

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE

NAYARA GONÇALVES ALVES

**FERRAMENTA DIGITAL PARA GESTÃO E DIAGNÓSTICO
SITUACIONAL NO CONTROLE DO CÂNCER DO COLO DO ÚTERO**

SÃO LUÍS - MA

2025

NAYARA GONÇALVES ALVES

**FERRAMENTA DIGITAL PARA GESTÃO E DIAGNÓSTICO
SITUACIONAL NO CONTROLE DO CÂNCER DO COLO DO ÚTERO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente – PPGSA, como requisito para obtenção do título de Mestre em Saúde e Ambiente.

Orientadora: Prof^ª. Dr^a Flavia Maria Mendonça Amaral

Coorientadora: Prof^ª. Dr^a Viviane Sousa Ferreira

SÃO LUÍS - MA

2025

NAYARA GONÇALVES ALVES

**FERRAMENTA DIGITAL PARA GESTÃO E DIAGNÓSTICO SITUACIONAL NO
CONTROLE DO CÂNCER DO COLO DO ÚTERO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Saúde e Ambiente – PPGSA, como requisito para obtenção do
título de Mestra em Saúde e Ambiente.
Linha de Pesquisa: Saúde Única

Aprovada em: 15/07/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^{fa}. Dr^a. Flavia Maria Mendonça Amaral – Orientadora
Doutora em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos
Universidade Federal do Maranhão

Prof^{fa}. Dr^a. Viviane Sousa Ferreira – Coorientadora
Doutora em Biotecnologia
Universidade Federal do Maranhão

Prof^{fa}. Dr^a. Ilka Kassandra Pereira Belfort – Avaliadora Externa
Doutora em Biotecnologia
Faculdade laboro

Prof^{fa}. Dr^a. Maria do Socorro de Sousa Cartagenes – Avaliadora Externa ao Programa
Doutora em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos
Universidade Federal do Maranhão

Prof^{fa}. Dr^a. Ana Helia Lima Sardinha – Avaliadora Interna
Doutora em Ciências e Pedagogia
Universidade Federal do Maranhão

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Alves, Nayara Gonçalves.

FERRAMENTA DIGITAL PARA GESTÃO E DIAGNÓSTICO
SITUACIONAL NO CONTROLE DO CÂNCER DO COLO DO ÚTERO /
Nayara Gonçalves Alves. - 2025.

53 p.

Coorientador(a) 1: Viviane Sousa Ferreira.

Orientador(a): Flavia Maria Mendonça Amaral.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Saúde e Ambiente/ccbs, Universidade Federal do Maranhão,
São Luís, 2025.

1. Gestão Em Saúde. 2. Tecnologia e Inovação Em
Saúde. 3. Saúde Digital. I. Amaral, Flavia Maria
Mendonça. II. Ferreira, Viviane Sousa. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Expresso, em primeiro lugar, minha profunda gratidão a Deus, que me concedeu o dom da vida e a oportunidade de vivenciar mais esta etapa de aprendizado e crescimento.

Aos meus amados pais, Maria Nalva Gonçalves e Moisés Alves, e minhas avós, Antônia Alves e Gonçalves da Mata, minha eterna admiração e reconhecimento por suas incessantes orações, pelo apoio incondicional e por acreditarem em mim de maneira indescritível. Este trabalho é dedicado, com imenso carinho, a vocês, cuja presença e incentivo foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

À minha orientadora, Flávia Maria Mendonça do Amaral, e à coorientadora, Viviane Sousa Ferreira, manifesto minha sincera gratidão por aceitarem trilhar comigo essa jornada, compartilhando conhecimentos, confiança e ensinamentos valiosos que transcenderam a esfera acadêmica e enriqueceram minha vida pessoal e profissional. Agradeço por enxergarem e cultivarem meu potencial, pois encerro esta fase fortalecida, mais capacitada e amadurecida.

Aos meus estimados chefes Dr. Ricardo Martins, Leonardo Lima e Lilian Carvalho, minha sincera gratidão pelo apoio e por tornarem esse processo mais leve e possível.

Por fim, rendo meus agradecimentos a todos que, de alguma forma, desenvolveram direta ou indiretamente para a concretização desta trajetória.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos”

Provérbios 16.3

RESUMO

O câncer de colo do útero continua sendo um desafio significativo para a saúde pública no Brasil, particularmente no estado do Maranhão, onde as taxas de rastreamento e a cobertura vacinal têm sido historicamente baixas. Este estudo teve como objetivo desenvolver uma ferramenta digital capaz de auxiliar o diagnóstico situacional e aprimorar a gestão municipal no enfrentamento da doença. O resultado foi a criação do ONCOCALC, uma calculadora digital estruturada por meio de metodologias como a técnica Delphi e baseada na lógica de limiar com proporcionalidade interna. A ferramenta incorpora cinco indicadores estratégicos: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), cobertura vacinal contra o HPV, cobertura do rastreamento citopatológico, internações hospitalares e mortalidade por câncer de colo do útero. Os dados foram obtidos de sistemas oficiais (DATASUS, SISCAN, SIM, SIH/SUS e PNUD) abrangendo o período de 2014 a 2023. Desenvolvido com tecnologias web (React.js, PHP e APIs RESTful), o ONCOCALC automatiza cálculos de pontuação, gera relatórios analíticos e propõe planos de ação baseados em evidências. Em sua implementação piloto no município de São Luís (MA), a pontuação final foi de 3,3 (máximo de 10), classificada como "ruim", destacando-se a baixa cobertura vacinal (12.9%), o rastreamento limitado e as altas taxas de hospitalizações e óbitos, apesar do elevado IDHM. A ferramenta demonstrou potencial para subsidiar a tomada de decisões estratégicas, orientar investimentos e fortalecer a vigilância em saúde da mulher. Conclui-se que sua adoção pode ampliar a capacidade de resposta dos municípios e contribuir para a redução das disparidades regionais no controle do câncer do colo do útero.

Palavras-chaves: Gestão em Saúde, Tecnologia e Inovação em Saúde, Saúde Digital.

ABSTRACT

Cervical cancer remains a significant public health challenge in Brazil, particularly in the state of Maranhão, where screening rates and vaccination coverage have historically been low. This study aimed to develop a digital tool capable of supporting situational diagnosis and enhancing municipal management in addressing the disease. The result was the creation of ONCOCALC, a digital calculator structured through methodologies such as the Delphi technique and based on threshold logic with internal proportionality. The tool incorporates five strategic indicators: Municipal Human Development Index (MHDI), HPV vaccination coverage, cytopathological screening coverage, hospitalizations, and mortality from cervical cancer. Data were sourced from official systems (DATASUS, SISCAN, SIM, SIH/SUS, and UNDP) covering the period from 2014 to 2023. Developed using web technologies (React.js, PHP, and RESTful APIs), ONCOCALC automates score calculations, generates analytical reports, and proposes evidence-based action plans. In its pilot implementation in the municipality of São Luís (Maranhão), the final score was 3.3 out of 10, classified as "poor", highlighting low vaccination coverage (12.9%), limited screening, and high rates of hospitalizations and deaths, despite a high MHDI. The tool demonstrated potential to support strategic decision-making, guide investments, and strengthen women's health surveillance. It is concluded that its adoption can enhance municipalities' response capacity and contribute to reducing regional disparities in cervical cancer control.

Keywords: Health Management, Health Technology and Innovation, Digital Health

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AB	Atenção Básica
AIRC	Agência Internacional de Pesquisa em Câncer
ESD	Estratégia de Saúde Digital
ERP	Redução de erros operacionais por meio de sistemas integrados
CID-10	10º revisão da Classificação Internacional de Doenças
CCU	Câncer de colo de útero
DATASUS	Departamento de Informação do Sistema Único de Saúde
HPV	Papiloma Vírus Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IBGE	Sistema do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDSUS	Índice de Desempenho do SUS
IOT	Internet das Coisas
LTM	Linear Threshold Model
NIC I	Neoplasia Intraepitelial Cervical de Grau I – Baixo grau
NIC II	Neoplasia Intraepitelial Cervical de Grau II – Alto grau
NIC III	Neoplasia Intraepitelial Cervical de Grau III – Alto grau
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PMAQ-AB	Programa Nacional de Melhoria do Acesso e da Qualidade da Atenção Básica
PAISM	Programa de Atenção Integral à Saúde da Mulher
PNI	Programa Nacional de Imunizações
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SEIDIGI	Secretaria de Informação e Saúde Digital
SIH-SUS	Sistema de Informação Hospitalar
SIM	Sistema de Informação de Mortalidade
SISCAN	Sistema de Informação sobre Câncer de Colo do Útero e Câncer de Mama
SIS-PNI	Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunização
SUS	Sistema Único de Saúde
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição das vantagens da Transformação Digital na Saúde

Tabela 2: Indicadores selecionados para o diagnóstico situacional do câncer do colo do útero

Tabela 3: Índice total com classificação

Tabela 4: Critérios de Classificação e Pontuação por Faixa de IDHM

Tabela 5: Critérios de Classificação e Pontuação por Faixa de Cobertura Vacinal

Tabela 6: Critérios de Classificação e Pontuação por Faixa de Cobertura de Exames Citopatológicos

Tabela 7: Critérios de Classificação e Pontuação por Faixa de Internações por CID-10: Neoplasia de colo de útero/Carcinoma *in situ* de colo do útero

Tabela 8: Critérios de Classificação e Pontuação por Faixa de Óbitos por CID-10: Neoplasia de colo de útero/Carcinoma *in situ* de colo do útero

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cepas 16 e 18 do Papiloma vírus Humano (HPV)

Figura 2. Exemplo de requisição de dados

Figura 3. Tela inicial da ferramenta ONCOCALC

Figura 4. Tela da ferramenta ONCOCALC para inserção dos dados de cobertura vacinal

Figura 5. Tela da ferramenta ONCOCALC para inserção dos dados de cobertura de exames citopatológicos

Figura 6. Tela da ferramenta ONCOCALC para inserção dos dados de internações por CID-10 considerados

Figura 7. Tela da ferramenta ONCOCALC para inserção dos dados de óbitos por CID-10

Figura 8. Tela inicial da ferramenta ONCOCALC com a média individual dos indicadores

Figura 9. Tela da ferramenta ONCOCALC do detalhamento por indicador

Figura 10. Tela do relatório avaliativo municipal “status geral” gerado pela ferramenta ONCOCALC

Figura 11. Tela do indicador IDHM gerada pela ferramenta ONCOCALC

Figura 12. Tela do indicador cobertura vacinal HPV gerada pela ferramenta ONCOCALC

Figura 13. Tela do indicador de exames citopatológicos gerada pela ferramenta ONCOCALC

Figura 14. Tela do indicador de internações por câncer do colo do útero gerada pela ferramenta ONCOCALC

Figura 15. Tela do indicador de óbitos por câncer do colo do útero gerada pela ferramenta ONCOCALC

Figura 16. Tela do resumo executivo e plano de ação gerada pela ferramenta ONCOCALC

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Geral.....	15
2.2 Específicos.....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1 Breve histórico do câncer do colo do útero.....	16
3.2 Papiloma vírus Humano HPV	17
3.3 Vacinação contra HPV	18
3.4 Rastreamento do câncer do colo do útero.....	19
3.5 Internação e óbitos por neoplasia maligna do colo do útero.....	20
3.6 Tecnologias em Saúde.....	21
4 METODOLOGIA	23
4.1 Tipo de estudo	23
4.2 Fundamentação metodológica.....	23
4.3 Etapas da pesquisa.....	25
4.4 Seleção de dados.....	26
4.5 Desenvolvimento da ferramenta digital	27
4.6 Programação do software.....	27
4.6.1 Linguagem e processamento dos dados	27
4.6.2 Plataforma de hospedagem	28
4.6.3 Integração com sistema e abordagem de desenvolvimento.....	28
4.6.4 Funcionalidades do software.....	28
4.6.5 Segurança e Validação	28
4.6.6 Exemplo de Stack Tecnológico.....	29
4.7 Coleta de dados e tratamento estatístico.....	29
4.8 Fundamentação da lógica limiar com proporcionalidade interna na atribuição de escores aos indicadores	29
4.9 Criação dos parâmetros avaliativos e elaboração de indicadores	30
4.10 Aspectos éticos	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 Construção do <i>Software</i>	33

5.2 Funcionalidades da ONCOCALC	34
5.3 Calculadora ONCOCALC	34
5.4 Aplicação Teste.....	38
6 CONCLUSÃO	45
7 REFERENCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

O câncer do colo do útero representa um relevante desafio para a saúde pública mundial, sendo uma das neoplasias mais frequentes entre mulheres e responsável por mais de 340 mil mortes anuais. Sua principal causa é a infecção persistente por tipos oncogênicos do papiloma vírus humano (HPV). Apesar dos avanços nas estratégias de prevenção e tratamento, os índices de mortalidade continuam elevados, especialmente em localidades onde a cobertura vacinal e os programas de rastreamento são ineficazes (Kuiavava; Chielle, 2019; Bogomazova; Chimitdorzhieva, 2020; Oliveira *et al.*, 2024).

No Maranhão, a incidência da doença é preocupante, alcançando 21,13 casos por 100 mil mulheres, acima da média nacional de 15,38 casos por 100 mil. O controle do CCU tem sido um desafio constante para a ciência, o sistema de saúde e a sociedade. Apesar do progresso na compreensão dos fatores causais e estratégias de prevenção e controle, no Brasil são esperados cerca de 17.010 novos casos para o período de 2023 a 2025, o que reforça a urgência de ações mais eficazes no monitoramento e controle da doença (INCA, 2022; Ross, 2023).

