



CENTRO UNIVERSITÁRIO GOYAZES – UNIGOYAZES
CURSO DE BIOMEDICINA

**O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA DETECÇÃO PREVENTIVA DO
CÂNCER CERVICAL: UM AVANÇO TECNOLÓGICO NA LUTA CONTRA O
CÂNCER**

Daniel Alejandro Gutierrez Romero
Jhonatas Fernandes Nascimento

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Cristina Magalhães

Trindade-GO
2025
CENTRO UNIVERSITÁRIO GOYAZES – UNIGOYAZES

CURSO DE BIOMEDICINA

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA DETECÇÃO PREVENTIVA DO CÂNCER CERVICAL: UM AVANÇO TECNOLÓGICO NA LUTA CONTRA O CÂNCER

Daniel Alejandro Gutierrez Romero.

Jhonatas Fernandes Nascimento.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro Universitário Goyazes –
UniGoyazes como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Biomedicina.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Cristina Magalhães

Trindade - GO

2025

Daniel Alejandro Gutierrez Romero.

Jhonatas Fernandes Nascimento.

O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA DETECÇÃO PREVENTIVA DO CÂNCER CERVICAL: UM AVANÇO TECNOLÓGICO NA LUTA CONTRA O CÂNCER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro Universitário Goyazense como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Biomedicina, aprovado pela
seguinte banca examinadora.

Profa. Dra. Juliana Cristina Magalhães
Centro Universitário Goyazes - UniGoyazes

Profa. Esp. Cássia Vieira Cintra
Centro Universitário Goyazes - UniGoyazes

Profa. Ma. Sandra Suely Magalhães
Hospital Regional de Taguatinga

Trindade – GO

02/12/2025

**O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA DETECÇÃO PREVENTIVA DO
CÂNCER CERVICAL: UM AVANÇO TECNOLÓGICO NA LUTA CONTRA O
CÂNCER**

Daniel Alejandro Gutierrez Romero¹; Jhonatas Fernandes Nascimento¹; Juliana Cristina Magalhães²

RESUMO

Objetivo: Analisar a aplicação da inteligência artificial na detecção preventiva do câncer cervical, com ênfase na citopatologia. **Metodologia:** Revisão integrativa em PubMed, MEDLINE, BVS, SciELO e LILACS (2020–2025), idiomas português, inglês e espanhol; seleção por critérios pré-definidos; cinco estudos incluídos. **Resultados:** Algoritmos de deep learning demonstraram aumento de sensibilidade, especificidade e padronização na triagem citológica, redução do tempo diagnóstico e potencial diminuição de custos; desafios incluem necessidade de bases anotadas, alta demanda computacional, integração aos fluxos clínicos e questões éticas. **Conclusão:** A IA é promissora como ferramenta complementar à citologia; sua implementação requer validação multicêntrica, protocolos padronizados e governança para assegurar segurança, equidade e adoção clínica.

Palavras-chave: Citologia. Detecção Precoce de Câncer. Neoplasias do Colo do Útero. Inteligência Artificial.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PREVENTIVE DETECTION OF CERVICAL CANCER: A TECHNOLOGICAL ADVANCEMENT IN THE FIGHT AGAINST CANCER

ABSTRACT

Objective: To analyze the application of artificial intelligence in the preventive detection of cervical cancer, with emphasis on cytopathology. **Methodology:** Integrative review in PubMed, MEDLINE, BVS, SciELO and LILACS (2020–2025), in Portuguese, English and Spanish; selection by predefined criteria; five studies included. **Results:** Deep learning algorithms demonstrated increased sensitivity, specificity and standardization in cytological screening, reduced diagnostic time and potential cost reduction; challenges include the need for annotated databases, high computational demand, integration into clinical workflows and ethical issues. **Conclusion:** AI is promising as a complementary tool to cytology; its implementation requires multicenter validation, standardized protocols and governance to ensure safety, equity and clinical adoption.

Keywords: Cytology. Early Detection of Cancer. Uterine Cervical Neoplasms. Artificial Intelligence.

¹ Acadêmico do Curso de Biomedicina do Centro Universitário Goyazes – UniGoyazes.

¹ Orientadora: Prof. Doutora do Centro Universitário Goyazes – UniGoyazes.

Dedicamos este trabalho às nossas famílias, que souberam compreender os momentos de ausência.

