicação em larga escala. Além disso, resultados obtidos em estudos laboratoriais e pré-clínicos não são suficientes para confirmar eficácia terapêutica em seres humanos. Conclui-se que a associação entre *Curcuma longa*, curcumina e nanotecnologia representa uma perspectiva relevante para a inovação farmacêutica, mas necessita de estudos clínicos adicionais para confirmar sua segurança e eficácia.

Palavras-chave: Curcumina. Nanotecnologia. *Curcuma longa* L.

¹ Farmacêutico / Professor Centro Universitário da Amazônia - UNIESAMAZ Belém, Pará, Brasil.

² Farmacêutica UNAMA - Ananindeua Belém, Pará, Brasil.

³ Farmacêutica Centro Universitário da Amazônia - UNIESAMAZ Belém, Pará, Brasil.

⁴ Farmacêutico Centro Universitário da Amazônia - UNIESAMAZ Belém, Pará, Brasil.

⁵ Farmacêutica UNAMA Belém, Pará, Brasil.

⁶ Farmacêutica Centro Universitário da Amazônia - UNIESAMAZ Belém, Pará, Brasil.

ABSTRACT: The use of medicinal plants in pharmaceutical research has attracted considerable interest due to the presence of bioactive compounds with potential applications in the development of new therapeutic strategies. Among these species, *Curcuma longa* L., commonly known as turmeric, stands out because of its main bioactive compound, curcumin. This compound has been investigated for its anti-inflammatory and antioxidant properties in several experimental studies. However, its low water solubility, reduced bioavailability, metabolism, and absorption limitations restrict its use in conventional pharmaceutical formulations. In this context, pharmaceutical nanotechnology has emerged as an innovative strategy to improve the physicochemical and pharmacokinetic characteristics of curcumin. This study aimed to analyze the potential of nanotechnology applied to curcumin obtained from *Curcuma longa* L., considering its pharmacological properties, bioavailability limitations, and the main nanotechnological systems investigated. An exploratory qualitative literature review was conducted using scientific studies related to *Curcuma longa*, curcumin, nanotechnology, nanoparticles, bioavailability, and anti-inflammatory activity. The findings indicate that systems such as polymeric nanoparticles, lipid nanoparticles, liposomes, and nanoemulsions may improve the dispersion, stability, protection, and release of curcumin. Nevertheless, despite promising results, important challenges remain regarding safety, toxicity, stability, standardization, production costs, and large-scale manufacturing. Furthermore, results obtained from laboratory and preclinical studies are not sufficient to confirm therapeutic efficacy in humans. Therefore, the association between *Curcuma longa*, curcumin, and nanotechnology represents a relevant perspective for pharmaceutical innovation, but further clinical studies are required to establish its safety and therapeutic effectiveness.

Keywords: Curcumin. Nanotechnology. *Curcuma longa* L.

RESUMEN: El uso de plantas medicinales en la investigación farmacéutica ha despertado un interés significativo debido a la presencia de compuestos bioactivos con potencial para el desarrollo de nuevas estrategias terapéuticas. Entre estas especies destaca *Curcuma longa* L., conocida comúnmente como cúrcuma, cuyo principal compuesto bioactivo de interés es la curcumina. Este compuesto ha sido investigado por sus propiedades antiinflamatorias y antioxidantes en diferentes estudios experimentales. Sin embargo, su baja solubilidad en agua, reducida biodisponibilidad, metabolismo y limitaciones de absorción dificultan su utilización en formulaciones farmacéuticas convencionales. En este contexto, la nanotecnología farmacéutica surge como una estrategia innovadora destinada a mejorar las características fisicoquímicas y farmacocinéticas de la curcumina. El presente estudio tuvo como objetivo analizar el potencial de la nanotecnología aplicada a la curcumina de *Curcuma longa* L., considerando sus propiedades farmacológicas, sus limitaciones de biodisponibilidad y los principales sistemas nanotecnológicos investigados. Se realizó una revisión bibliográfica de carácter exploratorio y enfoque cualitativo, utilizando estudios científicos relacionados con *Curcuma longa*, curcumina, nanotecnología, nanopartículas, biodisponibilidad y actividad antiinflamatoria. Los resultados encontrados indican que sistemas como nanopartículas poliméricas, nanopartículas lipídicas, liposomas y nanoemulsiones presentan potencial para mejorar la dispersión, estabilidad, protección y liberación de la curcumina. Sin embargo, a pesar de los resultados prometedores, permanecen desafíos relacionados con la seguridad, toxicidad, estabilidad, estandarización, costos de producción y fabricación a gran escala. Además, los resultados obtenidos en estudios de laboratorio y preclínicos no son suficientes para confirmar la eficacia terapéutica en seres humanos. Se concluye que la asociación entre *Curcuma longa*, curcumina y nanotecnología constituye una perspectiva relevante para la innovación farmacéutica, pero requiere estudios clínicos adicionales para confirmar su seguridad y eficacia.

