

REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE - INOVAÇÃO EM SAÚDE

**BIOSENSORES BIOINSPIRADOS NO DIAGNÓSTICO CLÍNICO:
MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE INOVAÇÕES E DESAFIOS DE
IMPLEMENTAÇÃO**

Melissa Soares De Souza (melissa.soaress@ufpe.br)

Janaina Da Conceição Siqueira (janainasiqueira268@gmail.com)

Isla Pereira Da Silva (isla.silva@ufpe.br)

Laís Câmara Silvino Dos Santos (lais.camara@ufpe.br)

Neferson Barbosa Da Silva Ramos (neferson.barbosa@ufpe.br)

Cristine Martins Gomes De Gusmão (cristine.gusmao@ufpe.br)

Biossensores bioinspirados ou biomiméticos vêm se consolidando como uma abordagem promissora no diagnóstico clínico, ao reproduzirem estratégias observadas na natureza, como reconhecimento molecular do tipo receptor-ligante, superfícies impressas, arquiteturas nanoestruturadas e catalisadores com comportamento semelhante ao de enzimas. Essas características contribuem para maior seletividade, sensibilidade analítica e viabilidade de aplicação em ambientes clínicos. Nesse contexto, esta revisão sistemática teve como objetivo mapear inovações recentes relacionadas ao desenvolvimento e à validação de biossensores baseados em princípios biomiméticos voltados ao diagnóstico clínico, bem como sintetizar seus desempenhos analíticos e os desafios de implementação.

A busca seguiu as diretrizes PRISMA e foi conduzida nas bases PubMed, Scopus e Web of Science. Utilizaram-se descritores referentes à biomimética (“Biomimetics”, “Bioinspired”), aos dispositivos sensores (“Biosensors”) e às aplicações diagnósticas (“Diagnosis”). Foram incluídos artigos originais publicados entre 2021 e 2025, sem restrição de idioma, desde que apresentassem validação experimental e aplicação clínica. Revisões narrativas, estudos puramente teóricos e aplicações não clínicas foram excluídos. A extração de dados contemplou o tipo de biomimética empregada, o analito alvo, parâmetros de desempenho analítico, além de barreiras translacionais descritas.

Após a triagem, 11 estudos atenderam aos critérios de elegibilidade e evidenciaram três eixos principais de biomimética. O primeiro envolveu a impressão molecular e o epítipo-imprinting, utilizados como receptores sintéticos, especialmente por meio de MIPs e nanoMIPs. O segundo eixo concentrou estratégias de nanoarquiteturas e biotemplating, incluindo estruturas baseadas em DNA-inorgânico e flagelos bacterianos. O terceiro abrangeu sistemas catalíticos tipo enzima e plataformas inspiradas em sistemas biológicos complexos, como nanozimas, sensores baseados no sistema olfatório e membranas artificiais.

Na cardiologia, destacou-se um biossensor de ressonância de plasmons de superfície para uso em ponto de cuidado, baseado em nanoMIPs epítipo-impressos, capaz de detectar troponina I com limite de detecção inferior a 1 ng/mL. Em oncologia, um sensor eletroquímico do tipo MIP direcionado ao TGF- β 1 apresentou elevada sensibilidade e desempenho adequado em amostras salivares, reforçando seu potencial para triagem não invasiva. Para o câncer de próstata, uma abordagem híbrida autoalimentada para detecção de sarcosina integrou imprinting in situ a uma célula solar sensibilizada por corante, permitindo leitura visual rápida e baixo limite de detecção. No diagnóstico de doenças infecciosas, um biossensor CRISPR em cascata, inspirado no uso de glicosímetros convencionais, possibilitou a quantificação do HIV com alta sensibilidade, sendo validado em amostras clínicas. Para a COVID-19, plataformas colorimétricas em papel baseadas em atividade peroxidase-like biomimética demonstraram limites de detecção compatíveis com aplicações rápidas e de baixo custo. Além disso, sistemas impedimétricos enfatizaram robustez, rapidez e mecanismos de auto-validação. Em aplicações imunológicas e neurológicas, sensores nanoplasmonicos biomiméticos com bicamadas lipídicas suportadas permitiram o monitoramento de interações

imunes relevantes, enquanto arranjos de nanozimas fotoresponsivas inspirados no sistema olfatório, associados a aprendizado de máquina, viabilizaram a detecção multiplex de neurotransmissores em matrizes biológicas complexas.

Apesar do desempenho promissor, persistem desafios como padronização metodológica, estabilidade, validação clínica ampliada, escalabilidade industrial, comparações com métodos de referência e desenvolvimento regulatório orientado à implementação clínica segura. Protocolo registrado no Open Science Framework (OSF): osf.io/z83kp.

Palavras-chave: biossensores bioinspirados; reconhecimento biomimético; diagnóstico clínico; aplicação clínica.