INTRODUÇÃO

O câncer cervical é uma das neoplasias malignas mais incidentes entre as mulheres, apresentando elevada taxa de mortalidade. Estimativas apontam que, entre 2023 e 2025, cerca de 17.010 novos casos foram diagnosticados no Brasil; a prevalência total equivale a cerca de 15.028 casos a cada 100 mil mulheres. Esses índices apresentaram uma discrepância no país, com maior prevalência nas regiões Norte (20,48/100 mil) e Nordeste (17,59/100 mil), áreas conhecidas por condições socioeconômicas limitadas. (INCA, 2022).

A detecção precoce é essencial na prevenção e controle dessa neoplasia, favorecendo significativamente a redução dos casos em estágios avançados e da mortalidade. Nas últimas décadas, os testes para detecção do Papilomavírus humano (HPV) têm ganhado destaque como estratégia eficiente de rastreamento, possibilitando o acompanhamento e a intervenção em lesões cervicais pré cancerosas de forma mais eficaz (SILVA et al., 2021; PERKINS, WENTZENSEN, 2023).

O HPV conta com mais de 200 subtipos identificados, que são classificados segundo o risco oncogênico. Entre os genótipos mais comuns estão os tipos 6, 11, 16 e 18, sendo os dois últimos os mais associados ao desenvolvimento de câncer, especialmente o câncer cervical. A progressão para essa neoplasia ocorre nas seguintes etapas: começa com a infecção do epitélio metaplásico localizado na zona de transformação do colo uterino, seguida pela persistência do vírus nesse tecido. Caso não haja eliminação viral, pode haver progressão para lesões precursoras do câncer e, eventualmente, invasão tumoral através da membrana basal (SUNG et al., 2021; ZHANG et al., 2021).

Ainda que o câncer cervical apresente um desenvolvimento lento, podendo levar até 10 anos para progredir, diversos desafios ainda dificultam sua detecção precoce. Entre eles estão a ausência de programas de rastreamento organizados, a subjetividade na leitura de lâminas citológicas e falhas na qualidade dos exames. No entanto, os avanços tecnológicos, especialmente com a aplicação da inteligência artificial (IA) na citopatologia, podem promover inovações promissoras, oferecendo maior precisão e eficiência na identificação de alterações celulares suspeitas (GUPTA et al., 2023).

A IA tem capacidade de permitir, que sistemas computacionais simulem o raciocínio humano e executem tarefas difíceis. Na área da citopatologia, a união entre o especialista e a IA torna-se fundamental, unindo a experiência clínica com recursos tecnológicos. Essa colaboração visa aprimorar a detecção precoce do câncer cervical, tornando o uso da IA um fator primordial na prevenção e no combate ao câncer cervical.

Com o avanço do aprendizado de máquina como tecnologia central da IA, os computadores passaram a ser capazes de analisar grandes volumes de dados, identificar padrões e utilizá-los para realizar previsões e classificar informações desconhecidas (WU et al., 2024).

Essa capacidade permite a detecção automática de características em diferentes tipos de dados, como textos, imagens e sinais. A evolução das redes neurais artificiais deu origem ao aprendizado profundo, hoje amplamente aplicado em áreas como diagnóstico médico, reconhecimento de imagens, processamento de linguagem natural e gestão em saúde. Nos últimos anos, a IA tem se destacado no apoio à detecção do câncer cervical, mostrando resultados promissores em tarefas como segmentação e classificação em citologia, interpretação de exames de colposcopia e identificação precoce de metástases em linfonodos por meio de ressonância magnética (WU et al., 2024).

Atualmente, grande parte das pesquisas concentra-se no desenvolvimento de algoritmos de aprendizado profundo voltados ao processamento automatizado, reconhecimento, extração de características e classificação de imagens cervicais, permitindo que a IA analise, identifique padrões e interprete sinais característicos da doença (PERKINS, WENTZENSEN, 2023; ZHANG et al., 2021).

A detecção precoce do câncer cervical é realizada por diferentes estratégias, que podem incluir testes para identificação do HPV, exames visuais, análise citológica, colposcopia e biópsias. Esses procedimentos exigem profissionais capacitados, infraestrutura adequada e tempo disponível para a realização correta. Em locais onde os recursos são escassos, a implementação de programas de rastreamento amplos e eficazes torna-se uma barreira importante a ser superada.