Palabras clave: Curcumina. Nanotecnología. *Curcuma longa* L.

1. INTRODUÇÃO

As plantas medicinais representam uma importante fonte de substâncias bioativas para a pesquisa e o desenvolvimento de produtos farmacêuticos. Ao longo da história, diferentes espécies vegetais têm sido utilizadas tradicionalmente para auxiliar na prevenção e no tratamento de diversas condições de saúde. Atualmente, o interesse científico pôr essas plantas está relacionado à identificação de seus componentes químicos e à investigação de seus possíveis efeitos farmacológicos. Nesse contexto, a pesquisa com produtos naturais pode contribuir para a descoberta de novas moléculas e estratégias terapêuticas (Santos, 2026).

Entre as espécies de interesse para as Ciências Farmacêuticas destaca-se a *Curcuma longa* L., conhecida popularmente como cúrcuma ou açafrão-da-terra. Pertencente à família Zingiberaceae, essa planta possui um rizoma amplamente utilizado como especiaria e também na medicina tradicional. Sua composição química apresenta diferentes substâncias bioativas, incluindo curcuminoides e óleos essenciais. Entre esses componentes, a curcumina recebe grande destaque nas pesquisas científicas devido às suas características farmacológicas e ao seu potencial para aplicação no desenvolvimento de novas formulações (Brandão *et al.*, 2026).

A curcumina é um dos principais compostos bioativos presentes na *Curcuma longa* e vem sendo estudada por apresentar diferentes atividades biológicas. Entre as propriedades mais investigadas estão o potencial anti-inflamatório e antioxidante, relacionados à sua possível atuação sobre mecanismos celulares envolvidos na inflamação e no estresse oxidativo. Essas características despertam interesse na área farmacêutica, principalmente na busca por substâncias de origem natural que possam contribuir para novas estratégias terapêuticas. Entretanto, o potencial biológico da curcumina não significa que ela seja, por si só, um tratamento comprovado para todas as condições estudadas, sendo necessária a avaliação científica de sua eficácia e segurança (Marcon, 2026).

Apesar dos resultados promissores, a utilização terapêutica da curcumina apresenta importantes limitações farmacêuticas. A substância possui baixa solubilidade em água e baixa biodisponibilidade, características que podem dificultar sua absorção e reduzir a quantidade disponível no organismo após a administração. Além disso, fatores relacionados à sua estabilidade e metabolismo podem limitar seu aproveitamento em formulações convencionais. Dessa maneira, existe um desafio para a tecnologia farmacêutica: encontrar estratégias capazes de melhorar as propriedades da curcumina sem comprometer sua segurança e estabilidade (De Sena *et al.*, 2026).

Nesse cenário, a nanotecnologia farmacêutica surge como uma possibilidade inovadora para superar algumas das limitações apresentadas pela curcumina. Essa área permite o desenvolvimento de sistemas em escala nanométrica capazes de transportar e proteger substâncias bioativas, podendo contribuir para melhorar características como solubilidade, estabilidade, absorção e liberação do composto. Entre as estratégias estudadas estão nanopartículas poliméricas, nanopartículas lipídicas, lipossomas e nanoemulsões. A aplicação dessas tecnologias à curcumina pode representar uma alternativa para aprimorar sua administração e ampliar as possibilidades de desenvolvimento de formulações farmacêuticas (Marques *et al.*, 2025).

Diante disso, estudar a curcumina da *Curcuma longa* associada à nanotecnologia é relevante porque permite investigar uma possível solução para as limitações que dificultam seu aproveitamento terapêutico. Assim, o presente artigo tem como objetivo analisar o potencial da nanotecnologia aplicada à curcumina obtida da *Curcuma longa* L., com ênfase nas estratégias destinadas a melhorar sua solubilidade, biodisponibilidade e aplicação no desenvolvimento de abordagens farmacêuticas anti-inflamatória

2. REFERENCIAL TEÓRICO

4

2.1. *Curcuma longa* L.

