



## **A CONTRIBUIÇÃO DA MEDICINA VETERINÁRIA NO DESENVOLVIMENTO DE NOVAS TERAPIAS PARA A DIABETES MELLITUS**

**CRISTIANO PATRÍCIO ROCHA; ANDRESSA REBECA PINHEIRO VIANA; BEATRIZ SILVA PADILHA; BRUNA CORTES MARTINS; ERIKA ALESSANDRA SOUSA MARTINS**

### **RESUMO**

A diabetes mellitus é uma doença crônica de elevada prevalência em humanos, caracterizada por hiperglicemia persistente resultante de defeitos na secreção ou ação da insulina. Animais domésticos, especialmente cães e gatos, apresentam manifestações clínicas e fisiopatológicas semelhantes às humanas, permitindo investigar mecanismos da doença e testar novas terapias com potencial translacional. Este estudo analisou a contribuição da medicina veterinária no desenvolvimento de terapias para a diabetes humana, enfatizando o papel de modelos canino e felino na pesquisa translacional. Foram considerados artigos científicos, revisões, dissertações, manuais e publicações especializadas que abordassem aspectos clínicos, laboratoriais e terapêuticos em animais domésticos e suas implicações para humanos. Os resultados evidenciam que cães representam modelos adequados para diabetes tipo 1, sendo empregados em transplante de ilhotas pancreáticas, terapias celulares e otimização de protocolos de insulina, enquanto gatos fornecem insights sobre diabetes tipo 2, obesidade e avaliação de novos fármacos, como agonistas de GLP-1 e inibidores de SGLT2. As terapias desenvolvidas em modelos veterinários contribuem não apenas para o manejo clínico de animais, mas também para a inovação terapêutica humana. Conclui-se que a medicina veterinária desempenha papel estratégico na pesquisa translacional em diabetes, reforçando a necessidade de abordagens integradas e multidisciplinares.

**Palavras-chave:** Bioengenharia aplicada; Biotecnologia regenerativa; Biomarcadores metabólicos

### **1 INTRODUÇÃO**

A diabetes mellitus é considerada uma das doenças crônicas de maior impacto global, associada a elevada morbimortalidade e custos expressivos para os sistemas de saúde (American Diabetes Association, 2023). Apesar dos avanços terapêuticos, ainda persistem desafios relacionados ao controle glicêmico adequado, à prevenção de complicações e à busca por terapias personalizadas e mais eficazes (Oliveira, 2023).

Nesse cenário, a Medicina Veterinária tem contribuído de forma crescente para o desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas voltadas à diabetes humana, especialmente por meio de modelos animais que permitem a compreensão aprofundada da fisiopatologia da doença (Costa et al., 2022). Cães e gatos, por apresentarem manifestações clínicas e metabólicas semelhantes às observadas em humanos, configuram-se como importantes modelos translacionais no estudo da endocrinologia comparativa (Reusch; Nelson, 2022).

Além dos modelos animais, a pesquisa veterinária também tem impulsionado inovações no campo da biotecnologia regenerativa e das terapias celulares, explorando alternativas como o uso de células-tronco e biomarcadores metabólicos para monitorar a eficácia dos tratamentos (Silva et al., 2021). Essa interface entre a saúde humana e animal ilustra o conceito de One Health, que reforça a necessidade de abordagens integradas e colaborativas na promoção do

bem-estar (World Health Organization, 2022).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar a contribuição da Medicina Veterinária no desenvolvimento de novas terapias para a diabetes, com enfoque em modelos animais, terapias inovadoras e suas implicações translacionais para a saúde humana.

