



## Monitoramento tecnológico de produtos à base de nanoemulsão com aplicação na saúde animal

Technological monitoring of nanoemulsion-based products for application in animal health

Monitoreo tecnológico de productos basados en nanoemulsiones con aplicación en salud animal

Maria Leticia Araújo de Moraes<sup>1</sup>, Matheus Victor Viana de Melo<sup>1</sup>, Pabyton Gonçalves Cadena<sup>1</sup>.

### RESUMO

**Objetivo:** Realizar um monitoramento tecnológico de produtos à base de nanoemulsões aplicados à saúde animal. **Métodos:** Trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo, a qual realizou o mapeamento e avaliação das tecnologias em documentos de patentes disponíveis em bases de dados tecnológicas entre os anos de 2002 e 2023. Foram incluídos os documentos que se referem às aplicações diretas de produtos à base de nanoemulsões na saúde animal. Os dados obtidos foram expressos na forma de gráficos e tabelas, utilizando o Software Microsoft Excel 365®. **Resultados:** Foram extraídos 68 documentos de patentes dos bancos de dados. A China é o país que detém o maior número de patentes relacionadas ao tema encontradas nos bancos de dados, seguida dos Estados Unidos. O ano de 2017 foi o ano onde houve um maior número de documentos depositados. Os fármacos mais encontrados foram os quimioterápicos sistêmicos e as nanoemulsões mais frequentes foram as do tipo óleo em água. **Conclusão:** Devido ao baixo número de documentos encontrados, pode-se concluir que há uma escassez no estudo relacionado à atividade inventiva de produtos à base de nanoemulsão com aplicação na saúde animal.

**Palavras-chave:** Prospecção tecnológica, Nanoemulsões, Fármacos, Bases de dados.

### ABSTRACT

**Objective:** To perform technological monitoring of nanoemulsion-based products applied to animal health. **Methods:** This is descriptive research that conducted the mapping and evaluation of technologies in patent documents available in technological databases between the years 2002 and 2023. Documents referring to direct applications of nanoemulsion-based products in animals were included. The obtained data were presented in the form of graphs and tables, using Microsoft Excel 365® software. **Results:** A total of 68 patent documents were extracted from the databases. China is the country with the highest number of patents related to the subject found in the databases, followed by the United States. The year 2017 had the highest number of deposited documents. The most commonly found drugs were systemic chemotherapeutics, and the most frequent type of nanoemulsions were oil-in-water emulsions. **Conclusion:** Due to the low number of documents found, it can be concluded that there is a scarcity in the study related to the inventive activity of nanoemulsion-based products with applications in animal health.

**Keywords:** Technological prospecting, Nanoemulsions, Pharmaceuticals, Databases.

### RESUMEN

**Objetivo:** Realizar un seguimiento tecnológico de los productos basados en nanoemulsiones aplicados a la salud animal. **Métodos:** Se trata de una investigación de carácter descriptivo que realizó la identificación y evaluación de tecnologías en documentos de patentes disponibles en bases de datos tecnológicas entre los años 2002 y 2023. Se incluyeron documentos que se refieren a aplicaciones directas de productos basados en nanoemulsiones en animales. Los datos obtenidos se presentaron en forma de gráficos y tablas, utilizando

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE - SEDE), Recife - PE.

el software Microsoft Excel 365®. **Resultados:** Se extrajeron un total de 68 documentos de patentes de las bases de datos. China es el país con el mayor número de patentes relacionadas con el tema encontradas en las bases de datos, seguida por Estados Unidos. El año 2017 fue el año con el mayor número de documentos depositados. Los fármacos más comunes fueron los quimioterapéuticos sistémicos y el tipo más frecuente de nanoemulsiones fueron las emulsiones de aceite en agua. **Conclusión:** Debido al bajo número de documentos encontrados, se puede concluir que hay escasez en el estudio relacionado con la actividad inventiva de productos basados en nanoemulsiones con aplicaciones en la salud animal.

**Palabras clave:** Prospección tecnológica, Nanoemulsiones, Farmacéuticos, Bases de datos.

## INTRODUÇÃO

Na indústria farmacêutica, o fármaco é um produto elaborado com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico, de modo a ser utilizados para curar doenças, reduzir ou eliminar sintomas e prevenir enfermidades (BATAGHIN F, et al., 2021). Os fármacos podem ser administrados por diferentes vias, como oral, endovenosa e tópica (CAMARGOS R, et al., 2021). Entretanto, a eficácia dos fármacos administrados, por exemplo, pela via oral, muitas vezes é limitada, devido à baixa solubilidade aquosa dos princípios ativos, a baixa permeabilidade através da barreira intestinal e instabilidade no ambiente ácido estomacal (BABADI D, et al., 2020). Ainda, outro problema da administração de princípios ativos é o fato de possuírem uma baixa biodisponibilidade, além de possíveis efeitos tóxicos (SILVA T, et al., 2022).

Como uma forma de solucionar esses problemas, foi desenvolvido sistemas de liberação de fármacos para promover uma melhor estabilidade, aumentar a absorção, modelar a cinética de liberação, aumentar o tempo de meia vida do princípio ativo e seu efeito terapêutico (PATRICIO B, et al., 2019; CHARIOU P, et al., 2020). Formulações de produtos em escala nanométrica com as vantagens mencionadas acima vem ganhando destaque dentro da indústria farmacêutica (BEZERRA T, et al., 2022). Uma vez que estes produtos são utilizados para prolongar os efeitos farmacológicos em certos órgãos-alvo, aumentar a solubilidade e diminuir a degradação dos princípios ativos nanoencapsulados (CERBU C, et al., 2021).

