



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TELEINFORMÁTICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

FELIPE JONATHAN BARROS DE OLIVEIRA

**PROTÓTIPO DE SISTEMA WEB PARA GERENCIAMENTO DE CONSULTAS
PRÉ-NATAIS DE BAIXO RISCO: OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS PARA
PROFISSIONAIS DE SAÚDE DA MULHER**

FORTALEZA

2025

FELIPE JONATHAN BARROS DE OLIVEIRA

PROTÓTIPO DE SISTEMA WEB PARA GERENCIAMENTO DE CONSULTAS
PRÉ-NATAIS DE BAIXO RISCO: OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS PARA
PROFISSIONAIS DE SAÚDE DA MULHER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Victor Hugo Costa de Albuquerque.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B277p Barros de Oliveira, Felipe Jonathan.
Protótipo de Software Web para Gerenciamento de Consultas Pré-Natais de Baixo Risco : Otimização dos Processos para Profissionais de Saúde da Mulher / Felipe Jonathan Barros de Oliveira. – 2025.
56 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Computação, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Victor Hugo Costa de Albuquerque.

1. Engenharia de Software. 2. Saúde da gestante. 3. Experiência do Usuário. 4. Usabilidade. 5. Saúde Digital. I. Título.

CDD 621.39

FELIPE JONATHAN BARROS DE OLIVEIRA

PROTÓTIPO DE SISTEMA WEB PARA GERENCIAMENTO DE CONSULTAS
PRÉ-NATAIS DE BAIXO RISCO: OTIMIZAÇÃO DOS PROCESSOS PARA
PROFISSIONAIS DE SAÚDE DA MULHER

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Computação do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Computação.

Aprovada em: 12/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Victor Hugo Costa de
Albuquerque (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

M.Sc Rômulo Cesar Cunha Lima
Instituto Federal do Ceará - IFCE

M.Sc Francisco Estevao Simão Pereira
Universidade de Fortaleza - Unifor

Aos meus pais, por acreditarem em mim e me apoiarem em todos os momentos. A história de vida de vocês é a minha maior inspiração e motivação para seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, aos meus pais, cuja dedicação e esforço moldaram o meu caráter e me tornaram a pessoa que sou.

À minha companheira, Rafaela Brandão, que esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis e não me deixou desistir. Sua parceria foi fundamental para que eu chegasse até aqui.

Aos meus amigos de graduação e de vida, especialmente Anderson Moura e Mário Cesar, por tornarem essa jornada muito mais prazerosa com a amizade e os momentos compartilhados.

Ao Prof. Dr. Victor Hugo Costa de Albuquerque, pela orientação, apoio e pelas valiosas contribuições na validação de ideias e resultados.

Aos membros da banca examinadora, pelo tempo dedicado, pelas relevantes colaborações e pelas sugestões que enriqueceram este trabalho.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre
aquilo que todo mundo vê”

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

A qualidade dos registros no pré-natal tem impacto direto na promoção da saúde da gestante e do recém-nascido. Diante desse cenário, o registro e o acesso aos dados gerados durante a gestação devem ser realizados de forma consistente para permitir o sucesso do cuidado. Contudo, é possível identificar, através da literatura especializada, diversas deficiências associadas ao uso da Caderneta da Gestante que levam à incompletude e à ilegibilidade dos dados, além de imporem uma carga administrativa que prejudica a atuação do profissional. Com o objetivo de superar esses gargalos operacionais e potencializar o desempenho de médicos e enfermeiros, este trabalho desenvolveu e validou a usabilidade de um sistema web capaz de apoiar o acompanhamento pré-natal de baixo risco ao facilitar o cadastro de dados, automatizar cálculos obstétricos, melhorar a visualização histórica e fornecer contexto clínico prévio. Nesse sentido, o estudo definiu uma metodologia de desenvolvimento voltada ao domínio e centrada no usuário, demonstrando que a aplicação de paradigmas como *Domain-Driven Design* (DDD) e Arquitetura Hexagonal é capaz de produzir soluções de software com alta aderência e percepção de valor para a área médica. A validação da proposta evidenciou-se na avaliação da usabilidade da ferramenta, que demonstrou alta aceitação por parte dos profissionais de saúde, atingindo nota 77.5 na *System Usability Scale* (SUS) e superando o limiar tradicional de 68 pontos.