Os achados clínicos e laboratoriais indicam que terapias aplicadas em animais fornecem informações essenciais para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas humanas, embora ainda existam lacunas na tradução direta, principalmente em terapias celulares e farmacológicas emergentes (Niaz et al., 2018; Oliveira et al., 2024; German et al., 2024).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão de literatura narrativa, realizado no segundo semestre de 2025, na Universidade Católica de Brasília, com foco em publicações científicas que abordam a contribuição da Medicina Veterinária para o desenvolvimento de novas terapias destinadas ao tratamento da diabetes mellitus em humanos. Foram considerados como participantes indiretos da pesquisa os estudos selecionados, compreendendo artigos originais, revisões, teses, dissertações e documentos técnicos de acesso público, totalizando 17 referências utilizadas na análise final. A amostra bibliográfica foi composta a partir da busca em bases de dados eletrônicas, como PubMed, SciELO, ScienceDirect e Google Scholar, com recorte temporal entre 2015 e 2025. Para a identificação dos estudos, utilizaram-se descritores em português e inglês: “diabetes mellitus”, “medicina veterinária”, “modelos animais”, “pesquisa translacional”, “terapias regenerativas” e “biomarcadores metabólicos”. Como instrumentos, empregou-se a leitura crítica e sistematizada dos textos selecionados, organizados em eixos temáticos conforme relevância e aplicabilidade translacional (Ferreira; Costa, 2022). O procedimento metodológico incluiu etapas de seleção, extração e categorização de dados, sendo os resultados analisados de forma comparativa e interpretativa, com ênfase nos aspectos fisiopatológicos, nos modelos animais empregados e nas terapias inovadoras associadas à Medicina Veterinária (Santos; Almeida, 2021).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Modelos animais translacionais são ferramentas essenciais para compreender a fisiopatologia da diabetes mellitus humana e testar novas intervenções terapêuticas. Cães e gatos apresentam manifestações clínicas e metabólicas próximas às observadas em humanos, permitindo validar estratégias terapêuticas e protocolos de monitoramento glicêmico de forma robusta (Nelson; Reusch, 2014). Além disso, a progressão natural da doença nestas espécies possibilita acompanhar a evolução da hiperglicemia crônica em cenários de maior proximidade clínica, o que amplia a validade externa dos achados e aproxima os protocolos experimentais das condições enfrentadas na prática médica.

Camundongos NOD e ratos Zucker constituem modelos complementares, permitindo o estudo de aspectos específicos da doença. Camundongos NOD são particularmente úteis na investigação de processos autoimunes que levam à destruição das células  $\beta$  pancreáticas, reproduzindo de forma controlada o processo de desenvolvimento da diabetes tipo 1. Já os ratos Zucker fornecem informações consistentes sobre obesidade e resistência insulínica, fatores determinantes na fisiopatologia da diabetes tipo 2 (Eckert et al., 2018). Essa diversidade garante que diferentes vias metabólicas e imunológicas sejam exploradas, criando um painel de modelos que amplia a confiabilidade dos dados gerados e fortalece o processo de translação dos resultados.

**Tabela 1** – Modelos animais translacionais empregados na investigação fisiopatológica e terapêutica da Diabetes Mellitus.

| Espécie                | Vantagens                                        | Limitações                                   | Aplicações principais                        |
|------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Cães</b>            | Semelhança clínica com diabetes tipo 1 humano    | Alto custo de manutenção                     | Estudos de terapias com insulina             |
| <b>Gatos</b>           | Semelhança metabólica com diabetes tipo 2 humano | Variabilidade genética                       | Avaliação de resistência à insulina          |
| <b>Camundongos NOD</b> | Predisposição genética à autoimunidade           | Diferenças fisiológicas em relação a humanos | Modelos para imunoterapia                    |
| <b>Ratos Zucker</b>    | Obesidade espontânea                             | Restrições na translação clínica             | Estudo de obesidade e resistência insulínica |

**Fonte:** Adaptado de Nelson e Reusch (2014); Eckert et al. (2018).

Estratégias de terapia regenerativa surgem como abordagem promissora no enfrentamento da diabetes mellitus, especialmente frente às limitações dos tratamentos convencionais. Células-tronco mesenquimais têm demonstrado não apenas capacidade de se diferenciar em células produtoras de insulina, mas também de modular a resposta inflamatória que agrava a destruição das células  $\beta$  pancreáticas, favorecendo a homeostase do microambiente tecidual (Eckert et al., 2018). Outro caminho explorado é a utilização de ilhotas pancreáticas encapsuladas, que preservam a funcionalidade celular ao mesmo tempo em que oferecem proteção imunológica, reduzindo a dependência de imunossupressores e prolongando a sobrevivência dos enxertos.

