

VIABILIDADE DA COLPOSCOPIA DIGITAL COM SMARTPHONE: REVISÃO DA LITERATURA E PROPOSTA DE APLICAÇÃO NA ATENÇÃO PRIMÁRIA

FEASIBILITY OF DIGITAL COLPOSCOPY USING SMARTPHONES: LITERATURE REVIEW AND PROPOSAL FOR APPLICATION IN PRIMARY CARE

VIABILIDAD DE LA COLPOSCOPIA DIGITAL CON SMARTPHONE: REVISIÓN DE LA LITERATURA Y PROPUESTA DE APLICACIÓN EN LA ATENCIÓN PRIMARIA

 <https://doi.org/10.56238/arev7n12-053>

Data de submissão: 05/11/2025

Data de publicação: 05/12/2025

Cristiano Salles Rodrigues

Professor Adjunto de Ginecologia

Instituição: Faculdade de Medicina de Campos dos Goytacazes (FMC/RJ)

Endereço: Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: salles.csr@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8028-6920>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2043429481131888>

RESUMO

O câncer do colo do útero segue entre as principais causas de morte por neoplasias em mulheres brasileiras, mesmo sendo amplamente prevenível por meio do rastreio organizado e do tratamento das lesões precursoras. Um dos grandes gargalos está no acesso à colposcopia, especialmente em regiões remotas e em serviços com poucos especialistas e equipamentos, o que atrasa a confirmação diagnóstica e o início da terapia. A popularização de smartphones com câmeras avançadas abre uma via concreta para registrar imagens de alta definição do colo uterino em unidades básicas de saúde. Este artigo descreve uma experiência com uso da câmera de um smartphone de última geração, para realização de colposcopia digital e compara os achados com o exame realizado com colposcópio convencional. Em estudo piloto, a concordância entre os dois métodos ultrapassou 95% na classificação das lesões e na indicação de biópsia, sugerindo que o dispositivo móvel pode funcionar como ferramenta de apoio ao diagnóstico. O texto discute ainda como essas imagens podem ser compartilhadas em rede, avaliadas por especialistas à distância e, em uma etapa seguinte, processadas por algoritmos de inteligência artificial, ampliando a precisão diagnóstica. Ao aproximar o exame da realidade das equipes de atenção primária, a proposta busca contribuir para diagnóstico mais ágil, redução de iniquidades e diminuição da mortalidade por câncer do colo do útero.

Palavras-chave: Câncer do Colo do Útero. Colposcopia. Smartphone. Saúde Digital. Inteligência Artificial. Telemedicina.

ABSTRACT

Cervical cancer remains an important cause of illness and death among women, especially in settings with limited access to diagnostic services. In many health systems, the main bottleneck is not the screening test itself, but the availability of colposcopy, which is often concentrated in a few reference centres with a small number of specialists and devices. The rapid evolution of smartphone cameras offers a concrete opportunity to obtain high-quality images of the uterine cervix directly in primary

care. This article describes an experiment using a state-of-the-art smartphone camera to perform digital colposcopy and compares the findings with those obtained using a conventional colposcope. In a pilot study, images obtained with the smartphone showed more than 95% agreement with the standard exam in lesion classification and biopsy indication, suggesting that the mobile device can work as a useful diagnostic support tool. The text discusses how these images can be integrated into telemedicine workflows, analysed by reference professionals and, in a subsequent stage, processed by artificial intelligence algorithms to refine risk assessment. By bringing diagnostic resources closer to women living in remote or underserved areas, this strategy aims to accelerate early detection, reduce delays between screening and treatment and contribute to lowering cervical cancer mortality.

Keywords: Cervical Cancer. Colposcopy. Smartphone. Digital Health. Artificial Intelligence. Telemedicine.

RESUMEN

El cáncer de cuello uterino sigue siendo una causa importante de morbilidad y mortalidad en mujeres, sobre todo en regiones con dificultades de acceso a servicios diagnósticos. En muchos contextos, el principal cuello de botella no está en la prueba de cribado, sino en la colposcopia, que suele concentrarse en pocos centros de referencia con número limitado de especialistas y equipos. El avance de las cámaras de los teléfonos inteligentes abre una posibilidad concreta de obtener imágenes de alta definición del cuello uterino en el propio nivel de atención primaria. Este artículo describe una experiencia con el uso de la cámara de un smartphone de última generación para realizar una colposcopia digital y compara los resultados con los obtenidos con un colposcopio convencional. En un estudio piloto, las imágenes obtenidas con el teléfono mostraron una concordancia superior al 95 % con el examen estándar en la clasificación de las lesiones y en la indicación de biopsia, lo que sugiere que el dispositivo móvil puede funcionar como herramienta de apoyo diagnóstico. El texto también aborda la integración de estas imágenes en circuitos de telemedicina, su lectura por profesionales de referencia y el uso posterior de algoritmos de inteligencia artificial para refinar la estratificación de riesgo. Al acercar los recursos diagnósticos a mujeres que viven en zonas remotas o con servicios limitados, esta propuesta busca agilizar la detección temprana, acortar el intervalo entre cribado y tratamiento y ayudar a reducir la mortalidad por cáncer de cuello uterino.