A nanociência é o estudo de moléculas em escala nanométrica variável, e a nanotecnologia é a sua aplicabilidade útil, que consiste na análise, medição e fabricação da matéria (BAYDA S, et al., 2020). A nanotecnologia vem contribuindo positivamente na indústria farmacêutica com a formulação de nanomedicamentos voltados para a saúde humana e animal, de modo a poder consolidar a presença de laboratórios farmacêuticos no mercado global e gerar um maior lucro em um ambiente de negócios competitivos (CARVALHO S, et al., 2020).

Na área da nanotecnologia há diversos tipos de nanocarreadores, que têm como principal vantagem a capacidade de melhorar a biodisponibilidade dos fármacos, além de permitir a liberação controlada até o tecido alvo. Como exemplo, podem ser citadas as nanopartículas poliméricas (micela e hidrogel), lipossomas, além das nanoemulsões (XU X, et al., 2021). As nanoemulsões são compostas por uma fase oleosa e uma fase aquosa, estabilizadas com a utilização de surfactantes. As vesículas que formam essas dispersões têm diâmetro médio variando de 1 a 200 nanômetros, sendo assim consideradas nanoemulsões (MCCLEMENTS D, et al., 2018; 2023). Podem ser apresentadas como simples ou múltiplas. As simples podem ser óleo em água (O/A) ou água em óleo (A/O); já as múltiplas, podem ser água em óleo em água (A/O/A) ou óleo em água em óleo (O/A/O) (SABJAN B, et al., 2020).

Ainda, são sistemas termodinamicamente instáveis, visto que podem passar por processo de quebra devido a diversos fatores, como a floculação, ou seja, associação de duas ou mais vesículas; coalescência, a qual resulta a partir de fenômenos cinéticos como sedimentação e formação de cremes; além do amadurecimento de Ostwald, que consiste no aumento no tamanho da vesícula a partir da diferença de pressão, de modo a resultar no espessamento da emulsão e separação das fases (LIU Q, et al., 2019; SIGNH Y, et al., 2020). Com base nessas informações, o surfactante exerce um papel fundamental de envolver a vesícula e impedir a agregação de vesículas vizinhas, de modo a evitar posterior separação de fases, aumentando a estabilidade da emulsão (SIGNH Y, et al., 2020).

As nanoemulsões são sistemas com alta biodisponibilidade, utilizados como nanocarreadores devido, entre outras vantagens, à rápida ação, redução da toxicidade e facilidade logística de transporte na indústria farmacêutica (KHANI S, et al., 2016; MCCLEMENTS D, et al., 2018; 2023). Com relação à aplicação desses tipos de nanocarreadores na saúde humana e animal, pode-se citar a utilização da nanoemulsão de extrato de gengibre-vermelho, do tipo O/A, para modular a hipertensão arterial em ratos (HANIFAH N, et al., 2021). Ainda, se tem a utilização de nanoemulsão de  $\alpha$ -Tocoferol, do tipo A/O, para melhorar a cicatrização de feridas em roedores com diabetes, e como resultado, a formulação promoveu uma melhora na neovascularização, proporcionando uma ação antioxidante e antimicrobiana nas feridas dos animais diabéticos (ALI M, et al., 2022).

Produtos nanotecnológicos podem ser usados tanto na saúde humana como animal. A medicina veterinária é um campo de caráter essencial para a economia humana desde a antiguidade, de modo a possuir grande relevância dentro do contexto de saúde pública, como no controle de zoonoses e ações de prevenção e promoção de saúde (BALLOCK A, et al., 2023). Tendo em vista que o faturamento do setor pet vem crescendo de forma global, nos últimos 10 anos, com os Estados Unidos possuindo cerca de 44,8% do faturamento global, é suma importância o monitoramento tecnológico para reunir as informações acerca das inovações ocorrentes na medicina humana e veterinária para estudos futuros (COMAC, 2022).

Entendendo que a proteção intelectual em formas de patentes estimula o desenvolvimento de novas tecnologias e facilitam o seu acesso, é importante pesquisar e monitorar as atividades inventivas com foco na aplicação de produtos à base de nanoemulsões na saúde animal. O monitoramento tecnológico consiste na busca em bancos de dados de patentes, para identificar caminhos que o mercado econômico pode seguir, a fim de mapear as inovações tecnológicas com potencial de influenciar a sociedade e o setor econômico. Ademais, pode-se observar a evolução temporal dessas tecnologias, os principais países detentores de atividade inventiva relacionada ao tema no mundo, dentre outros fatores relevantes que poderão ser aplicados nos filtros de busca dos bancos de dados de patentes (MELO MVV, et al., 2021).

Segundo a Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI), a patente consiste no direito de exclusividade concedido a uma invenção relacionada a uma nova forma técnica de solucionar um problema (WIPO, 2004). Ainda, vale mencionar que as patentes devem ser depositadas nos escritórios de patentes dos países onde pretende-se proteger tal invenção, após o período de sigilo que, em muitos países, incluindo o Brasil, corresponde a 18 meses, o documento fica disponível nos bancos de dados de patentes para consulta pública (SILVA WVR, et al., 2018).

Adicionalmente, as patentes, juntamente com os desenhos industriais e marcas, formam o Sistema de Propriedade Industrial. Esse sistema objetiva organizar uma forma de incentivar a produção de conhecimentos e informações tecnológicas na sociedade, onde uma parte desse conhecimento de proteção corresponde às inovações ou bem transacionável no mercado de tecnologia (ABREU JC, et al., 2017).