Nesse contexto, o Ministério da Saúde tem investido no aprimoramento da gestão em saúde, ofertando ferramentas como o Departamento de Informação do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Esse sistema agrega dados de todos os municípios brasileiros, abrangendo diferentes níveis de complexidade e serviços. Destaca-se ainda a “Sala de Situação em Saúde”, reconhecida como um portal estratégico para monitoramento, análise e resposta a eventos de saúde pública em tempo real, facilitando o acesso analítico a informações para a tomada de decisão dos gestores (Sousa *et al.*, 2021).

A transformação digital na saúde, impulsionada pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), vem ganhando destaque mundialmente, especialmente diante dos desafios econômicos e da demanda por serviços de melhor qualidade (WHO, 2019; Wosik *et al.*, 2020).

No âmbito internacional, a Estratégia Global de Saúde Digital da Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca-se como um importante instrumento para apoiar os sistemas de saúde na busca pela cobertura universal. A OMS define “Saúde Digital” como o objetivo de aprimorar a saúde da população (WHO, 2021).

A Estratégia Global para Saúde Digital 2020–2025, proposta pela OMS, conceitua a saúde digital como um campo que integra conhecimentos e práticas voltados à incorporação de tecnologias digitais em todas as etapas da atenção à saúde, desde o desenvolvimento de soluções

até sua aplicação prática nos sistemas de cuidado. Essa abordagem visa fortalecer a atenção primária e ampliar o acesso à cobertura universal em saúde. Para tanto, destaca-se a importância de habilidades técnicas e competências digitais por parte dos profissionais de saúde, a fim de garantir o uso eficaz e seguro dessas tecnologias nos diferentes níveis de atenção (WHO, 2021; WHO, 2024).

No Brasil, observa-se um avanço expressivo no fortalecimento da saúde digital, com o Ministério da Saúde assumindo papel de protagonismo na América Latina. Essa liderança tem se materializado por meio da implementação da Estratégia de Saúde Digital (ESD) em âmbito nacional e da criação, em 2023, da Secretaria de Informação e Saúde Digital (SEIDIGI). Essa secretaria foi instituída com a finalidade de apoiar gestores, profissionais e usuários do sistema de saúde, promovendo o uso estratégico das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como aplicativos, plataformas digitais, sistemas de informação e soluções de conectividade no aprimoramento da gestão e da prestação de serviços em saúde (Brasil, 2023; OPAS, 2023).

Diante da necessidade de melhorar o acompanhamento do câncer do colo do útero, observa-se que os avanços tecnológicos, na bioinformática, têm se mostrado aliados importantes. Essa área dedica-se à criação e uso de ferramentas computacionais aplicadas à saúde, focando na coleta, organização, armazenamento e análise de dados (Freitas, 2019).

Com esse propósito, soluções digitais como *softwares*, aplicativos e jogos educativos vêm sendo incorporadas como estratégias de aprendizagem, monitoramento e alerta, sobretudo no enfrentamento de doenças preveníveis. Tais abordagens vêm sendo progressivamente adotadas com bons resultados em diferentes áreas da saúde (Drable; Moli e Legey, 2014).

A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) distribuiu princípios para garantir que os benefícios das tecnologias em saúde sejam acessíveis a todos. Esses princípios incluem a conectividade universal, o desenvolvimento de soluções digitais inclusivas, a interoperabilidade dos sistemas, a proteção dos direitos humanos, a cooperação global em novas tecnologias e a segurança da informação (OPAS, 2021).

Apesar do avanço no acesso às informações, ainda há entraves significativos no uso dos sistemas de informação em saúde. Muitos desses sistemas operam de forma isolada, sem integração entre si, o que dificulta o cruzamento eficiente de dados e gera retrabalho para obtenção de informações sobre um mesmo paciente ou contexto. Experiências internacionais demonstram que a integração das informações pode reduzir custos e ampliar a efetividade do cuidado em saúde (Neto; Chioro, 2021).

A implementação de sistemas de TI pode agilizar o fluxo de trabalho e melhorar a tomada de decisão na saúde. Contudo, a falta de comunicação entre sistemas hospitalares dificulta a troca de informações e a coordenação do cuidado. A solução está na adoção de sistemas interoperáveis, que permitem o compartilhamento seguro de dados entre plataformas e instituições, garantindo integração e eficiência no atendimento (Carvalho, 2021).

Nesse cenário, a qualificação dos profissionais de saúde constitui um pilar fundamental para a efetivação da transformação digital no setor e para a incorporação de práticas baseadas em evidências. No entanto, a literatura evidencia lacunas na formação acadêmica relacionada à saúde digital, destacando currículos pouco atualizados e a ausência de infraestrutura adequada para o desenvolvimento de competências digitais durante o processo de ensino-aprendizagem (AlKnawy, *et al.*, 2023; AlzghaibiH, 2023; Nascimento, *et al.*, 2023; LH, 2022).

Assim, esse estudo busca responder a seguinte questão central: como desenvolver ferramenta digital que apoie gestores de saúde no planejamento e monitoramento do controle do câncer de colo do útero?

Considerando o esperado aumento dos casos de CCU e suas graves consequências para a saúde pública, torna-se urgente o desenvolvimento de uma solução digital inovadora, capaz de oferecer aos gestores resultados claros e escores detalhados que reflitam a real situação da doença, contribuindo para a melhoria das ações de controle.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver uma ferramenta digital baseada em indicadores estratégicos, para apoiar o diagnóstico situacional e subsidiar a gestão do controle do câncer do colo do útero.

2.2 Objetivos específicos

Mapear os principais indicadores relacionados a prevenção, rastreamento e desfechos do câncer do colo do útero;

Construir uma solução digital que integre dados, gere escores e apresente visualizações úteis à gestão em saúde da mulher;

Validar a ferramenta digital quanto à sua aplicabilidade, funcionalidade e contribuição nas ações de controle do câncer do colo do útero.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Breve histórico do câncer do colo do útero

O câncer de colo do útero (CCU), embora sem clareza da etiologia e fatores de risco, tem registros históricos que remontam à Antiguidade, sempre associado ao sofrimento e à morte. Na época, os médicos acreditavam que essa condição era um mal que afetava o corpo, sendo causada por desequilíbrios internos e fatores ambientais (Faria, 2021).

Estudo de revisão de Ribeiro Filho *et al.* (2021) demonstra que ao longo dos anos, diretrizes têm sido adotadas no Brasil para incentivo a prevenção e rastreio, tais como:

a) Programa de Atenção Integral à Saúde da Mulher (PAISM), em 1984, implantando o exame citopatológico como procedimento de rotina nos serviços básicos de saúde;

b) Programa Nacional de Controle do Câncer do Colo do Útero, em 1998, na tentativa de expandir suas ações em todo o território brasileiro e para unificar suas ações de atendimento e monitoramento;

c) e, mais recentemente, em 2014, o Programa Nacional de Imunizações (PNI), iniciou a campanha de vacinação de meninas adolescentes contra o papilomavírus humano (HPV).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) propôs em 2020, estratégias para eliminar o CCU como um problema de saúde pública até 2030. Essas estratégias seguem a abordagem de tripla intervenção 90-70-90, que visa alcançar uma cobertura vacinal de 90% contra o HPV para meninas até 15 anos, um rastreamento com alto desempenho de 70% para mulheres entre 35 e 45 anos, e garantir 90% de acesso a serviços de pré-câncer, tratamento do câncer e cuidados paliativos. Espera-se que com o cumprimento dessas metas, as taxas de incidência sejam reduzidas para 4 casos por 100 mil mulheres em todo o mundo (Canfell, 2019).

No contexto brasileiro, recentemente foram iniciadas estratégias para enfrentar o câncer cervical. Em março de 2023, a Ministra da Saúde, Nísia Trindade Lima, promulgou uma portaria visando eliminar o CCU no país através de um projeto-piloto em Pernambuco. Este projeto seguiu as diretrizes estabelecidas pela OMS, com o objetivo de avaliar sua viabilidade e, após conclusão bem-sucedida, será implementado nacionalmente com base nos resultados obtidos (Brasil, 2023).

Mas, apesar das diretrizes da atual Política Nacional de Saúde, e do CCU ser considerada uma neoplasia de excelente prognóstico quando detectada precocemente e tratada de forma apropriada, reduzir a mortalidade por câncer do CCU ainda é um desafio enfrentado pelo governo brasileiro; devendo, assim, serem fortalecidas as condutas de

rastreamento ativo (exame de Papanicolau, teste de HPV) e prevenção (educação em Saúde, vacinação contra HPV) (Ribeiro Filho *et al.*, 2021).

3.2 Papiloma vírus Humano (HPV)

O Papiloma vírus Humano (HPV) é um vírus que infecta células epiteliais basais. É a infecção sexualmente transmissível mais comum no mundo, sendo transmitido por contato direto entre pele ou mucosas, incluindo vias oral-genital, genital-genital e genital-manual (BRASIL, 2024).

Estudos que fundamentam essa breve revisão histórica, comprovam que, entre 1900 a 1920 foi descoberta a relação entre infecções e o desenvolvimento do CCU; mas sem identificação de agentes específicos. Já em 1943, foi validado o exame citopatológico de colo uterino ou exame de Papanicolau, para rastreamento do CCU; ainda hoje reconhecido como método convencional, considerado de baixo custo, simples e de fácil execução (Ribeiro Filho *et al.*, 2021; Lubianca & Capp, 2024).

O reconhecimento da representatividade do exame de Papanicolau, estimulou, no Brasil, na década de 1950, Sarah Kubitschek esposa do então presidente Juscelino Kubitschek, a fundar a Fundação das Pioneiras Sociais, no qual em 1957 foi criado um centro de pesquisas para prevenção do câncer feminino como parte da fundação (FIOCRUZ, 2023).

Na década de 1970, iniciaram-se os estudos que correlacionaram o câncer do colo do útero (CCU) ao Papilomavírus Humano (HPV). O infectologista alemão Harald Zur Hausen observou a associação entre subtipos específicos de HPV e a presença de lesões precursoras e carcinomas escamosos, propondo o desenvolvimento de vacinas. Inicialmente, sua proposta foi rejeitada devido à prevalência de HPVs de baixo risco oncogênico. Entre 1990 e 2000, diversos estudos confirmaram que o HPV é a principal causa do CCU, o que incentivou o lançamento das vacinas contra o vírus. Contudo, houve um atraso de aproximadamente 20 anos na implementação efetiva da prevenção vacinal contra o HPV (Balasubramaniam *et al.*, 2019; Ribeiro Filho *et al.*, 2021; Lubianca & Capp, 2024).

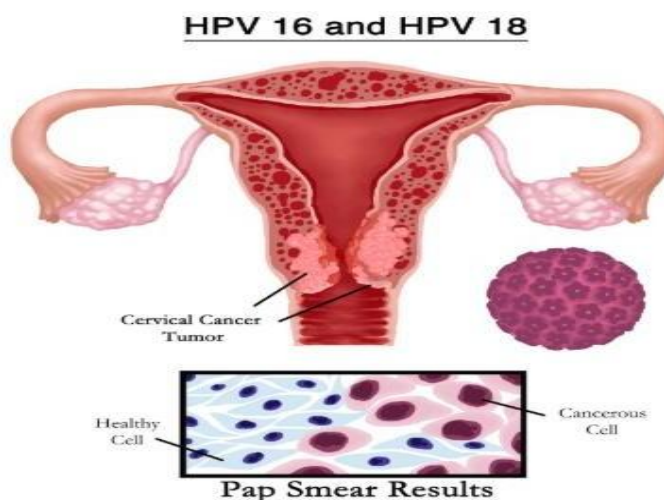
Predominantemente transmitido por contato sexual, e classificado em tipos de baixo ou alto risco oncogênico (hr-HPV). A família Papillomaviridae abrange mais de 400 tipos virais, alguns dos quais acometem diferentes regiões, provocando lesões proliferativas em tecidos epiteliais. No colo do útero, a infecção pelo HPV ocorre preferencialmente no epitélio escamoso e pode originar lesões precursoras conhecidas como neoplasias intraepiteliais cervicais (NICs), classificadas em NIC1, NIC2 e NIC3 conforme o grau de comprometimento

epitelial. Lesões de alto grau, como a NIC3, apresentam maior potencial de progressão para o câncer invasivo, especialmente se não forem tratadas oportunamente. Em contrapartida, lesões de baixo e médio grau (NIC1 e NIC2) têm maior probabilidade de regressão espontânea (GODOY et al., 2022).

Estima-se que, globalmente, aproximadamente 291 milhões de mulheres tenham sido expostas ao papilomavírus humano (HPV). Na maioria dos casos, a infecção apresenta caráter transitório, com tendência à regressão espontânea entre seis meses e dois anos. No entanto, quando não há acompanhamento ou tratamento adequado, as lesões podem evoluir de forma lenta e contínua, especialmente quando associadas a subtipos de alto risco oncogênico, podendo culminar no desenvolvimento de câncer invasivo (INCA, 2019).