Palavras-chave: Usabilidade; Experiência do Usuário; Engenharia de Software; Desenvolvimento Orientado ao Domínio; Saúde Digital; Saúde da gestante;

ABSTRACT

The quality of prenatal records directly impacts health outcomes for both pregnant women and newborns. Consequently, data recording and access throughout pregnancy must be consistent to ensure effective care. However, current literature highlights various shortcomings associated with the use of the Caderneta da Gestante, leading to data incompleteness and illegibility while imposing an administrative burden that hinders professional practice. To address these operational bottlenecks and enhance the performance of the professionals, this study developed and validated the usability of a web-based system designed to support low-risk prenatal care. The system facilitates data entry, automates obstetric calculations, improves historical data visualization, and provides prior clinical context. The study established a domain-oriented, user-centric development methodology, demonstrating that paradigms such as Domain-Driven Design (DDD) and Hexagonal Architecture yield software solutions with high adherence and perceived value in the medical field. The proposal was validated through a usability assessment, revealing high acceptance among health professionals, with a System Usability Scale (SUS) score of 77.5, surpassing the standard benchmark of 68 points.

Keywords: Usability; User Experience; Software Engineering; Domain Oriented Development; Digital Health; Pregnant women's health

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação do núcleo e a camada de adaptadores da arquitetura hexagonal	17
Figura 2 – Escalas de classificação da nota da SUS	21
Figura 3 – Diagrama do modelo de processo sequencial orientado ao planejamento . .	22
Figura 4 – Diagrama Entidade-Relacionamento do sistema	28
Figura 5 – Página Listagem de Pacientes	31
Figura 6 – Página Listagem de Pacientes: Formulário de acolhimento	32
Figura 7 – Página Nova Consulta: Seção de registro do exame físico específico	32
Figura 8 – Página Nova Consulta: Seção de exames trimestrais	33
Figura 9 – Página Nova Consulta: Formulário de novo exame trimestral	34
Figura 10 – Página Nova Consulta: Formulário de novo ultrassom	34
Figura 11 – Página Acompanhamento: Seção de informações clínicas da paciente	35
Figura 12 – Página Acompanhamento: Seção de exames	36
Figura 13 – Página Acompanhamento: Seção de consultas	36
Figura 14 – Notas por aspecto avaliado	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese dos conceitos e arquiteturas aplicadas ao projeto e suas justificativas	16
Tabela 2 – Relação entre as perguntas da escala SUS e aspectos de avaliação	20
Tabela 3 – Caso de uso de registro de pacientes	24
Tabela 4 – Caso de uso de iniciar consulta	24
Tabela 5 – Caso de uso de registro de exame físico geral e específico	25
Tabela 6 – Caso de uso de registro de exames trimestrais	25
Tabela 7 – Caso de uso de registro de ultrassonografias	26
Tabela 8 – Caso de uso de finalizar consulta	26
Tabela 9 – Caso de uso relatório de acompanhamento da paciente	27
Tabela 10 – Mapeamento dos <i>endpoints</i> RESTful, seus <i>controllers</i> e recursos de domínio	29
Tabela 11 – Respostas e Notas dos participantes no teste de usabilidade	38
Tabela 12 – Relação entre as notas médias da perguntas da escala SUS e aspectos de avaliação	39
Tabela 13 – Síntese dos principais pontos fortes e fracos identificados na análise qualita- tiva dos testes de usabilidade	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Estrutura do Documento	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	Saúde materna e registros clínicos durante o pré-natal	14
2.2	A Caderneta da Gestante como instrumento de registro clínico	14
2.3	Sistemas Digitais de Apoio à Atenção Primária em Saúde	15
2.4	Modelagem e Arquitetura do Sistema	16
2.4.1	<i>Modelagem de Domínio</i>	16
2.4.2	<i>Arquitetura Hexagonal</i>	17
2.4.3	<i>API RESTful</i>	18
2.5	Usabilidade em sistemas	18
2.5.1	<i>Conceitos de usabilidade e projeto centrado no usuário</i>	19
2.5.2	<i>Avaliação da usabilidade com o System Usability Scale (SUS)</i>	19
3	METODOLOGIA	22
3.1	Desenvolvimento da Solução	22
3.1.1	<i>Requisitos do sistema</i>	23
3.2	Tecnologias utilizadas	27
3.3	Sistema final	30
3.3.1	<i>Módulo de Consulta</i>	31
3.3.2	<i>Módulo de Acompanhamento</i>	34
3.4	Descrição do teste de usabilidade	36
4	RESULTADOS	38
4.1	Resultados do teste de usabilidade	38
4.2	Discussão dos resultados	41
5	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	45
	REFERÊNCIAS	47
	APÊNDICE A –INSTRUÇÕES E CONSENTIMENTO DO TESTE DE USABILIDADE	50
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS	52
	APÊNDICE C –TAREFAS DO TESTE DE USABILIDADE	55