Por fim, existe escassez de fármacos baseados em nanotecnologia com aplicabilidade voltada para a medicina veterinária, se comparada à medicina humana (CARVALHO S, et al., 2020). Essa escassez de informações pode ser justificada pelo fato de a nanociência ainda ser um campo emergente na medicina veterinária (ALI A, et al., 2021). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar monitoramento tecnológico de produtos à base de nanoemulsões com aplicações na saúde animal onde analisamos diversas informações, como o país de origem do documento de patente, os principais depositantes, os tipos de fármacos encontrados e os tipos de nanoemulsões que serviram como base para a formulação de produtos aplicados a saúde animal.

## MÉTODOS

Foi realizado um monitoramento tecnológico quantitativo e qualitativo de caráter descritivo, utilizando bancos de dados de patentes nacionais e internacionais, com a finalidade de coletar e analisar documentos de patentes existentes em vigor ou em domínio público acerca do tema “Produtos à base de nanoemulsões com aplicações na saúde animal”.

O monitoramento foi realizado sem restrição de datas, de modo a monitorar tanto as palavras-chave quanto o histórico de busca nos bancos de dados de patentes. Em seguida, foram registrados os Códigos de Classificação Internacional de Patentes (CIP) para possibilitar a obtenção dos mesmos resultados com relação aos documentos de patentes, independentemente do idioma utilizado na pesquisa ou da presença das palavras-chave.

Conforme os critérios de inclusão e exclusão, foram incluídos os documentos de patente que se referem aos produtos à base de nanoemulsões, cuja aplicação direta era direcionada, mas não exclusivamente, à saúde animal. Ademais, foram desconsiderados os documentos duplicados; os que se referiam a outros tipos de nanocarreadores mas não especificaram o uso de nanoemulsões; os que eram aplicados apenas na saúde humana; e ainda, os que não possuíam aplicação direta em animais.

### Busca de patentes

Os bancos de dados de patentes internacionais utilizados foram o Espacenet (base de dados do escritório europeu - EPO), Patentscope (plataforma da OMPI – Organização Mundial da Propriedade Intelectual) e o The Lens; e o banco de dados de patentes nacionais utilizado foi o do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). Ademais, o Google Patents foi utilizado para auxiliar na leitura dos documentos.

Ainda com relação às buscas, nos bancos de dados da Espacenet e Patentscope, foram utilizadas as palavras-chave, em inglês: “*nanoemulsion*” AND “*veterinary medicine*”, com o intuito de obter os resultados desejados na pesquisa. Adicionalmente, foram também utilizados filtros como “Título, Resumo ou Reivindicações” na busca do Espacenet e no The Lens. No The Lens também foram utilizadas as mesmas palavras-chave, porém, houve a aplicação do filtro “*Document family*”, de modo a priorizar os documentos que possuíam o depósito em mais de um país. Finalmente, a busca realizada no INPI utilizou apenas palavras-chave “nanoemulsão” em português, para obter o maior número de documentos publicados nacionalmente.

### Análise de dados

Após a obtenção dos documentos nas bases de dados e posterior filtragem com o uso dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, foram analisadas as seguintes categorias: número da patente; país de depósito; título da patente; o Tratado de cooperação em matéria de patentes (código PCT), quando presente; a Classificação Internacional de Patentes (código CIP); status da patente; depositante ou instituição; número de inventores; classificação dos fármacos adaptada de Larini e colaboradores (2007) (**Tabela 1**); classificação conforme por Singh e colaboradores (2017) para os tipos de nanoemulsão.

**Tabela 1** - Classificação terapêutica dos fármacos, adaptada de Larini e colaboradores (2007).

Classificação Terapêutica dos Fármacos	
A. Analgésicos, anti-inflamatórios e anestésicos.	AA: Anti-inflamatórios antitérmicos AI: Anti-inflamatórios não esteroides AO: Analgésicos opioides e opiáceos AZ: Outros
C. Cardiovasculares	CA: Tratamento de arritmias CB: Betabloqueadores CE: Inibidores de ECA CZ: Outros
D. Fármacos que atuam no aparelho digestivo	DA: Antiácidos e antiulcerosos DB: Boca e orofaringe DE: Antieméticos DZ: Outros
E. Eletrólitos e nutrientes	ENO: Nutrientes pela via oral ER: Reposição de eletrólitos e nutrientes EV: Vitaminas EZ: Outros

Classificação Terapêutica dos Fármacos	
H. Hormônios	HC: Corticosteróides HF: Hormônios femininos HM: Hormônios masculinos HZ: Outros
I. Fármacos imunológicos	IA: Alergia (anti-histamínicos) IE: Imunoestimulantes IP: Imunoprotetores IZ: Outros
N. Fármacos neurológicos	NC: Tratamento de convulsões e epilepsia NM: Miorrelaxante de ação central NP: Tratamento da doença de Parkinson NZ: Outros
Q. Fármacos quimioterápicos sistêmicos	QB: Quimioterapia bacteriana QP: Tratamento de parasitoses QV: Tratamento de viroses QZ: Outros
T. Fármacos de uso tópico (pele e mucosas)	TA: Aparência e proteção da pele TH: Hormônio de uso tópico TQ: Quimioterápico de uso tópico TS: Tópico de uso sintomático
V. Vários	VA: Antídotos e antagonistas VG: Produtos de origem vegetal VH: Homeopatia VZ: Outros fármacos não classificados nos itens anteriores

Fonte: Moraes MLA, et al., 2024.