Entre os subtipos de HPV de alto risco, doze foram reconhecidos como carcinógenos do grupo 1 pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC), com destaque para os sorotipos 16 e 18, que juntos respondem por cerca de 70% dos casos de câncer cervical. Dada sua etiologia viral, o câncer do colo do útero é considerado altamente evitável, sendo que estratégias de rastreamento e diagnóstico precoce desempenham papel crucial na redução de sua incidência e mortalidade. (Mahajan et al., 2024).

Figura 01: Cepas 16 e 18 do Papiloma vírus Humano (HPV)



Fonte: Sarah Walls (2021)

3.3 Vacinação contra HPV

A vacinação é a prevenção primária contra o HPV e o CCU. Existem três tipos disponíveis: bivalente (bHPV), quadrivalente (qHPV) e nonavalente (9vHPV). No Brasil, a

vacina quadrivalente foi incorporada ao Programa Nacional de Imunizações (PNI) em 2014 (Sardinha; Silva, 2023).

No Brasil, foi adotada a vacina quadrivalente, administrada em duas doses com intervalo de três a seis meses, contemplando meninas de 9 a 14 anos e meninos de 11 a 14 anos. A obtenção de uma cobertura vacinal adequada é considerada essencial para o controle e possível erradicação do câncer do colo do útero. Essa estratégia visa reduzir a incidência e a mortalidade associadas à doença, considerando que a vacina induz uma resposta imunológica robusta, com produção de anticorpos significativamente superior àquela gerada por infecções naturais, especialmente nos primeiros dois anos após a aplicação. (Cavalcanti *et al.*, 2019; Silva; Oliveira, 2018).

Embora a introdução da vacina contra o HPV no calendário vacinal tenha sido uma importante medida preventiva, os estados brasileiros não têm conseguido cumprir a meta de 90% de vacinação da população alvo; comprometendo, assim, a estratégia e mantendo os números de internações, tratamentos e óbitos altos, como ocorre no estado do Maranhão.

Ressalta-se que, nos períodos pós implementação da vacina contra o HPV, o número de internações para o tratamento de carcinoma de colo do útero subiu em algumas ocasiões 30 vezes mais em algumas faixas etárias (Mendes *et al.*, 2020).

Ainda que o câncer de colo do útero seja raro na população infantil, é importante considerar estratégias de rastreamento voltadas para adolescentes, especialmente aqueles com início precoce da vida sexual. Campanhas educativas sobre prevenção, diagnóstico precoce e a importância da vacinação contra o HPV são fundamentais para reduzir a incidência da doença e melhorar os resultados clínicos a longo prazo (Lorencini *et al.*, 2024).

A cobertura vacinal contra o HPV ainda é insuficiente, principalmente em países de baixa e média renda, onde a incidência de câncer do colo do útero é maior. Diversos desafios dificultam a ampliação da vacinação, como o alto custo das doses, a falta de informação da população e limitações na infraestrutura, incluindo a necessidade de sistemas adequados de armazenamento e distribuição (Dou *et al.*, 2024).

3.4 Rastreamento do câncer do colo do útero

A citologia oncótica, também conhecida como exame preventivo, rastreamento do colo do útero ou Papanicolau, é a principal estratégia utilizada no Brasil para a detecção precoce do câncer do colo do útero. Esse exame tem um papel fundamental na identificação de alterações

e lesões iniciais, possibilitando o diagnóstico antes do surgimento de sintomas (Zanetti *et al.*, 2021).

O exame preventivo foi desenvolvido na década de 1940 pelo Dr. Papanicolau, sendo nomeado em sua homenagem. É um exame simples, rápido e de baixo custo, sendo amplamente acessível, especialmente por meio do SUS na Atenção Básica (AB) (Miranda, 2010; Maranhão, 2021).

De acordo com as diretrizes do Ministério da Saúde, o exame de Papanicolau é recomendado para mulheres entre 25 a 64 anos que já tenham iniciado a vida sexual, a ser realizado periodicamente. No entanto, é fundamental integrar ações de atenção, educação e cuidado para mulheres abaixo dessa faixa etária que procuram atendimento na atenção primária, pois muitas já estão expostas a fatores de risco e podem desenvolver o câncer de colo do útero (Guedes *et al.*, 2021).

Entretanto, a realização do exame preventivo ainda apresenta baixos índices de adesão em várias regiões do país, sobretudo entre mulheres em contextos de maior vulnerabilidade social (Martins *et al.*, 2020; Silva & Santos, 2021).

3.5 Internação e óbitos por neoplasia maligna do colo do útero

O câncer de colo do útero é o terceiro tipo de tumor maligno mais comum entre as mulheres, ficando atrás apenas do câncer de mama e do colorretal. Além disso, representa a terceira principal causa de óbito por neoplasias malignas em mulheres no Brasil (INCA, 2023).

As internações hospitalares por neoplasia maligna do colo do útero refletem a gravidade da doença em estágios avançados, evidenciando falhas na prevenção, no rastreamento e no diagnóstico precoce. O diagnóstico tardio frequentemente exige abordagens terapêuticas mais complexas e de alto custo, como cirurgias radicais, radioterapia associada à quimioterapia e cuidados paliativos para complicações graves, incluindo hemorragias, obstruções intestinais (Oliveira *et al.*, 2024).

Essas internações afetam profundamente a qualidade de vida das pacientes, podendo levar a incapacidades permanentes e sofrimentos prolongados. Além disso, geram um impacto significativo no sistema de saúde, uma vez que o tratamento do câncer em estágios avançados envolve custos consideravelmente mais altos. Em contrapartida, quando a doença é identificada precocemente, as chances de cura são maiores, e as intervenções tendem a ser menos invasivas e menos onerosas (Lopes e Ribeiro, 2019).

Nos estágios mais avançados, a neoplasia maligna do colo do útero pode afetar gravemente órgãos como bexiga, reto e outras estruturas pélvicas, além de se espalharem para regiões distantes do corpo. Essa progressão reduz significativamente as chances de recuperação e está associada a uma alta taxa de mortalidade (Tsuchiya *et al.*, 2017).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2020, mais de 500 mil mulheres receberam o diagnóstico de câncer do colo do útero (CCU), e cerca de 68% desses casos resultaram em óbito, sendo a maioria em países de baixa renda. No Brasil, o CCU ocupa a terceira posição entre os tipos de câncer mais frequentes em mulheres, correspondendo a 6,1% dos casos (INCA, 2022).

A taxa de mortalidade por neoplasia maligna do colo do útero ainda é um desafio, pois está diretamente ligada ao estágio avançado da doença e à disponibilidade de tratamentos terapêuticos. Assim, a mortalidade reflete a organização dos serviços de saúde, tornando essencial uma abordagem integrada que contemple todas as fases do cuidado (Barbosa, 2016).

3.6 Tecnologias em Saúde

O avanço tecnológico e a ampliação do acesso à internet têm contribuído significativamente para uma atuação mais estruturada no monitoramento de indicadores em saúde. A digitalização dos registros fortalece a tomada de decisão de gestores e profissionais, promovendo escolhas mais precisas, especialmente na distribuição de recursos. Nesse cenário, a tecnologia da informação tem agilizado os processos de trabalho ao oferecer dados que sustentam tanto o diagnóstico quanto as condutas. Além disso, ela proporciona uma visão mais ampla sobre o contexto social, econômico e cultural das populações, favorecendo a padronização de informações relevantes sobre seus perfis (Meirelles; Cunha, 2020).

No setor da saúde, a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) tem aprimorado a coleta de dados essenciais para embasar decisões e ações estratégicas. Entre os benefícios proporcionados pela implementação de softwares estão a agilidade, a organização e a segurança das informações, além de diminuir os custos com desperdício de materiais e recursos (Costa; Orlovski, 2014; Araújo *et al.*, 2019).

No campo da saúde, as tecnologias se dividem em duras e leves. As duras envolvem dispositivos físicos, como equipamentos e sistemas, que aumentam a precisão e a eficiência dos processos. Já as tecnologias leves, embora intangíveis, são essenciais para a gestão e o cuidado, englobando práticas como educação em saúde, planejamento, comunicação e metodologias que fortalecem o aspecto humano no uso da tecnologia (Sousa, 2023).

Para melhorar o controle e o monitoramento, o uso de tecnologias duras tem se destacado. Um exemplo disso é a implementação do “Sistema de Prontuário Eletrônico”, que, após 15 meses de adoção, elevou uma taxa de rastreamento no Rio de Janeiro de 10% para 44% (Maia *et al.*, 2018).

Assim, o valor de uma tecnologia está diretamente ligado à sua necessidade e à forma como é utilizada, sendo determinado apenas quando é aplicada de maneira adequada (Oliveira, 2009).

Nesse sentido, torna-se relevante destacar os principais benefícios concretos associados à adoção da transformação digital no setor saúde. A tabela 01 apresenta um panorama das vantagens promovidas pelas tecnologias digitais, evidenciando seu papel no aprimoramento dos processos assistenciais, administrativos e na qualificação do cuidado em saúde.

Tabela 01: Descrição das vantagens da Transformação Digital na Saúde

Vantagem	Descrição
Diagnóstico fácil e preciso	Utilização de softwares especializados, big data e inteligência artificial, possibilitando maior precisão e agilidade nos diagnósticos médicos.
Consultas, prevenção e tratamento à distância	Ampliação da telemedicina para consultas, monitoramento e tratamento a distância.
Automatização de processos	Redução de erros operacionais por meio de sistemas integrados (ERP), otimizando agendamentos, registros e fluxos administrativos.
Gerenciamento da saúde pelo próprio paciente	Aplicação de tecnologias como dispositivos vestíveis (wearables) e Internet das Coisas (IoT), permitindo o monitoramento autônomo da saúde.
Eficiência operacional em unidades de saúde	Otimização da gestão hospitalar com automação do atendimento, controle de leitos e fluxos internos.
Fortalecimento da relação médico-paciente	Tecnologias que aprimoram a comunicação e o compartilhamento de dados clínicos em tempo real.
Regulamentação e apoio governamental	Políticas públicas voltadas à expansão da saúde digital, fortalecendo o acesso e a qualidade dos serviços por meios tecnológicos.
Diversidade de aplicações tecnológicas	Inclusão de ferramentas como prontuário eletrônico, inteligência artificial e sistemas de gestão clínica, promovendo inovação nos processos assistenciais.

Fonte. Adaptado de TOTVS (2022)

Diante das evidências apresentadas, é possível afirmar que a transformação digital representa uma aliada estratégica para o enfrentamento dos desafios na gestão em saúde. A integração de tecnologias duras e leves, somada à ampliação do acesso à informação e à

consolidação de políticas públicas voltadas à saúde digital, configura um cenário propício à inovação.

Assim, justifica-se o desenvolvimento e a aplicação de ferramentas digitais capazes de interpretar dados críticos, gerar escores situacionais e subsidiar a tomada de decisão por parte dos gestores. Com base nessas premissas, o presente estudo propõe a construção de uma solução digital voltada ao diagnóstico situacional do câncer do colo do útero, cuja concepção metodológica será detalhada a seguir.

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de estudo

Este é um estudo aplicado, com abordagem quantitativa, voltado ao desenvolvimento e aplicação de uma ferramenta digital para apoiar gestores de saúde na análise do diagnóstico situacional das ações de prevenção, detecção e desfecho relacionadas ao câncer do colo do útero. A ferramenta foi projetada para classificar o desempenho de municípios com base em indicadores estratégicos.

4.2 Fundamentação metodológica

O estudo desenvolve um Índice Municipal de Saúde inspirado na metodologia do Índice de Desempenho do SUS (IDSUS), mas ajustado para contemplar cinco indicadores estratégicos.

A definição dos pesos atribuídos aos indicadores utilizados na ferramenta, denominada ONCOCALC, foi realizada por meio da técnica Delphi, que envolveu consulta a especialistas nas áreas de oncologia e saúde pública, buscando consenso técnico sobre a relevância de cada variável para o controle do câncer do colo do útero. Tem-se, ainda, o peso como um fator de multiplicação que varia de 1 a 3, sendo a soma total igual a 10. Estrutura inspirada no modelo utilizado pelo programa Previne Brasil, que adota pesos diferenciados para refletir a importância relativa de cada componente na composição final dos indicadores de desempenho (BRASIL, 2022).

Essa ponderação foi fundamentada na lógica da cadeia “determinantes–prevenção–desfechos”, conforme o modelo conceitual proposto pelo médico pesquisador Donabedian; e expandido pelo professor emérito de epidemiologia Cesar G. Victora. Segundo esses autores, os eventos de saúde devem ser compreendidos como o resultado de uma sequência progressiva que parte de fatores estruturais e sociais (determinantes), transita por ações de cuidado e prevenção (primária e secundária) e culmina em desfechos de morbidade e mortalidade (Donabedian, 1980; Victoria *et al.*, 1997).

Nessa perspectiva, os pesos foram atribuídos conforme a proximidade causal e a capacidade de impacto direto sobre o desfecho final da doença, conforme tabela 02.