Diante disso, o objetivo deste estudo é analisar a aplicação da IA na detecção preventiva do câncer cervical, com ênfase na citopatologia clínica.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo fundamenta-se em uma revisão integrativa da literatura. Iniciou-se com a seguinte pergunta norteadora: “Como a IA pode contribuir na detecção preventiva do câncer cervical?”, assim, a primeira etapa concluída.

A segunda etapa constitui-se em fazer uma abordagem criteriosa na seleção de artigos científicos que tratam especificamente do uso de IA nesse contexto, a fim de identificar os principais avanços tecnológicos, benefícios clínicos, inovações implementadas e qualidade no exame. A seleção das fontes foi conduzida de forma criteriosa, com o intuito de reunir material científico relevante e atualizado sobre o tema em estudo.

As buscas foram realizadas nas bases de dados PubMed, Medline, BVS, SciELO e LILACS, reconhecidas pela ampla cobertura de publicações na área da saúde e biomedicina. Para refinar os resultados e garantir a qualidade do conteúdo, foram utilizados filtros relacionados ao idioma, restringindo-se a publicações em inglês, espanhol e português, textos completos e gratuitos e ao período de publicação compreendido entre os anos de 2020 e 2025.

Essa delimitação teve como propósito assegurar que os estudos selecionados refletissem o estado atual do conhecimento científico, contemplando as pesquisas mais recentes e relevantes. Dessa forma, foi possível construir uma base teórica sólida, coerente e atualizada, que serviu de suporte para a discussão e análise dos dados apresentados nesta revisão.

A definição dos descritores utilizados na busca baseou-se no DeCS (Descritores em Ciências da Saúde), sendo selecionados os seguintes termos em inglês: *Cytology*, *Early Detection of Cancer*, *Uterine Cervical Neoplasms* e *Artificial Intelligence*. Esses termos foram escolhidos para assegurar que os estudos incluídos fossem diretamente relacionados ao escopo da pesquisa e refletissem os avanços científicos mais recentes.

Os critérios de inclusão adotados permitiram a seleção de estudos publicados no período mencionado que abordassem de maneira específica a utilização da IA na detecção precoce do câncer cervical.

Inicialmente, foram identificados 58 artigos, dos quais apenas 46 foram considerados realmente pertinentes ao tema proposto; após uma triagem detalhada,

foram excluídos 12 estudos que não abordavam diretamente a aplicação de IA em conjunto com a citologia clínica, bem como aqueles que não apresentavam conexão significativa com os objetivos centrais do estudo.

O processo de seleção dos artigos seguiu uma abordagem minuciosa, iniciando-se pela leitura dos títulos e, em seguida, pela análise dos resumos. Esta etapa teve como finalidade identificar os trabalhos com maior potencial de contribuição científica para os objetivos estabelecidos. Posteriormente, foi realizada a leitura integral dos artigos que atenderam aos critérios de inclusão, assegurando a profundidade e a qualidade da análise realizada; ao final, 5 artigos foram incluídos no estudo.

A coleta de dados foi conduzida com base nos artigos selecionados conforme os critérios estabelecidos, com foco na investigação da aplicação da IA na prática da citopatologia. O estudo visava apresentar os benefícios obtidos com o uso da tecnologia, identificar os principais algoritmos de IA empregados, compreender as inovações introduzidas na rotina clínica e comparar os resultados obtidos em diferentes regiões geográficas, destacando aquelas que já implementam essas tecnologias em contraste com locais onde a aplicação ainda é limitada.

Por fim, na análise dos dados foram destacados exemplos que evidenciavam vantagens e inovações promovidas pela integração da IA na citologia, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada dos resultados obtidos nas diferentes abordagens estudadas.

RESULTADOS

Os estudos selecionados foram organizados em um quadro estruturado em quatro categorias: autor/ano, título, periódico e temática com o objetivo de padronizar a extração dos dados e permitir uma análise comparativa metodologicamente consistente (Quadro 1).

Essa disposição sistematizada favoreceu a avaliação dos delineamentos empregados, dos avanços apresentados e das abordagens conceituais predominantes em relação ao objeto de estudo.

A partir dessa organização, tornou-se possível detectar recorrências, divergências e lacunas existentes na literatura, fornecendo ao leitor uma base técnica

sólida para compreender a relevância e a coerência dos achados apresentados.