A *Curcuma longa* L., conhecida popularmente como cúrcuma, açafrão-da-terra ou açafrão, é uma espécie vegetal pertencente à família Zingiberaceae. Originária do continente asiático, especialmente de regiões do sul e sudeste da Ásia, a planta atualmente é cultivada e utilizada em diferentes regiões do mundo. A principal parte empregada é o rizoma, estrutura subterrânea responsável pelo armazenamento de substâncias de interesse. Tradicionalmente, a cúrcuma é utilizada como especiaria e também em práticas da medicina tradicional, principalmente em preparações destinadas ao bem-estar e ao tratamento de processos inflamatórios. Sua composição química inclui curcuminoides, óleos essenciais e outros compostos bioativos, o que contribui para seu interesse científico. Para as Ciências Farmacêuticas, a espécie apresenta relevância por representar uma fonte vegetal de moléculas que podem ser investigadas para o desenvolvimento de novos produtos e formulações (Nicoletti; Fukushima, 2026).

2.2. Curcumina

A curcumina é um dos principais curcuminoides encontrados no rizoma da *Curcuma longa* L. e é responsável por grande parte da coloração amarelada característica da planta. Quimicamente, trata-se de um composto fenólico pertencente ao grupo dos curcuminoides, sendo amplamente investigado devido às suas propriedades biológicas. Estudos experimentais têm analisado seu potencial anti-inflamatório e antioxidante, especialmente por sua possível interação com diferentes vias celulares e moléculas relacionadas à resposta inflamatória e ao estresse oxidativo. Entre os mecanismos investigados estão a modulação de mediadores inflamatórios e de processos associados à produção de espécies reativas de oxigênio. Apesar dos resultados promissores observados em diferentes modelos experimentais, ainda existem limitações relacionadas à comprovação de sua eficácia clínica, sendo necessário diferenciar resultados laboratoriais e pré-clínicos de um tratamento comprovadamente eficaz em seres humanos (Melo *et al.*, 2026).

2.3. Inflamação e potencial terapêutico

A inflamação é uma resposta biológica do organismo diante de agressões, infecções ou lesões, sendo importante para a defesa e a recuperação dos tecidos. A inflamação aguda geralmente apresenta duração limitada e está relacionada a respostas rápidas do organismo, enquanto a inflamação crônica pode permanecer por períodos prolongados e estar associada ao desenvolvimento ou agravamento de diferentes doenças. Nesse contexto, a curcumina vem sendo estudada devido à sua possível capacidade de interferir em mecanismos envolvidos na resposta inflamatória, incluindo vias de sinalização celular e mediadores relacionados à inflamação. Pesquisas experimentais investigam seu potencial em condições associadas a processos inflamatórios e ao estresse oxidativo, como algumas doenças metabólicas, cardiovasculares e articulares. Entretanto, esses estudos ainda precisam ser avaliados considerando a qualidade das evidências disponíveis, pois resultados experimentais não significam necessariamente eficácia terapêutica comprovada (De Souza Brustolin, 2026).

2.4. Problemas da curcumina como medicamento

Apesar de apresentar potencial farmacológico, a curcumina possui características que dificultam sua utilização como medicamento convencional. Entre os principais obstáculos estão a baixa solubilidade em água e a baixa biodisponibilidade, fatores que podem reduzir sua

absorção e limitar a quantidade do composto disponível no organismo. Além disso, a curcumina pode sofrer processos de metabolização e eliminação que diminuem sua permanência na circulação, dificultando a obtenção de concentrações adequadas nos tecidos. Essas características representam um desafio para a tecnologia farmacêutica, pois uma substância pode apresentar atividade biológica interessante e, ao mesmo tempo, possuir propriedades que dificultam sua utilização terapêutica. Dessa forma, melhorar a administração, a estabilidade, a absorção e a disponibilidade da curcumina tornou-se um dos principais objetivos das pesquisas voltadas ao desenvolvimento de novas formulações (Da Cruz; Da Costa Martins, 2026).

2.5. Nanotecnologia farmacêutica

A nanotecnologia farmacêutica corresponde à aplicação de estruturas e sistemas em escala nanométrica para desenvolver novas formas de transporte, proteção e liberação de substâncias ativas. As nanopartículas podem atuar como sistemas de entrega de medicamentos, permitindo que determinados compostos sejam incorporados, protegidos e liberados de maneira controlada. Na área farmacêutica, essa tecnologia apresenta potencial para modificar propriedades físico-químicas de substâncias, podendo melhorar sua solubilidade, estabilidade e biodisponibilidade. No caso da curcumina, a nanotecnologia vem sendo estudada como uma estratégia para superar algumas de suas limitações farmacêuticas, possibilitando o desenvolvimento de sistemas capazes de aumentar sua dispersão e controlar sua liberação. Assim, a aplicação de tecnologias nanométricas à curcumina representa uma área de interesse para a inovação farmacêutica, embora sua segurança e eficácia ainda devam ser avaliadas de forma criteriosa (Machado, 2026).

