

SEPSE DE ORIGEM INFECCIOSA: BIOMARCADORES EMERGENTES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DIAGNÓSTICO PRECOCE E REDUÇÃO DA MORTALIDADE

SEPSIS OF INFECTIOUS ORIGIN: EMERGING BIOMARKERS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR EARLY DIAGNOSIS AND MORTALITY REDUCTION

 <https://doi.org/10.63330/sasciencesv6n2-143>

Submetido em: 05/08/2026 e Publicado em: 24/08/2026

SAS: e26369

Fernando Castelo Branco Junior

Especialista em Gestão em Saúde e Controle de Infecção
Instituto CCIH+
Rio de Janeiro, Teresópolis, Brasil
E-mail: castelobrancojr@hotmail.com
ORCID: 0009-0001-0554-8580

Diêgo Nunes Ricarte

Enfermeiro
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN
Pós-graduado em Enfermagem Obstétrica pela Faculdade de Ciências Humanas e Exatas do Sertão do
São Francisco - FACEsf, Saúde Pública pela Faculdade Holística - FaHol
Mossoró - RN
E-mail: diegoricarte85@hotmail.com

Paula Dittrich Corrêa

Enfermagem e Obstetrícia
Univali/Itajaí - SC
Direito IBES/Blumenau SC Desenvolvimento Regional
FURB/Blumenau - SC
Blumenau - SC
E-mail: paulinha.dittrich.correa@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1194-5286>

Ana Cristina Ferreira Fonseca Rocha

Especialização em Gestão de Programas de Saúde da Família
Universidade Cândido Mendes
Rio de Janeiro - RJ
E-mail: annacristinaudi@hotmail.com

Isabel de Paula Fregnani Palacios

Médica Geriatra
Boituva - SP
E-mail: ninafregnani@hotmail.com



Angélica Caroline de Freitas Silva

Graduanda em Medicina - Anhembi Morumbi Campus Mooca

São Paulo - SP

E-mail: angecarolinedefreitas@gmail.com

Kelly Ribeiro Oliveira Picoli

Enfermeira Graduada em Licenciatura e Bacharelado pela Universidade Federal de Uberlândia

Especialista em Gerontologia pelo Instituto Passo 1

Uberlândia - MG

Alneide Souza Leite

Faculdade Estácio Sergipe

Aracaju - Sergipe

E-mail: alneideleite@gmail.com

Resumo

A sepse de origem infecciosa representa uma das principais causas de morbidade e mortalidade em serviços de urgência, emergência e terapia intensiva, exigindo diagnóstico precoce e intervenção terapêutica imediata para melhorar os desfechos clínicos. O estudo tem como objetivo analisar as evidências científicas sobre a utilização de biomarcadores emergentes e ferramentas baseadas em inteligência artificial como estratégias para o diagnóstico precoce da sepse e a redução da mortalidade. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada por meio da análise de artigos científicos, diretrizes internacionais e documentos técnicos publicados sobre sepse, biomarcadores e aplicações da inteligência artificial na prática clínica. As evidências demonstram que biomarcadores como procalcitonina, presepsina, interleucina-6, proteína C reativa e lactato apresentam potencial para auxiliar na identificação precoce da resposta inflamatória sistêmica, especialmente quando associados a algoritmos de aprendizado de máquina capazes de integrar dados clínicos, laboratoriais e fisiológicos em tempo real. Os estudos também indicam que modelos de inteligência artificial podem aumentar a sensibilidade diagnóstica, reduzir o tempo para reconhecimento da sepse e favorecer o início precoce do tratamento, contribuindo para a diminuição da mortalidade hospitalar. Conclui-se que a integração entre biomarcadores emergentes e inteligência artificial representa uma estratégia promissora para aprimorar o diagnóstico precoce, apoiar a tomada de decisão clínica e fortalecer a segurança do paciente, embora sua ampla implementação ainda dependa de validação clínica, padronização dos algoritmos e infraestrutura tecnológica adequada.

Palavras-chave: Biomarcadores; Diagnóstico precoce; Inteligência artificial; Mortalidade; Sepse.