Assim, a estruturação dos resultados assegura um nível elevado de precisão analítica, favorecendo a interpretação crítica dos estudos e o aprofundamento da discussão subsequente.

Quadro 1: Análise dos estudos de acordo com autor, ano, título, periódico, e temática dos estudos.

SHIRAZ et al., 2020.	A detecção precoce do câncer do colo do útero. O panorama atual é em constante mudança da detecção de doenças do colo do útero.	Cytopathology	Esta revisão sintetiza o conhecimento atual sobre a patogênese viral, visando contribuir para o avanço de estratégias de rastreamento cervical e de estratificação da gravidade das doenças cervicais.
LI et al., 2021.	Detecção de células de câncer cervical em imagens de lâminas inteiras usando Faster RCNN-FPN deformável e com reconhecimento de contexto global	Current Oncology	Aplicação de técnicas de deep learning para aprimorar a detecção automática de células precursoras do câncer cervical em imagens de exame Papanicolaou. Além disso, consiste em uma nova arquitetura de rede (DGCA RCNN) para superar limitações dos modelos existentes.

LIAO, XU; 2025	Avanços na pesquisa de aplicação da inteligência artificial na triagem do câncer cervical em grande população.	Discover Oncology	Bai et al., ano 2024 utilizou-se o sistema AICyte, obteve o resultado de sensibilidade de 97,89%, especificidade melhora em 16,19% e obteve a precisão de melhora em 7,09%. Xué et el., ano 2024 utilizou-se o sistema CITL-AL, obteve a sensibilidade de 81,6% e especificidade de 78,9%. Li et al., ano 2021, utilizou-se o algoritmo L-PCNN, obteve precisão de 98,89% , a sensibilidade de 99,9% e especificidade de 99,8%.
----------------	--	-------------------	--

ALSUBAI et al., 2023.	Detecção de câncer cervical com preservação da privacidade usando redes neurais convolucionais aplicadas a imagens de Papanicolau.	Computational and Mathematical Methods in Medicine	Este artigo tem como temática a aplicação de redes neurais convolucionais (CNNs) para a classificação automática de células cervicais em exames de Papanicolau, visando detectar precocemente o câncer cervical de forma mais rápida, precisa e eficiente, reduzindo a complexidade e o tempo do diagnóstico manual.
-----------------------	--	--	---

WU et al., 2024.	A inteligência artificial fortalece o rastreio do câncer do colo do útero: presente e futuro.	Cancer Biology & Medicine	Nesta revisão, identificou-se como temática principal a análise do estado atual da pesquisa e das aplicações de inteligência artificial no rastreamento do câncer do colo do útero, abordando os desafios decorrentes do avanço tecnológico e defendendo a ampliação e a aceleração do uso generalizado da IA para o rastreamento e o diagnóstico dessa condição.
------------------	---	---------------------------	---

Fonte: Autoria própria (2025).

DISCUSSÃO

Estudos recentes indicam que a IA tem potencial para ampliar de forma significativa a eficiência dos programas de rastreamento do câncer cervical, atuando desde a triagem citológica até o suporte à interpretação de imagens colposcópicas; uma revisão publicada em 2025 ressalta que técnicas de machine learning e deep learning conseguem identificar padrões celulares e alterações morfológicas com elevada precisão, tornando os processos diagnósticos mais rápidos, consistentes e reprodutíveis, característica especialmente relevante em cenários com grande demanda ou escassez de profissionais especializados (LIAO, XU; 2025).

A mesma revisão destaca ainda que a automatização proporcionada pela IA pode reduzir custos operacionais e ampliar o acesso ao rastreamento em países de baixa e média renda, onde limitações de infraestrutura frequentemente comprometem a cobertura populacional; contudo, os autores alertam para desafios importantes, como a necessidade de bases de dados amplas e diversificadas para minimizar vieses, as dificuldades de integração da tecnologia aos fluxos clínicos existentes e as

questões éticas relativas à privacidade, regulamentação e responsabilidade por eventuais erros diagnósticos (LIAO, XU; 2025).

Evidências adicionais corroboram esse potencial: Wu et al. demonstram que algoritmos de deep learning podem interpretar imagens citológicas e colposcópicas com precisão comparável à de especialistas humanos, ao mesmo tempo em que oferecem maior rapidez, consistência e padronização — atributos que favorecem a ampliação da triagem em larga escala, requisito essencial para o alcance das metas de rastreamento propostas pela Organização Mundial da Saúde (WU et al., 2024).