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o acompanhamento pré-natal é uma política pública que engloba iniciativas de promoção de saúde para as gestantes e os recém-nascidos. Para que esta política resulte em ações efetivas de monitoramento de saúde, práticas preventivas e fundamentos indicadores públicos de qualidade, é necessário que os dados clínicos gerados sejam sólidos e rastreáveis (Brasil. Ministério da Saúde., 2012).

O pré-natal abrange as diversas dimensões do cuidado, tanto no âmbito clínico com exames e imunizações, quanto no suporte às necessidades emocionais e estruturais da paciente. (SILVA *et al.*, 2020). Para registrar e integrar esses cuidados, a Caderneta da Gestante atua como instrumento de registro e acompanhamento dos dados clínicos gerados. Contudo, o modelo impresso apresenta limitações que tornam o processo suscetível a erros de preenchimento e incompletude, somados aos riscos de extravio ou deterioração do documento. Essas fragilidades sobrecarregam e prejudicam a atuação profissional, diminuindo a qualidade do cuidado e da atenção à gestante (CAMARGOS *et al.*, 2021).

Essas falhas operacionais além de gerar retrabalho, inviabilizam a vigilância efetiva em saúde, o monitoramento de indicadores da Atenção Primária e o planejamento estratégico do cuidado em âmbito nacional (FRACOLLI *et al.*, 2014). A associação entre a qualidade dos indicadores de assistência pré-natal e desfechos neonatais ruins é evidenciada na literatura, como em um estudo transversal no Ceará, que relacionou estatisticamente o aumento da morbimortalidade infantil à descontinuidade da assistência durante a gestação (VIDAL *et al.*, 2024). Portanto, a confiabilidade e disponibilidade dos dados clínicos são a base para ações de monitoramento e identificação precoce de riscos gestacionais.

Em resposta a essa lacuna na confiabilidade dos dados, o setor da saúde tem intensificado o desenvolvimento de *softwares* voltados para o apoio à atuação do profissional de saúde, cujo objetivo é reduzir a carga administrativa, superar a necessidade de registros manuais, gerência de dados e fragmentação da informação, permitindo atuação sincronizada de grandes equipes (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2016).

Com o objetivo de promover a qualificação dos registros e apresentar uma alternativa robusta para as limitações da caderneta impressa, o presente trabalho desenvolveu um sistema voltado à digitalização da Caderneta por meio da informatização dos fluxos de cadastro e exibição de dados clínicos, assegurando a integridade das informações e a celeridade nas atividades das equipes de saúde. A solução atua na transformação de registros passivos em uma ferramenta

de visualização de dados e suporte a tomada de decisão, superando riscos associados à versão impressa, como perda de informação e incompletude.

O escopo da pesquisa concentra-se no acompanhamento de gestações de baixo risco, situando-se na interseção entre a Engenharia de Software e a Saúde Pública. Para validar a eficácia da ferramenta e sua aderência às rotinas assistenciais, foram conduzidos testes de usabilidade com profissionais da área. Essa etapa avaliou desde o acolhimento da paciente até a visualização de indicadores, mensurando se a tecnologia proposta efetivamente reduz a carga cognitiva do profissional e amplia a confiabilidade do monitoramento pré-natal.

1.1 Estrutura do Documento

Este trabalho está organizado em cinco capítulos, a fim de apresentar de forma clara e sequencial a pesquisa desenvolvida.

No Capítulo 2, é apresentada a fundamentação teórica, que aborda os conceitos essenciais sobre a saúde materna e a Caderneta da Gestante, discute os princípios de arquitetura e modelagem de sistemas que guiaram o desenvolvimento e, por fim, explora os fundamentos de usabilidade que nortearam a validação da solução.

O Capítulo 3 descreve a metodologia, detalhando o processo de levantamento de requisitos, as tecnologias empregadas, a arquitetura do sistema e o protocolo utilizado para a condução dos testes de usabilidade com os profissionais de saúde.