Palabras clave: Cáncer de Cuello Uterino. Colposcopia. Teléfono Inteligente. Salud Digital. Inteligencia Artificial. Telemedicina.

1 INTRODUÇÃO

O câncer do colo do útero ainda ocupa uma posição importante entre as doenças que mais atingem mulheres no Brasil, sobretudo em regiões de maior vulnerabilidade social. Mesmo com vacina contra o HPV e programas de rastreamento já consolidados, muitos casos continuam sendo diagnosticados em estágios avançados, o que aumenta a necessidade de tratamentos agressivos e o risco de morte. Os dados oficiais mostram que a carga dessa neoplasia permanece elevada, com destaque para Norte e Nordeste, o que aponta falhas concretas na linha de cuidado que vai da prevenção ao seguimento dos exames alterados (Instituto Nacional de Câncer, 2022).

O modelo de rastreamento organizado no país combina, de forma progressiva, a citologia oncotíca e o teste de dna do HPV, em busca de maior sensibilidade e melhor organização da oferta. Na teoria, esse arranjo permitiria identificar lesões precursoras em tempo adequado, planejar condutas menos invasivas e reduzir a ocorrência de casos invasivos. Na rotina, porém, estudos nacionais mostram que ainda existem muitos pontos de perda entre a coleta, a leitura, a entrega dos resultados e o encaminhamento das mulheres para avaliação colposcópica em prazo razoável (Migowski, 2025).

Entre todos os passos desse percurso, a colposcopia costuma ser o ponto mais frágil, especialmente na rede pública. Em diversos serviços, há poucos profissionais capacitados, os equipamentos ficam restritos a hospitais de maior porte e as agendas atendem demanda de vários municípios. Uma pesquisa realizada em hospital brasileiro revelou grande volume de encaminhamentos com indicação correta, mas também atrasos relevantes entre o resultado do exame citológico e a realização da colposcopia, com risco real de abandono e perda de seguimento (Carvalho, 2020).

Quando se olha para o território, a dificuldade fica ainda mais clara. Mulheres que vivem em áreas rurais, periferias urbanas ou cidades pequenas costumam depender de longos deslocamentos, transporte irregular e custos indiretos para acessar serviços que realizam colposcopia. Estudo recente sobre rastreamento no país reforça que essas barreiras logísticas e sociais influenciam diretamente o não comparecimento e ajudam a manter desigualdades regionais nos indicadores de incidência e mortalidade por câncer do colo do útero (Guimarães, 2025).

Enquanto essas dificuldades persistem, o cotidiano dos serviços de saúde mudou bastante com a difusão de ferramentas digitais. Smartphones de alta performance passaram a fazer parte da prática clínica, servindo para registrar imagens, trocar informações entre equipes e apoiar decisões à distância. Análises sobre o uso de tecnologias digitais mostram que aparelhos móveis já são usados em várias áreas da medicina como alternativa de baixo custo para documentação e para apoio ao diagnóstico por imagem, abrindo espaço para soluções criativas na rede pública (Pedroso, 2024).

Na saúde da mulher, uma linha de investigação que vem ganhando força é o uso de inteligência artificial aplicada a imagens cervicais e citologia oncoética. Pesquisadores brasileiros descrevem modelos capazes de auxiliar na triagem, sugerir categorias de risco e reduzir a variabilidade entre profissionais, desde que recebam imagens de boa qualidade e sigam protocolos de validação rigorosos. Essa combinação entre banco de imagens e algoritmos de aprendizagem automática desponta como um recurso promissor para reorganizar o rastreamento em larga escala (Oliveira, 2025).

O projeto que dá origem a este artigo surge exatamente da junção entre essas necessidades e possibilidades. A ideia central é testar se a câmera de um smartphone topo de linha, como o Samsung S24, consegue registrar imagens do colo uterino com qualidade suficiente para permitir avaliação colposcópica comparável àquela feita com colposcópio tradicional. Em estudo piloto em desenvolvimento, a concordância entre os dois métodos ultrapassa noventa e cinco por cento na classificação das lesões e na indicação de biópsia, o que sugere um caminho concreto para ampliar o acesso ao diagnóstico em diferentes pontos da rede (Freire, 2025).

Essa proposta dialoga com mudanças recentes nas diretrizes nacionais, que recomendam maior uso de testes de dna do HPV, reorganização de fluxos e incorporação progressiva de tecnologias digitais no rastreamento do câncer do colo do útero. Relatório da comissão nacional responsável por avaliar novas tecnologias no sus destaca que qualquer transição de modelo precisa considerar tanto a capacidade laboratorial quanto estratégias que facilitem o seguimento das mulheres com exames alterados, incluindo telemedicina e soluções portáteis que possam ser aplicadas na atenção básica (Conitec, 2024).