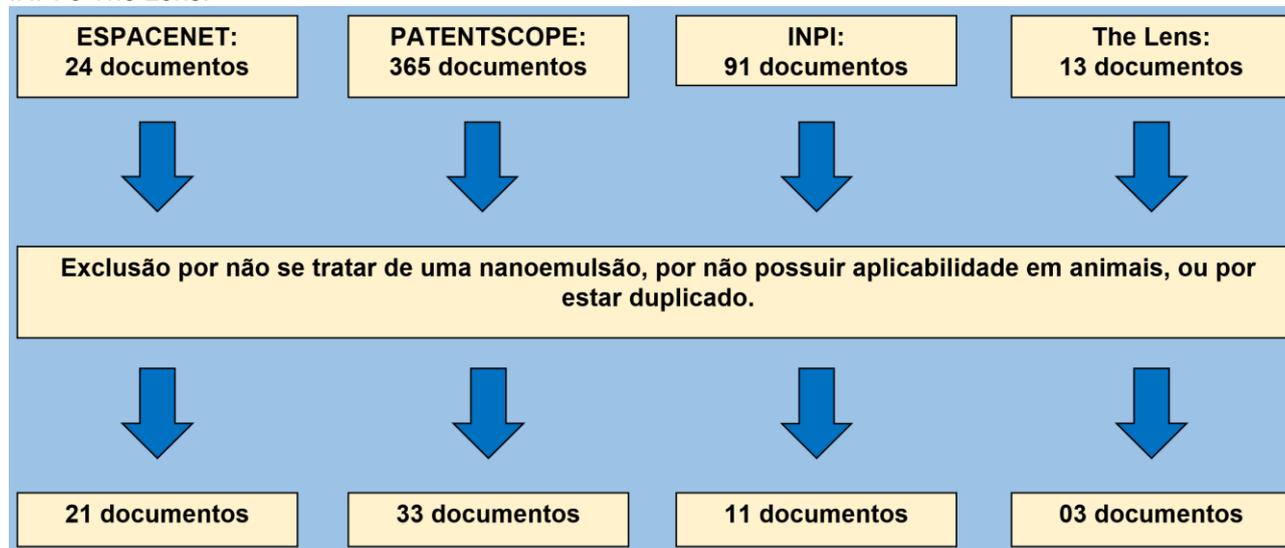
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos bancos de dados utilizados para desenvolver o monitoramento tecnológico, o Patentscope apresentou 36 resultados, sendo o banco de dados que mais apresentou documentos de patentes, haja vista que a pesquisa é direcionada para todo o documento, desse número, apenas 33 se enquadraram nos critérios da pesquisa. Em seguida, o Espacenet apresentou 24 documentos, com apenas 21 incluídos; o The Lens apresentou 13 documentos, com apenas 3 que se enquadraram nos critérios do monitoramento.

Nestes últimos, o menor número se dá pelo fato de que em ambos os bancos de dados, a pesquisa é filtrada para uma análise restrita ao título, reivindicação e resumo do documento. Ademais, no banco de dados do INPI, foram obtidos 91 documentos, porém, apenas 11 foram incluídos na pesquisa, de modo a apontar uma necessidade de maior investimento em atividade inventiva voltada para a saúde animal no Brasil.

Haja vista que o estudo de documentos de patentes permite avaliar as políticas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em um país, e o Brasil é um país com grande importância no setor de produção e de pesquisa com animais (SILVA WB, et al., 2021) (**Figura 1**).

**Figura 1** - Fluxograma da estratégia de busca nos bancos de dados de patentes do Espacenet, Patentscope, INPI e The Lens.



Fonte: Moraes MLA, et al., 2024.

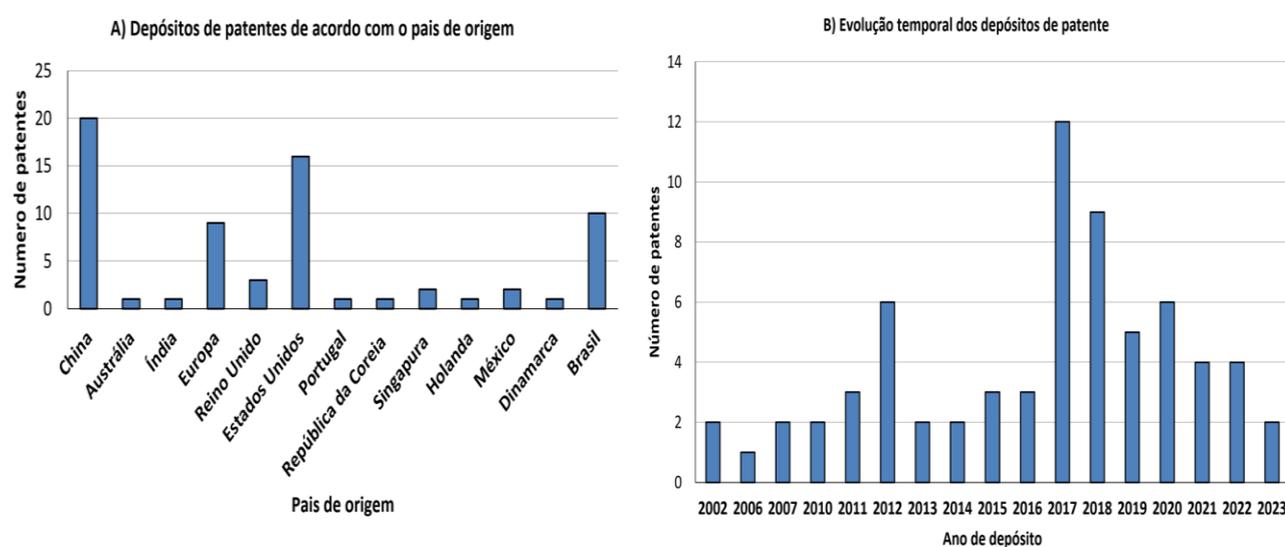
Ao realizar a análise dos países relacionados com a atividade inventiva acerca dos produtos à base de nanoemulsões aplicados na saúde animal, pôde-se verificar que a China, com 29,4%, é o país com a maior quantidade de depósitos de patentes acerca do tema.