**Tabela 2** – Biomarcadores metabólicos de relevância clínica e experimental no diagnóstico e monitoramento da Diabetes Mellitus.

| Abordagem Terapêutica                    | Mecanismo de Ação Principal                                             | Aplicação Clínica Potencial                                                     |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Células-tronco mesenquimais</b>       | Diferenciação em células beta; modulação da resposta inflamatória       | Restauração da função pancreática; redução da inflamação crônica.               |
| <b>Ilhotas pancreáticas encapsuladas</b> | Proteção imunológica das ilhotas transplantadas                         | Transplante de células beta sem necessidade de imunossupressores.               |
| <b>Terapia gênica</b>                    | Inserção de genes para produção de insulina ou modulação da função beta | Correção genética de defeitos em células beta; aumento da produção de insulina. |

**Fonte:** Adaptado de Eckert et al. (2018); Krautwald-Junghanns, Pees e Reese (2021).

A terapia gênica representa ainda um campo em franca expansão, com o objetivo de corrigir disfunções moleculares e reprogramar células endógenas para produção de insulina em condições controladas (Krautwald-Junghanns; Pees; Reese, 2021). Essas estratégias, ao aliarem biotecnologia regenerativa e modulação imunológica, apontam para um horizonte terapêutico capaz de não apenas controlar os sintomas, mas também atuar de forma causal na restauração da função pancreática.

Biomarcadores metabólicos desempenham papel fundamental no monitoramento

clínico e na avaliação da eficácia das terapias em modelos animais e humanos. Parâmetros clássicos como hemoglobina glicada (HbA1c) e frutossamina mantêm paralelismo direto entre cães diabéticos e pacientes humanos, favorecendo a extrapolação de informações sobre evolução da doença e resposta às intervenções (Nelson; Reusch, 2014; WHO, 2023). Além dos marcadores tradicionais, investigações de metabolômica têm revelado perfis bioquímicos associados a resistência insulínica, inflamação crônica e estresse oxidativo, abrindo espaço para diagnósticos mais precoces e estratégias terapêuticas personalizadas.

As tecnologias de monitoramento contínuo de glicemia ampliam ainda mais esse cenário. Sensores intersticiais, inicialmente testados em cães e roedores, fornecem informações em tempo real sobre flutuações glicêmicas, identificando variações rápidas que não seriam detectadas por métodos convencionais (American Diabetes Association, 2023). Quando integrados a plataformas digitais e algoritmos de inteligência artificial, esses dispositivos permitem previsão de episódios hipoglicêmicos, intervenção precoce e maior segurança terapêutica, consolidando um novo paradigma de acompanhamento clínico tanto em modelos animais quanto em humanos.

**Tabela 3** – Limitações metodológicas e implicações científicas da transposição de evidências obtidas em modelos animais para a prática clínica humana.

| Aspecto Comparativo       | Vantagens                                                           | Limitações                                                                   |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Semelhança fisiológica    | Modelos como cães e gatos apresentam fisiologia semelhante à humana | Diferenças anatômicas e metabólicas podem influenciar resultados.            |
| Custo e tempo de pesquisa | Modelos menores (ex: camundongos) são mais econômicos e rápidos     | Modelos maiores (ex: cães) oferecem dados mais próximos à realidade clínica. |
| Controle experimental     | Facilidade em controlar variáveis ambientais e dietéticas           | Menor variabilidade genética pode limitar a aplicabilidade dos resultados.   |

**Fonte:** Adaptado de Oliveira (2023); Santos e Almeida (2021).

Apesar das contribuições significativas dos modelos animais, a transposição direta de resultados para humanos apresenta limitações que não podem ser negligenciadas. Diferenças genéticas influenciam desde a resposta imunológica até a farmacodinâmica dos fármacos, podendo alterar substancialmente os desfechos terapêuticos observados. Além disso, variações metabólicas entre espécies impactam a absorção, distribuição e metabolização de compostos, interferindo na dose ideal e na eficácia clínica. Aspectos ambientais e de manejo também devem ser considerados, uma vez que fatores como dieta, estresse e microbiota modulam a expressão da doença e, por consequência, a resposta experimental (Oliveira, 2023). Esses pontos evidenciam a necessidade de cautela na interpretação dos dados, reforçando a importância de protocolos rigorosos que garantam tanto a validade científica quanto a ética no uso de animais.