6

2.6. Sistemas nanotecnológicos para curcumina

Diversos sistemas nanotecnológicos podem ser utilizados ou investigados para o transporte da curcumina, cada um apresentando características específicas. As nanopartículas poliméricas podem incorporar a curcumina em uma matriz polimérica, favorecendo sua proteção e possibilitando a liberação gradual do composto. As nanopartículas lipídicas utilizam componentes lipídicos como sistemas de transporte e podem contribuir para melhorar a dispersão e a biodisponibilidade de substâncias pouco solúveis. Os lipossomas são estruturas formadas por uma ou mais camadas lipídicas capazes de encapsular diferentes tipos de moléculas, enquanto as nanoemulsões consistem em sistemas de dispersão com gotículas em

escala nanométrica que podem favorecer a incorporação de compostos lipofílicos. Além desses sistemas, outros nanocarreadores vêm sendo estudados com o objetivo de melhorar a estabilidade, absorção e liberação da curcumina. A escolha do sistema depende das características da formulação e do objetivo terapêutico, sendo necessária a realização de estudos para determinar qual estratégia apresenta melhor desempenho e segurança (Brandani, 2026).

3. MÉTODO

O presente estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica de caráter exploratório e abordagem qualitativa, com o objetivo de reunir informações científicas sobre a *Curcuma longa* L., a curcumina e a aplicação da nanotecnologia no desenvolvimento de sistemas de liberação farmacêutica. A revisão bibliográfica foi escolhida por permitir a análise de estudos já publicados e a identificação dos principais conhecimentos disponíveis sobre as propriedades farmacológicas da curcumina, suas limitações de biodisponibilidade e as estratégias nanotecnológicas investigadas para melhorar sua utilização.

A busca dos estudos foi realizada nas bases de dados científicas PubMed, SciELO e ScienceDirect, por apresentarem publicações relacionadas às áreas de Ciências Farmacêuticas, farmacologia, produtos naturais e nanotecnologia. Foram utilizados como termos de pesquisa as palavras-chave e combinações entre “*Curcuma longa*”, “curcumin”, “nanotechnology”, “nanoparticles”, “bioavailability” e “anti-inflammatory”. Os termos foram combinados utilizando operadores booleanos, como AND e OR, com a finalidade de localizar estudos diretamente relacionados ao tema proposto.

Foram considerados preferencialmente artigos científicos publicados entre 2015 e 2026, nos idiomas português e inglês, que apresentassem informações relacionadas à composição e às propriedades da *Curcuma longa*, aos efeitos farmacológicos da curcumina, às limitações de sua biodisponibilidade ou ao desenvolvimento de sistemas nanotecnológicos para sua administração. Também foram considerados estudos relevantes para a compreensão dos mecanismos de ação e das possibilidades de aplicação farmacêutica da curcumina.