No Capítulo 4, são apresentados e discutidos os resultados da pesquisa. Esta seção expõe tanto os dados quantitativos coletados por meio da escala SUS quanto os dados qualitativos obtidos nas entrevistas, interpretando os achados e identificando os pontos fortes e as oportunidades de melhoria do protótipo.

O Capítulo 5 traz as conclusões e trabalhos futuros, no qual se sintetizam as principais contribuições do estudo em resposta à questão de pesquisa. Além disso, são apontadas as limitações do trabalho e propostas direções para a evolução e aprofundamento da pesquisa.

Finalmente, são apresentadas as referências utilizadas e os apêndices, que contêm os instrumentos de pesquisa, como os termos de consentimento, os questionários aplicados e as tarefas realizadas durante os testes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica necessária para compreensão da solução desenvolvida. Serão abordados os temas com relevância no âmbito das consultas pré-natais, uso da Caderneta da Gestante, arquitetura de sistemas e testes de usabilidade.

2.1 Saúde materna e registros clínicos durante o pré-natal

O pré-natal é uma política de acompanhamento, cuidado e orientação à gestante que se estende desde a descoberta da gestação até o período pós-parto. Trata-se de uma diretriz estruturante da Atenção Primária à Saúde (APS), sendo uma estratégia dedicada a promoção do bem-estar materno-infantil. Durante o período, são realizadas consultas regulares, exames laboratoriais e de imagem, suplementação nutricional e imunização, além da oferta de orientações sobre autocuidado, parto, amamentação e cuidados com o recém-nascido (Brasil. Ministério da Saúde., 2012).

A identificação precoce de condições adversas facilita intervenções e reduz a ocorrência de complicações. Ademais, o pré-natal é um espaço privilegiado para a educação em saúde, permitindo o fortalecimento do vínculo entre a gestante e os profissionais, bem como um espaço para a realização da escuta ativa e o apoio emocional à gestante (LIMA *et al.*, 2024).

Evidencia-se, assim, que a efetividade do pré-natal depende da qualidade da interação profissional. É imprescindível que o profissional esteja disponível à paciente durante as consultas, exercendo as vigilâncias técnica e a humana. A primeira exige atenção aos dados clínicos, assegurando sua relevância para o diagnóstico. A segunda demanda uma presença de escuta e apoio, essencial para perceber alterações sutis no estado da gestante. Essa combinação de rigor técnico e cuidado humanizado é o que permite ao profissional antecipar-se a potenciais complicações, garantindo a segurança da mãe do bebê.

2.2 A Caderneta da Gestante como instrumento de registro clínico

A Caderneta da Gestante é o instrumento oficial do Ministério da Saúde do Brasil, adotado como ferramenta de acompanhamento e assistência das gestantes durante o período pré-natal. Embora seja fundamental para o registro de dados clínicos, consultas, exames e vacinação, sua função transcende o mero arquivamento, pois também atua como instrumento educativo a respeito da gestação e cuidados com o recém-nascido, além de sincronizar a atuação

dos profissionais e garantir a continuidade do cuidado. (Brasil. Ministério da Saúde, 2024).

Contudo, apesar de sua relevância, a versão impressa da Caderneta da Gestante apresenta limitações que podem gerar inconsistências. É comum que profissionais de uma mesma equipe registrem informações parecidas de formas diferentes, o que dificulta a interpretação do histórico da paciente. Além disso, por ser um documento físico único, não há como recuperar as informações caso a gestante o perca, esqueça ou danifique o documento. Essas questões impactam o cuidado individual e o uso das informações para vigilância epidemiológica, gestão da saúde local, formulação de políticas públicas e construção de indicadores (CAMARGOS *et al.*, 2021).

Sendo assim, a digitalização da parte clínica da Caderneta da Gestante representa uma estratégia complementar interessante, onde a proposta é criar um sistema capaz de otimizar a realização de registros, concentrando os dados do acompanhamento profissional. Com isso, a versão impressa pode manter-se como instrumento educativo e de orientação contínua, reforçando o papel do empoderamento materno e promoção da autonomia em saúde. A informatização desses fluxos permite ganhos significativos em padronização, controle de acesso, rastreabilidade, armazenamento seguro e integração entre serviços, ao passo que facilita a geração de alertas clínicos e resumos automatizados, qualificando a tomada de decisão e fortalecendo a gestão do cuidado (KAPPLER, 2020).