Abstract

Sepsis of infectious origin is one of the leading causes of morbidity and mortality in emergency departments and intensive care units, requiring early diagnosis and prompt therapeutic intervention to improve clinical



outcomes. This study aims to analyze the scientific evidence regarding the use of emerging biomarkers and artificial intelligence-based tools as strategies for the early diagnosis of sepsis and mortality reduction. This narrative literature review was conducted through the analysis of scientific articles, international guidelines, and technical documents addressing sepsis, biomarkers, and artificial intelligence applications in clinical practice. The evidence indicates that biomarkers such as procalcitonin, presepsin, interleukin-6, C-reactive protein, and lactate have considerable potential to support the early identification of systemic inflammatory responses, particularly when combined with machine learning algorithms capable of integrating clinical, laboratory, and physiological data in real time. The reviewed studies also demonstrate that artificial intelligence models can improve diagnostic sensitivity, reduce the time required for sepsis recognition, and facilitate earlier therapeutic interventions, thereby contributing to lower hospital mortality rates. It is concluded that the integration of emerging biomarkers and artificial intelligence represents a promising strategy for improving early diagnosis, supporting clinical decision-making, and enhancing patient safety, although broader implementation still requires clinical validation, algorithm standardization, and adequate technological infrastructure.

Keywords: Artificial intelligence; Biomarkers; Early diagnosis; Mortality; Sepsis.

1 INTRODUÇÃO

A sepse de origem infecciosa constitui uma síndrome clínica complexa decorrente de uma resposta desregulada do organismo à infecção, capaz de provocar disfunção orgânica potencialmente fatal e elevada mortalidade quando não reconhecida e tratada precocemente. Considerada um importante problema de saúde pública mundial, a sepse permanece entre as principais causas de internação em unidades de terapia intensiva e de óbitos hospitalares, especialmente em pacientes idosos, imunossuprimidos e portadores de doenças crônicas (Singer et al., 2016). Apesar dos avanços terapêuticos observados nas últimas décadas, o diagnóstico precoce continua sendo um dos maiores desafios da prática clínica, uma vez que as manifestações iniciais frequentemente são inespecíficas e podem retardar o início do tratamento adequado.

Segundo Evans et al. (2021), a identificação rápida da sepse e a implementação imediata das medidas terapêuticas estão diretamente associadas à redução da mortalidade e à melhora dos desfechos clínicos. Nesse contexto, diretrizes internacionais enfatizam que cada hora de atraso na instituição do tratamento antimicrobiano e das medidas de suporte aumenta significativamente o risco de evolução desfavorável, reforçando a necessidade de métodos diagnósticos mais sensíveis, específicos e capazes de reconhecer precocemente pacientes em risco.

Tradicionalmente, biomarcadores como proteína C reativa (PCR), procalcitonina e lactato têm sido utilizados como ferramentas auxiliares na avaliação da resposta inflamatória sistêmica e na estratificação



da gravidade da sepse. Entretanto, estudos recentes demonstram que biomarcadores emergentes, como presepsina, interleucina-6 (IL-6), proadrenomedulina e triggering receptor expressed on myeloid cells-1 solúvel (sTREM-1), apresentam potencial para ampliar a precisão diagnóstica, especialmente quando interpretados em conjunto com parâmetros clínicos e laboratoriais (Reinhart et al., 2017; Pierrakos et al., 2020). Embora esses marcadores sejam promissores, ainda existem desafios relacionados à padronização de sua utilização e à incorporação rotineira na prática assistencial.

Paralelamente, o desenvolvimento da inteligência artificial vem transformando diferentes áreas da medicina, especialmente por meio da aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina capazes de analisar grandes volumes de dados clínicos em tempo real. Ferramentas baseadas em inteligência artificial permitem integrar informações provenientes de sinais vitais, exames laboratoriais, prontuários eletrônicos e histórico clínico, favorecendo a identificação precoce de padrões compatíveis com sepse antes mesmo do aparecimento de manifestações clínicas evidentes. Pesquisas recentes demonstram que esses modelos apresentam elevado potencial para apoiar a tomada de decisão clínica, reduzir atrasos diagnósticos e otimizar a alocação de recursos assistenciais (Shashikumar et al., 2021).

Apesar dos avanços relacionados aos biomarcadores e às tecnologias computacionais, ainda permanecem lacunas quanto à validação clínica dos modelos de inteligência artificial, à integração dessas ferramentas aos fluxos assistenciais e à definição dos biomarcadores com melhor desempenho em diferentes cenários clínicos. Além disso, questões relacionadas à qualidade dos bancos de dados, interpretabilidade dos algoritmos, custos de implementação e infraestrutura tecnológica continuam limitando sua ampla utilização nos serviços de saúde.