Tabela 02: Indicadores selecionados para o diagnóstico situacional do câncer do colo do útero

INDICADOR	FONTE	CATEGORIA	JUSTIFICATIVA	PESO
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)	PNUD	Determinante social estrutural	Influência indireta sobre os desfechos em saúde, refletindo condições socioeconômicas locais.	1,0
Cobertura vacinal contra o HPV	PNI/MS	Prevenção primária	Ação preventiva com efeito protetivo a longo prazo contra infecção pelo HPV.	1,5
Cobertura de exames citopatológicos	SISCAN	Prevenção secundária	Impacto direto na detecção precoce e interrupção da progressão das lesões precursoras.	2,0
Internações hospitalares por câncer do colo do útero	SIH/SUS	Desfecho intermediário	Indica possíveis falhas no rastreamento e no acesso oportuno ao tratamento adequado.	2,5
Óbitos por câncer do colo do útero	SIM/SUS	Desfecho final (evitável)	Indicador de resultado prioritário, representando o desfecho mais grave e evitável da doença.	3,0

Fonte. Dados organizados pela autora a partir das bases PNUD, PNI/MS, SISCAN, SIH/SUS e SIM/SUS, 2024

Os dados foram padronizados com base em referências oficiais do Ministério da Saúde e convertido em escores contínuos. O escore atribuído a cada variável foi orientada por critérios técnicos, considerando a direção do impacto sobre o controle da doença.

A ferramenta aplica a lógica limiar, embora não represente um modelo teórico clássico atribuído a um único autor, constitui uma abordagem metodológica amplamente utilizada em políticas públicas de saúde e na avaliação de desempenho em programas de vigilância e atenção primária. Trata-se da transformação de dados contínuos, como taxas de cobertura ou incidência, em faixas padronizadas baseadas em metas de desempenho previamente estabelecidas. Essa categorização facilita a interpretação dos dados, a comparação entre diferentes realidades territoriais e a identificação de níveis de prioridade.

Tal estratégia é adotada, por exemplo, nas metas do Previne Brasil, nas avaliações do Programa Nacional de Melhoria do Acesso e da Qualidade da Atenção Básica (PMAQ-AB) e nas diretrizes da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), que propõem parâmetros objetivos como $\geq 90\%$ de cobertura vacinal contra o HPV para o alcance da eliminação do câncer do colo do útero como problema de saúde pública (OPAS, 2022).

O respectivo Índice total é apresentado na tabela 03:

Tabela 3: Índice total com classificação

ÍNDICE	CLASSIFICAÇÃO
8,0 – 10,0	Muito Bom
6,0 – 7,9	Bom
4,0 – 5,9	Ruim
0 – 3,9	Muito Ruim

Fonte: BRASIL (2013)

Dessa forma, os valores atribuídos às faixas de pontuação foram definidos a partir da relevância epidemiológica de cada indicador no controle do câncer do colo do útero, considerando evidências disponíveis e metas de desempenho estabelecidas por órgãos nacionais e internacionais.

No entanto, por se tratar de uma ferramenta dinâmica e em fase de implantação, os limiares utilizados são ajustáveis e poderão ser refinados progressivamente, à medida que forem identificados padrões de desempenho, comportamentos locais e resultados práticos ao longo do uso da ferramenta. Assim, a lógica limiar aqui proposta não é fixa, mas sim flexível e responsiva ao contexto real, podendo ser calibrada com base na técnica Delphi, em evidências e experiências acumuladas durante o processo de aplicação e capacitação dos usuários.

4.3 Etapas da pesquisa

Para desenvolvimento do software, foram consideradas três etapas:

- 1) Seleção de indicadores: Levantamento bibliográfico, consultas a fontes oficiais (DATASUS, IBGE, PNUD, PNI/MS, SISCAN, SIH/SUS e SIM/SUS), definição de critérios (relevância, disponibilidade, sensibilidade) e escolha dos indicadores estratégicos.

- 2) Desenvolvimento da ferramenta digital: Modelagem conceitual (Desing Thinking / Logica limiar), escolha das tecnologias (ex: PHP, APIs), programação da interface e funcionalidades, implementação da lógica de pontuação e testes técnicos internos.
- 3) Validação da ferramenta digital por gestores de saúde: Apresentação da ferramenta a gestores locais, aplicação em cenário real (ex: município piloto), coleta de feedback, ajustes com base nas sugestões recebidas e aprovação final.

4.4 Seleção de dados

Alguns indicadores deste trabalho tiveram como base o **Pacto pela Saúde**, importante instrumento de gestão do Sistema Único de Saúde (SUS) que prioriza a definição de objetivos, diretrizes e metas alcançáveis para garantir eficiência e qualidade na gestão pública (Brasil, 2006).

População-alvo e faixa etária: mulheres de 9 a 80 anos ou mais, residentes no município;

Definição dos municípios: municípios com população entre 100.000 e 1.000.000 habitantes, que tenham implantado e assinado os termos de cooperação do Pacto pela Saúde, possuam Programa Municipal de Combate ao Câncer do Colo do Útero ativo e cobertura da Estratégia Saúde da Família superior a 50%;

Definição do período: O período de 2014 a 2023 foi escolhido para análise histórica, pois marca o início da disponibilidade de dados sistematizados e abrange o contexto mais recente para observar tendências na prevenção, diagnóstico e tratamento do câncer do colo do útero;

Dados de vacinação: cobertura da 1ª e 2ª doses da vacina contra o HPV, extraídos do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações (SIS-PNI), considerando residentes;

Dados de produção ambulatorial e hospitalar:

- A) Exames citopatológicos realizados, obtidos do Sistema de Informação de Câncer (SISCAN), selecionando exames realizados segundo local de residência e faixa etária;
- B) Mulheres internadas por neoplasia maligna do colo do útero e carcinoma in situ (CID-10), extraídos do Sistema de Informação Hospitalar (SIH-SUS), considerando morbidade hospitalar entre residentes;
- C) Número de óbitos por neoplasia maligna do colo do útero e carcinoma in situ, conforme registro no Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) para residentes.

4.5 Desenvolvimento da ferramenta digital

O desenvolvimento da ferramenta digital baseou-se em dois modelos metodológicos complementares. O primeiro foi o modelo de Horst Rittel, empregado para aprofundar a compreensão da complexidade dos problemas em saúde pública, considerando que envolvem múltiplas variáveis dinâmicas, interdependentes e desafiadoras. O segundo modelo adotado foi o Design Thinking, que contribuiu com uma abordagem centrada no usuário, visando a criação de uma solução prática, intuitiva e adaptada às necessidades dos gestores dos serviços públicos de saúde.

A integração desses modelos permitiu a criação de uma ferramenta funcional, adaptada à realidade do Sistema Único de Saúde (SUS). Além do modelo conceitual, o desenvolvimento contemplou etapas essenciais:

Definição do estilo e comunicação visual: interface com linguagem acessível, fonte legível e nome fácil (ONCOCALC), facilitando a identificação e uso pelos usuários;

Adequação textual e validação linguística: suporte técnico de especialistas em Letras para garantir clareza, correção gramatical e incorporar boas práticas de usabilidade comparando ferramentas similares;

Execução tecnológica: desenvolvimento e testes realizados por programador contratado, incluindo codificação, correção de erros e disponibilização do software via hospedagem online.

4.6 Programação do software

O software foi desenvolvido para gerar um escore situacional, baseado em cinco indicadores estratégicos relacionados à determinante social, prevenção, rastreamento, diagnóstico e desfechos do câncer do colo do útero.

A ferramenta permite que gestores insiram dados como cobertura vacinal, exames preventivos, internações e óbitos, e obtenham um diagnóstico situacional claro, com resultados apresentados em gráficos, tabelas e escores. Isso facilita a tomada de decisões, o monitoramento e a proposição de melhorias na gestão.

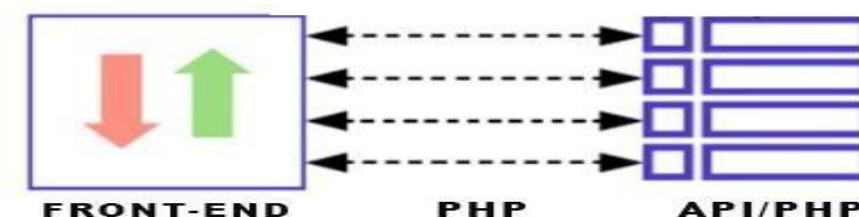
4.6.1 Linguagem e processamento dos dados:

- *Front-end* (Interface para o usuário): Linguagem: HTML, CSS, Java, Php. Frameworks/Bibliotecas: React.js e PHP. Esses frameworks são ideais para criar interfaces dinâmicas e responsivas; permitindo criação de componentes reutilizáveis,

com gerenciamento do estado da aplicação de forma eficiente. Bootstrap ou Tailwind CSS: Para estilização rápida e responsiva (Figura 02).

- *Back-end* (Lógica de negócios e processamento de dados): Linguagem: PHP, uma linguagem poderosa e de fácil aprendizado, com bibliotecas para gerenciar a lógica do servidor. Node.js, o *framework express* para organização dos dados.

Figura 02: Exemplo de requisição de dados



Fonte: Autoral (2025)

4.6.2 Plataforma de Hospedagem

A ferramenta foi hospedada na plataforma Hostinger, escolhida pela boa relação entre, estabilidade e facilidade de gerenciamento.

4.6.3 Integração com sistema e abordagem de desenvolvimento

Integração com o sistema existente $\Rightarrow$ API RESTful: Uma API no *back-end* para processar os cálculos e retornar os resultados para *front-end*. Isso permitirá que a calculadora funcione de forma dinâmica e interativa.

Abordagem de desenvolvimento $\Rightarrow$ Desenvolvimento ágil: utiliza metodologias ágeis como Scrum ou Kanban para gerenciar o desenvolvimento do projeto.

4.6.4 Funcionalidades do software

- Entrada de dados $\Rightarrow$ via formulários simples, preenchidos com os dados dos cinco indicadores.
- Processamento automático $\Rightarrow$ aplicação da lógica de cálculo baseada nos parâmetros definidos.
- Exibição dos resultados $\Rightarrow$ por meio de gráficos, escores e textos explicativos, de forma clara e acessível (usando bibliotecas como Chart.js ou D3.js).

4.6.5 Segurança e Validação

O software possui protocolos de segurança como HTTPS e validação de dados para garantir a integridade das informações inseridas, evitando erros e possíveis ataques digitais.

4.6.6 Exemplo de Stack Tecnológico

Front-end: React.js + Bootstrap

Back-end: PHP (flask) + JASON

Deploy: Heroku ou Vercel

4.7 Coleta de dados e tratamento estatístico

O período da busca de informações e tabulações foi de 01/12/2024 a 15/03/2025.

4.8 Fundamentação da lógica limiar com proporcionalidade interna na atribuição de escores aos indicadores

A lógica utilizada na atribuição proporcional de escores aos indicadores se fundamenta no modelo de limiar (*threshold model*), originalmente desenvolvido para representar a propagação de comportamentos ou eventos em redes complexas. Dentre esses, destaca-se o Modelo de Limiar Linear (*Linear Threshold Model – LTM*), segundo o qual um nó muda de estado quando a influência acumulada de seus vizinhos ultrapassa um valor crítico (Granovetter, 1978; Richardson, 2002)

No presente estudo, embora não haja interação em rede entre os municípios, o princípio do limiar é adaptado como um critério classificatório. Cada indicador é segmentado em faixas de desempenho, às quais são atribuídos escores padronizados, refletindo diferentes níveis de adequação. Dessa forma, o limiar atua como um ponto de corte que delimita categorias de risco.

Essa abordagem assegura uma avaliação equilibrada, em que cada indicador contribui proporcionalmente para o diagnóstico situacional. Ao traduzir um conceito teórico para uma aplicação prática em saúde pública, a lógica limiar fortalece a tomada de decisão baseada em evidências e o monitoramento estratégico das ações de controle do câncer do colo do útero.

Consideramos alguns aspectos como:

Relação gradual entre indicadores e desfechos em saúde: Cada indicador apresenta uma relação contínua com os desfechos em saúde, caracterizando um efeito dose-resposta. Maiores coberturas de vacinação e exames indicam melhor proteção populacional, enquanto o aumento de internações e óbitos reflete fragilidades no controle da doença. Essa variação justifica a atribuição de escores proporcionais aos níveis de desempenho e vulnerabilidade (Fine, Eames & Heymann, 2011; WHO, 2019).

Complexidade na mensuração do impacto e necessidade de pragmatismo: Diante da complexidade de isolar o impacto de cada indicador, a utilização de faixas com pontuações

proporcionais representa uma estratégia prática para avaliar de forma integrada o cenário epidemiológico municipal (Habicht, Victora & Vaughan, 1999).

Apoio em metas e referências oficiais: As metas de vacinação ($\geq 90\%$) e exames ($\geq 80\%$) seguem diretrizes que garantem proteção populacional. O IDHM, embora indireto, influencia a efetividade dos demais indicadores, enquanto internações e óbitos refletem a eficácia global das ações de controle (Ministério da Saúde, 2016; OPAS, 2021; PNUD, 2013).

A pontuação permite distinguir níveis variados de desempenho epidemiológico, oferecendo base sólida para apoiar políticas públicas no controle do câncer do colo do útero.

4.9 Criação dos parâmetros avaliativos e elaboração de indicadores

1. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM);

Categoria: Determinante Social

Peso: 1 (um) ponto

Referência: O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) avalia renda, educação e longevidade, refletindo desigualdades que influenciam o acesso à saúde (Silva; Panhoca, 2007; Araujo *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2022; Mansur; Barroso, 2023).