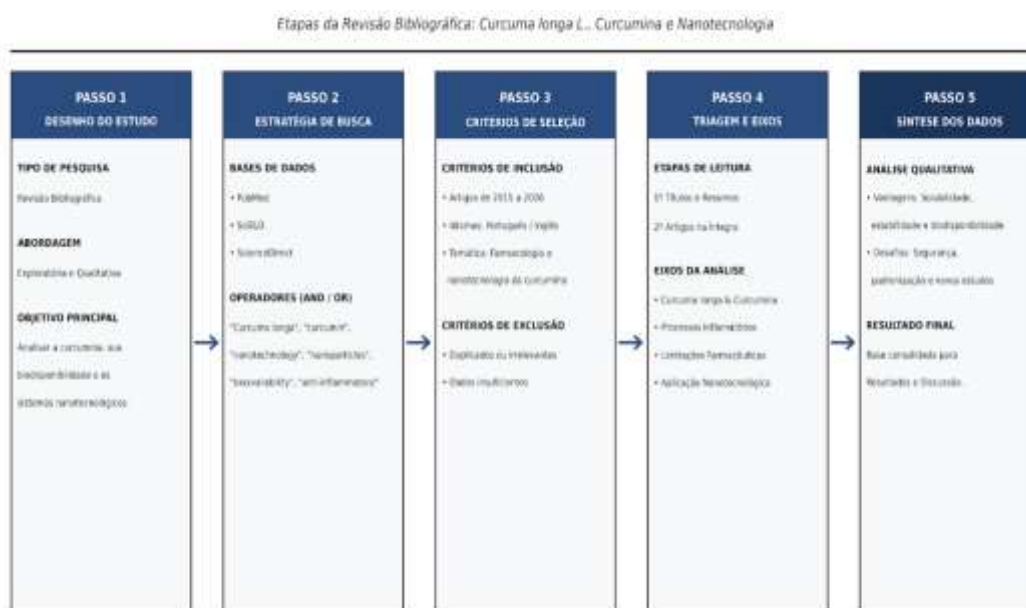
Como critérios de inclusão, foram selecionados estudos que apresentassem relação direta com os objetivos da pesquisa, abordassem a curcumina ou a *Curcuma longa* e apresentassem informações sobre propriedades farmacológicas, biodisponibilidade ou sistemas de liberação nanotecnológicos. Foram excluídos trabalhos duplicados, estudos sem relação direta com o

tema, publicações que não apresentassem informações suficientes para a análise proposta e materiais que não correspondessem ao objetivo do estudo.

Após a realização das buscas, os trabalhos encontrados foram avaliados inicialmente por meio da leitura dos títulos e resumos, seguida da análise do conteúdo dos estudos considerados relevantes. As informações foram organizadas de acordo com os principais temas do trabalho, incluindo características da *Curcuma longa*, propriedades da curcumina, processos inflamatórios, limitações farmacêuticas e aplicação da nanotecnologia. Posteriormente, os dados foram analisados de forma qualitativa e comparativa, buscando identificar os principais resultados apresentados pelos autores, as vantagens das diferentes estratégias nanotecnológicas e as limitações ainda existentes.

Dessa forma, a metodologia permitiu reunir informações científicas relevantes para compreender o potencial da associação entre a curcumina e sistemas nanotecnológicos. A análise dos estudos selecionados possibilitou identificar não apenas os resultados promissores relacionados à melhoria da solubilidade, estabilidade e biodisponibilidade da curcumina, mas também os desafios relacionados à segurança, eficácia, padronização e necessidade de novos estudos. Assim, os dados obtidos serviram como base para a elaboração dos resultados e da discussão apresentados neste trabalho.

Fluxograma I – Percuso metodologico



Fonte: Autores, 2026.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. O que os estudos encontraram sobre a curcumina

Os estudos analisados demonstram que a curcumina, principal composto bioativo da *Curcuma longa* L., apresenta potencial anti-inflamatório e antioxidante. Em relação à atividade anti-inflamatória, pesquisas experimentais indicam que a substância pode interferir em diferentes mediadores e vias celulares envolvidos na resposta inflamatória. Esse potencial torna a curcumina uma substância de interesse para as Ciências Farmacêuticas, especialmente na investigação de novas estratégias para condições relacionadas a processos inflamatórios (Ribeiro, 2026).

Quanto à atividade antioxidante, os estudos indicam que a curcumina pode atuar sobre mecanismos relacionados ao estresse oxidativo e às espécies reativas de oxigênio. Entre os mecanismos estudados estão a modulação de vias de sinalização celular, fatores de transcrição e mediadores envolvidos nos processos inflamatórios e oxidativos. Resultados obtidos em estudos *in vitro* e em modelos animais demonstram efeitos biológicos promissores, contribuindo para o interesse científico na substância e para a continuidade das pesquisas (Kubrusly *et al.*, 2025).

Apesar dos resultados experimentais favoráveis, as evidências disponíveis apresentam limitações que precisam ser consideradas. Os resultados podem variar conforme a dose utilizada, a forma de administração, o modelo experimental e as características da formulação. Além disso, resultados obtidos em estudos laboratoriais e animais não podem ser diretamente considerados como comprovação de eficácia em seres humanos. Portanto, a curcumina apresenta potencial farmacológico, mas ainda são necessários estudos clínicos mais consistentes para estabelecer sua eficácia e segurança terapêutica (Oliveira *et al.*, 2025).