Diante desse cenário, surge o seguinte problema de pesquisa: de que maneira a associação entre biomarcadores emergentes e ferramentas baseadas em inteligência artificial pode contribuir para o diagnóstico precoce da sepse de origem infecciosa e para a redução da mortalidade hospitalar? A relevância deste estudo fundamenta-se na necessidade de reunir e analisar as evidências científicas mais recentes acerca dessas estratégias diagnósticas, contribuindo para o aprimoramento da prática clínica e para a tomada de decisões fundamentadas em evidências. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar a aplicação dos biomarcadores emergentes e da inteligência artificial no diagnóstico precoce da sepse de origem infecciosa, discutindo seu potencial para reduzir o tempo de reconhecimento da doença, apoiar a decisão clínica e contribuir para a diminuição da mortalidade e para a melhoria da qualidade da assistência aos pacientes.



2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SEPSE DE ORIGEM INFECCIOSA: ASPECTOS CONCEITUAIS E EPIDEMIOLÓGICOS

A sepse é definida como uma disfunção orgânica potencialmente fatal decorrente de uma resposta desregulada do hospedeiro à infecção, caracterizando-se como uma emergência médica de elevada complexidade (Singer et al., 2016). Essa condição representa uma das principais causas de mortalidade hospitalar em todo o mundo, estando associada a infecções bacterianas, virais, fúngicas e parasitárias que desencadeiam intensa resposta inflamatória sistêmica, alterações imunológicas e comprometimento de múltiplos órgãos.

Segundo Rudd et al. (2020), estimam-se aproximadamente 49 milhões de casos de sepse e cerca de 11 milhões de óbitos anuais no mundo, correspondendo a quase 20% de todas as mortes registradas globalmente. Pacientes idosos, imunossuprimidos, portadores de doenças crônicas, indivíduos submetidos a procedimentos invasivos e pacientes internados em unidades de terapia intensiva apresentam maior vulnerabilidade ao desenvolvimento da doença.

A elevada mortalidade está diretamente relacionada ao atraso no reconhecimento clínico e no início das medidas terapêuticas. Evans et al. (2021) ressaltam que o diagnóstico precoce permanece como um dos principais determinantes do prognóstico, justificando o desenvolvimento de novas estratégias diagnósticas capazes de identificar precocemente pacientes em risco.

2.2 BIOMARCADORES NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DA SEPSE

Os biomarcadores desempenham papel fundamental no reconhecimento precoce da sepse, auxiliando na diferenciação entre processos infecciosos e inflamatórios, na avaliação da gravidade e no acompanhamento da resposta terapêutica. Entre os marcadores tradicionalmente utilizados destacam-se a proteína C reativa (PCR), a procalcitonina (PCT) e o lactato sérico, amplamente empregados na prática clínica devido à sua disponibilidade e utilidade prognóstica.

A procalcitonina apresenta elevada especificidade para infecções bacterianas sistêmicas e tem sido utilizada tanto para apoiar o diagnóstico quanto para orientar o uso racional de antimicrobianos (Schuetz et al., 2017). O lactato sérico, por sua vez, constitui importante indicador de hipoperfusão tecidual e está associado à gravidade da doença e ao risco de mortalidade, sendo recomendado pelas diretrizes internacionais como marcador prognóstico (Evans et al., 2021).

Nos últimos anos, biomarcadores emergentes têm despertado crescente interesse científico. A presepsina, fragmento solúvel do receptor CD14, apresenta rápida elevação durante infecções bacterianas e demonstra desempenho promissor na identificação precoce da sepse. Outros marcadores, como interleucina-6 (IL-6), proadrenomedulina (ProADM) e o receptor solúvel expresso em células mieloides-1



(sTREM-1), também têm apresentado resultados relevantes na estratificação de risco e na avaliação prognóstica (Pierrakos et al., 2020).

Apesar dos avanços, nenhum biomarcador isoladamente apresenta sensibilidade e especificidade suficientes para estabelecer o diagnóstico definitivo da sepse. Dessa forma, recomenda-se sua interpretação integrada aos achados clínicos, laboratoriais e microbiológicos, permitindo maior precisão diagnóstica e redução de decisões terapêuticas inadequadas.