2.3 Sistemas Digitais de Apoio à Atenção Primária em Saúde

A iniciativa e-Saúde, proposta pela Organização Mundial da Saúde (OMS), é definida como o uso custo-efetivo e seguro das tecnologias de informação e comunicação no suporte à saúde. Essa diretriz incentiva a incorporação de tecnologias na prática clínica com o objetivo de melhorar a qualidade e a efetividade dos serviços (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2016). No contexto brasileiro, já existem iniciativas nesse sentido, como o Prontuário Eletrônico do Cidadão e a Rede Nacional de Dados em Saúde (Brasil. Ministério da Saúde, 2023). Essas ações demonstram uma frente institucional que reconhece a digitalização como um elemento estratégico para a qualificação da Atenção Primária à Saúde.

Diante desse cenário, os princípios da saúde digital devem ser operacionalizados em soluções tecnológicas que dialoguem com a realidade dos serviços clínicos. Uma aplicação voltada ao acompanhamento pré-natal deve, portanto, integrar os processos comumente realizados, como acolhimento, consulta e análise de exames, automatizando tarefas repetitivas e

padronizando registros clínicos. Essas estratégias contribuem diretamente para a redução da carga administrativa, permitindo que os profissionais de saúde concentrem seus esforços nas atividades de cuidado direto à gestante (RABERY *et al.*, 2025).

2.4 Modelagem e Arquitetura do Sistema

A definição da arquitetura fundamentou-se em abordagens consolidadas do desenvolvimento de sistemas centrados no domínio. Dentre essas abordagens, destacam-se o Desenvolvimento Direcionado ao Domínio, do inglês *Domain Driven Design* (DDD), a Arquitetura Hexagonal e a especificação RESTful. A Tabela 1 apresenta uma síntese dos princípios-chave de cada conceito e a justificativa de sua aplicação no sistema.

Tabela 1 – Síntese dos conceitos e arquiteturas aplicadas ao projeto e suas justificativas

Conceito/Arquitetura	Princípio chave	Uso no projeto
Domain-Driven Design (DDD)	Separação entre lógica de negócio e infraestrutura técnica.	Garantir que a lógica do cuidado pré-natal permaneça isolada de tecnologias específicas (banco de dados, frameworks ou interfaces), facilitando a evolução, manutenção e testabilidade do sistema.
Arquitetura Hexagonal	Independência entre o núcleo de negócio e as camadas externas de entrada e saída (portas e adaptadores).	Permitir que o sistema se mantenha estável frente a mudanças em interfaces (por exemplo, <i>web</i> , <i>mobile</i> ou API) e integrações externas, assegurando acoplamento mínimo e alta coesão.
RESTful API	Comunicação baseada em recursos, métodos HTTP padronizados e representação independente de formato.	Facilitar a interoperabilidade entre módulos e sistemas, permitindo a integração futura com outras aplicações da rede pública de saúde e assegurando escalabilidade e baixo acoplamento.

Fonte: Elaborada pelo autor.

2.4.1 Modelagem de Domínio

O DDD é um conjunto de princípios que orientam a modelagem de um domínio de negócio e a sua subsequente transcrição para *software*. O DDD enfatiza a separação entre as regras e os elementos instáveis de implementação, permitindo uma evolução coerente com as especificidades do domínio. Estruturas como Entidades, Objetos de Valor e Agregados são usados para modelar regras e funcionalidades que reproduzem comportamentos significativos, resguardando as lógicas de negócios contra mudanças tecnológicas (VERNON, 2013).