Tabela 4: Critérios de Classificação e Pontuação por Faixa de IDHM

Faixa de IDHM	Pontuação atribuída	Justificativa resumida
$\geq 1,000$	1,0	Desenvolvimento humano pleno; estrutura ideal para acesso e continuidade do cuidado
0,900 – 0,999	0,9	Muito alto desenvolvimento; condições altamente favoráveis à saúde
0,800 – 0,899	0,8	Alto desenvolvimento; acesso consistente a serviços de saúde e educação
0,700 – 0,799	0,7	Desenvolvimento médio-alto; boa base social, porém com desafios residuais
0,600 – 0,699	0,6	Desenvolvimento médio; limitações estruturais impactam a efetividade das ações em saúde
0,500 – 0,599	0,5	Desenvolvimento baixo; maior vulnerabilidade social e estrutural
$< 0,500$	0,4 ou inferior	Muito baixo IDH; grave comprometimento do acesso e permanência nos serviços

Fonte: Autoral (2025)

2. Cobertura vacinal contra HPV (faixa etária de 09 a 14 anos em pessoas do sexo feminino dos anos de 2014 - 2023 e residentes);

Categoria: Prevenção primária

Peso: 1,5 (um ponto e meio)

Referência: O PNI estabelece alcançar pelo menos 90% da população alvo (BRASIL, 2024).

Na definição dos escores foi utilizada faixas percentuais predefinidas de cobertura vacinal. Dentro de cada faixa, os valores atribuídos seguem uma coerência proporcional à distância da meta ideal ($\geq 90\%$), respeitando o peso epidemiológico do indicador. Essa abordagem híbrida permite maior sensibilidade na análise do desempenho vacinal entre os municípios.

Tabela 5: Critérios de Classificação e Pontuação por Faixa de Cobertura Vacinal

Faixa de Cobertura	Pontuação	Justificativa
$\geq 90\%$	1,5	Meta atingida, efeito rebanho, controle da transmissão.
80% – 89,9%	1,0	Boa cobertura, mas sem proteção coletiva garantida.
69,9% – 49,9%	0,75	Cobertura insuficiente para controle, mas com esforço aparente.
$< 49,9\%$	0,5	Alto risco, falhas críticas, sem impacto coletivo.

Fonte: Autoral (2025)

3. Cobertura de exames citopatológicos (faixa etária de 25 a 64 anos em pessoas do sexo feminino e residentes dos anos de 2014 – 2023);

Categoria: Prevenção secundária

Peso: 2 (dois) pontos

Referência: Conforme as diretrizes do Ministério da Saúde, o exame Papanicolau é indicado para mulheres de 25 a 64 anos com vida sexual ativa, sendo a principal estratégia de rastreamento do câncer do colo do útero. A meta é alcançar, no mínimo, 80% de cobertura nesse público-alvo (Teixeira *et al.*, 2020; Guedes, 2021).

Tabela 6: Critérios de Classificação e Pontuação de Cobertura de Exames Citopatológicos

Faixa de Cobertura (%)	Pontuação	Justificativa
≥ 80	2,0	Meta atingida, eficácia ideal no rastreamento
60 – 79,9	1,5	Boa cobertura, impacto relevante, porém abaixo da meta
40 – 59,9	1,0	Cobertura insuficiente, impacto limitado
20 – 39,9	0,5	Cobertura muito baixa, risco elevado
< 20	0,0	Cobertura negligenciável, sem impacto significativo

Fonte: Autoral (2025)

4. Internação por CID 10: Neoplasia de colo de útero/Carcinoma *in situ* de colo do útero (faixa etária geral de 09 anos a 80 a mais em pessoas do sexo feminino e residentes nos anos 2014-2023);

Categoria: Desfecho intermediário

Peso: 2,5 pontos

Referência: Internações refletem a gravidade da doença em estágios avançados, evidenciando falhas na prevenção, no rastreamento e no diagnóstico precoce, como também na organização da rede (Lopes; Ribeiro, 2019; Oliveira *et al.*, 2024).

Observação: Por ser um indicador negativo, utiliza-se lógica inversa: quanto menor a taxa, maior o escore. A pontuação é calculada proporcionalmente até o valor de 32,8 por 100 mil mulheres (pior média nacional entre 2014 e 2023, segundo o DATASUS); acima desse valor, o escore é zero.

Tabela 7: Critérios de Classificação e Pontuação por Faixa de Internações por CID-10: Neoplasia de colo de útero/Carcinoma *in situ* de colo do útero

Faixa de taxa de internação (por 100.000 mulheres)	Pontuação atribuída	Justificativa
0	2,5	Ausência de internações indica diagnóstico precoce e boa resolutividade na Atenção Primária
0,1 – 32,7	Proporcional inversa	Quanto menor a taxa, melhor o desempenho; nota decresce proporcionalmente até o limite de 32,8
$\geq 32,8$	0	Desempenho muito baixo; valor superior ou igual à pior média nacional do período

Fonte: Autoral (2025)

5. Relação entre óbitos por Neoplasia maligna do colo do útero e *Carcinoma in situ* de colo do útero por CID10 (faixa etária 9 anos a 80 a mais em residentes);

Categoria: Desfecho final

Peso: 3 (três) pontos

Referência: A taxa de mortalidade por câncer de colo do útero no Brasil, ajustada pela população mundial, foi estimada em 4,51 óbitos para cada 100 mil mulheres (INCA, 2023).

Observação: Como se trata de um desfecho final e negativo, taxas mais elevadas indicam pior desempenho. Assim, o escore é atribuído com base em faixas comparativas à média nacional, refletindo o nível de controle do agravo no território analisado.

Tabela 8: Critérios de Classificação e Pontuação por Faixa de Óbitos por CID-10: Neoplasia de colo de útero/Carcinoma *in situ* de colo do útero

Faixa da taxa de mortalidade (por 100.000 mulheres)	Pontuação atribuída	Justificativa
$\leq 4,51$	3,0	Desempenho satisfatório; abaixo ou igual à média nacional ajustada
$> 4,51$ e $< 17,0$	2,0	Mortalidade acima da média nacional, indicando necessidade de atenção
$\geq 17,0$	1,0	Taxa elevada; representa cenário crítico e possível falha na detecção e cuidado oportuno

Fonte: Autoral (2025)

4.10 Aspectos éticos

Devido à utilização de dados públicos disponíveis no DATASUS, justifica a ausência da apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa, em conformidade com as Resoluções nº 466/12 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Construção do software

O software ONCOCALC foi desenvolvido para proporcionar aos gestores municipais uma ferramenta digital que traduz dados públicos complexos em uma análise situacional simplificada sobre o câncer do colo do útero. A arquitetura do sistema foi concebida para operar em ambiente web, garantindo acessibilidade remota por meio de qualquer dispositivo com acesso à internet, inclusive em contextos com infraestrutura limitada. O design priorizou leveza,

clareza visual e facilidade de uso, dispensando conhecimento técnico em informática, para facilitar sua adoção na gestão em saúde.

5.2 Funcionalidades da ONCOCALC

A ONCOCALC oferece funcionalidades para apoiar a gestão do câncer do colo do útero:

- Interface intuitiva e responsiva: adapta-se a diferentes dispositivos, como computadores e tablets, dispensando instalação e manuais técnicos.
- Acesso remoto via web: permite o uso em qualquer local com conexão à internet, facilitando a inserção e consulta de dados pelos gestores municipais.
- Inserção manual de dados: o usuário pode inserir diretamente na interface os dados referentes aos cinco indicadores estratégicos: IDHM, cobertura vacinal contra HPV, cobertura de exames citopatológicos, taxa de internações e taxa de óbitos.
- Processamento imediato: ao clicar em “Salvar e Calcular”, o sistema processa os dados usando lógica limiar e escore proporcional, retornando o diagnóstico situacional de forma rápida e clara.
- Navegação sequencial: conduz o usuário pela inserção dos dados de cada indicador de forma ordenada, evitando erros e facilitando o preenchimento completo da avaliação.
- Visualização simplificada dos resultados: apresenta o escore final e a classificação dos indicadores em faixas de desempenho, auxiliando na interpretação e na tomada de decisão.
- Acesso gratuito e aberto: o sistema está disponível online via link <https://oncocalc.icu/inicio>, garantindo ampla acessibilidade para gestores municipais.

5.3 Calculadora ONCOCALC

O software recebeu o nome de calculadora ONCOCALC. A calculadora processa cinco indicadores-chaves relacionados à linha de cuidado do câncer do colo do útero: IDHM, cobertura vacinal contra HPV, cobertura de exames citopatológicos, taxa de internações e taxa de óbitos, cada indicador extraído de fontes oficiais de bases públicas como: dataus; e aplica sobre eles uma lógica limiar com proporcionalidade interna, com escore baseada em faixas de desempenho previamente classificadas. Cada indicador possui peso específico, totalizando 10 pontos, conforme metodologia.

Na tela inicial, o usuário acessa facilmente os cinco indicadores e insere dados rapidamente para obter resultados imediatos (Figura 02).

Figura 03: Tela inicial da ferramenta ONCOCALC

Fonte. ONCOCALC (2025).

Os dados são inseridos manualmente na interface do sistema e processados por meio de uma lógica limiar com proporcionalidade interna, que classifica os indicadores em faixas de escore previamente definidas pela técnica Delphi, considerando sua relevância epidemiológica e seu impacto na linha de cuidado do câncer do colo do útero. A atribuição de pesos diferenciados aos indicadores foi uma estratégia metodológica adotada para garantir que desfechos de maior gravidade, como a mortalidade, exerçam influência proporcionalmente superior na composição do escore final. Dessa forma, o diagnóstico situacional reflete com maior fidedignidade a realidade do município avaliado, priorizando os determinantes e desfechos mais críticos para a vigilância em saúde.

Na etapa ilustrada na Figura 04, o usuário insere os dados populacionais referentes a meninas de 9 a 14 anos, residentes no município, bem como os registros das administrações da 1º e 2º dose da vacina contra o HPV. Após o preenchimento, o comando ‘Salvar e Calcular’ processa imediatamente as informações, redirecionando o sistema para a página inicial, onde se procede com a inserção sequencial dos dados dos demais indicadores.

Figura 04: Tela da ferramenta ONCOCALC para inserção dos dados de cobertura vacinal

Informação	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Quantidade de Meninas de 09 a 14 Anos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primeira Dose	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Segunda Dose	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte. ONCOCALC (2025).

Na Figura 04, o usuário deve inserir os dados das mulheres na faixa etária de 25 a 64 anos, residentes no município, bem como os exames citopatológicos realizados nessa população, considerando o período de referência. Após preencher, o comando ‘Salvar e Calcular’ é processado as informações e direciona o usuário para a próxima etapa.

Figura 05: Tela da ferramenta ONCOCALC para inserção dos dados de cobertura de exames citopatológicos

Informação	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Quantidade de Mulheres 25-64 anos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quantidade de Exames Papanicolau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Percentual de Cobertura Calculado automaticamente	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fonte. ONCOCALC (2025)

Na Figura 05, o usuário insere os dados de internações de mulheres residentes no município, nos respectivos anos, com diagnósticos pelos códigos CID-10: C53 (Neoplasia maligna do colo do útero) e D06 (Neoplasia *in situ* do colo do útero). Após preencher, deve clicar em ‘Salvar e Calcular’, o que processa as informações e retorna à página inicial para continuar o preenchimento dos demais indicadores.

Figura 06: Tela da ferramenta ONCOCALC para inserção dos dados de internações por CID-10 considerados

Ano	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Quantidade de Internações CID C53 + D06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte. ONCOCALC (2025)

Na Figura 06, o usuário deve inserir os dados referentes ao número de óbitos de mulheres residentes no município, nos respectivos anos, cujas causas estão classificadas pelos códigos CID-10: C53 (Neoplasia maligna do colo do útero) e D06 (Neoplasia *in situ* do colo do útero). Importante destacar que, nesta mesma aba, o quadro correspondente ao número de internações já aparece automaticamente preenchido com os dados informados na etapa anterior, visto que essa variável será utilizada no cálculo da taxa de mortalidade ajustada, expressa por 100.000 mulheres.

Figura 07: Tela da ferramenta ONCOCALC para inserção dos dados de óbitos por CID-10

Informação	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Internações (Referência)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quantidade de Óbitos CID C53 + D06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taxa de Mortalidade (Óbitos ÷ Internações) x 100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fonte: ONCOCALC (2025)

Após o correto preenchimento dos campos correspondentes aos cinco indicadores estratégicos, o acionamento do comando 'Salvar e Calcular' dá início ao processamento

automático dos dados, baseando na lógica limiar incorporada à ONCOCALC. Esse processamento aplica os critérios de proporcionalidade interna definidos na metodologia, permitindo a geração de escores contínuos e classificações padronizadas. Concluído o cálculo, o sistema redireciona o usuário de volta à página inicial, onde os dados processados podem ser visualizados ou complementados com novos registros.

O resultado da análise é apresentado de forma objetiva, por meio de gráficos de fácil interpretação e textos explicativos que detalham o desempenho do município em cada indicador analisado. Além da visualização imediata dos escores e da classificação situacional, o sistema gera um Relatório Executivo e Plano de Ação contendo a consolidação dos dados inseridos com seus principais achados, os cálculos realizados, as interpretações dos resultados e a classificação final em faixas de desempenho, com recomendações prioritárias e próximos passos, conforme a metodologia estabelecida.

Esse relatório pode ser utilizado tanto como instrumento de gestão quanto como documento de apoio para planejamento, monitoramento e tomada de decisão em saúde pública.