4.2. O problema da biodisponibilidade

Um dos principais problemas identificados nos estudos sobre a curcumina é sua baixa biodisponibilidade. Mesmo apresentando propriedades biológicas de interesse, uma quantidade limitada do composto pode permanecer disponível no organismo após sua administração. A baixa absorção está relacionada principalmente às características físico-químicas da substância, incluindo sua reduzida solubilidade em água, o que pode dificultar sua dissolução e posterior absorção pelo organismo (Salomão, 2026).

Outro fator importante está relacionado à metabolização da curcumina. Após ser absorvida, a substância pode sofrer processos metabólicos que reduzem sua disponibilidade na circulação e contribuem para sua eliminação. Dessa maneira, a quantidade de curcumina que chega aos tecidos pode ser inferior àquela administrada inicialmente. Essa característica representa uma dificuldade importante para o desenvolvimento de formulações destinadas a aproveitar seu potencial farmacológico (Castanheira, 2025).

As formulações convencionais podem apresentar limitações diante dessas características, pois nem sempre conseguem proporcionar uma absorção adequada ou manter o composto disponível por tempo suficiente. Assim, existe uma diferença entre o potencial farmacológico demonstrado pela curcumina e sua capacidade de produzir efeitos terapêuticos consistentes no organismo. Esse problema de biodisponibilidade justifica a investigação de novas estratégias farmacêuticas capazes de melhorar a solubilidade, a absorção, a estabilidade e a liberação da substância (Kruk, 2025).

4.3. O que a nanotecnologia pode melhorar

Diante da baixa solubilidade da curcumina, a utilização de nanoformulações representa uma possível estratégia para melhorar sua dispersão e aumentar seu aproveitamento farmacêutico. Sistemas desenvolvidos em escala nanométrica podem modificar as características físico-químicas do composto e favorecer sua incorporação em diferentes veículos de administração. Dessa forma, a nanotecnologia pode ser utilizada como uma possível solução para uma das principais limitações apresentadas pela curcumina (Trajano, 2025).

Em relação à baixa biodisponibilidade, os sistemas nanotecnológicos podem funcionar como veículos capazes de transportar a curcumina e favorecer sua liberação de maneira controlada. Dependendo da composição e das características do sistema, esses nanocarreadores podem proteger o composto durante determinadas etapas da administração e favorecer sua disponibilidade no organismo. Essa abordagem busca aproximar o potencial farmacológico observado experimentalmente de uma forma de administração mais eficiente (Souza, 2025).

A instabilidade da curcumina também pode ser enfrentada por meio do desenvolvimento de sistemas capazes de proteger o composto contra fatores que possam provocar sua degradação. Nanopartículas, lipossomas, nanoemulsões e sistemas lipídicos podem ser planejados para aumentar a proteção e modificar o comportamento da substância. Entretanto, essas possibilidades ainda precisam ser avaliadas de acordo com cada formulação, uma vez que a

utilização da nanotecnologia não garante automaticamente maior eficácia ou segurança (Santos, 2026).

4.4. Comparação entre as tecnologias

As nanopartículas poliméricas podem ser utilizadas como sistemas capazes de incorporar e proteger a curcumina dentro de uma matriz formada por polímeros. Uma das principais possibilidades desses sistemas é controlar a liberação do composto, permitindo que ele seja disponibilizado de maneira gradual. Os lipossomas, por sua vez, são estruturas formadas por componentes lipídicos que podem encapsular substâncias e funcionar como veículos de transporte. Dessa forma, ambas as tecnologias apresentam potencial para proteger a curcumina e melhorar sua distribuição, embora possuam características de composição e funcionamento diferentes (Franklin, 2025).

As nanoemulsões apresentam outra estratégia para melhorar a administração da curcumina, principalmente por favorecerem a dispersão de compostos com baixa solubilidade em água. Por apresentarem gotículas em escala nanométrica, esses sistemas podem facilitar a incorporação de substâncias lipofílicas e melhorar determinadas características da formulação. Já as nanopartículas lipídicas utilizam componentes lipídicos como base para o transporte da substância e podem apresentar potencial para melhorar sua estabilidade e biodisponibilidade. Assim, essas tecnologias possuem diferentes mecanismos e vantagens que devem ser considerados durante o desenvolvimento farmacêutico (Schlichting *et al.*, 2022).

A comparação entre os sistemas demonstra que não existe necessariamente uma única tecnologia ideal para todas as situações. A escolha entre nanopartículas poliméricas, lipossomas, nanoemulsões ou nanopartículas lipídicas depende das características da curcumina, da finalidade da formulação, da via de administração e dos resultados desejados. Portanto, os estudos devem avaliar parâmetros como estabilidade, capacidade de encapsulamento, liberação do composto, biodisponibilidade e segurança para determinar qual sistema apresenta melhor desempenho para determinada aplicação (Mendes, 2025).