2.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA AO DIAGNÓSTICO DA SEPSE

O avanço da inteligência artificial (IA) tem promovido mudanças significativas na prática médica, especialmente na análise de grandes volumes de dados clínicos. Algoritmos de aprendizado de máquina (machine learning) e aprendizado profundo (deep learning) são capazes de identificar padrões complexos dificilmente reconhecidos pelos métodos convencionais, favorecendo o diagnóstico precoce e o suporte à decisão clínica.

Segundo Shashikumar et al. (2021), modelos computacionais treinados a partir de prontuários eletrônicos, sinais vitais, exames laboratoriais e dados fisiológicos conseguem identificar pacientes com risco elevado de desenvolver sepse horas antes da manifestação clínica evidente. Essa antecipação possibilita intervenções precoces, reduzindo o tempo para administração de antimicrobianos, reposição volêmica e demais medidas recomendadas pelas diretrizes internacionais.

Além da detecção precoce, a inteligência artificial também contribui para a estratificação de risco, previsão de mortalidade, monitoramento contínuo e otimização da gestão hospitalar. Entretanto, a heterogeneidade das populações estudadas, a qualidade dos bancos de dados e a necessidade de validação externa dos algoritmos ainda representam desafios importantes para sua incorporação rotineira nos serviços de saúde.

2.4 INTEGRAÇÃO ENTRE BIOMARCADORES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Estudos recentes demonstram que a associação entre biomarcadores e inteligência artificial apresenta desempenho superior quando comparada à utilização isolada dessas ferramentas. A integração de marcadores laboratoriais, parâmetros clínicos, exames de imagem e dados fisiológicos permite construir modelos preditivos mais precisos para identificação precoce da sepse e estimativa de risco de evolução clínica desfavorável.

Segundo Fleuren et al. (2020), modelos híbridos apresentam maior capacidade discriminatória para prever sepse, choque séptico e mortalidade hospitalar, favorecendo intervenções oportunas e melhor utilização dos recursos assistenciais. Essa abordagem contribui para reduzir atrasos diagnósticos, minimizar complicações e apoiar decisões clínicas em ambientes de alta complexidade.



A utilização dessas tecnologias também fortalece a medicina personalizada, permitindo que algoritmos adaptem suas previsões às características individuais de cada paciente. Contudo, aspectos relacionados à transparência dos modelos, proteção de dados, aspectos éticos e integração aos sistemas eletrônicos hospitalares permanecem como desafios para sua ampla implementação.

2.5 ESTADO DA ARTE

A literatura científica dos últimos anos evidencia rápido crescimento das pesquisas envolvendo biomarcadores emergentes e inteligência artificial aplicada à sepse. Revisões sistemáticas e estudos multicêntricos apontam que biomarcadores como presepsina, IL-6 e proadrenomedulina apresentam elevado potencial diagnóstico quando utilizados em conjunto com algoritmos baseados em aprendizado de máquina. Paralelamente, observa-se expansão do uso de modelos de inteligência artificial capazes de analisar dados clínicos em tempo real, aumentando a sensibilidade para identificação precoce da doença e contribuindo para melhores desfechos clínicos.

Apesar dos resultados promissores, ainda existem lacunas relacionadas à padronização dos biomarcadores, à validação multicêntrica dos algoritmos, à interpretabilidade dos modelos computacionais e à avaliação de custo-efetividade para diferentes realidades assistenciais. Esses desafios demonstram que novas pesquisas são necessárias para consolidar a aplicação clínica dessas tecnologias, permitindo sua incorporação segura e eficiente aos protocolos de atendimento da sepse e fortalecendo estratégias voltadas à redução da mortalidade e à melhoria da qualidade da assistência.

3 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa da literatura, de natureza descritiva e abordagem qualitativa, desenvolvida com o objetivo de analisar as evidências científicas acerca da utilização de biomarcadores emergentes e de ferramentas baseadas em inteligência artificial no diagnóstico precoce da sepse de origem infecciosa, bem como seu potencial para reduzir a mortalidade e aprimorar a tomada de decisão clínica.

O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Google Scholar, complementado pela consulta a diretrizes e documentos técnicos da Surviving Sepsis Campaign, da Sociedade Brasileira de Infectologia, da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da Sociedade Europeia de Medicina Intensiva. Foram utilizados os descritores "sepse", "diagnóstico precoce", "biomarcadores", "inteligência artificial", "procalcitonina", "presepsina", "lactato", "machine learning", "sepsis", "biomarkers", "artificial intelligence" e "early diagnosis", combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR.



Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos científicos completos, revisões sistemáticas, metanálises, estudos multicêntricos, diretrizes clínicas e consensos internacionais publicados nos idiomas português, inglês e espanhol, entre os anos de 2018 e 2026, que abordassem diretamente biomarcadores utilizados na sepse, aplicações da inteligência artificial na prática clínica ou estratégias para o diagnóstico precoce da doença. Foram excluídos editoriais, cartas ao editor, resumos de congressos, estudos duplicados, trabalhos sem acesso ao texto completo e publicações que não apresentassem relação direta com os objetivos da pesquisa.

Após a seleção das publicações, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos para avaliação da elegibilidade, seguida da leitura integral dos estudos incluídos. As informações extraídas foram organizadas em categorias temáticas relacionadas aos aspectos fisiopatológicos da sepse, biomarcadores tradicionais e emergentes, aplicações da inteligência artificial, desempenho diagnóstico, impacto sobre a mortalidade e desafios para incorporação dessas tecnologias na prática assistencial.

A análise dos dados foi realizada por meio de síntese narrativa, permitindo integrar criticamente os achados da literatura, identificar convergências e divergências entre os estudos e discutir as principais evidências científicas disponíveis. Essa abordagem possibilitou avaliar o potencial da associação entre biomarcadores e inteligência artificial para o reconhecimento precoce da sepse, destacando suas contribuições para a melhoria dos desfechos clínicos, para o fortalecimento da segurança do paciente e para a qualificação da assistência em serviços de urgência, emergência e terapia intensiva.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

A análise da literatura demonstra que o diagnóstico precoce da sepse de origem infecciosa permanece como um dos principais desafios da medicina intensiva e dos serviços de urgência e emergência. Os estudos revisados evidenciam que a elevada mortalidade associada à doença está diretamente relacionada ao atraso no reconhecimento clínico e no início das medidas terapêuticas. Nesse cenário, biomarcadores emergentes e ferramentas baseadas em inteligência artificial vêm sendo amplamente investigados por seu potencial para aumentar a sensibilidade diagnóstica, reduzir o tempo para identificação da sepse e apoiar decisões clínicas mais rápidas e precisas.

As evidências mostram que a utilização isolada de parâmetros clínicos apresenta limitações diante da heterogeneidade das manifestações iniciais da doença. Em contrapartida, a combinação entre informações clínicas, laboratoriais e algoritmos de aprendizado de máquina permite identificar padrões fisiopatológicos antes do aparecimento de sinais clínicos evidentes, favorecendo intervenções precoces e melhores desfechos assistenciais.



4.1 DESEMPENHO DOS BIOMARCADORES EMERGENTES

Os estudos analisados demonstram que biomarcadores tradicionais, como proteína C reativa (PCR), procalcitonina e lactato sérico, continuam sendo ferramentas relevantes na avaliação da sepse, principalmente pela ampla disponibilidade nos serviços de saúde. Entretanto, pesquisas recentes apontam desempenho promissor de biomarcadores emergentes, como presepsina, interleucina-6 (IL-6), proadrenomedulina (ProADM) e receptor solúvel expresso em células mieloides-1 (sTREM-1), especialmente quando utilizados em associação.

A presepsina destaca-se por apresentar elevação precoce durante infecções bacterianas, permitindo maior rapidez na identificação da resposta inflamatória sistêmica. A IL-6 demonstra elevada sensibilidade nas fases iniciais da sepse, enquanto a ProADM apresenta importante valor prognóstico para estratificação da gravidade e estimativa do risco de mortalidade. Apesar desses avanços, a literatura demonstra que nenhum biomarcador isoladamente apresenta desempenho suficiente para substituir a avaliação clínica, sendo recomendada sua utilização integrada aos demais parâmetros assistenciais.

