



XXIX ENFERMAIO E VI SIEPS

Inteligência artificial, Enfermagem e saúde:
aplicabilidades, impactos e perspectivas futuras

REALIZAÇÃO



APOIO



PRONEX

UECE GRAD

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA IDENTIFICAÇÃO PRECOCE DE COMPLICAÇÕES GESTACIONAIS A PARTIR DE BIOMARCADORES MATERNOS

Maria Eduarda Cavalcante da Silva¹

Évellyn Pontes de Paula Costa²

Joyce da Silva Alves³

Maria Gisele Silva Cruz⁴

Nicole dos Santos Uchoa⁵

Germana Pinheiro Correia Lima Sousa⁶

TRABALHO PARA PRÊMIO: GRADUAÇÃO - EIXO 2: ENFERMAGEM EM SAÚDE DA MULHER

RESUMO

INTRODUÇÃO: A identificação precoce de complicações gestacionais permanece como um desafio relevante para a saúde materno-fetal, sendo fundamental para reduzir desfechos adversos. Este estudo analisou a contribuição da Inteligência Artificial na identificação precoce dessas complicações a partir de biomarcadores maternos. **MÉTODO:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, com buscas realizadas nas bases PubMed, LILACS e SciELO, resultando em 14 estudos analisados. **RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Indicam que a aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina associada a biomarcadores imunológicos, metabólicos, genéticos e fisiológicos apresenta elevada capacidade preditiva, permitindo a identificação precoce de condições como pré-eclâmpsia, diabetes mellitus gestacional e parto prematuro. Observa-se ainda potencial para ampliação do rastreamento e qualificação do cuidado pré-natal. **CONCLUSÃO:** Conclui-se que a Inteligência Artificial constitui uma tecnologia promissora para a detecção precoce de complicações gestacionais, contribuindo para a tomada de decisão clínica, embora ainda necessite de validação em populações mais amplas para sua aplicação segura.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Biomarcadores; Complicações na Gravidez.

1. Graduando em Enfermagem, Universidade Estadual do Ceará

2. Graduando em Enfermagem, Universidade Estadual do Ceará

3. Graduando em Enfermagem, Universidade Estadual do Ceará

4. Graduando em Enfermagem, Universidade Estadual do Ceará

5. Graduando em Enfermagem, Universidade Estadual do Ceará

6. Enfermeira e Docente pela uece

E-mail do autor: duda.cavalcante@aluno.uece.br

INTRODUÇÃO

A gestação é um processo biologicamente complexo, suscetível ao desenvolvimento de complicações que impactam a saúde materna e fetal, como pré-eclâmpsia, diabetes mellitus, prematuridade e abortos recorrentes, importantes causas de morbimortalidade materna e neonatal em nível global. Apesar dos avanços no pré-natal, a identificação dessas condições ainda ocorre, muitas vezes, após o surgimento de sinais e sintomas clínicos, o que limita intervenções precoces e efetivas (Azizieh *et al.*, 2025).

Nesse contexto, a busca por estratégias de detecção precoce tem se intensificado, especialmente por meio de biomarcadores maternos. Alterações no proteoma, metaboloma, lipidoma, ácidos nucleicos livres e citocinas refletem desregulações biológicas que precedem os sintomas clínicos, evidenciando o papel dos processos inflamatórios na fisiopatologia (Tokareva *et al.*, 2025). Entretanto, métodos estatísticos tradicionais apresentam limitações na análise desses dados complexos, por não captarem adequadamente interações multifatoriais.

Assim, a Inteligência Artificial (IA), por meio do aprendizado de máquina, surge como ferramenta promissora ao integrar variáveis clínicas e biomoleculares, ampliando a precisão preditiva (Guo *et al.*, 2025). Embora apresente potencial para favorecer cuidados individualizados, ainda há desafios, como a necessidade de validação em amostras amplas e desenvolvimento de modelos interpretáveis (Khalil *et al.*, 2024). O objetivo deste estudo é analisar o uso da inteligência artificial associada a biomarcadores maternos na predição precoce de complicações gestacionais.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, método que permite reunir, analisar e sintetizar achados de diferentes investigações sobre um tema, ampliando a compreensão do conhecimento produzido e sua aplicação no campo científico e profissional (Polit; Beck, 2019). O estudo seguiu etapas metodológicas sistematizadas, incluindo definição da questão norteadora, critérios de inclusão e exclusão, extração e avaliação crítica dos estudos, interpretação dos resultados e apresentação da síntese da revisão (Mendes, Silveira e Galvão, 2019).