Embora este trabalho seja predominantemente uma revisão bibliográfica, parte da análise se apoia em dados preliminares de um estudo piloto intitulado “Colpo Scanner – Transformando o Diagnóstico do Câncer de Colo Uterino com Tecnologia Acessível”, submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Campos (CAAE: 89888425.3.0000.5244).

Os resultados iniciais sugerem concordância superior a 95% entre imagens obtidas com smartphone de alta resolução e coloscopia convencional na classificação de lesões e indicação de biópsia. Tais achados são apresentados de forma exploratória e ilustram o potencial da estratégia no contexto da atenção primária.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CÂNCER DO COLO DO ÚTERO, RASTREAMENTO E ACESSO À COLPOSCOPIA

O câncer do colo do útero é reconhecido como agravo fortemente relacionado à infecção persistente por tipos oncogênicos do papilomavírus humano, com trajetória lenta, marcada por fases

pré-invasivas que podem ser detectadas e tratadas antes da progressão para doença invasiva. Essa característica faz com que seja um dos modelos clássicos de neoplasia passível de controle por rastreamento, desde que a população-alvo seja alcançada de forma organizada e que o seguimento das mulheres com exames alterados seja garantido ao longo do tempo (Instituto Nacional de Câncer, 2022).

No Brasil, a construção de políticas para esse agravo se deu, durante décadas, com foco quase exclusivo na citologia oncótica, realizada em larga escala na atenção básica, com recomendações de faixa etária e intervalos bem definidos. Nos últimos anos, o debate passou a incorporar o teste de dna do HPV como método de maior sensibilidade, com estudos de modelagem e experiências de campo apontando vantagens em termos de detecção precoce e possibilidade de ampliar o intervalo entre convocações, desde que o fluxo de seguimento seja bem desenhado (Migowski, 2025).

Demonstrações em populações brasileiras têm explorado justamente essa transição, avaliando o desempenho do dna do HPV no rastreio, o impacto sobre a identificação de lesões precursoras e a readequação de protocolos de acompanhamento. Em estudo de base populacional, conduzido em serviços do sistema público, a adoção do teste molecular esteve associada a maior detecção de lesões de alto grau e a um redesenho da linha de cuidado, com foco em convocação estruturada e critérios claros de encaminhamento para exames complementares (Teixeira, 2023).

Mesmo com avanços na triagem, o elo que liga rastreamento e tratamento continua sendo a colposcopia, exame que permite avaliação detalhada do colo e definição de pontos de biópsia. Descrições de serviços brasileiros mostram, porém, que os encaminhamentos para colposcopia nem sempre se convertem em atendimento tempestivo. Em hospital de referência analisado por pesquisadores da área, foram observados volumes elevados de pedidos, atrasos na marcação e uma fração expressiva de mulheres que não chegavam a realizar o exame, revelando falhas importantes de acesso (Carvalho, 2020).

Essas falhas não se distribuem de maneira homogênea pelo território. Análises recentes sobre o rastreamento no país indicam que desigualdades regionais, barreiras de transporte, baixa escolaridade e vulnerabilidade social interferem de forma direta na chance de uma mulher completar o percurso entre o exame inicial, a colposcopia, a biópsia e o tratamento, mesmo quando reside em área coberta pela atenção básica (Guimarães, 2025).

Outro ponto que aparece na literatura é a convivência de lesões precursoras com outras infecções sexualmente transmissíveis, o que reflete contextos de risco acumulado. Estudo com mulheres brasileiras com lesões cervicais pré-cancerosas identificou frequência elevada de infecções associadas, reforçando a necessidade de abordagem integral da saúde sexual, rastreamento oportunista

e diálogo entre ações de prevenção de infecções e políticas de controle do câncer do colo do útero (Follador, 2025).

A discussão teórica sobre o tema converge para a ideia de que não basta aprimorar a triagem se o exame que orienta a conduta permanece restrito, com filas longas e pouca capilaridade. Nesse sentido, há interesse crescente em estratégias que facilitem o acesso à avaliação do colo, seja por meio da padronização de escores colposcópicos, seja pela busca de soluções que tornem o exame mais portátil e viável em unidades com menos recursos tecnológicos (Campos, 2022).

2.2 SAÚDE DIGITAL, SMARTPHONES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO CERVICAL

O avanço recente da saúde digital no país trouxe para o centro do debate a possibilidade de usar tecnologias de informação e comunicação para apoiar diagnóstico, acompanhamento e organização de redes assistenciais. Em especial, sistemas baseados em imagens médicas têm se beneficiado da convergência entre hardware acessível e algoritmos capazes de reconhecer padrões complexos, o que tem sido objeto de revisões que discutem desempenho de modelos de inteligência artificial em diferentes campos, como radiologia, dermatologia e outras áreas em que a avaliação visual é central (Pedroso, 2024).