Tabela 1 – Principais biomarcadores utilizados no diagnóstico da sepse

Biomarcador	Principal aplicação clínica	Limitações
Procalcitonina (PCT)	Diagnóstico de infecção bacteriana e monitoramento terapêutico	Pode elevar-se em algumas condições inflamatórias não infecciosas
Proteína C reativa (PCR)	Avaliação da resposta inflamatória	Baixa especificidade para sepse
Lactato sérico	Avaliação da hipoperfusão tecidual e prognóstico	Não é específico para infecção
Presepsina	Diagnóstico precoce da sepse bacteriana	Disponibilidade ainda limitada em muitos serviços
Interleucina-6 (IL-6)	Identificação precoce da resposta inflamatória	Alto custo e menor disponibilidade
Proadrenomedulina (ProADM)	Estratificação de risco e prognóstico	Necessita maior padronização clínica

Fonte: Elaborada pelos autores (2026), com base na literatura consultada.

4.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA DE APOIO DIAGNÓSTICO

Os estudos publicados nos últimos anos evidenciam crescimento expressivo da aplicação da inteligência artificial no manejo da sepse. Algoritmos de aprendizado de máquina demonstram capacidade para integrar continuamente sinais vitais, exames laboratoriais, prontuários eletrônicos e dados clínicos, identificando alterações compatíveis com sepse horas antes da suspeita clínica convencional.

Entre as principais vantagens observadas destacam-se a redução do tempo para diagnóstico, aumento da sensibilidade na identificação de pacientes de alto risco, auxílio na estratificação prognóstica e otimização da tomada de decisão clínica. Os modelos também favorecem a implementação precoce dos protocolos assistenciais recomendados, reduzindo atrasos terapêuticos e melhorando os indicadores de qualidade hospitalar.



Apesar desses benefícios, os estudos ressaltam desafios relacionados à validação multicêntrica dos algoritmos, à heterogeneidade dos bancos de dados utilizados para treinamento dos modelos, à transparência dos sistemas computacionais e à necessidade de integração dessas tecnologias aos fluxos assistenciais existentes.

Tabela 2 – Aplicações da inteligência artificial no manejo da sepse

Aplicação	Benefício clínico esperado
Análise automática de prontuários eletrônicos	Identificação precoce de pacientes em risco
Integração de sinais vitais e exames laboratoriais	Maior precisão diagnóstica
Modelos preditivos de deterioração clínica	Antecipação das intervenções terapêuticas
Estratificação automática de risco	Priorização do atendimento
Monitoramento contínuo em tempo real	Redução do atraso diagnóstico
Apoio à decisão clínica	Maior padronização e segurança assistencial

Fonte: Elaborada pelos autores (2026), com base na literatura consultada.

4.3 DISCUSSÃO DOS ACHADOS

Os resultados desta revisão indicam que a integração entre biomarcadores emergentes e inteligência artificial representa uma das estratégias mais promissoras para o diagnóstico precoce da sepse de origem infecciosa. A literatura demonstra que essa associação amplia a capacidade de identificação de pacientes críticos, reduz o tempo para início do tratamento e favorece melhores desfechos clínicos quando comparada aos métodos diagnósticos convencionais utilizados isoladamente.

Outro aspecto relevante refere-se ao potencial dessas tecnologias para apoiar a medicina de precisão, permitindo decisões clínicas fundamentadas em múltiplas variáveis analisadas simultaneamente. Essa abordagem contribui para maior segurança do paciente, uso mais racional de antimicrobianos e otimização dos recursos disponíveis em unidades de terapia intensiva e serviços de emergência.

Entretanto, a incorporação dessas ferramentas à prática clínica ainda enfrenta desafios importantes, incluindo necessidade de validação externa dos algoritmos, padronização dos biomarcadores, custos de implantação, infraestrutura tecnológica e capacitação das equipes de saúde. Também permanecem discussões relacionadas à ética, proteção de dados e interpretabilidade dos modelos de inteligência artificial.

De forma geral, os estudos analisados convergem ao demonstrar que a combinação entre biomarcadores emergentes e inteligência artificial possui elevado potencial para transformar o diagnóstico da sepse nas próximas décadas. Contudo, sua implementação em larga escala dependerá de novas pesquisas multicêntricas, validação clínica robusta e desenvolvimento de protocolos que permitam integrar essas tecnologias de maneira segura, eficiente e baseada em evidências aos diferentes níveis de atenção à saúde.