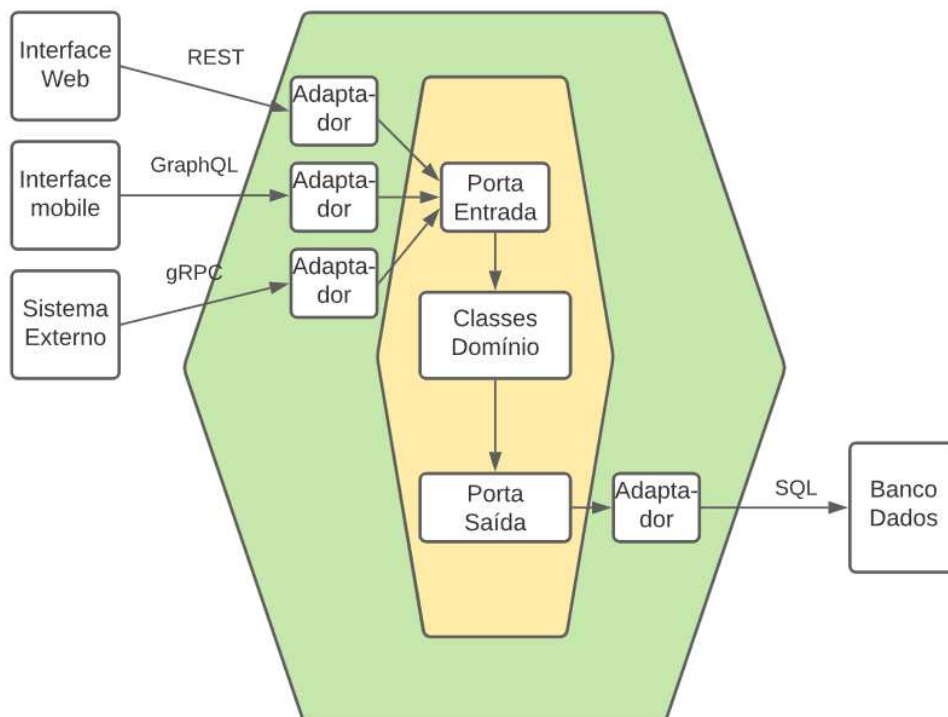
Uma característica do DDD é a participação ativa de especialistas, pessoas interessa-

das no sistema e que possuem profundo conhecimento da área a ser modelada. Essa colaboração visa garantir que o código desenvolvido se aproxime da linguagem do domínio, empregando termos que são usados na prática e permitem que o especialista contribua na construção do sistema mesmo sem possuir conhecimento técnico na área de sistemas (EVANS, 2004).

2.4.2 Arquitetura Hexagonal

A arquitetura Hexagonal adota uma metodologia de desenvolvimento cuja finalidade é separar as regras de negócio, designadas como o núcleo da aplicação, dos elementos de maior volatilidade vinculados à tecnologia. Tais elementos incluem banco de dados e filas de mensageria, mecanismos de comunicação assíncrona. Este núcleo isolado, representado na Figura 1, interage com o ambiente externo exclusivamente por meio de interfaces, nas quais implementações são conectadas com o objetivo de viabilizar uma maior modularidade, independência tecnológica e testabilidade (COCKBURN, 2005).

Figura 1 – Representação do núcleo e a camada de adaptadores da arquitetura hexagonal



Fonte: (VALENTE, 2020)

Esta abordagem facilita a evolução e a substituição de tecnologias externas ao domínio, que apenas têm a função de prover serviços às necessidades de negócio, sem influenciar na lógica que garante o valor do sistema. Na Arquitetura Hexagonal, as classes responsáveis por

representar as entidades e os fluxos de domínio estão desacopladas das classes de infraestrutura, promovendo, assim, a independência tecnológica e, conseqüentemente, evoluções e alterações sem nenhum impacto as regras de negócio. Ademais, a arquitetura facilita o compartilhamento da lógica em múltiplos sistemas de naturezas distintas, como soluções *web*, *mobile*, *desktop*, entre outras (VALENTE, 2020).

2.4.3 API RESTful

As interfaces de programação de aplicações, do inglês *Application Programming Interface* (API), constituem conjuntos de protocolos, definições e ferramentas voltados ao desenvolvimento de sistemas de software, com o propósito de viabilizar a comunicação entre diferentes soluções e serviços sem que seja necessário conhecer a implementação interna de sistemas de terceiros.

Na construção de APIs, a arquitetura *Representational State Transfer* (REST) define um conjunto de restrições fundamentais. O pilar central é a separação entre cliente e servidor, que se comunicam através de um protocolo sem estado (*stateless*). Isso significa que cada requisição é processada de forma independente, sem depender de interações anteriores. Para otimizar esse fluxo, o REST permite o armazenamento temporário de dados para a redução de processamento repetitivo. Complementarmente, a arquitetura exige uma interface uniforme e uma organização em sistema de camadas. Essas restrições simplificam a implementação e promovem modularidade e escalabilidade ao organizar os servidores em hierarquias não visíveis ao cliente. (FIELDING, 2000).