Em seguida, os Estados Unidos, com 23,5% dos depósitos, também possuem atividades inventivas voltadas para a saúde animal. No Brasil foram encontrados 14,7% dos depósitos, estando em terceiro lugar com relação ao tema estudado. Ainda, o escritório europeu de patentes, o que se refere a patentes regionais, está em número de 15,8%. Por outro lado, países como Portugal, Holanda, Índia e Dinamarca possuíram um percentual de 1,5% do número total das patentes depositadas em seu território. O fato de a China ter o maior percentual de patentes relacionadas ao tema, pode ter relação com o fato de a economia chinesa ter aumentado o investimento em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), ocupando uma posição de destaque na economia global (ARBIX G, et al., 2018) (**Figura 2**).

Diante do fato de que a China foi o principal país que com o maior número de patentes acerca de produtos à base de nanoemulsões com aplicação na saúde animal, pode-se citar alguns exemplos de invenções utilizadas para fins terapêuticos em animais, como a patente CN102657672A, a qual relata a formulação da nanoemulsão O/A, cuja finalidade foi a produção de injeção para melhorar a biodisponibilidade do fármaco micina e promover uma melhor ação contra a bactéria *Actinobacillus sp*, responsável por causar doenças respiratórias em porcos e bovinos. Outro exemplo é a patente CN107684555A, que desenvolveu formulação de nanoemulsão O/A para melhorar a estabilidade e absorção de vitaminas, servindo como um suplemento alimentar para os galináceos utilizados na pecuária.

Ao analisar a evolução temporal dos depósitos de patentes ligados ao tema, pode-se observar depósitos entre os anos de 2002 e 2023, de modo a ser perceptível uma oscilação na quantidade de documentos publicados e que se trata de um tema novo, visto que não foram encontrados documentos em anos anteriores. Como, por exemplo, no intervalo entre 2002 e 2010, apenas 7 documentos foram publicados no total, com anos em que não houve publicação nesse intervalo. Ademais, é notável que o ano de 2017 foi o maior provedor de patentes relacionados ao tema em questão, com 12 documentos e, em seguida, o número diminuiu novamente, passando a oscilar nos anos subsequentes. Essa oscilação e diminuição nos últimos anos pode ser justificada pelo período de sigilo no depósito de patentes, que é de 18 meses, fazendo com que os documentos mais novos não fiquem disponíveis em bancos de dados até que esse período acabe e passe a ser de domínio público (INPI, 2020) (**Figura 2**). Entretanto, esperamos um aumento no interesse e número de depósitos de pedido de patente acerca do tema em anos futuros devido ao crescimento dos investimentos em saúde animal, onde citamos o mercado PET (COMAC, 2022).

**Figura 2 - A:** Distribuição de pedidos de patentes depositados por país; **B:** Avaliação temporal do número absoluto de pedidos de patentes depositados.



**Fonte:** Moraes MLA, et al., 2024.

A respeito dos depositantes, eles foram subdivididos em Empresa, Instituto de pesquisa e Pessoa física, e ao realizar o monitoramento, pôde-se concluir que as empresas detêm o maior percentual de patentes relacionada ao tema em questão, com 51,5% de documentos. Em seguida, os Institutos de pesquisa, com 41,2%, possuem o segundo maior número de depósitos. Por fim, a Pessoa física detém o menor número, com apenas 7,4% do percentual total.

Diante disso, os investimentos por parte das empresas e institutos de pesquisa incluindo as Universidades contribuiu para a expansão contínua do mercado de produtos voltados para a saúde animal nos últimos anos, mesmo com a pandemia, de modo a registrar um crescimento de mais de 12% entre 2020 e 2021 no faturamento líquido (COMAC, 2022).

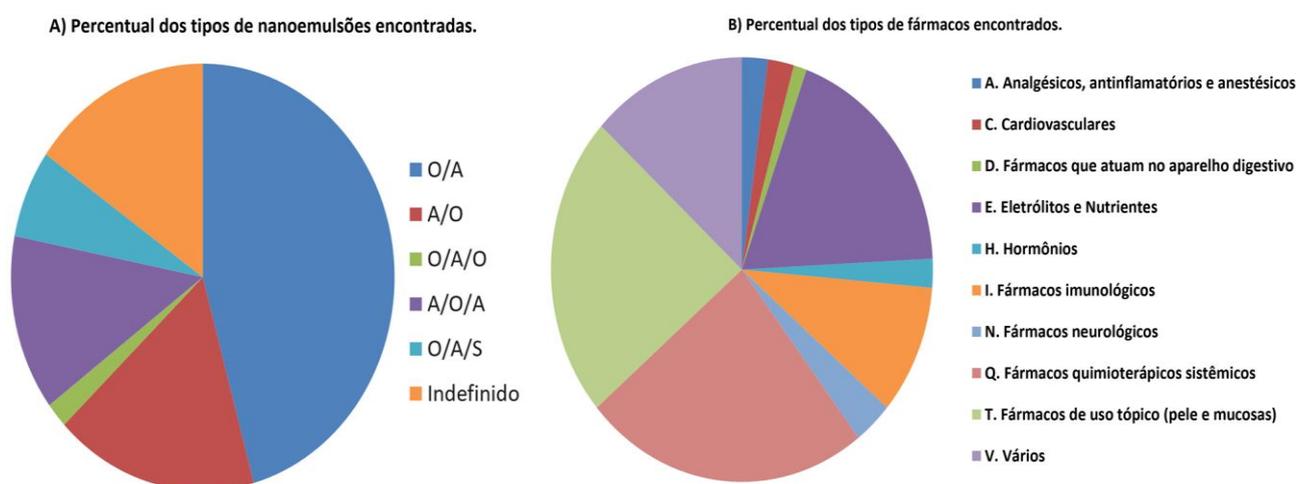
De acordo com o status de depósito da patente, a classificação “A” se refere às patentes em análise, e “B” se refere às patentes concedidas. No presente trabalho, foram encontrados cerca de 60% documentos com o status “B”, e cerca de 40% com o status “A”. Visto isto, pode-se concluir que grande parte dos documentos de patentes já passaram por todo o processo análise e estão concedidas.