5 CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa evidencia que a associação entre biomarcadores emergentes e ferramentas baseadas em inteligência artificial representa uma estratégia promissora para o diagnóstico precoce da sepse de origem infecciosa, contribuindo para o reconhecimento mais rápido da disfunção orgânica, para a estratificação de risco e para a otimização da tomada de decisão clínica. A análise realizada demonstra que a utilização integrada dessas tecnologias amplia a capacidade de identificação de pacientes em risco, favorecendo o início oportuno das medidas terapêuticas e criando perspectivas para a redução da mortalidade associada à sepse.

Os objetivos propostos foram alcançados ao reunir e analisar as principais evidências científicas relacionadas ao desempenho dos biomarcadores emergentes e às aplicações da inteligência artificial na prática clínica. O estudo permite concluir que a integração entre informações clínicas, laboratoriais e algoritmos computacionais potencializa a precisão diagnóstica e fortalece a assistência baseada em evidências, especialmente em ambientes de urgência, emergência e terapia intensiva, onde o tempo de resposta influencia diretamente o prognóstico dos pacientes.

Como contribuição teórica, o trabalho amplia a compreensão sobre os avanços tecnológicos aplicados ao diagnóstico da sepse, destacando a evolução dos biomarcadores e das ferramentas de inteligência artificial como componentes complementares de uma abordagem diagnóstica mais eficiente. No âmbito prático, reforça a importância da incorporação gradual dessas tecnologias aos protocolos assistenciais, acompanhada de investimentos em infraestrutura, capacitação profissional e integração aos sistemas eletrônicos de saúde, visando qualificar a assistência e fortalecer a segurança do paciente.

Entre as limitações da pesquisa, destaca-se o fato de se tratar de uma revisão da literatura, baseada em estudos conduzidos em diferentes contextos clínicos e metodológicos, o que pode limitar a generalização dos resultados. Além disso, a rápida evolução das tecnologias de inteligência artificial exige atualização contínua das evidências disponíveis. Recomenda-se que pesquisas futuras desenvolvam estudos prospectivos, multicêntricos e de validação clínica capazes de avaliar a efetividade, a custo-efetividade e a aplicabilidade dessas ferramentas em diferentes níveis de atenção à saúde, contribuindo para sua incorporação segura e padronizada na prática clínica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EVANS, Laura et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. **Intensive Care Medicine**, Berlin, v. 47, n. 11, p. 1181-1247, 2021. DOI: 10.1007/s00134-021-06506-y.



FLEUREN, Lucas M. et al. Machine learning for the prediction of sepsis: a systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy. **Intensive Care Medicine**, Berlin, v. 46, n. 3, p. 383-400, 2020. DOI: 10.1007/s00134-019-05872-y.

PIERRAKOS, Charalampos; VELISSARIS, Dimitrios; BISDORFF, Max; MARSHALL, John C.; VINCENT, Jean-Louis. Biomarkers of sepsis: time for a reappraisal. **Critical Care**, London, v. 24, art. 287, 2020. DOI: 10.1186/s13054-020-02993-5.

REINHART, Konrad et al. Recognizing sepsis as a global health priority: a WHO resolution. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 377, n. 5, p. 414-417, 2017. DOI: 10.1056/NEJMp1707170.

RUDD, Kristina E. et al. Global, regional, and national sepsis incidence and mortality, 1990-2017: analysis for the Global Burden of Disease Study. **The Lancet**, London, v. 395, n. 10219, p. 200-211, 2020. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)32989-7.

SCHUETZ, Philipp et al. Procalcitonin to initiate or discontinue antibiotics in acute respiratory tract infections. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, Oxford, n. 10, CD007498, 2017. DOI: 10.1002/14651858.CD007498.pub3.

SHASHIKUMAR, Supreeth P. et al. Artificial intelligence sepsis prediction algorithm learns to say “I don’t know”. **NPJ Digital Medicine**, London, v. 4, art. 134, 2021. DOI: 10.1038/s41746-021-00504-6.

SINGER, Mervyn et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). **JAMA**, Chicago, v. 315, n. 8, p. 801-810, 2016. DOI: 10.1001/jama.2016.0287.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFECTOLOGIA. Guia de manejo da sepse. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Infectologia**, 2023. Disponível em: <https://infectologia.org.br>. Acesso em: 31 jul. 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global report on infection prevention and control. Geneva: **World Health Organization**, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240051164>. Acesso em: 31 jul. 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Sepsis. Geneva: **World Health Organization**, 2025. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sepsis>. Acesso em: 31 jul. 2026.