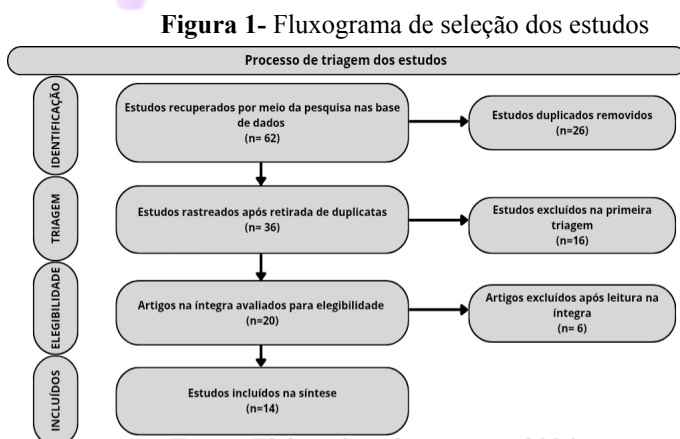
O estudo foi orientado pela seguinte questão de pesquisa: “Como a Inteligência Artificial aplicada à análise de biomarcadores maternos contribui para a identificação precoce de complicações gestacionais em gestantes? A formulação dessa questão foi baseada na estratégia PICO, na qual: P = gestantes (população), I = uso de Inteligência Artificial para análise de biomarcadores maternos (intervenção), C = métodos diagnósticos tradicionais ou

ausência de Inteligência Artificial (comparação), O = identificação precoce de complicações gestacionais (desfecho).

A busca dos estudos foi realizada em março de 2026, nas bases de dados eletrônicas: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), acessada via BVS, PubMed e SciELO. Para a identificação dos estudos na literatura, foram utilizados descritores nos idiomas português, inglês e espanhol, empregados na elaboração das estratégias de busca e combinados por meio dos operadores booleanos “AND” e “OR”.

Na base PubMed, a estratégia de busca foi conduzida com termos em inglês, conforme o exemplo: (“Artificial Intelligence” OR “Machine Learning” OR “Deep Learning”) AND (“Biomarkers” OR “Biological Markers”) AND (“Pregnancy” OR “Maternal Health”) AND (“Pregnancy Complications” OR “Gestational Complications” OR “Preeclampsia” OR “Gestational Diabetes”). Já nas bases LILACS e SciELO, acessadas por meio da Biblioteca Virtual em Saúde, a busca foi realizada com descritores em português e espanhol, como: (“Inteligência Artificial” OR “Aprendizado de Máquina”) AND (“Biomarcadores” OR “Marcadores Biológicos”) AND (“Gravidez” OR “Embarazo”) AND (“Complicações na Gravidez” OR “Pré-eclâmpsia” OR “Diabetes Gestacional”).

Os descritores foram verificados nas plataformas DeCS e MeSH, incluindo-se artigos originais com texto completo, publicados nos últimos cinco anos, sem restrição de idioma e alinhados ao objetivo do estudo, e excluindo-se revisões, editoriais, cartas e aqueles que não abordavam a relação entre Inteligência Artificial e biomarcadores maternos. A seleção foi realizada por dois revisores independentes em três etapas (identificação, triagem com auxílio do Rayyan QCRI® e resolução por terceiro revisor), com organização dos dados no Microsoft Excel® (título, ano, método e objetivo). Os artigos pré-selecionados foram lidos na íntegra para verificação da elegibilidade e definição da amostra final, seguida da extração, organização e síntese qualitativa dos achados, apresentados por meio do fluxograma PRISMA, conforme Page et al. (2020).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante os critérios metodológicos, a amostra final incluiu 14 artigos em inglês, abrangendo Europa, Ásia e América do Norte, descritos no Quadro 1. Predominaram estudos observacionais, além de delineamentos caso-controle e coorte, evidenciando diversidade metodológica. Em geral, utilizaram algoritmos de IA, especialmente aprendizado de máquina, associados à análise de biomarcadores maternos e dados clínicos. A maioria teve como objetivo desenvolver modelos preditivos para complicações gestacionais, com destaque para pré-eclâmpsia, diabetes mellitus gestacional e parto prematuro, reforçando o potencial da IA nesse contexto

Quadro 1 - Síntese dos achados dos estudos selecionados. Fortaleza-Ce, 2026.