Ademais, com relação à Classificação Internacional de Patente (CIP), as mais frequentes foram A61P (42%) e A61K (30%), as quais se tratam, respectivamente, de atividades terapêuticas específicas de compostos químicos ou preparações medicinais e, preparações para finalidades médicas odontológicas ou higiênicas. Por outro lado, as classificações menos frequentes foram A23L (1%), a qual se refere a necessidades humanas voltadas para a alimentação; e A01K (1%), que se refere a necessidades humanas voltadas para a agricultura e pecuária. Esse resultado está conforme o direcionamento do tema, que refere à inovação tecnológica voltada para a saúde animal, de modo a promover um processo emergente para a nanociência na medicina veterinária (ALI A, et al., 2021).

Adicionalmente, tendo como foco os tipos de nanoemulsões, foram encontrados 45,7% dos produtos cuja formulação era baseada em emulsões do tipo O/A; 17,1% do tipo A/O; 13,3% do tipo A/O/A; 1,9% do tipo O/A/O e 15,2% dos documentos não mencionam o tipo da nanoemulsão utilizada no produto ou processo da invenção. Ademais, pode-se notar outro tipo encontrado em alguns documentos, as nanoemulsões do tipo óleo em água em silicone (O/A/S), sendo utilizadas em 6,7% dos produtos analisados, o que compõe uma forma diferenciada e específica no processo de formulação da emulsão. Vale mencionar que a prevalência da utilização de nanoemulsões do tipo óleo em água na formulação de produtos é dada pelo fato de que proporciona uma melhora na administração e entrega de fármacos lipossolúveis, sendo sucesso como veículo de fármacos pelas vias oral, tópica, parenteral e oftálmica (CONTENTE DML, et al., 2016) (**Figura 3**).

Em relação à frequência com que cada tipo de fármaco é utilizado no tratamento de diversas doenças conforme a sua especificidade, pode-se constatar que os fármacos quimioterápicos sistêmicos e os fármacos de uso tópico na saúde animal foram os mais encontrados na pesquisa, presentes em cerca de 24,2% e 23,1% dos documentos de patentes analisados, respectivamente. Em seguida, com 18,7%, os Eletrólitos e Nutrientes também são bastante utilizados no tratamento de diversas doenças. Posteriormente, com 13,2%, encontram-se os fármacos classificados como “Vários”; com 9,9%, os fármacos imunológicos; com 3,3% encontram-se os fármacos neurológicos; os menos frequentes são os fármacos hormonais, cardiovasculares e analgésicos, todos com 2,2% e ainda, os fármacos que atuam no aparelho digestivo foram encontrados em apenas 1,1% dos documentos analisados. A prevalência do uso de nanoemulsões em fármacos quimioterápicos sistêmicos se dá pelo fato de que esse tipo de medicamento possui uma elevada toxicidade, e as emulsões servem para reduzir esse efeito tóxico, haja vista que podem aumentar a biodisponibilidade do fármaco e melhorar a entrega ao tecido alvo, evitando que o princípio ativo se acumule e cause efeito tóxico. (PINELI JJ, et al., 2018) (**Figura 4**).

**Figura 3 - A:** Percentual dos tipos de nanoemulsões encontradas nos documentos de patentes analisados. **B:** Percentual dos tipos de fármacos encontrados segundo classificação adaptada de Larini e colaboradores (2007).