4.5. Limitações e desafios

Apesar dos resultados promissores relacionados à aplicação da nanotecnologia à curcumina, existem limitações que precisam ser consideradas. Questões relacionadas à segurança e à toxicidade dos nanomateriais são importantes, pois as características das

partículas podem influenciar sua interação com células e tecidos. Além disso, a estabilidade das formulações precisa ser avaliada durante o armazenamento e a utilização, garantindo que suas propriedades permaneçam adequadas ao longo do tempo (Rocha *et al.*, 2025).

Outro desafio está relacionado ao custo e à complexidade da produção dessas formulações. A fabricação de sistemas nanotecnológicos exige equipamentos, matérias-primas e processos controlados, além de padronização para garantir que diferentes lotes apresentem características semelhantes. A produção em larga escala também pode representar uma dificuldade, principalmente quando é necessário manter o tamanho das partículas, a concentração do composto, a estabilidade e outras propriedades dentro de parâmetros previamente estabelecidos (João, 2025).

Uma das principais limitações está relacionada à necessidade de estudos clínicos que confirmem a segurança e a eficácia dessas tecnologias em seres humanos. Resultados obtidos em laboratório ou em modelos animais são importantes para o desenvolvimento inicial das formulações, mas não são suficientes para comprovar um tratamento eficaz. Portanto, ainda existe uma diferença entre o potencial observado experimentalmente e a aplicação clínica, sendo necessários estudos mais aprofundados para avaliar segurança, toxicidade, eficácia, estabilidade, custo e viabilidade da produção em larga escala (Riart, 2026).

5. CONCLUSÃO

A *Curcuma longa* L. apresenta importante potencial para as Ciências Farmacêuticas devido à presença de diferentes compostos bioativos em sua composição. Entre esses componentes, a curcumina destaca-se como a substância mais estudada, principalmente por suas propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes. Dessa forma, a espécie vegetal representa uma fonte relevante para pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de novas estratégias farmacêuticas.

Apesar de seu potencial farmacológico, a curcumina apresenta limitações importantes relacionadas à baixa solubilidade e à baixa biodisponibilidade. Essas características podem dificultar sua absorção, distribuição e permanência no organismo, reduzindo o aproveitamento de suas propriedades biológicas. Assim, melhorar a administração da curcumina constitui um desafio relevante para o desenvolvimento de formulações farmacêuticas mais adequadas.

Nesse contexto, a nanotecnologia apresenta potencial para contribuir com a superação de algumas dessas limitações por meio do desenvolvimento de nanoformulações. Sistemas

como nanopartículas, lipossomas, nanoemulsões e nanopartículas lipídicas podem favorecer características como estabilidade, dispersão, proteção e liberação da curcumina. Os estudos disponíveis apresentam resultados promissores, indicando que essas tecnologias podem representar uma alternativa interessante para melhorar o uso farmacêutico da substância.

A nanotecnologia apresenta potencial para aprimorar as características farmacêuticas da curcumina, mas os resultados atualmente disponíveis ainda não permitem considerá-la uma solução terapêutica definitiva. São necessários estudos adicionais para confirmar a segurança, a eficácia clínica, a estabilidade e a viabilidade dessas formulações em seres humanos. Dessa maneira, a associação entre a *Curcuma longa* L., a curcumina e a nanotecnologia constitui uma perspectiva promissora, mas que ainda depende de evidências científicas mais robustas para sua consolidação na prática farmacêutica.

REFERENCIAIS

BRANDANI, Lariça Aparecida. Liberação controlada de nanocurcumina a partir de híbridos ureasil-poliéter. 2026.

BRANDÃO, Gabriel José Fernandes et al. Atividade cardioprotetora do açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.): uma revisão. 2026.

CASTANHEIRA, Patrícia Inês Pinto. Suplementos alimentares usados no controlo de peso e emagrecimento. 2025.

DA CRUZ, Girlane Barros; DA COSTA MARTINS, Eduardo. CURCUMINA E SAÚDE: FARMACOCINÉTICA NO CONTROLE GLICÊMICO EM PACIENTES COM DIABETES. *Aurum Revista Multidisciplinar*, v. 2, n. 5, p. 1-7, 2026.