Artigo	Título	Periódico/ Ano	Método	Objetivo
A1	Artificial intelligence predicts pregnancy complications based on cytokine profiles	J Matern Fetal Neonatal Med/2022	Observacional com algoritmos de aprendizado de máquina para análise de perfis de citocinas maternas	Avaliar se citocinas podem prever complicações gestacionais com IA
A2	Machine Learning and Blood-Targeted Proteomics Enable Early Prediction and Etiological Discrimination of Hypertensive Pregnancy Disorders	Int J Mol Sci/2026	Caso-controle com aplicação de técnicas de proteômica associadas a algoritmos de machine learning para predição de pré-eclâmpsia	Desenvolver modelo baseado em proteínas séricas para prever pré-eclâmpsia
A3	A Machine Learning Model Based on First- Trimester Lipidomic Signatures for Predicting Metabolic Pregnancy Complications	Int J Mol Sci/2025	Observacional com análise de biomarcadores sanguíneos maternos e aplicação de modelos de aprendizado de máquina para identificação precoce de pré- eclâmpsia	Avaliar biomarcadores sanguíneos combinados com IA para prever pré-eclâmpsia
A4	Circadian Rhythm of Heart Rate and Heart Rate Variability in Pregnancy	Res Sq/2025	Observacional com monitoramento de frequência cardíaca e sua variabilidade na gestação para identificação de biomarcadores associados a complicações gestacionais	Investigar ritmo circadiano da frequência cardíaca na gestação
A5	Genome-wide nucleosome footprints of plasma cfDNA predict preterm birth: A case-control study	PLoS Med/2025	Caso-controle com análise genômica de DNA livre circulante (cfDNA) e aplicação de algoritmo de machine learning para predição de parto prematuro	Desenvolver modelo de IA para prever parto prematuro usando cfDNA
A6	The impact of maternal vulnerability on stress biomarkers and first-trimester growth: the Rotterdam Periconceptional Cohort	Hum Reprod/ 2024	Observacional com análise de biomarcadores moleculares relacionados ao estresse materno e desenvolvimento fetal no	Avaliar biomarcadores moleculares associados ao parto

			primeiro trimestre gestacional	prematureo
A7	Post-load glucose is a stronger predictor of adverse pregnancy outcomes than first- trimester HbA1c in women without gestational diabetes	J Diabetes Investig/ 2024	Observacional com análise de parâmetros metabólicos maternos (glicemia pós-carga e HbA1c) e aplicação de modelos de aprendizado de máquina para previsão de desfechos gestacionais adversos	Avaliar glicose pós-carga como preditor de complicações
A8	An Interpretable Longitudinal Preeclampsia Risk Prediction Using Machine Learning	medRxiv/ 2023	Observacional com desenvolvimento de modelo interpretável de aprendizado de máquina baseado em dados clínicos maternos para predição de pré-eclâmpsia	Desenvolver modelo de IA para prever pré-eclâmpsia
A9	Noninvasive preeclampsia prediction using plasma cell-free RNA signatures.	Am J Obstet Gyneco/ 2023	Observacional com análise de RNA livre circulante no plasma materno (cfRNA) associado a algoritmos de aprendizado de máquina para predição não invasiva de pré-eclâmpsia	Avaliar biomarcadores moleculares para previsão de pré-eclâmpsia
A10	Discovery of metabolic biomarkers for gestational diabetes mellitus in a Chinese population	Nutr Metab (Lond)/ 2021	Observacional com aplicação de algoritmo Random Forest para identificação de biomarcadores associados ao diabetes mellitus gestacional (DMG) em gestantes	Identificar biomarcadores metabólicos para DMG
A11	The role of cell-free DNA biomarkers and patient data in the early prediction of preeclampsia: an artificial intelligence model	Am J Obstet Gynecol/ 2024	Observacional com aplicação de redes neurais artificiais para análise integrada de biomarcadores maternos e dados clínicos na predição precoce de pré-eclâmpsia	Avaliar redes neurais para prever pré-eclâmpsia
A12	Explainable Early Prediction of Gestational Diabetes Biomarkers by Combining Medical Background and Wearable Devices: A Pilot Study With a Cohort Group in South Africa	IEEE J Biomed Health Inform/2024	Coorte prospectiva com utilização de dispositivos (wearables) e modelos de aprendizado de máquina para monitoramento fisiológico e identificação precoce de biomarcadores gestacionais	Investigar uso de wearables e IA para prever biomarcadores
A13	Validation of machine-learning model for first-trimester prediction of pre- eclampsia using cohort from PREVAL study	Ultrasound Obstet Gyneco/ 2024	Evidência de validade de modelo de machine learning para predição de pré-eclâmpsia no primeiro trimestre gestacional	Validar modelo de IA para predição de pré-eclâmpsia
A14	Prediction and immune landscape study of potentially key autophagy- related biomarkers in preeclampsia with gestational diabetes mellitus	Front Immunol/ 2025	Observacional com análise de biomarcadores maternos e aplicação de algoritmos de inteligência artificial para predição de complicações gestacionais	Avaliar modelos de IA na predição de complicações gestacionais