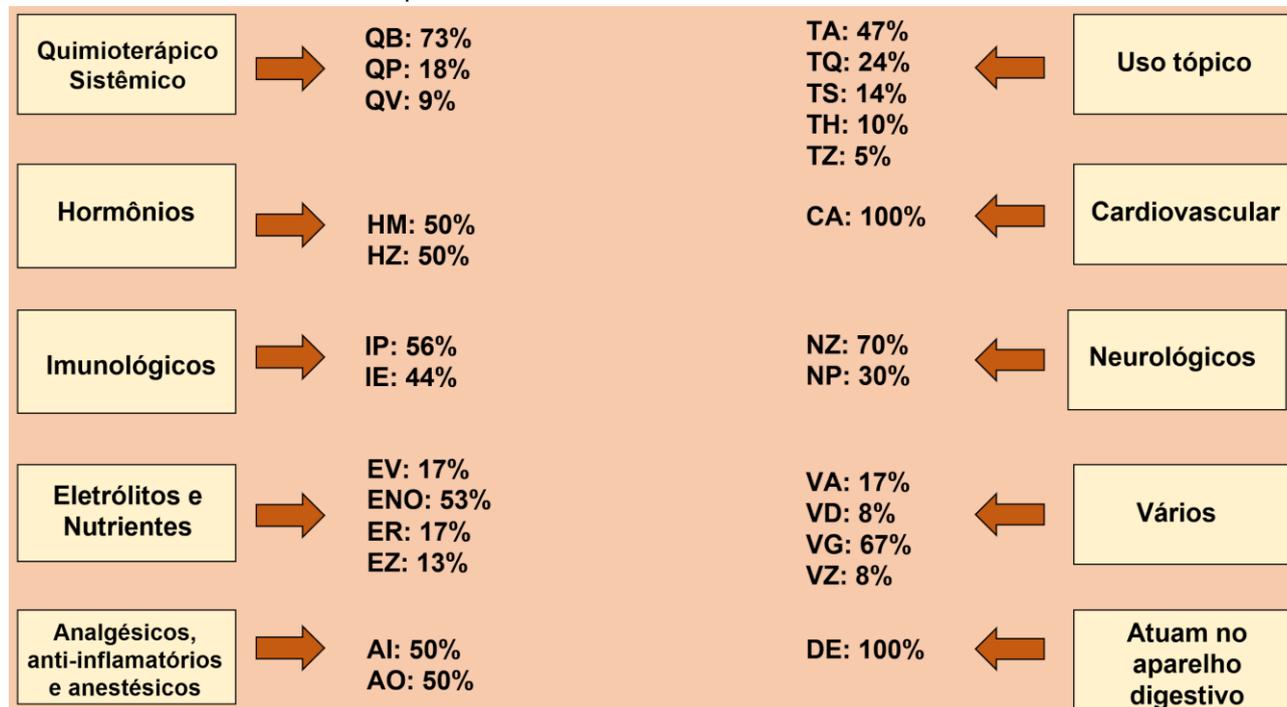


**Fonte:** Moraes MLA, et al., 2024.

Ainda conforme os tipos de fármacos encontrados, pôde-se analisar uma subdivisão da aplicação desses medicamentos conforme a sua finalidade. Em alguns casos, notou-se uma maior variabilidade na ação de um determinado tipo de fármaco, como os fármacos de uso tópico, os quais podem ser utilizados para promover uma melhora na aparência e proteção de pele e mucosas (TA - 47%); aplicação de hormônios de uso tópico (TH - 10%); aplicação de quimioterápicos de uso tópico (TQ - 24%); além de também poder ser utilizado como um anestésico ou anti-inflamatório (TS - 14%). Junto a isso, pode-se citar as diversas finalidades das aplicações de eletrólitos e nutrientes, como, por exemplo: administração de vitaminas (EV - 17%); administração de nutrientes por via oral (ENO - 53%); reposição de eletrólitos e minerais (ER - 17%); além de outras finalidades (EZ- 13%). Por outro lado, houve alguns tipos de fármacos, encontrados em menor quantidade, que possuíam exclusivamente um tipo de finalidade, como, por exemplo: os fármacos cardiovasculares utilizados no tratamento de arritmias (CA) e fármacos que atuam no aparelho digestório com ação antiemética (DE) (**Figura 5**).

A prospecção tecnológica revelou que a nanotecnologia é de suma importância na formulação de fármacos na indústria farmacêutica, sendo responsável por proporcionar impactos positivos na terapia farmacológica. Esse resultado positivo é justificado pelas diversas vantagens no transporte e ação dos fármacos com o uso de nanocarreadores, além da redução dos efeitos tóxicos dos fármacos. Entretanto, como essa atividade inventiva ainda é nova no mercado, recomenda-se estudos mais aprofundados para aprimorar as características dos nanocarreadores e sua utilização na saúde animal.

**Figura 5** - Percentual das ações mais direcionadas dos tipos de medicamentos expressos na **Figura 1**, encontradas nos documentos de patentes analisados.



Fonte: Moraes MLA, et al., 2024.

## CONCLUSÃO

O uso de produtos à base de nanoemulsões com aplicação na saúde animal ainda é uma novidade na medicina veterinária devido ao número de patentes encontrados nesta pesquisa e a oscilação de depósitos no decorrer dos anos. Ainda, pode-se mencionar o baixo número de patentes encontradas no banco de dados nacional relacionadas à aplicação de produtos nanotecnológicos nos animais, tendo como consequência a falta de exploração comercial com relação às inovações tecnológicas voltadas para essa área. Dessa forma, é válido concluir que os estudos acerca dos produtos nanotecnológicos à base de nanoemulsões com aplicações na saúde animal ainda é bastante escasso, sendo necessário, então, haver um maior investimento em atividade inventiva relacionada a esse tema.

## AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

Os autores agradem a FACEPE - Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de PE pelo financiamento do projeto (#APQ-0972-2.10/22) e ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsa de produtividade a Pabyton Cadena (#306947/2020-0).

## REFERÊNCIAS

1. ABREU JC. et al. Prospecção tecnológica aplicada na otimização da concessão de patentes no Brasil: estudo de caso em patentes de medicamentos imunossupressores. RJ. Tese (Doutorado em Políticas públicas) - Instituto da Economia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017, 342p.
2. ALI A, et al. Role of nanotechnology in animal production and veterinary medicine. Tropical animal health and production. Revista Tropical Animal Health and Production, 2021; 53(5): 1-15.
3. ALI M, et al. Novel curcumin-encapsulated  $\alpha$ -Tocopherol nanoemulsion system and its potential application for wound healing in diabetic animals. BioMed Research International, 2022; 2022: 1-16.
4. ARBIX G, et al. Made in China 2025 e Indústria 4.0: a difícil transição chinesa do catching up à economia puxada pela inovação. Revista de sociologia da USP, 2018; 30(3): 143-170.
5. BABADI D, et al. Nanoformulation strategies for improving intestinal permeability of drugs: A more precise look at permeability assessment methods and pharmacokinetic properties changes. Revista Journal of Controlled Release, 2020; 321: 669-709.