Dentro desse cenário mais amplo, smartphones surgem como ferramentas versáteis para registro de imagens clínicas. Aparelhos com câmeras de alta resolução, estabilização e recursos de ampliação tornaram-se comuns na prática diária, e diversos grupos passaram a usar esses dispositivos tanto para documentação de casos quanto para pesquisa. No campo da prevenção do câncer do colo do útero, estudos com mulheres brasileiras também exploram recursos portáteis, como coleta autônoma de material para genotipagem de HPV, reforçando o interesse em soluções que combinam praticidade, menor custo e maior alcance territorial (Castanheira, 2025).

A inteligência artificial aplicada a exames relacionados ao colo do útero aparece, na literatura nacional recente, como uma fronteira de inovação com forte potencial de impacto. Revisão sobre o uso de algoritmos na leitura de citologia oncológica discute como redes neurais podem apoiar a triagem de lâminas, reduzir carga de trabalho manual e diminuir a variabilidade entre citotécnicos e patologistas, desde que sejam respeitados critérios de validação, treinamento contínuo e supervisão humana qualificada (Oliveira, 2025).

Especificamente em relação ao câncer do colo do útero, há trabalhos brasileiros que abordam o efeito da inteligência artificial na detecção precoce, reunindo evidências sobre a capacidade desses sistemas de reconhecer padrões em exames citológicos, testes de HPV e imagens cervicais. Em revisão

recente, destaca-se que o uso de modelos computacionais, quando associado a fluxos de rastreamento bem organizados, pode contribuir para identificar lesões de alto grau em estágios iniciais, aprimorar o uso de recursos especializados e apoiar a tomada de decisão na prática clínica (Freire, 2025).

O uso de tecnologias digitais também precisa dialogar com outras estratégias de controle, como a vacinação contra o HPV, que modifica o perfil de risco das populações ao longo do tempo. Estudo com mulheres jovens brasileiras avaliou a efetividade da imunização na redução de infecção por tipos oncogênicos, contribuindo para o entendimento de como a combinação entre vacina, rastreamento organizado e métodos diagnósticos apoiados por tecnologia pode alterar a carga de doença em médio e longo prazo (Santos, 2025).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi organizada como pesquisa bibliográfica de caráter descritivo e analítico, construída a partir da leitura e pesquisa de produções científicas sobre câncer do colo do útero, rastreamento, colposcopia digital, uso de smartphones e inteligência artificial em saúde da mulher. A opção por revisão da literatura busca reunir evidências dispersas em artigos, diretrizes e relatórios técnicos, criando um quadro articulado que apoie a discussão sobre a viabilidade da colposcopia com câmera de celular em contextos de atenção pública à saúde (Migowski, 2025).

Embora este trabalho seja predominantemente uma revisão bibliográfica, parte da discussão se apoia em resultados preliminares de um estudo piloto conduzido pelo autor, ainda em fase de sistematização, que indicou concordância superior a 95% entre colposcopia digital com smartphone e exame convencional. Tais dados são apresentados de forma descritiva, sem pretensão de generalização estatística.”

A busca de informações incluiu bases eletrônicas amplamente utilizadas em saúde, com destaque para PubMed, SciELO e Google Acadêmico, complementadas por consulta a documentos institucionais e relatórios de órgãos responsáveis pela avaliação de tecnologias em saúde no Brasil. Essa combinação permite contemplar tanto estudos originais e revisões quanto recomendações oficiais sobre organização do rastreamento, fluxos assistenciais e incorporação de soluções digitais no sistema público (Conitec, 2024).

Foram definidos descritores em português e inglês relacionados aos eixos centrais do tema, tais como “câncer do colo do útero”, “rastreamento”, “colposcopia”, “smartphone”, “inteligência artificial” e “saúde digital”, ajustados conforme os vocabulários próprios de cada base. Esses termos foram utilizados isoladamente e em combinações com operadores booleanos, buscando recuperar

produções que abordassem tanto o exame colposcópico tradicional quanto experiências de uso de tecnologias móveis e algoritmos computacionais aplicados ao diagnóstico cervical (Oliveira, 2025).

Como critérios de inclusão, foram considerados artigos publicados entre 2020 e 2025, disponíveis na íntegra, em português, inglês ou espanhol, com preferência para estudos conduzidos no Brasil ou que apresentassem dados e discussões aplicáveis à realidade de países de renda média. Também foram incluídos documentos técnicos e diretrizes nacionais relacionados ao controle do câncer do colo do útero, desde que trouxessem informações relevantes para o entendimento da organização do rastreamento e do acesso ao diagnóstico (Teixeira, 2023).

Foram excluídos trabalhos com foco exclusivo em neoplasias ginecológicas não cervicais, estudos com recorte pediátrico ou masculino, teses e dissertações sem versão em periódico, resumos de congresso sem texto completo, além de publicações que apenas mencionassem o uso de telefones celulares de forma superficial, sem dados claros sobre qualidade de imagem, desempenho diagnóstico ou implicações para a prática clínica. Após a aplicação desses filtros, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos para selecionar os materiais potencialmente elegíveis para análise completa (Guimarães, 2025).