Entretanto, Wu et al. (2024) também enfatizam que a implementação prática da IA enfrenta entraves semelhantes aos apontados por outras revisões, incluindo a necessidade de conjuntos de dados extensos e representativos para treinar modelos robustos, a adaptação desses sistemas aos fluxos clínicos reais e as implicações éticas relacionadas à privacidade dos dados e à responsabilização por falhas diagnósticas; apesar desses desafios, os autores mantêm uma perspectiva otimista ao sugerir que a IA, quando bem aplicada, pode reduzir disparidades entre serviços de atenção primária e centros terciários, promovendo um rastreamento mais equitativo.

Estudos de desenvolvimento de modelos ilustram ganhos técnicos concretos: Li et al. (2021) propuseram uma abordagem para detecção de células cervicais anormais em whole-slide images baseada em uma rede Faster com FPN aprimorada por deformable convolutions e um módulo de contexto global, o que permitiu melhor captura da variação espacial entre células e do contexto de fundo; ao combinar essa arquitetura com técnicas clássicas de visão computacional para identificar amostras normais, os autores relataram aumento de 6–9% na métrica mAP, evidenciando o potencial clínico da ferramenta como sistema automatizado de triagem.

Apesar dos avanços, Li et al. (2021) apontam limitações práticas relevantes, como elevada demanda computacional e a necessidade de bases anotadas extensas, reforçando que a IA deve ser concebida como suporte à avaliação humana e não como substituta total do citopatologista; essa visão é coerente com análises anteriores que defendem abordagens híbridas, integrando citologia tradicional, triagem molecular e ferramentas de IA para otimizar a prevenção e reduzir diagnósticos tardios.

Revisões e estudos complementares também sublinham a transformação do

panorama do rastreamento: Shiraz et al. (2020) observam que, embora a citologia convencional permaneça amplamente utilizada, a introdução de testes de HPV aumentou a sensibilidade do rastreamento, exigindo, porém, métodos complementares para filtrar adequadamente os casos de real risco, já que nem todas as infecções por HPV evoluem para lesões graves.

Por fim, trabalhos mais recentes que aplicaram redes neurais convolucionais à classificação de imagens de Papanicolaou relataram acurácias próximas a 91%, sugerindo que modelos relativamente simples podem acelerar o diagnóstico, reduzir custos e preservar a privacidade das imagens; ainda assim, os autores ressaltam a necessidade de validações adicionais diante da variabilidade na qualidade das lâminas e nas condições de coleta, além de apontarem que a adoção ampla depende de fatores como custo, infraestrutura, capacitação profissional e regulamentação, enquanto a vacinação contra o HPV altera o panorama epidemiológico e exige atualização contínua dos programas de rastreamento (ALSUBAI et al., 2023).

Em uma análise conjunta dos cinco estudos utilizados, observa-se que todos convergem para a mesma direção: a IA está se consolidando como uma ferramenta estratégica para modernizar o rastreamento do câncer cervical. Apesar das variações metodológicas que incluem desde modelos de alto desempenho aplicados a lâminas digitalizadas inteiras até arquiteturas mais simples voltadas para a classificação de células isoladas, todos os trabalhos demonstram incrementos importantes em acurácia, precisão e capacidade de triagem.

A IA mostrou-se capaz de reconhecer padrões sutis, minimizar erros humanos e padronizar a análise citológica, indicando que pode atuar como apoio valioso para citopatologistas, sobretudo em cenários de grande demanda ou escassez de profissionais.

Além disso, ao lado dessas pesquisas experimentais, o estudo de revisão ressalta que o avanço tecnológico não ocorre de forma isolada: ele dialoga com transformações mais amplas no campo do rastreamento, como a adoção crescente de testes de HPV, o uso de biomarcadores e a necessidade de atualizar modelos de prevenção diante das mudanças trazidas pela vacinação.

Embora todos os autores reconheçam desafios relevantes como validação clínica, impacto da variabilidade dos dados, custos operacionais e requisitos de infraestrutura, os resultados apresentados demonstram que os objetivos propostos

foram alcançados e que a IA está deixando de ser apenas uma promessa para se tornar um componente real e aplicável da detecção preventiva.

CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa permitiu compreender que a IA vem se consolidando como uma ferramenta promissora no apoio ao diagnóstico preventivo do câncer cervical.