Após a apresentação dos resultados, o sistema estará apto para a realização do teste piloto, descrito na seção a seguir, onde será avaliada sua aplicabilidade, funcionalidade e desempenho no contexto prático de um município selecionado.

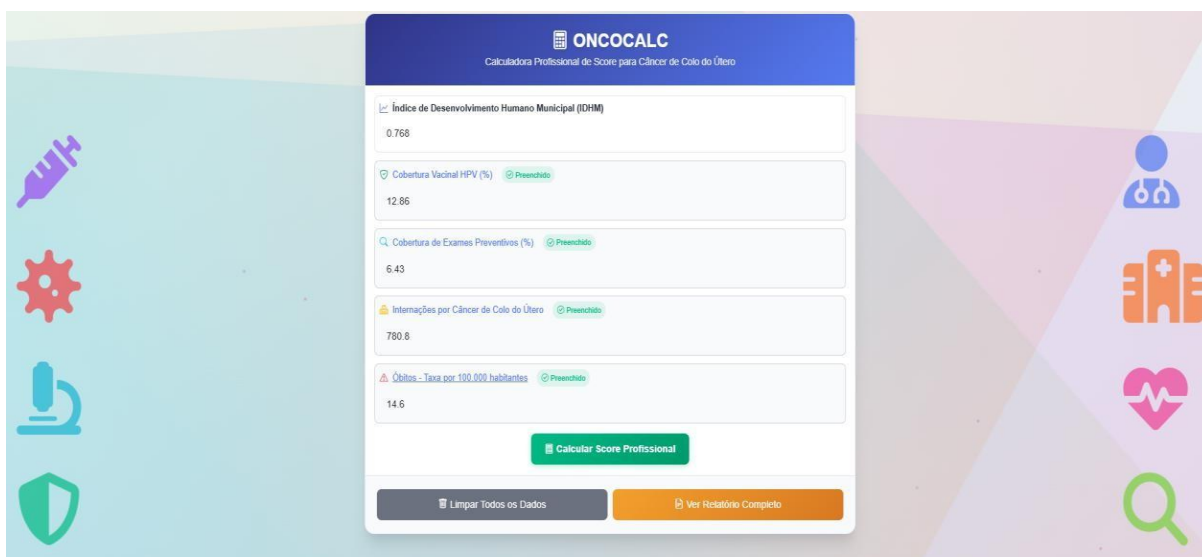
5.4 APLICAÇÃO TESTE

A proposta foi aplicada em caráter piloto no município de São Luís - MA, com o objetivo de avaliar a aplicabilidade prática da ferramenta ONCOCALC no diagnóstico situacional do controle do câncer do colo do útero. Para isso, foram utilizados dados públicos extraídos de sistemas oficiais, como: DATASUS, IBGE, SIM, SIH/SUS e SISCAN, referentes ao município em questão.

O processo de inserção dos dados foi realizado manualmente, por meio da interface do sistema ONCOCALC, uma vez que a ferramenta, em sua versão atual, não está integrada a bancos de dados automatizados. Ao finalizar o preenchimento dos campos referentes a cada indicador, clica-se em “Salvar e Calcular”, etapa que aciona o processamento da lógica limiar com proporcionalidade interna embutida na calculadora.

A seguir, apresenta-se a tela inicial da ferramenta ONCOCALC, gerada após o processamento dos dados inseridos. Esta página exibe de forma consolidada a média individual dos cinco indicadores estratégicos (Figura 08).

Figura 08: Tela inicial da ferramenta ONCOCALC com a média individual dos indicadores



Fonte: ONCOCALC (2025)

Logo abaixo, na seção “Calcular Score Profissional”, é apresentado o escore final do município, obtido a partir da média ponderada dos cinco indicadores inseridos na ferramenta. Esse valor representa uma avaliação objetiva do nível de organização da linha de cuidado para o câncer do colo do útero no território analisado, permitindo uma interpretação clara da situação local. (Figura 09).

Figura 09: Tela da ferramenta ONCOCALC do detalhamento por indicador



Fonte: ONCOCALC (2025)

Ao clicar na opção “Ver relatório completo” na página inicial, a ferramenta ONCOCALC gera automaticamente um documento avaliativo detalhado, que apresenta os resultados de cada indicador de forma individualizada e aprofundada.

O relatório completo pode ser exportado, compartilhado e utilizado como instrumento de suporte para monitoramento, avaliação e tomada de decisão em políticas públicas municipais.

A seguir, são apresentadas as telas correspondentes a cada seção do relatório gerado para o município de São Luís, estado do Maranhão, ilustrando a estrutura, a organização das informações e os elementos visuais que facilitam a compreensão e a análise dos dados pelo usuário final.

Relatório Avaliativo Municipal: Status Geral

O relatório inicia com a apresentação do status do município avaliado, com base na média ponderada dos cinco indicadores estratégicos utilizados pela ferramenta. Essa média é resultado do processamento dos dados inseridos, considerando os pesos diferenciados atribuídos a cada indicador, conforme sua relevância epidemiológica e impacto na linha de cuidado do câncer do colo do útero.

No município de **São Luís – MA**, o escore final obtido foi de **3,3 pontos** em uma escala de 0 a 10, o que corresponde à **classificação “Ruim”**, de acordo com as faixas de desempenho definidas metodologicamente. Esse resultado reflete fragilidades na organização e execução das ações relacionadas à prevenção, rastreamento, diagnóstico e tratamento do câncer do colo do útero, sinalizando a necessidade estratégias e priorização de intervenções. (Figura 10).

Figura 10: Tela do relatório avaliativo municipal “status geral” gerado pela ferramenta ONCOCALC

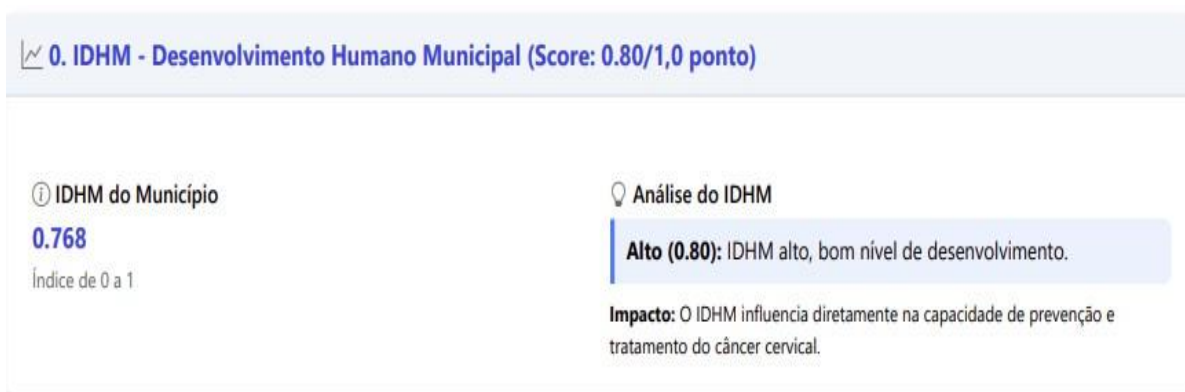


Fonte: ONCOCALC (2025)

Indicador: **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)**

O primeiro indicador avaliado foi o IDHM, que obteve escore de 0,80 em uma escala máxima de 1,0 ponto. Esse resultado é interpretado como altamente positivo, pois evidencia que o município possui boas condições estruturais e socioeconômicas, fatores que impactam diretamente na efetividade das ações de prevenção, rastreamento e tratamento do câncer do colo do útero, criando um cenário mais favorável para a organização da linha de cuidado e para o acesso da população aos serviços de saúde (Figura 11).

Figura 11: Tela do indicador IDHM gerada pela ferramenta ONCOCALC



Fonte: ONCOCALC (2025)

Indicador: **Cobertura Vacinal contra HPV**

Nesta tela, é apresentada a cobertura vacinal contra HPV (2ª dose). São Luís alcançou apenas 12,9% de cobertura, com escore de 0,50 de 1,5 pontos, muito abaixo da meta de 90%. A ferramenta recomenda ações de busca ativa e intensificação de campanhas nas escolas (Figura 12).

Figura 12: Tela do indicador cobertura vacinal HPV gerada pela ferramenta ONCOCALC



Fonte: ONCOCALC (2025)

Indicador: Exames Citopatológicos

O terceiro indicador analisado corresponde à cobertura de exames preventivos (Papanicolau). O município apresentou cobertura média de 6,4%, considerada crítica frente aos parâmetros recomendados. O escore foi 0,00 de 2,0 pontos, refletindo falhas no acesso e na efetividade do rastreamento. A principal recomendação é ampliar os horários de atendimento, inclusive com estratégias fora do horário convencional, e reforçar a busca ativa (Figura 13).

Figura 13: Tela do indicador de exames citopatológicos gerada pela ferramenta ONCOCALC



Fonte: ONCOCALC (2025)

Indicador: Internações por Câncer do Colo do Útero

Aqui é apresentada a média anual de internações hospitalares por câncer do colo do útero, com destaque para o pico de 971 internações em 2022. O escore foi 0,00 de 2,5 pontos, por apresentar uma taxa muito acima da média nacional. A recomendação é focar em rastreamento precoce e redução dos casos avançados (Figura 14).

Figura 14: Tela do indicador de internações por câncer do colo do útero gerada pela ONCOCALC



Fonte: ONCOCALC (2025)

Indicador: Óbitos por Câncer do Colo do Útero

Este indicador avalia a taxa de mortalidade e letalidade por câncer do colo do útero. Durante o período analisado, foram registrados 1125 óbitos, resultando em uma taxa de mortalidade de 14,61 por 100 mil habitantes e uma letalidade geral de 14,4%. Embora esses números indiquem um cenário preocupante para a saúde pública local, o escore atribuído ao município foi de 2,0 em um máximo de 3,0 pontos, pois está dentro da média nacional de referência estabelecida na lógica limiar com proporcionalidade interna adotada pela ferramenta.

Esse resultado demonstra que, apesar do impacto significativo da doença, o município apresenta um desempenho intermediário em relação a outros contextos avaliados. Contudo, a análise reforça a necessidade urgente de fortalecer o acesso ao tratamento oncológico especializado, com ênfase na ampliação da oferta de serviços, melhoria na estrutura e capacitação das equipes de saúde, de modo a reduzir a mortalidade e melhorar o acompanhamento dos casos diagnosticados (Figura 15).

Figura 15: Tela do indicador de óbitos por câncer do colo do útero gerada pela ferramenta ONCOCALC



Fonte: ONCOCALC (2025)

Resumo Executivo e Plano de Ação

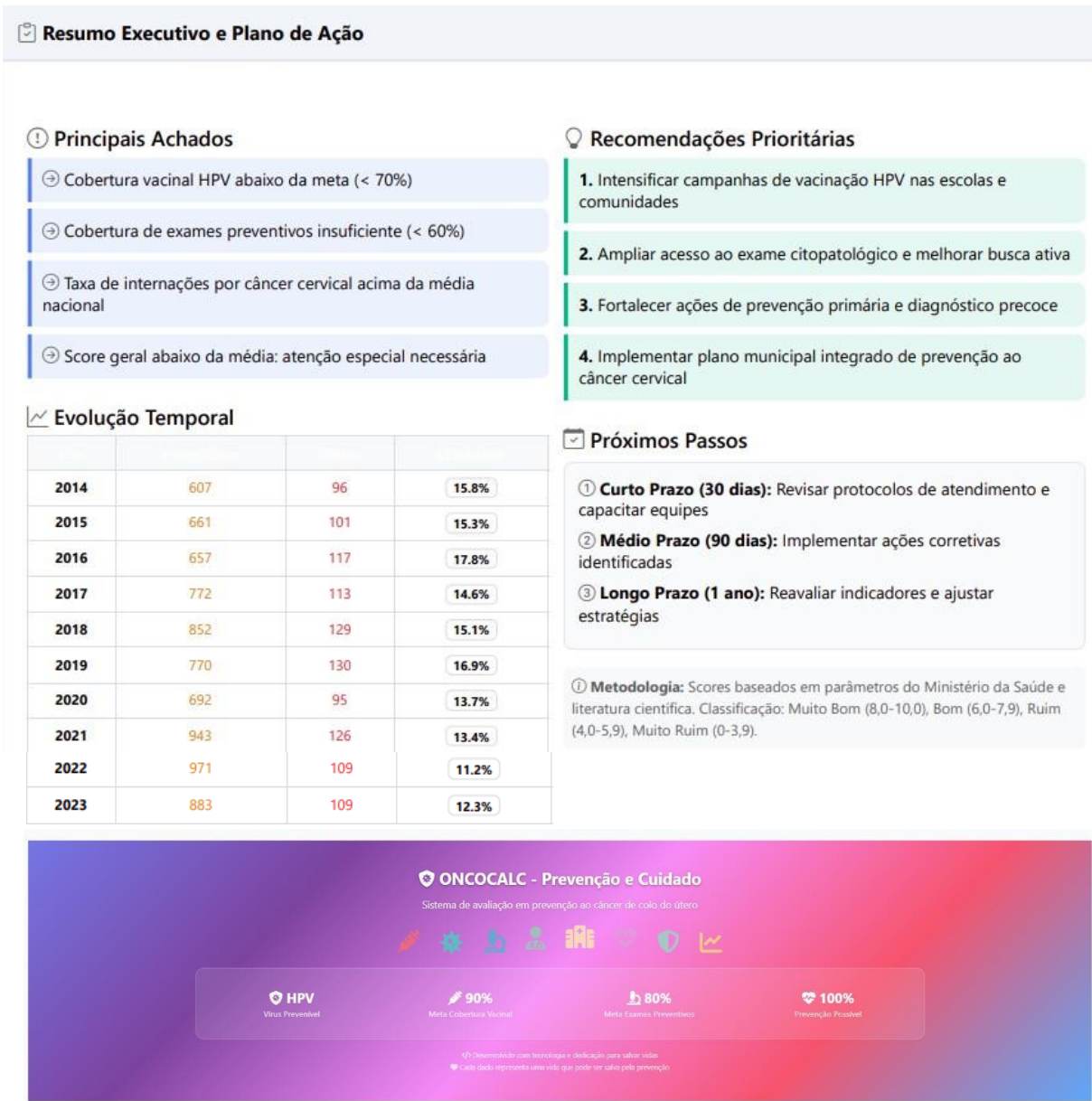
Ao final do relatório, a ferramenta apresenta um resumo consolidado dos principais achados identificados ao longo da análise dos indicadores, destacando os pontos críticos e as áreas que demandam maior atenção. Além disso, são elencadas recomendações prioritárias, cuidadosamente elaboradas para orientar as ações imediatas e estratégicas necessárias ao aprimoramento da linha de cuidado do câncer do colo do útero no município.