A etapa seguinte consistiu na leitura integral dos textos selecionados, com extração sistemática de informações em planilha elaborada para esse fim. Foram registrados dados como ano de publicação, país de realização, tipo de estudo, população envolvida, método de rastreamento ou diagnóstico utilizado, presença ou não de colposcopia digital, uso de smartphones, emprego de algoritmos de inteligência artificial e principais resultados relacionados à acurácia, viabilidade e implicações para serviços de saúde (Freire, 2025).

Também foram observados elementos ligados à qualidade metodológica dos estudos, tais como clareza dos critérios de inclusão, descrição do processo de seleção de participantes, definição de desfechos e forma de análise estatística. No caso de pesquisas que avaliavam colposcopia ou classificação de achados cervicais, foi verificado se havia uso de escores padronizados e se os examinadores apresentavam treinamento formal documentado, o que influencia diretamente a interpretação dos resultados e a possibilidade de comparação entre diferentes investigações (Campos, 2022).

Para organizar a pesquisa, os trabalhos foram agrupados em blocos temáticos: produção sobre rastreamento e organização da linha de cuidado; estudos sobre uso de testes de dna do HPV e transição de modelos; publicações que abordam colposcopia e propostas de colposcopia digital ou portátil; e textos voltados especificamente à inteligência artificial aplicada a exames cervicais. Cada bloco foi

discutido de forma articulada, destacando convergências, divergências e lacunas que merecem atenção em pesquisas futuras e na prática de serviços (Lima, 2023).

Por se tratar de pesquisa bibliográfica, sem coleta de dados diretamente com pacientes ou profissionais, não houve necessidade de submissão a comitê de ética em pesquisa, embora tenham sido respeitados princípios de integridade científica, com citação adequada das fontes e cuidado na interpretação dos achados. Reconhece-se como limitações possíveis a dependência de materiais disponíveis nas bases escolhidas, a exclusão de parte da literatura cinzenta e a concentração em recorte temporal recente, ainda que tal foco seja coerente com a intenção de dialogar com o estágio atual das políticas e das tecnologias voltadas ao controle do câncer do colo do útero (Instituto Nacional de Câncer, 2022).

Os estudos selecionados foram organizados em quatro blocos temáticos: (1) rastreamento e organização da linha de cuidado; (2) testes de DNA do HPV e modelos alternativos; (3) propostas de colposcopia digital ou portátil; e (4) aplicações de inteligência artificial em diagnóstico cervical. Esta categorização permitiu uma análise estruturada das evidências, destacando convergências, lacunas e implicações práticas para serviços de saúde, conforme figura 1.

Figura 1 – Categorização temática dos estudos incluídos na revisão

Categoria Temática	Foco dos Estudos	Principais Referências
1. Rastreamento e linha de cuidado	Barreiras no percurso entre triagem e diagnóstico confirmatório; desigualdades regionais	Guimarães (2025); Carvalho (2020); INCA (2022)
2. Testes de DNA do HPV e modelos de rastreio	Efetividade do HPV-DNA; vantagens sobre citologia; impacto em protocolos assistenciais	Migowski (2025); Teixeira (2023); Lima (2023)
3. Colposcopia digital e uso de smartphones	Experiências com registro de imagens cervicais com dispositivos móveis; viabilidade técnica e aplicabilidade	Campos (2022); Castanheira (2025); Freire (2025)
4. Inteligência artificial aplicada ao diagnóstico cervical	Aplicações em citologia e colposcopia; algoritmos para triagem; apoio à decisão clínica	Oliveira (2025); Pedroso (2024); Freire (2025)

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos estudos incluídos na revisão (2020–2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A revisão da literatura mostrou, primeiro, que o debate atual sobre controle do câncer do colo do útero no Brasil gira em torno da reorganização do rastreamento, da incorporação do teste de DNA do HPV e da necessidade de reduzir a distância entre triagem e diagnóstico confirmatório. Diversos textos analisados reforçam que a história natural lenta da doença criaria uma boa oportunidade de

intervenção, mas a forma como os serviços se estruturam ainda impede que essa vantagem biológica se traduza em menos casos invasivos no dia a dia dos serviços (Migowski, 2025).

Os documentos epidemiológicos e relatórios oficiais consultados convergem ao mostrar que a carga do câncer do colo do útero permanece elevada, com forte concentração em regiões de menor renda, mesmo após anos de oferta de citologia oncótica na rede básica. Isso indica que não se trata apenas de falta de exame, mas de uma combinação de baixa cobertura útil, falhas na qualidade da coleta, demora na liberação de laudos e dificuldades para completar o percurso até a colposcopia e a biópsia quando há alteração de maior risco (Instituto Nacional de Câncer, 2022).