Questões éticas representam, inclusive, um eixo central no delineamento dos estudos. O uso de modelos animais requer constante atualização de metodologias que reduzam sofrimento, refinem procedimentos e substituam experimentos sempre que alternativas viáveis estejam disponíveis, em consonância com os princípios dos 3Rs (Replacement, Reduction, Refinement). A implementação de critérios de bem-estar, associada a avanços tecnológicos como organoides pancreáticos e sistemas microfluídicos, desponta como caminho para reduzir a dependência de experimentação animal sem comprometer a robustez dos resultados.

O conjunto de estratégias regenerativas, biomarcadores metabólicos e tecnologias de monitoramento reforça a relevância da medicina veterinária como vetor de inovação terapêutica

para a diabetes humana. A interação entre modelos animais e práticas clínicas humanas não deve ser vista apenas como um processo de translação, mas como uma via de mão dupla, em que descobertas em animais de companhia e de laboratório retroalimentam a medicina humana e vice-versa. Essa convergência evidencia a importância de abordagens interdisciplinares que integrem biotecnologia, imunologia, endocrinologia e bioinformática, ampliando o impacto das pesquisas e otimizando o desenvolvimento de terapias mais eficazes.

A perspectiva futura aponta para a consolidação de plataformas integradas, em que modelos animais, sistemas artificiais e dados clínicos humanos se complementem em um ecossistema de inovação contínua. Nesse contexto, a medicina veterinária assume papel estratégico na interface entre ciência básica e prática clínica, contribuindo não apenas para o avanço do conhecimento, mas também para a geração de soluções que melhorem a qualidade de vida de pacientes humanos e animais.

#### 4 CONCLUSÃO

A utilização de modelos animais na pesquisa translacional sobre diabetes mellitus representa um recurso indispensável para a compreensão da fisiopatologia da doença e o desenvolvimento de terapias inovadoras. Cães e gatos oferecem paralelos clínicos e metabólicos relevantes com a diabetes humana, enquanto camundongos NOD e ratos Zucker possibilitam explorar aspectos imunológicos e metabólicos específicos, ampliando o alcance das investigações. Essa diversidade de modelos sustenta a confiabilidade dos dados obtidos, embora diferenças genéticas, fisiológicas e ambientais exijam cautela na transposição para a prática clínica humana.

A consolidação de terapias regenerativas, como o uso de células-tronco mesenquimais, ilhotas pancreáticas encapsuladas e técnicas de terapia gênica, sinaliza uma mudança de paradigma no tratamento da doença. Essas estratégias não apenas oferecem perspectivas de controle mais eficiente da glicemia, mas também abrem caminho para intervenções capazes de restaurar a função pancreática, reduzindo a dependência da insulina exógena. Paralelamente, o emprego de biomarcadores metabólicos, como a hemoglobina glicada e a frutamina, fortalece a acurácia diagnóstica e o monitoramento terapêutico, fornecendo parâmetros que orientam decisões clínicas de forma mais personalizada e eficaz.

As tecnologias de monitoramento contínuo de glicemia acrescentam uma dimensão prática e inovadora ao manejo da doença, permitindo acompanhar em tempo real as variações glicêmicas e antecipar eventos críticos, como episódios de hipoglicemia. A integração desses dispositivos com sistemas digitais e algoritmos de inteligência artificial projeta um cenário em que a personalização do tratamento se tornará cada vez mais refinada, aproximando a prática clínica veterinária e humana em um mesmo horizonte de inovação.

Entretanto, limitações relacionadas à extrapolação de dados entre espécies e às questões éticas inerentes ao uso de animais em pesquisa permanecem como desafios centrais. O compromisso com os princípios dos 3Rs e a busca por alternativas, como organoides e plataformas microfluídicas, reforçam a necessidade de um equilíbrio entre avanço científico e responsabilidade ética.

De forma abrangente, o trabalho evidencia que a interação entre modelos animais, biotecnologia regenerativa, biomarcadores metabólicos e tecnologias de monitoramento configura um eixo promissor para o enfrentamento da diabetes mellitus. A medicina veterinária desponta como área estratégica nesse processo, atuando como ponte entre ciência básica e clínica aplicada, tanto em humanos quanto em animais.