DE SENA, Aurilene de Jesus Caetano et al. Eficácia da *Curcuma longa* L. nanoparticulada no tratamento da artrite reumatoide. *Periódicos Brasil. Pesquisa Científica*, v. 5, n. 3, p. 1248-1272, 2026.

DE SOUZA BRUSTOLIN, Maria Eduarda; DALBERTO, Gabriela. Curcumina e seu potencial terapêutico na doença inflamatória intestinal: Uma revisão sistemática. *Research, Society and Development*, v. 15, n. 3, p. e5215350781-e5215350781, 2026.

FRANKLIN, Palmorio Liandra. *Efeito de Técnicas de Encapsulamento e Mecanismos de Liberação de Bacteriocinas no Aumento da Vida Útil e na Segurança de Alimentos*. 2025. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina.

JOÃO, Luana. Métodos de controle de qualidade aplicados a produtos cosméticos baseados em nanotecnologia. 2025.

KRUK, Fernanda Huzar da Luz. *Curcuma longa* L. e sua ação anti-inflamatória. 2025.

KUBRUSLY, Taiane Belinati Loureiro et al. ESTRESSE OXIDATIVO E DOENÇAS CARDIOVASCULARES: O PAPEL DOS ANTIOXIDANTES NA PRÁTICA CARDIOLÓGICA. *Epitaya E-books*, v. 1, n. 104, p. 261-280, 2025.

MACHADO, Beatriz Alexandrelli. Curcumina carregada em nanoestruturas à base de lipídeos como terapia adjuvante ao tratamento periodontal não cirúrgico: estudo microtomográfico, histomorfométrico e imunoistoquímico. 2026.

MARCON, Marcia Viviane. Micropartículas poliméricas ph-sensíveis de curcumina e piperina com potencial aplicação na síndrome metabólica. 2026.

MARQUES, Estela Mesquita et al. Desenvolvimento de Nanogéis Contendo Curcumina e Óleo Essencial da espécie *Pectis brevipedunculata* (Asteraceae) como Terapia Combinada para o controle de *Aedes aegypti* e Leishmaniose. 2025.

MELO, Stéfany Rodrigues de Sousa et al. Estudos multidisciplinares em nutrição e saúde. 2026.

MENDES, Maria Gabriela Araújo. Nanopartículas lipídicas funcionalizadas com transferrina para a veiculação de cabazitaxel: desenvolvimento, caracterização físico-química e avaliação da eficácia em células de câncer de próstata. 2025.

NICOLETTI, Maria Aparecida; FUKUSHIMA, André Rinaldi. Partes de plantas utilizadas na alimentação e sua ajuda na qualidade de vida de pessoas que estão fazendo uso de medicamentos. 2026.

OLIVEIRA, Juliana Scheffer de et al. Aplicação da abordagem Quality by Design (QbD) integrada ao Design of Experiments (DoE) em sistemas nanoparticulados destinados à administração tópica. 2025.

14

RIART, Santiago Luis Vallejos. *Otimização da aprendizagem em cirurgia otológica: treinamento de mastoidectomia em osso temporal artificial e transferência de habilidades para dissecação cadavérica*. 2026. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RIBEIRO, Valéria Noia. Docking molecular de compostos bioativos contra as bactérias do complexo vermelho para periodontite. 2026.

ROCHA, Raiene Lisboa et al. Desenvolvimento de Nanogéis à Base de Bioativos Naturais como Abordagem Inovadora para o Controle e Tratamento de Doenças Tropicais Negligenciadas e Avaliação Toxicológica em Modelo Zebrafish (*Danio rerio*). 2025.

SALOMÃO, Karile Cristina da Costa. Entre a terapêutica e a toxicidade: análise dos efeitos sistêmicos da artrite induzida por adjuvante e seu tratamento.

SANTOS, Rui Guilherme Sousa dos. Incorporação de compostos bioativos em produtos alimentícios: uma revisão. 2026.

SCHLICHTING, Layla et al. Caracterização e avaliação de eficácia de um sistema auto nanoemulsionável com curcumina. 2022.

SOUZA, Fernanda Kelly Alves de. Aumento da biodisponibilidade da curcumina utilizando um sistema de liberação controlada de fármaco baseado em quitosana e nanopartículas verdes de óxido de ferro (Fe_3O_4). 2025.

TRAJANO, Aslan Costa. Avaliação da toxicidade e do potencial antioxidante de nanopartículas contendo extrato de compostos fenólicos de melão Cantaloupe (*Cucumis melo* L.) em peixe-zebra (*Danio rerio*). 2025.