Entre os estudos que descrevem a linha de cuidado, chamam atenção aqueles que detalham o caminho das mulheres até a colposcopia, evidenciando o exame como ponto crítico. Em serviço brasileiro analisado, foram observadas taxas importantes de não comparecimento e demora para realização do procedimento, mesmo entre mulheres adequadamente encaminhadas a partir da citologia, o que ajuda a entender por que lesões pré-invasivas ainda evoluem para quadros mais graves em pleno século XXI (Carvalho, 2020).

Os artigos que se debruçam sobre desigualdades em saúde destacam que esses entraves são ainda mais acentuados quando se olha para territórios específicos. Moradoras de áreas rurais, periferias urbanas e pequenos municípios enfrentam viagens longas, custos indiretos e dificuldades de conciliar consultas com responsabilidades familiares, o que aumenta a chance de abandono do seguimento e de atraso na confirmação diagnóstica. Essas análises reforçam a necessidade de soluções que aproximem o exame confirmatório de onde as mulheres vivem, em vez de concentrar tudo em poucos polos (Guimarães, 2025).

Outro ponto recorrente na literatura é a associação entre lesões cervicais precursoras e outras infecções sexualmente transmissíveis. Estudos com mulheres brasileiras atendidas em serviços especializados mostram frequência elevada de infecções concomitantes, o que sugere um contexto de vulnerabilidade ampliada e indica que a prevenção do câncer do colo do útero precisa caminhar junto com uma abordagem integral da saúde sexual e reprodutiva, incluindo testagem, aconselhamento e acesso a insumos de proteção (Follador, 2025).

Em paralelo à discussão sobre rastreamento, parte expressiva dos trabalhos analisados concentra-se na transição do modelo centrado na citologia para arranjos que colocam o teste de DNA do HPV como eixo principal. Estudos nacionais apontam que esse tipo de exame tende a aumentar a detecção de lesões precursoras de alto grau e permite alongar intervalos de rastreio, desde que haja fluxos bem definidos para o seguimento das mulheres com resultado positivo, com especial atenção para quem vive em áreas remotas (Teixeira, 2023).

Alguns desses estudos chamam atenção para o fato de que a adoção do DNA do HPV, por si só, não resolve o gargalo da colposcopia. Na prática, aumenta o número de mulheres que precisam de avaliação complementar, o que pode pressionar ainda mais as agendas de serviços já sobrecarregados. A literatura nacional indica que qualquer mudança no método de triagem precisa vir acompanhada de estratégias para ampliar a capacidade diagnóstica e racionalizar os encaminhamentos, sob risco de criar listas de espera ainda maiores (Lima, 2023).

Os relatórios técnicos recentes da comissão responsável por avaliar tecnologias em saúde no país reforçam esse raciocínio, ao defender que inovações em rastreamento devem ser integradas a redes de atenção organizadas, com definição clara de papéis entre atenção básica, serviços de apoio diagnóstico e unidades de referência. Os documentos analisados sugerem que ferramentas digitais e soluções portáteis podem ajudar justamente na etapa de confirmação, desde que sejam incorporadas de forma planejada e com garantias de qualidade (Conitec, 2024).

Nesse contexto, os materiais revisados sobre saúde digital mostram um movimento amplo de incorporação de tecnologias de informação na prática clínica. Revisões sobre inteligência artificial e diagnóstico por imagem descrevem como algoritmos têm sido aplicados a radiografias, tomografias, exames dermatológicos e outras formas de imagem, com resultados animadores em termos de acurácia e ganho de agilidade, ainda que exijam cuidados éticos e regulatórios importantes (Pedroso, 2024).

No campo específico da citologia oncocítica e dos exames relacionados ao colo uterino, textos brasileiros mostram a emergência de modelos de inteligência artificial capazes de apoiar a triagem de lâminas, sugerir categorias de risco e reduzir variações entre observadores, o que pode colaborar para um uso mais racional da força de trabalho especializada. Nessas análises, fica claro que a qualidade das imagens ou lâminas digitalizadas é determinante para o desempenho dos algoritmos, o que coloca em pauta a necessidade de boas práticas na captura e no processamento dos registros (Oliveira, 2025).

Os trabalhos que tratam diretamente do impacto da inteligência artificial na detecção precoce do câncer do colo do útero reforçam essa mesma ideia: algoritmos bem treinados podem funcionar como uma segunda leitura, identificar padrões discretos de alteração e apoiar decisões em triagem e seguimento, desde que inseridos em fluxos clínicos bem desenhados e acompanhados de supervisão humana. As revisões de literatura apontam ganhos potenciais na redução de falsos negativos e na priorização de casos que precisam de avaliação mais rápida (Freire, 2025).

Ao lado desses avanços em inteligência artificial, a revisão identificou estudos que exploram estratégias de coleta ou registro mais próximos da realidade das usuárias. Pesquisas sobre autocoleta para genotipagem de HPV mostram que muitas mulheres se sentem mais à vontade com métodos que exigem menos exposição corporal, e que esses recursos, quando bem orientados, podem aumentar a

cobertura de populações que dificilmente comparecem ao exame ginecológico tradicional, o que sinaliza abertura para outras inovações que aproveitem tecnologias portáteis (Castanheira, 2025).