Complementando essa etapa, a ONCOCALC oferece uma proposta detalhada de plano de ação, estruturada em prazos de curto, médio e longo prazo, que orienta a implementação gradual das intervenções recomendadas. Essa abordagem temporal permite aos gestores

organizar as atividades de forma escalonada, priorizando iniciativas de impacto rápido e, ao mesmo tempo, estabelecendo metas para melhorias sustentáveis ao longo do tempo.

O objetivo principal dessa fase é fornecer um suporte robusto e fundamentado para a tomada de decisão, facilitando o planejamento estratégico e a execução de políticas públicas baseadas em evidências concretas, promovendo maior efetividade e eficiência nas ações de controle do câncer do colo do útero (Figura 16).

Figura 16: Tela do resumo executivo e plano de ação gerada pela ferramenta ONCOCALC



Os resultados obtidos pela ferramenta ONCOCALC evidenciam um cenário preocupante no município avaliado, com baixos índices de cobertura vacinal e de exames preventivos, além de elevadas taxas de internações e óbitos por câncer do colo do útero.

Apesar do IDHM elevado, os dados revelam fragilidades importantes na efetivação das políticas públicas de prevenção e controle da doença. O escore final de 3,3 pontos indica necessidade urgente de ações estruturadas e integradas, priorizando a ampliação do acesso, a qualificação da atenção básica e o fortalecimento da vigilância em saúde.

6 CONCLUSÃO

O software evidenciou que, apesar dos avanços tecnológicos e das diretrizes de prevenção estabelecidas, o controle do câncer do colo do útero ainda apresenta lacunas significativas nos territórios municipais.

A ferramenta ONCOCALC, desenvolvida neste estudo, demonstrou ser uma estratégia inovadora, viável e de fácil aplicação, capaz de traduzir dados em informações precisas e acessíveis para a tomada de decisão em saúde.

Ao integrar indicadores-chave e aplicar a lógica limiar com proporcionalidade interna para mensuração de desempenho, o software oferece um panorama detalhado da situação municipal, fortalecendo o monitoramento, a vigilância e o planejamento em saúde da mulher.

A aplicação piloto em São Luís, estado do Maranhão, revelou indicadores críticos, como baixa cobertura vacinal e rastreamento insuficiente, corroborando a urgência de medidas intersetoriais.

Conclui-se que a ONCOCALC representa uma inovação com potencial estratégico para o fortalecimento das políticas de prevenção do CCU, contribuindo para reduzir desigualdades regionais, otimizar o uso de recursos e qualificar a gestão em saúde pública.

Assim, recomenda-se a expansão da ferramenta para outros municípios e sua integração às plataformas oficiais de informação em saúde.

7 REFERÊNCIAS

ALKNAWY, B., KOZLAKIDIS, Z., TARKOMA, S., BATES, D., HONKELA, A., CROOKS, G., RHEE, K., MCKILLOP, M. Digital public health leadership in the global fight for health security. *BMJ Glob Health*, 2023.

ALZGHAIBI, H. The gap between bachelor's degree graduates in health informatics and employer needs in Saudi Arabia. *BMC Med Educ*, 2023.

ARAÚJO, D., LIMA, D., CAMPOS, P., AZEVEDO, V., BARBOSA, J. Como as tecnologias de informação e comunicação podem revolucionar a saúde e a medicina. *Revista Científica E-Locução*, v. 1, n. 15, p. 23. 2019. <https://doi.org/10.57209/e-locucao.v1i15.187>.

ARAUJO, G. A. DOS S., MARANHÃO, T. A., SOUSA, D. DE B., SOUSA, G. J. B., NETO, J. C. G. L., PEREIRA, M. L. D., CASTRO, R. R., SILVA, J. W. M. Spatiotemporal pattern and factors related to infant mortality in Northeast Brazil. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, v. 43, p. e20210177, 2022. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2022.20210177>.

ATLAS BRASIL, Atlas do desenvolvimento humano do Brasil, 2023. Acesso em: 05 jan 2025. <http://www.atlasbrasil.org.br/>.

BALASUBRAMANIAM, S. D., BALAKRISHNAN, V., OON, C. E., KAUR, G. Key Molecular Events in Cervical Cancer Development. *Medicina (Kaunas)*, [s. l.], 2019. DOI 10.3390/medicina55070384. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31319555/>. Acesso em: 10 nov. 2024.

BARBOSA, I. R., SOUZA, D. L. B., BARNAL, M. M., COSTA, I. C. C. Desigualdades regionais na mortalidade por câncer de colo de útero no Brasil: tendências e projeções até o ano 2030. *Ciênc Saúde Colet.* 2016;21(1):253-62. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015211.036620156>.

BOGOMAZOVA, T. V.; CHIMITDORZHIEVA, T. N. Analysis of morbidity and mortality of cervical cancer in Zabaikalskii krai. *Gynecology*, v. 22, n. 4, p. 11–16, 10 set. 2020.

BRASIL. Secretaria de Informação e Saúde Digital. Brasília: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: www.saude.gov.br.

BRASIL. Ministério da saúde. Manual do Programa Nacional de Controle do Câncer do Colo do Útero. Brasília: MS, 2016.

BRASIL. Ministério da saúde. Ministério da saúde adota esquema de vacinação em dose única contra o hpv. Disponível em <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/abril/ministerio-da-saude-adota-esquema-de-vacinacao-em-dose-unica-contra-o-hpv>> Acesso em 02 de dezembro de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde lança estratégia nacional para prevenção e eliminação do câncer do colo do útero. [s. l.], 22 mar. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/marco/ministerio-da-saude-lanca-estrategia-nacional-para-prevencao-e-eliminacao-do-cancer-do-colo-do-utero>. Acesso em: 10 abril. 2024.

BRASIL. Ministério da saúde. PORTARIA Nº 396, DE 4 DE MARÇO DE 2011 - Institui o Projeto de Formação e Melhoria da Qualidade de Rede de Saúde (Quali-SUS-Rede) e suas diretrizes operacionais gerais. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt0396_04_03_2011.html. Acesso em: 11 maio.2024.

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria-Executiva. Departamento de Monitoramento e

Avaliação do SUS. Coordenação-Geral de Monitoramento e Avaliação do SUS. Índice de desempenho do Sistema Único de Saúde (IDSUS). Fichas técnicas dos indicadores [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2013 [citado 2025 fev 21]. 16 p. Disponível em: <http://idsus.saude.gov.br/assets/simplificadas.pdf>.

BRASIL. Previne Brasil–Modelo de Financiamento para a APS, 2022. Disponível em: <https://aps.saude.gov.br/gestor/financiamento>.

CANFELL, D., KIM, J. J., BRISSON, M. B., KEANE, A., SIMMS, K. T., CARUANA, M., BURGER, E. A., MARTIN, D., NGUYEN, D. T., BÉNARD, E., SY, S., REGAN, C., DROLET, M., GINGRAS, G., LAPRISE, J., TORODE, J., SMITH, M. A., FIDAROVA, E., TRAPANI, D., BRAY, F., ILBRAWI, A., BROUTET, N., HUTUBESSY, R. *Cancer screening and vaccination strategies to accelerate cervical cancer elimination: A modeling study in 78 low- and lower-middle-income countries. The Lancet*, v. 395, n. 10224, p. 280–289, 2020. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30157-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30157-4/fulltext). Acesso em: 3 jan. 2025.

CANFELL, K. Towards the global elimination of cervical cancer. *Papillomavirus Research*, [s. l.], 6 jun. 2019. DOI 10.1016/j.pvr.2019.100170. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6722296/>. Acesso em: 11 jan. 2024.

CARVALHO, M. A. (2021). Utilização de Sistemas de Informação em Emergências Médicas.

CAVALCANTI, A. C. D., SOUZA, C. H., MARTINS, G. M., PAULA, J. L. S., ROCHA, K. N. S., SOUZA, J. H. K. Eficácia da dose única na imunização contra o HPV. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*. 2019; 28(1): 61-70.

COSTA, K. C.; ORLOVSKI, R. A Importância da Utilização do Software na Área da Saúde. *Revista científica Semana Acadêmica*, v. 50, n. 1., p. 1-21. 2014. https://semanaacademica.com.br/system/files/artigos/a_importancia_da_utilizacao_do_softwa_re_na_area_da_saude.pdf.

CRUZ, L. F., MACIEL, J. M., SALES, J. K. D., RODRIGUES, L. M., SANTOS, S. M. S., CRUZ, R. DE S. L. C., OLIVEIRA, D. R., CAVALCANTE, E. G. R. Educação em saúde para adesão ao Papanicolau: uma revisão de literatura. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, [S. l.], v. 36, 2023.

CUNHA, I. I. B. R., VASCONCELOS, A. C., BRITO, B. F., FIGUEIREDO, B. Q., SOARES, C. A. V. D., SANTOS, D. L. R., PRESOT, I. Q., FREITAS, M. T. O., MARQUES, P. R. C. N., FRANÇA, L. DE A. Câncer de colo uterino: fisiopatologia, manifestações clínicas e principais fatores de risco associados à patogênese. *Research, Society and Development*, v. 11, n 11, e491111133992, 2022.

DABLE, R. G.; MOL, A. C. de A.; LEGEY, A. P. Avaliação do uso da lógica nebulosa para previsão de risco de papiloma vírus humano. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 344–358, set. 2014. DOI:10.3395/reciis.v8i3.846.pt. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/iciict/17121/2/8.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2025.

DONABEDIAN, A. *Explorations in Quality Assessment and Monitoring: The Definition of Quality and Approaches to Its Assessment*. Ann Arbor: Health Administration Press, 1980.

DOU, P., FANG, F., QIN, R., NIE, J., CHEN, X., YIN, X., WANG, Y., SHI, S. Vaginal flora in HPV infection: a cross sectional analysis. *J Obstet Gynaecol (Lahore)*, v. 44, n. 1, 2024.

FINE, P., EAMES, K., HEYMANN, D. L. “Herd immunity”: a rough guide. *Clinical Infectious Diseases*, v.52, n.7, p.911-916, 2011.

FIOCRUZ. História do Câncer, Atores, Cenários e Políticas Públicas: Fundação das Pioneiras Sociais. Disponível em: <https://historiadocancer.coc.fiocruz.br/index.php/pt-br/imagens/pioneiras-sociais>. Acesso em: 05 dez 2023.

FREITAS, DE R. *A inteligência coletiva na bioinformática: uma revisão sistemática da literatura*. 2019. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4594/1/CT_PPGA_M_Freitas%2C_Rodrigo_de_2019.pdf. Acesso em: 16 fev. 2025.

GODOY, L. R., RESENDE, J. C., GUIMARÃES, Y. M., PEDRÃO, P. P., REIS, R. FILHO, A. Implementation of HPV Tests in Latin America: What We Learned; What Should We Have Learned, and What Can We Do Better? *Cancers*, [S.l.], v. 14, n. 11, p. 2612, 25 maio 2022.

GUEDES, T. R. O. DAS N., FILHA, J. DE A. P., ESPINAR, R. M. S., SOUZA, R. F. P. Estratégias educativas para aumentar a adesão ao exame papanicolau: a experiência da UBSF O-16, Manaus-AM. 7(2), 61–71, janeiro, 2021.

HABICHT, J. P., VICTORA, C. G., VAUGHAN, J. P. Evaluation designs for adequacy, plausibility and probability of public health programme performance and impact. *International Journal of Epidemiology*, v.28, n.1, p.10-18, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Maranhão | Cidades e Estados [Internet]. Ibge.gov.br. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/>. Acesso em: 09 set 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). Ações de controle do câncer do colo do útero. Ministério da Saúde. Rio de Janeiro: Inca, 1 out. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/gestor-e-profissional-de-saude/controle-do-cancer-do-colo-do-utero/acoes>. Acesso em: 5 dez. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA (INCA). Atlas da mortalidade. Rio de Janeiro: INCA, 2022. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/app/mortalidade> Acesso em: 21 jul 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. Estimativa 2023: incidência do Câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2022.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA). Dados e número sobre o câncer do colo do útero. Relatório anual -2022. INCA, 2022.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA). Registros de câncer de base populacional. Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. Informativo Detecção Precoce nº1-2023. – Rio de Janeiro: INCA [Internet], 2023.