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

No que se refere às complicações gestacionais, observa-se que, na pré-eclâmpsia, estudos apontam o uso de biomarcadores sanguíneos, proteômicos e genéticos como base para modelos preditivos, permitindo identificar alterações fisiopatológicas nos estágios iniciais da gestação (Zhou *et al.*, 2023; Tikhonova *et al.*, 2025; Starodubtseva *et al.*, 2026). Esses achados indicam que a análise por IA possibilita reconhecer padrões de risco antes da manifestação clínica, fortalecendo a identificação precoce.

De forma semelhante, estudos sobre parto prematuro ampliam as abordagens, destacando citocinas como marcadores inflamatórios, com padrões distintos entre gestações saudáveis e complicadas (Azizieh *et al.*, 2025), além de biomarcadores fisiológicos não invasivos, como frequência cardíaca e sua variabilidade (Rasouli *et al.*, 2025), e fatores genéticos que identificam alterações precoces (Guo *et al.*, 2025).

Assim, alguns estudos focam em respostas inflamatórias, enquanto outros exploram alterações fisiológicas e genéticas, evidenciando o uso complementar de biomarcadores na identificação precoce do parto prematuro. Em relação à diabetes mellitus gestacional (DMG), há mudança de foco para o uso da IA na investigação de alterações metabólicas ligadas à desregulação glicêmica. Citocinas e mediadores imunológicos evidenciam a interação entre metabolismo e sistema imune (Wang *et al.*, 2025), além da relação com pré-eclâmpsia e parto prematuro. Modelos baseados em biomarcadores apresentam bom desempenho (Lu *et al.*, 2021), mas menor desenvolvimento em relação à pré-eclâmpsia, possivelmente devido à maior variabilidade clínica.

Dessa forma, observa-se evolução no uso da IA, que passa a integrar biomarcadores imunológicos, metabólicos, fisiológicos e genéticos, ampliando o reconhecimento de padrões complexos e a identificação precoce das complicações gestacionais. Por fim, persistem limitações, como a variabilidade dos biomarcadores, diversidade de algoritmos e necessidade de validação em populações maiores. Assim, apesar de promissores, os modelos ainda requerem maior confiabilidade metodológica para aplicação clínica segura e efetiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As evidências indicam que o uso da Inteligência Artificial na análise de biomarcadores maternos é eficaz na predição precoce de complicações gestacionais, especialmente pré-eclâmpsia, diabetes mellitus gestacional e parto prematuro. Na Enfermagem, essa capacidade favorece intervenções precoces e melhores desfechos materno-fetais. Contudo, ressalta-se a necessidade de novos estudos que ampliem sua validação e garantam aplicação segura na prática clínica.

REFERÊNCIAS.