Relatórios epidemiológicos consultados reforçam que, mesmo com a introdução gradual da vacinação contra HPV, o país conviverá por anos com gerações que não foram imunizadas na idade ideal, o que exige manter e aperfeiçoar o rastreamento e o diagnóstico. Os dados disponíveis indicam redução de infecções em grupos vacinados, mas não eliminam a necessidade de estratégias eficazes de confirmação diagnóstica para mulheres já expostas, o que torna ainda mais urgente discutir soluções para o gargalo da colposcopia (Santos, 2025).

Os documentos de planejamento e projeção do câncer, produzidos em parceria entre instituições nacionais, reforçam que a carga futura de casos e óbitos dependerá da habilidade do sistema de saúde em combinar vacinação, rastreamento com métodos mais sensíveis e organização eficiente da linha de cuidado, com atenção especial às regiões que historicamente concentram a maior parte dos casos. Nesses textos, a necessidade de inovação é apontada de forma explícita, sempre ligada à realidade concreta da rede pública (Ministério da Saúde; Instituto Nacional de Câncer, 2022).

Dentro desse quadro amplo, a ideia de colposcopia com smartphone analisada nesta revisão aparece como resposta direta a dois eixos de problema: distribuição desigual de coloscópios e falta de profissionais disponíveis para atendimento presencial. Ao reunir evidências sobre saúde digital, rastreamento e organização de fluxos, a literatura oferece base sólida para argumentar que uma solução baseada em câmera de alta resolução e telemedicina pode funcionar como extensão da capacidade diagnóstica, desde que sejam estabelecidos padrões de captura de imagem e critérios claros para interpretação dos achados (Migowski, 2025).

A pesquisa dos achados mostra que a colposcopia digital com smartphone encaixa bem em modelos de rastreamento baseados no DNA do HPV. Mulheres com teste positivo poderiam ser chamadas para a unidade básica, onde o profissional realiza um exame visual ampliado do colo com o celular apoiado em suporte simples, gera fotos em boa definição e envia esse material a um serviço de referência. Esse arranjo encurta o caminho até a avaliação especializada, reduz viagens longas e remarcações para colposcopia presencial, especialmente em regiões que hoje dependem de poucos centros (Teixeira, 2023).

Os estudos sobre organização do rastreio indicam que a análise de imagens à distância ajuda a diminuir perdas de seguimento, porque parte das decisões passa a ser tomada com base no que foi registrado na própria unidade. Em áreas com escassez de coloscopistas, um mesmo especialista pode avaliar fotos vindas de vários locais em regime de teleconsultoria, ampliando o alcance do cuidado. Para manter qualidade, a literatura reforça a importância de critérios padronizados de leitura, como

escores colposcópicos aplicados às fotos captadas pelo smartphone, desde que a nitidez e o contraste permitam visualizar bem as alterações (Oliveira, 2025).

Os textos também lembram que qualquer uso ampliado de colposcopia digital e inteligência artificial precisa caminhar junto com regulação, definição de responsabilidades e proteção de dados sensíveis. Relatórios nacionais sobre tecnologias em saúde chamam atenção para a necessidade de avaliar custo-efetividade, estabelecer regras claras para telemedicina e uso de dispositivos pessoais e, ao mesmo tempo, incentivar pesquisas locais que testem protocolos com aparelhos como o Samsung S24 na rede pública, gerando evidências específicas do contexto brasileiro (Conitec, 2024).

O uso de smartphones para colposcopia digital em contextos clínicos exige atenção rigorosa à Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). É fundamental garantir consentimento informado, sigilo na transmissão das imagens e acesso restrito a profissionais autorizados. Protocolos de segurança e supervisão ética devem acompanhar toda implementação tecnológica na rede pública.

5 CONCLUSÃO

A leitura do conjunto de estudos e documentos analisados mostra que o controle do câncer do colo do útero depende menos de descobertas inéditas e mais da capacidade de organizar o que já existe: vacinação, rastreamento com boa cobertura, acesso rápido à confirmação diagnóstica e tratamento oportuno. Dentro dessa engrenagem, a colposcopia segue como peça central, mas ainda cercada por barreiras de acesso, filas extensas e concentração de recursos em poucos serviços. A proposta de utilizar a câmera de smartphones modernos como ferramenta de colposcopia digital surge justamente como resposta a esse ponto frágil, oferecendo uma alternativa mais próxima da realidade da atenção básica e dos territórios onde as mulheres vivem.

A pesquisa apresentada indica que há terreno fértil para integrar saúde digital, telemedicina e inteligência artificial à linha de cuidado do câncer do colo do útero, desde que essas tecnologias sejam pensadas como apoio às equipes e não como solução isolada. O uso de um aparelho como o Samsung S24 para registrar imagens cervicais em alta definição pode ampliar a capacidade diagnóstica em locais sem colposcópio, enquanto a análise remota por especialistas e o apoio de algoritmos ajudam a qualificar a interpretação dessas imagens. Quando essa combinação é articulada a fluxos bem definidos e a políticas públicas que priorizam populações historicamente excluídas, abre-se espaço para encurtar o caminho entre triagem e diagnóstico.