6. BALLOCK A, et al. Interdisciplinarity between Medicine and Veterinary Medicine in urban rabies control actions. *Revista Lium Concilium*, 2023; 23(14): 34-49.
7. BATAGHIN F, et al. Logística reversa de medicamentos: estudo de caso no setor veterinário. *Revista Ciência & Tecnologia*, 2021; 13(1): 142-152.
8. BAYDA S, et al. The history of nanoscience and nanotechnology: from chemical-physical applications to nanomedicine. *Revista Molecules*, 2020; 25(1): 1-112.
9. BEZERRA TP, et al. Nanotechnology applied to drug development: an integrative literature review. *Revista Society and Development*, 2022; 11(14): 1-11.
10. CAMARGOS RG, et al. Protocolo de segurança na prescrição, uso e administração de medicamentos: mapeamento de intervenções de enfermagem. *Revista Texto e Contexto Enfermagem*, 2021; 30: 1-16.
11. CARVALHO SG, et al. Advances and challenges in nanocarriers and nanomedicines for veterinary application. *Revista International Journal of Pharmaceutics*, 2020; 580: 119-214.
12. CERBU C, et al. Fate of biodegradable engineered nanoparticles used in veterinary medicine as delivery systems from a one health perspective. *Revista Molecules*, 2021; 26(3): 1-19.
13. CHARIOU PL, et al. Nanocarriers for the delivery of medical, veterinary, and agricultural active ingredients. *Revista ACS Nano*, 2021; 14(3): 2678–2701.
14. COMAC. 2020. Mercado brasileiro de saúde de animais de companhia. Brasil: SINDAN. Disponível em: <https://sindan.org.br/wp-content/uploads/2023/05/Comac-Anuario-2022-vf.pdf>. Acesso em: 23 de maio de 2023.
15. CONTENTE DML. Obtenção e caracterização de nanoemulsão óleo em água a partir de óleo de açaí (*Euterpe oleracea M*), PA. Dissertação (Mestrado em ciências farmacêuticas) - Instituto de ciências da saúde. Universidade Federal do Pará, Belém, 2016, 93p.
16. HE X, et al. The current application of nanotechnology in food and agriculture. *Revista Journal of Food and Drug Analysis*, 2019; 27(1): 1-21.
17. HANIFAH N, et al. Red ginger-extract nanoemulsion modulates high blood pressure in rats by regulating angiotensin-converting enzyme production. *Revista Veterinary World*, 2021; 14(1): 176-181.
18. INPI. 2020. Patentes. Brasil: GOV. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/perguntas-frequentes/patentes>. Acesso em: 02 de março de 2023.
19. KHANI S, et al, Design and evaluation of oral nanoemulsion drug delivery system of medicine. *Revista Drug Delivery*, 2016; 23(6): 2035-2045.
20. LARINI L. Fármacos e Medicamentos. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007; 408p.
21. LIU Q, et al. Food-grade nanoemulsions: preparation, stability and application in encapsulation of bioactive compounds. *Revista Molecules*, 2019; 24(23): 1-42.
22. MCCLEMENTS DJ e JAFARI SM. General aspects of nanoemulsions and their formulation. *Revista Elsevier*, 2018; 3-18.
23. MCCLEMENTS DJ, et al. Use of excipient emulsions for improving the bioaccessibility of antioxidants in tomato sauce, *Revista Elsevier*, 2023; 424: 1-8.
24. MELO MVV e CADENA PG. Prospecção tecnológica em bases de patentes de técnicas e produtos aplicados à obtenção de monosexo em peixes, *Revista Veterinária e Zootecnia*, 2022; 29: 1-16.
25. PATRÍCIO B, et al. The challenge of new administration routes for Amphotericin B. *Revista Health and Pharmacy*, 2019; 1(1): 62-69.
26. PINELLI JJ. Uso de nanoemulsões de óleos essenciais no controle de *Clostridium sporogenes* em mortadela. MG. Dissertação (Mestrado em ciências dos alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018; 115p.
27. QINGDAO TIANYUANPUKANG BIOLOGICAL TECH CO LTD. LI XIN. The composition of raw materials and preparation method of a kind of B B-complex for animals, oligosaccharide nanoemulsion. CN107684555A. CN107684555A-2018-02-13.
28. SABJAN B, et al. Nanoemulsion as oral drug delivery - a review. *Bethan Science*, 2020; 12(1): 4-15.
29. SILVA T, et al. Compostos da classe triazenos: um estudo *in silico* envolvendo a análise das propriedades farmacocinéticas. PR. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em química). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2022; 41p.
30. SILVA WB, et al. Monitoramento tecnológico da aplicação de enzimas celulolíticas: panorama mundial e brasileiro. *Revista Geama*, 2021; 7(2): 48-58.
31. SILVA WVR e RUSSO SL. Aspectos gerais do sistema de propriedade intelectual no Brasil. *Revista Capacite*, 2018; 1-400.
32. SINGH Y, et al. Nanoemulsion: concepts, development and applications in drug delivery. *Revista Journal of Controlled Release*, 2017; 252: 28-49.
33. UNIV NORTHWEST A&F. WUQING O, et al. Veterinary compound tulathromycin nanoemulsion and preparation method thereof. CN102657672A. CN102657672A-2012-09-12.
34. XU X, et al. Nanotechnology-based delivery of CRISPR/Cas9 for cancer treatment. *Revista Advanced Drug Delivery Reviews*, 2021; 176: 1-31.
35. WIPO, 2004. Perguntas e respostas sobre PCT. Disponível em: [https://www.wipo.int/export/sites/www/pct/pt/basic\\_facts/faqs\\_about\\_the\\_pct.pdf](https://www.wipo.int/export/sites/www/pct/pt/basic_facts/faqs_about_the_pct.pdf). Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.