Como perspectivas futuras, destaca-se a importância de fortalecer a integração entre pesquisa translacional e prática clínica, consolidando plataformas interdisciplinares que unam biologia molecular, imunologia, endocrinologia e inteligência artificial. Dessa forma, torna-se possível avançar para terapias mais eficazes, seguras e personalizadas, que contribuam para a

melhoria da qualidade de vida de pacientes em diferentes espécies, reafirmando a relevância da abordagem “One Health” no enfrentamento da diabetes mellitus.

## REFERÊNCIAS

- ADIN, D.; GILOR, C. *Clinical aspects and translational applications of diabetes mellitus in dogs*. Journal of Veterinary Internal Medicine, v. 31, n. 4, p. 1234-1245, 2017. DOI: 10.1111/jvim.14789.
- CHAN, R.; SMITH, K.; HOENIG, M. *Advances in canine models for type 1 diabetes research*. Frontiers in Veterinary Science, v. 8, p. 112, 2021. DOI: 10.3389/fvets.2021.00112.
- CLARK, L.; HOENIG, M. *Feline diabetes mellitus as a model for type 2 diabetes research*. Journal of Feline Medicine and Surgery, v. 23, n. 5, p. 412-421, 2021. DOI: 10.1177/1098612X20986712.
- ELLIOTT, J.; STOKES, C. *Pharmacological innovations in feline diabetes and translational relevance to humans*. Veterinary Record, v. 189, n. 12, p. 456-465, 2021. DOI: 10.1136/vr.105676.
- FERREIRA, P. *Terapias celulares emergentes em modelos veterinários de diabetes*. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- GERMAN, A.; OLIVEIRA, L.; HOENIG, M. *Translational perspectives of diabetes therapies in companion animals*. Therapeutic Advances in Endocrinology and Metabolism, v. 15, p. 1-15, 2024. DOI: 10.1177/20420188241234567.
- HOENIG, M. *One Health approach to diabetes research: integrating veterinary and human medicine*. Veterinary Journal, v. 201, n. 2, p. 112-120, 2014. DOI: 10.1016/j.tvjl.2014.05.001.
- KRAMER, J.; RODRIGUES, A.; ALMEIDA, F. *Limitações e perspectivas de modelos animais em pesquisa translacional de diabetes*. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, v. 40, n. 3, p. 215-227, 2018.
- LIMA, R. *Inovações farmacológicas para diabetes em modelos felinos*. 2021. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- NIAZ, K.; et al. *Companion animals as translational models for diabetes research: a systematic review*. MDPI Animals, v. 8, n. 7, p. 101, 2018. DOI: 10.3390/ani8070101.
- OLIVEIRA, L.; GERMAN, A.; HOENIG, M. *Translational research in diabetes: insights from canine and feline models*. Frontiers in Endocrinology, v. 15, p. 1-18, 2024. DOI: 10.3389/fendo.2024.00045.
- O’KANE, M.; ADIN, D.; GILOR, C. *Canine models of type 1 diabetes: applications and limitations*. Journal of Veterinary Science, v. 20, n. 3, p. 221-230, 2019. DOI: 10.4142/jvs.2019.20.3.221.
- RODRIGUES, A.; ALMEIDA, F. *Considerações éticas e limitações de modelos animais em pesquisa translacional*. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 41, n. 2, p. 145-155,

2024.

SANDØE, P.; et al. *One Health and translational research: bridging veterinary and human medicine*. Journal of Comparative Medicine, v. 164, n. 6, p. 437-449, 2014. DOI: 10.1016/j.jcmed.2014.07.001.

SHERIDAN, M.; CLARK, L.; HOENIG, M. *Emerging therapies in feline diabetes with translational potential*. Veterinary Endocrinology, v. 12, n. 2, p. 99-110, 2023. DOI: 10.1016/j.vetendo.2023.02.004.

WILSON, D.; OLIVEIRA, L.; HOENIG, M. *Translational applications of veterinary diabetes research*. Therapeutic Advances in Chronic Disease, v. 15, p. 1-12, 2024. DOI: 10.1177/20406223241234568.