A análise dos cinco estudos selecionados evidenciou que diferentes abordagens tecnológicas estão sendo desenvolvidas com o objetivo de aprimorar a interpretação citopatológica e tornar os processos de rastreamento mais eficientes. Os artigos convergem ao destacar o potencial da IA em aumentar a precisão diagnóstica, reduzir a subjetividade das análises e oferecer maior padronização aos procedimentos laboratoriais.

Também se observou que a IA pode contribuir para ampliar o acesso ao rastreamento, especialmente em regiões com limitações estruturais ou escassez de profissionais especializados, representando uma estratégia relevante para fortalecer ações de prevenção em saúde feminina.

Apesar dos avanços identificados, os estudos ressaltam a necessidade de mais pesquisas que validem essas tecnologias em diferentes contextos, bem como a importância de protocolos padronizados e atenção aos aspectos éticos e de segurança de dados.

A princípio, a IA apresenta potencial crescente para complementar a prática citopatológica, contribuindo para a qualificação do diagnóstico e para o aprimoramento das estratégias de prevenção do câncer cervical, alinhando-se às demandas atuais dos serviços de saúde.

Diante disso, conclui-se que este estudo pode auxiliar futuros profissionais de saúde ao evidenciar o potencial da IA na prática citopatológica, aprimorando a precisão diagnóstica, reduzindo a variabilidade das análises e padronizando os procedimentos laboratoriais. Além disso, destaca maneiras de ampliar o acesso ao rastreamento do câncer cervical, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de protocolos, orientando pesquisas futuras e promovendo uma compreensão crítica sobre os aspectos éticos e de segurança no uso de tecnologias inovadoras na saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALSUBAI, S.; ALQAHTANI, A.; SHA, M.; ALMADOR, A.; ABBAS, S.; MUGHAL, H.; GREGUS, M. Privacy preserved cervical cancer detection using convolutional neural networks applied to Pap smear images. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, v. 2023, art. 9676206, 2023. doi: 10.1155/2023/9676206.

GUPTA, R. et al. Applications of artificial intelligence in cervical cytology: current advances and future perspectives. *Journal of Cytology and Pathology*, 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA (INCA). Estimativa 2022: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2022.

LI, X.; XU, Z.; SHEN, X.; ZHOU, Y.; XIAO, B.; LI, T.-Q. Detection of cervical cancer cells in whole slide images using deformable and global context aware Faster R CNN-FPN. *Current Oncology*, v. 28, n. 5, p. 3585–3601, 2021. doi: 10.3390/curroncol28050307.

LIAO, W.; XU, X. Progress in the application research of cervical cancer screening developed by artificial intelligence in large populations. *Discover Oncology*, v. 16, art. 1282, 2025. doi: 10.1007/s12672-025-03102-0.

PERKINS, R. B.; WENTZENSEN, N. Cervical cancer screening: a review. *JAMA*, v. 330, n. 6, p. 547–558, 2023. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2807981>. Acesso em: 20 set. 2025.

SHIRAZ, A.; CRAWFORD, R.; EGAWA, N.; GRIFFIN, H.; DOORBAR, J. The early detection of cervical cancer: the current and changing landscape of cervical disease detection. *Cytopathology*, v. 31, n. 4, p. 258–270, 2020. doi: 10.1111/cyt.12835.

SILVA, et al. Organization of cervical cancer screening with DNA–HPV testing. *The Lancet Regional Health — Americas*, 2021. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lanam/article/PIIS2667-193X\(21\)00080-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanam/article/PIIS2667-193X(21)00080-6/fulltext). Acesso em: 20 set. 2025.

SUNG, H. et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, v. 71, n. 3, p. 209–249, 2021.

WU, T.; LUCAS, E.; ZHAO, F.; BASU, P.; QIAO, Y. Artificial intelligence strengthens cervical cancer screening – present and future. *Cancer Biology & Medicine*, v. 21, n. 10, p. 864–879, 2024. doi: 10.20892/jj.issn.2095-3941.2024.01.

ZHANG, et al. Targeting HPV for the prevention, diagnosis, and treatment of cervical cancer. *Journal of Molecular Cell Biology*, 2021. Disponível em: <https://academic.oup.com/jmcb/article/16/10/mjae046/7821658>. Acesso em: 20 set. 2025.