KUIAVA VA, CHIELLE EO. Epidemiology of cervix cancer in Brazil (2005-2015): study of mortality and hospital intervention rates. *Archives in Biosciences & Health*, 2019; 1: 45-60.

LOPES, V. A. S.; RIBEIRO, J. M. Fatores limitadores e facilitadores para o controle do câncer de colo de útero: uma revisão de literatura. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, n. 9, p. 3431-3442, 2019.

LORENCINI VS, et al. A importância da educação em saúde na promoção do exame Papanicolau: o cuidado com barreiras culturais e psicossociais. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 2024; 6 (7):2213–2227.

Lubianca, J. N., & Capp, E. (2021). Promoção e proteção da saúde da mulher, ATM 2024/1.

MAHAJAN, I. et al. Early adoption of innovation in HPV prevention strategies: closing the gap in cervical cancer. *ecancermedicalscience*, [S.l.], v. 18, 11 set. 2024.

MAIA, M. N., da Silva, R. P. D. O., & dos Santos, L. P. R. (2018). A organização do rastreamento do câncer do colo uterino por uma equipe de Saúde da Família no Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade*, 13(40), 1-10.

MANSUR, A. J.; BARROSO, L. P. Índice de Desenvolvimento Humano e Doenças Crônicas no Brasil entre 1980 e 2019. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 120, n. 4, p. e20230213, 2023. <https://doi.org/10.36660/abc.20230213>.

MARTINS, L. B. M., COSTA, L. H. R., RIBEIRO, M. T. F., SILVA, F. L., SANTOS, K. M. Fatores associados à não realização do exame de Papanicolau entre mulheres em idade reprodutiva. *Rev Enferm UFPE on line*. 2020;14:e243087.

MEIRELLES, R. F., CUNHA, F. J. A. Autenticidade e preservação de registros eletrônicos em saúde: proposta de modelagem da cadeia de custódia das informações orgânicas do SUS. *Rev. Eletron Comun Inf Inov Saúde*, V.14, N.3, P. 580-96, 2020.

MENDES, N. DE O., FERREIRA, V. S., BELFORT, I. K. P., FALCÃO, A. DE S., SAMINESES, S. G., REIS, A. G., VICTOR, E. C., BARREIROS, M. DE O., MONARI, F. F., MARTINS, V. E. D. Avaliação da relação entre a cobertura vacinal contra o HPV em um estado do Brasil com outros indicadores de saúde, *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 12(7), p. e3210. doi: 10.25248/reas.e3210.2020.

NASCIMENTO, I. J. B., ABDULAZEEM H., VASANTHAN, L. T., MARTINEZ, E. Z., ZUCOLOTO, M. L., ØSTENGAARD, L., MUSCAT, N., ZAPATA, T., ORIZ, D. N. Barriers and facilitators to utilizing digital health Technologies by healthcare professionals. *Npj Digit Med*. 18 de setembro de 2023;6(1):1–28.

NETO, G.C.C.; CHIORO, A. Afinal, quantos sistemas de informação existem no Brasil. Cad. Saúde. Pública, V.37, N. 7, e. 00182119. ROCHA, R., ATUN, R., MASSUDA, A., RACHE, B., SPINOLA, P., NUNES, L., LAGO, M., CASTRO, M. C. Lancet Glob Health 2021, Publicado Online 12 de abril de 2021.

NGUYEN, L. H., NGUYEN, L. T. K., NGUYEN, T. T., DAM, V. A. T., VU, T. M. T., NGUYEN, H. A. S., VU, G. T., LATKIN, C. A., HO, R. C. M., HO, C. S. H. Practices, Perceived Benefits, and Barriers Among Medical Students and Health Care Professionals Regarding the Adoption of e Healthin Clinical Settings: Cross-sectional Survey Study. JMIR Med Educ.13 de setembro de 2022;8(3): e34905.

OLIVEIRA, N. P. D., CANCELA, M. DE C., MARTINS, L. F. L., CASTRO, J. L., MEIRA, K. C., SOUZA, D. L. B. Desigualdades sociais no diagnóstico do câncer do colo do útero no Brasil: um estudo de base hospitalar. Ciência & Saúde Coletiva, v. 29, p. e03872023, 17 jun. 2024.

OLIVEIRA, N. P. D., CANCELA, M. DE C., MARTINS, L. F. L., CASTRO, J. L., MEIRA, K. C., SOUZA, D. L. B. Desigualdades sociais no diagnóstico do câncer do colo do útero no Brasil: um estudo de base hospitalar. Ciencia & saude coletiva, v. 29, n. 6, p. e03872023, 2024.

OLIVEIRA, R. G. D. Qualificação de gestores do S. U. S., organizado por Roberta Gondim de Oliveira, Victor Grabois e Walter Vieira Mendes Júnior. Rio de Janeiro, RJ: E. A. D./Ensp, 2009.

OPAS - Organização Panamericana de Saúde. Tecnologias devem garantir inclusão e equidade, reforçam OPAS e Ministério da Saúde do Brasil em Simpósio para fortalecer transformação digital e sistemas de informação. Brasília: OPAS, 2023.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. *Plano de ação para prevenção e controle do câncer do colo do útero 2018–2030: relatório de progresso*. Washington, D.C.: OPAS, 2022. Disponível em: https://www.paho.org/sites/default/files/csp30-inf-12-a-p-pda-cancer-colo-uterio_0.pdf. Acesso em: 20 fevereiro. 2025.

OPAS -Organização Panamericana de Saúde. Oito Princípios Orientadores da Transformação Digital do Setor da Saúde: Um apelo à ação pan-americana. Washington: OPAS, 2021.

PNUD Brasil, 2013. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Estratégia para a eliminação do câncer do colo do útero como problema de saúde pública na América Latina e Caribe. OPAS, 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Relatório do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal 2013.

Ribeiro Filho, M. A., da Silva Quirino, G., de Lima, M. A. G., & Rolim, M. D. S. L. (2021). Estratégias utilizadas para a prevenção do câncer de colo uterino na atenção primária em saúde: revisão da literatura. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza*, 5(1), 3.

RIBEIRO, C. M., CORREA, F. DE M., MIGOWSKI, A. Efeitos de curto prazo da pandemia de COVID-19 na realização de procedimentos de rastreamento, investigação diagnóstica e

tratamento do câncer no Brasil: estudo descritivo, 2019-2020. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 31, p. e2021405, 7 mar. 2022.

ROSS, J. R. Da história a infecção em grupos minoritários: variedades de um fardo global chamado HPV. [s. l.]: Atena Editora, 2023. ISBN 978-65-258-1090-4. DOI 10.22533/at.ed.904232404. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/download-file/6089>. Acesso em: 8 dez. 2023.

SANTOS, A. C. A. S., FARIA, A. P. V., LIMA, A. I. C., FARIA, C. DE O. C., GOULART, C. F., SANTOS, D. B., GANDRA, E. C., REGIS, E. C. R., ANDRADE, F. M. D., LIRA, L. S. S. P., SANTOS, M. C., SOUSA, M. V. V., VIEIRA, M. A. S., SILVA, M. F., JESUS, N. P. S., ROCHA, R. DE P. F., SOARES, S. S. S., ABREU, T. S., FLORENTINO, T. C. Preparatório para residência em enfermagem. Editora Sanar. 4ª edição, Salvador - BA, 2021.

SANTOS, K. M., RIBEIRO, M. T. F., COSTA, L. H. R., MARTINS, L. B. M. Conhecimento e práticas sobre o exame de Papanicolau entre mulheres de uma comunidade vulnerável. *Rev Enferm Atual*. 2018;85(25):e022031.

SARDINHA, L. F., SILVA, I. P. Impactos da fake news sobre a vacinação do hpv em meninas de 9 a 14 anos. *Revista Multidisciplinar em Saúde*, v. 4, n. 4, p. 29-34, 17 nov. 2023. Instituto Multiprofissional de Ensino. <http://dx.doi.org/10.51161/integrar/remis/3868>.

SILVA, I.P.; OLIVEIRA, C.M.S. Análise da cobertura vacinal para a completude do esquema da vacina contra o Papiloma vírus humano no município de Cascavel - Ceará. *Cadernos ESP - Revista Científica da Escola de Saúde Pública do Ceará*, v. 12, n. 2, p. 18-27, 2018.

SILVA, O. M. P. da.; PANHOCA, L. A contribuição da vulnerabilidade na determinação do índice de desenvolvimento humano: estudando o estado de Santa Catarina. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, n. 5, p. 1209–1219, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000500018>.

SILVA, R. C. G., SILVA, A. C. DE O., PERES, A. L., OLIVEIRA, S. R. Profile of women with cervical cancer attended for treatment in oncology center. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*; 2018, 18:4(695–702).

SILVA, V. R., PACHECO, E. S., CARDOSO, O. DE O., LIMA, L. H. DE O., RODRIGUES, M. T. P., MASCARENHAS, M. D. M. Tendência temporal das taxas de incidência e de mortalidade por COVID-19 e sua relação com indicadores socioeconômicos no Piauí: estudo ecológico, 2020-2021. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 31, n. 2, p. e20211150, 2022. <https://doi.org/10.1590/s2237-96222022000200022>.

SOUSA, A. C. DE O., Costa, G. DE S., Reis, J. Q., Oliveira, D. DE, Goiano, L., & Calaça, B. (2017). caracterização das alterações citopatológicas e fatores de riscos associados ao desenvolvimento do câncer de colo utero. *Uningá Review*, 30(1), 67–71.

SOUSA, A. F.; STADULNI, A. R. P.; COSTA, L. B. A. Uso de Dados do Departamento de Informática Do Sistema Único De Saúde (DATASUS) Em Pesquisas Científicas. *Rev.Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Ano 06, Ed.04,v.11,p.171-185,2021.DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/saude/saude-datasus. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/saude-datasus>. Acesso em: 03 jun. 2024.

SOUSA, C. F. Impactos das inovações tecnológicas na saúde: direito à saúde e tecnologia. *Gestão & Cuidado em Saúde*, v. 1, n. 1, p. e11462-e11462, 2023.

TEIXEIRA, M. T. B., GIRIANELLI, V., GAMARRA, C. J., VIVAS, Y. A. V., CAMPOS, A. A. L., DUQYE, K. DE C. D., MACHADO, M. L. S. M., JÚNIOR, J. C. A., SILVA, G. A. A validação da informação autorreferida sobre realização do exame de Papanicolau em mulheres assistidas na Atenção Primária à Saúde. *Revista de APS, Juiz de Fora*, v. 23, n. 2, p. 410-426, 2020. DOI: 10.34019/1809-8363.2020.v23.27747. Disponível em: <http://doi.org/10.34019/1809-8363.2020.v23.27747>.

TOTVS. Saúde digital: o que é, vantagens e tecnologias envolvidas. Portal Totvs 2022. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/instituicoes-de-saude/saude-digital/>.

TSUCHIYA, C., LAWRENCE, T., KLEN, M., FERNANDES, R., ALVES, M. R. O câncer de colo do útero no Brasil: uma retrospectiva sobre as políticas públicas voltadas à saúde da mulher. *JBES -Jornal Brasileiro de Economia da Saúde*, v. 9, n. 1, p. 137–147, 20 abr. 2017.

VICTORA, C. G., HUTTLY, S. R., FUCHS, S. C., OLINTO, M. T. The role of conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. *International Journal of Epidemiology*, Oxford, v. 26, n. 1, p. 224–227, 1997.

WHO - World Health Organization. Global strategy on digital health 2020-2025. Geneva; 2021. Disponível em: <https://www.who.int/docs/default-source/documents/g4dhdaa2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf>.

WHO -World Health Organization. Guideline: recommendations on digital interventions for health system strengthening. Executive summary. Geneva: World Health Organization, 2019.

WHO. Global Initiative on Digital Health. World Health Organization; 2024. Disponível em: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/digital-health-documents/who_brochure_gidh_web.pdf?sfvrsn=479ad67b_3&download=true.

WHO. Global strategy on digital health 2020 -2025. WHO; 2021. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/344249>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Global strategy to accelerate the elimination of cervical cancer as a public health problem*. WHO, 2019.

WOSIK, J., FUDIM, M., CAMERON, B., GELLAD, Z. F., CHO, A., PHINNEY, D., CURTIS, S., ROMAN, M., POON, E. G., FERRANTI, J., KATZ, J. N., TCHENG, J. “Telehealth transformation: COVID-19 and the rise of virtual care”. *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 27, n. 6, 2020.

ZANETTI, A. M. F., SANTOS, D. P., PAZ, G. M., COMPARSI, B., GOBO, A. B. Papel do Biomédico na citologia oncológica e histotecnologia clínica. Editora Científica Digital, v.1, n.35,p.411-414,2021.

GRANOVETTER, M. Modelos de limiar de comportamento coletivo. *Am J Sociol*, 83 (6) (1978), pp. 1420 – 1443.

RICHARDSON, M., DOMINGOS, P. Minerando sites de compartilhamento de conhecimento para marketing viral. Em: Anais da oitava conferência internacional ACM SIGKDD sobre descoberta de conhecimento e mineração de dados. 2002, p. 61–70.