1. AZIZIEH, F.; YILMAZ, B.; RAGHUPATHY, R. Artificial intelligence predicts pregnancy complications based on cytokine profiles. **J Maternal-Fetal & Neonatal Medicine**, v. 38, n. 1, 2025. Disponível em doi.org/10.1080/14767058.2025.2498549. Acesso em: 14 mar. 2026.
2. BRADEN, W. E.; COHEN, R. Y.; RIGONI, J.; BATES, D. W.; GRAY, K. J.; KOVACHEVA, V. An Interpretable Longitudinal Preeclampsia Risk Prediction Using Machine Learning. **medRxiv**, 2023. Disponível em: doi.org/10.1101/2023.08.16.23293946. Acesso em: 15 mar. 2026.
3. GIL, M. M. et al. Validation of machine-learning model for first-trimester prediction of pre-eclampsia using cohort from PREVAL study. **Ultrasound in Obstetrics & Gynecology**, v. 63, p. 68–74, 2024. Disponível em: doi.org/10.1002/uog.27478. Acesso em: 13 mar. 2026.
4. GUO, Z. et al. Genome-wide nucleosome footprints of plasma cfDNA predict preterm birth: a case-control study. **PLOS Medicine**, v. 22, n. 4, e1004571, 2025. DOI: doi.org/10.1371/journal.pmed.1004571. Disponível em: journals.plos.org/plosmedicine. Acesso em: 17 mar. 2026.
5. KHALIL, A. et al. The role of cell-free DNA biomarkers and patient data in the early prediction of preeclampsia: an artificial intelligence model. **Am J of Obstetrics & Gynecology**, v. 231, 2024. Disponível em: Acesso em: 16 mar. 2026.
6. KOLOZALI, Ş.; WHITE, S. L.; NORRIS, S.; FASLI, M.; VAN HEERDEN, A. Explainable early prediction of gestational diabetes biomarkers by combining medical background and wearable devices: a pilot study. **IEEE J of Biomed and H Inform**, v. 28, n. 4, p. 1860–1871, 2024. DOI: doi.org/10.1109/JBHI.2024.3361505. Disponível em: ieeexplore.ieee.org. Acesso em: 13 mar. 2026.
7. LU, W.; LUO, M.; FANG, X. et al. Discovery of metabolic biomarkers for gestational diabetes mellitus in a Chinese population. **Nutrition & Metabolism**, v. 18, p. 79, 2021. DOI: doi.org/10.1186/s12986-021-00606-8. Disponível em: link.springer.com. Acesso em: 15 mar. 2026.
8. MAHKAMEH, R.; FELI, M.; AZIMI, I. et al. Circadian rhythm of heart rate and heart rate variability in pregnancy. **Research Square**, 2025. Preprint. Disponível em: doi.org/10.21203/rs.3.rs-6075260/v1. Acesso em: 13 mar. 2026.
9. MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Use of the bibliographic reference manager in the selection of primary studies in integrative reviews. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 28, e20170204, 2019. Disponível em: doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2017-0204. Acesso em: 14 mar. 2026.

10. PAGE, M. J. et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 31, n. 2, 2022. Disponível em: scielo.com. Acesso em: 15 mar. 2026
11. POLIT, Denise F.; BECK, Cheryl T. Fundamentos de pesquisa em enfermagem: avaliação de evidências para a prática da enfermagem. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. E-book. Disponível em: app.minhabiblioteca.com.br. Acesso em: 17 mar. 2026
12. RAJABI, S. K.; TOGHRAEE, E.; NEJATIPOUR, G. Post-load glucose is a stronger predictor of adverse pregnancy outcomes than first-trimester HbA1c in women without gestational diabetes. **J of Diab Inv**, v. 15, p. 914–921, 2024. Disponível em: doi.org/10.1111/jdi.14181. Acesso em: 14 mar. 2026.
13. SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, p. 102–106, 2010. Disponível em: scielo.com. Acesso em: 13 mar. 2026
14. STARODUBTSEVA, N. et al. Machine learning and blood-targeted proteomics enable early prediction and etiological discrimination of hypertensive pregnancy disorders. **Int J of Mol Sciences**, v. 27, 1402, 2026. DOI: doi.org/10.3390/ijms27031402. Disponível em: mdpi.com. Acesso em: 14 mar. 2026
15. TOKAREVA, A.; FRANKEVICH, N. A.; CHAGOVETS, V. et al. A machine learning model based on first-trimester lipidomic signatures for predicting metabolic pregnancy complications. **Int J Mol Sciences**, v. 26, 11824, 2025. DOI: doi.org/10.3390/ijms262411824. Disponível em: mdpi.com. Acesso em: 16 mar. 2026.
16. VAN ZUNDERT, S. K. M. et al. The impact of maternal vulnerability on stress biomarkers and first-trimester growth: the Rotterdam Periconceptional Cohort (Predict Study). **Human Reproduction**, v. 39, n. 11, p. 2423–2433, 2024. Disponível em: doi.org/10.1093/humrep/deae211. Acesso em: 16 mar. 2026.
17. WANG, Q.; LI, X.; YE, W.; LIN, L.; YE, K.; PENG, M. Prediction and immune landscape study of potentially key autophagy-related biomarkers in preeclampsia with gestational diabetes mellitus. **Frontiers in Immunology**, v. 16, 1571795, 2025. Disponível em: doi.org/10.3389/fimmu.2025.1571795. Acesso em: 14 mar. 2026.
18. ZHOU, S.; LI, J.; YANG, W. et al. Noninvasive preeclampsia prediction using plasma cell-free RNA signatures. **American Journal of Obstetrics & Gynecology**, v. 229, p. 553.e1–553.e16, 2023. Disponível em: doi.org/10.1016/j.ajog.2023.05.015. Acesso em: 16 mar. 2026.