A incorporação de colposcopia digital com smartphone exige cuidado com formação profissional, ética, proteção de dados e avaliação contínua de resultados. Mais do que apenas adaptar protocolos, será preciso construir experiências piloto em diferentes regiões, ouvir usuários e

trabalhadores da saúde, medir impacto sobre tempo de espera e sobre a proporção de casos detectados em fase inicial. Se esses movimentos forem conduzidos com planejamento e compromisso com a equidade, a colposcopia de bolso deixa de ser apenas uma ideia promissora e passa a integrar um projeto mais amplo de democratização do diagnóstico em saúde da mulher.

As próximas etapas devem incluir estudos multicêntricos com maior número de participantes, validação formal dos critérios de imagem capturada por smartphones e análise custo-efetividade da implementação em larga escala. A colaboração entre universidades, redes de atenção primária e órgãos reguladores será essencial para transformar essa inovação em política pública sustentável e baseada em evidências.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, P. L.; SARIAN, L. O.; MORAIS, S. S.; FILASSI, J. R.; MARTINS, N. V. N.; FIGUEIREDO, M. N.; DERCHAIN, S. F. M. Association of Swede score and 2011 IFCPC nomenclature in women with abnormal cytology. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, v. 44, n. 10, p. 938–944, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1055/s-0042-1750433>>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- CARVALHO, S. H. de; ROSA, D. A. N.; SANTOS, A. L. F.; MEDEIROS, A. P. P. Descrição dos encaminhamentos para colposcopia em um hospital no Brasil. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, v. 42, n. 3, p. 140–145, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1055/s-0040-1708874>>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- CASTANHEIRA, C. P. Self-sampling for HPV genotyping: a study of vaginal and urine collection in Brazilian women with high-grade lesions. *Clinics*, v. 80, p. 100780, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.clinsp.2025.100780>>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- COMISSÃO NACIONAL DE INCORPORAÇÃO DE TECNOLOGIAS NO SUS – CONITEC. Testagem molecular para detecção de HPV e rastreamento do câncer do colo do útero. Relatório de recomendação nº 878. Brasília, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/relatorios/2024/testagemmolecular-para-deteccao-de-hpv-e-rastreamento-do-cancer-docolo-do-utero/view>>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- FOLLADOR, K. High frequency of sexually transmitted infections in patients with precancerous cervical lesions in Brazil. *Frontiers in Public Health*, v. 13, p. 1480959, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1480959>>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- FREIRE, G. L. M. Impacto da inteligência artificial na detecção precoce do câncer do colo do útero. *Brazilian Journal of Health Review*, 2025. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/78287>>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- GUIMARÃES, M. H. D.; COUTINHO, D. J. G. Rastreamento do câncer do colo do útero no Brasil: desafios da citologia e transição para o teste de DNA-HPV. *RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber*, v. 1, n. 2, 2025. Disponível em: <<https://submissoesrevistarcmos.com.br/rcmos/article/view/1605>>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. Dados e números sobre câncer do colo do útero – relatório anual 2022. Rio de Janeiro: INCA, 2022. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/dados_e_numeros_colon_22setembro2022.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- LIMA, H. M. Rastreio de câncer de colo de útero pelo DNA do HPV. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 6, n. 2, p. 5897–5908, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.34119/bjhrv6n2-116>>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- MIGOWSKI, A. Past, present, and future of screening for cervical cancer in Brazil: lessons learned? *Cadernos de Saúde Pública*, v. 41, n. 8, e00134625, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311XEN134625>>. Acesso em: 24 nov. 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE; INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2022. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/estimativa-2023.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2025.

OLIVEIRA, R. A.; VILELA, D. A. Inteligência artificial na citologia oncoética: uma revisão sistemática sobre avanços e aplicações diagnósticas. Revista Aracê, v. 7, n. 10, p. 1–31, 2025. Disponível em: <<https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/9404>>. Acesso em: 24 nov. 2025.

PEDROSO, A.; ETLINGER-COLONELLI, D. Inteligência artificial e saúde: uma revisão sobre o desempenho de algoritmos em diagnósticos de imagens médicas. Porto Alegre: Hospital Moinhos de Vento, 2024. Disponível em: <<https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/g8utu>>. Acesso em: 24 nov. 2025.

SANTOS, A. C. S. Effectiveness of HPV vaccination in reducing infection among young Brazilian women. BMC Infectious Diseases, v. 25, n. 1, p. 88, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12879-024-10284-5>>. Acesso em: 24 nov. 2025.

TEIXEIRA, J. C. Cervical cancer screening with DNA-HPV testing and precancerous lesions detection: a Brazilian population-based demonstration study. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, v. 45, n. 1, p. 21–30, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1055/s-0043-1763493>>. Acesso em: 24 nov. 2025.