Padrões internacionais, como o HL7 FHIR (*Fast Healthcare Interoperability Resources*), indicam que a interoperabilidade em saúde digital tende a se apoiar em modelos baseados em REST, sobretudo devido à compatibilidade com tecnologias *web* e *mobile* (AYAZ *et al.*, 2021).

2.5 Usabilidade em sistemas

Nos tópicos a seguir serão apresentados os conceitos de usabilidade usados na construção das interfaces e o teste escolhido para validar a sistema construído.

2.5.1 Conceitos de usabilidade e projeto centrado no usuário

A usabilidade pode ser compreendida como o grau em que um sistema pode ser utilizado por usuários específicos para alcançar objetivos determinados com efetividade, eficiência e satisfação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011). O desenvolvimento de sistemas voltados para o setor da saúde exige não apenas precisão funcional, mas também excelência em usabilidade, dado o impacto direto que as ferramentas exercem sobre o fluxo de trabalho e a segurança do cuidado (ROGERS *et al.*, 2005).

O Design Centrado no Usuário, do inglês *User Centered Design* (UCD), configura-se como uma abordagem fundamentada na compreensão das necessidades, comportamentos e contextos dos usuários. Em contraste com paradigmas anteriores, em que os usuários eram obrigados a adaptar-se às limitações impostas pelos sistemas, o UCD propõe uma inversão dessa lógica, em que cabe ao produto moldar-se às expectativas e capacidades de seus usuários, promovendo uma experiência mais eficiente, intuitiva e satisfatória (FERRIS, 2004).

Essa abordagem contribui para a inclusão e acessibilidade do perfil específico de usuário das aplicações clínicas, para o qual é essencial que o sistema seja adaptado para o uso específico, além de agregar valor estratégico ao produto. Ao alinhar-se às reais demandas do público-alvo, torna-se possível reduzir erros, otimizar a adoção da solução e ampliar seu potencial de sucesso e retorno.

2.5.2 Avaliação da usabilidade com o System Usability Scale (SUS)

Os testes de usabilidade têm como objetivo identificar barreiras de interação, compreender comportamentos dos usuários, avaliar a experiência com o sistema e revelar oportunidades de melhoria. Trata-se de uma prática consolidada na engenharia de software, especialmente em projetos voltados ao uso em ambientes críticos, como a saúde, para os quais é necessário garantir que o sistema seja efetivamente utilizável, útil e percebido como valioso por seus usuários (NORMAN, 2013).

Dentre os instrumentos utilizados para mensuração de usabilidade, destaca-se a *System Usability Scale* (SUS), ou Escala de Usabilidade do Sistema, um método quantitativo criado por John Brooke em 1986. O SUS foi projetado para avaliar dimensões como efetividade, eficiência e satisfação, permitindo uma análise objetiva da qualidade da interação entre o usuário e o sistema (BROOKE, 2013).

A escala SUS consiste em um questionário com dez afirmações, nas quais os usuários devem indicar seu grau de concordância utilizando uma escala Likert de cinco pontos, variando de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). As questões são organizadas de forma a alternar afirmações positivas e negativas, o que contribui para mitigar respostas tendenciosas e estimular a reflexão crítica dos participantes. Cada uma das afirmações busca avaliar diferentes aspectos como descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Relação entre as perguntas da escala SUS e aspectos de avaliação

Aspecto avaliado	Número das questões
Facilidade de aprendizagem	3, 4, 7, 10
Eficiência	5, 6, 8
Facilidade de memorização	2
Minimização de erros	6
Satisfação	1, 4, 9

Fonte: elaborada pelo autor.

O cálculo da pontuação final segue um procedimento padronizado:

1. Para as questões de número ímpar (1, 3, 5, 7, 9), subtrai-se 1 da pontuação atribuída pelo usuário.
2. Para as questões de número par (2, 4, 6, 8, 10), subtrai-se a pontuação de 5 (ou seja, $5 - x$).
3. Os valores obtidos são somados e o resultado é multiplicado por 2.5, gerando uma pontuação total que varia de 0 a 100.

Esse processo é sintetizado na Equação (2.1).

$$\text{Score SUS} = 2.5 \cdot \left(\sum_{i \text{ ímpar}} (P_i - 1) + \sum_{j \text{ par}} (5 - P_j) \right) \quad (2.1)$$

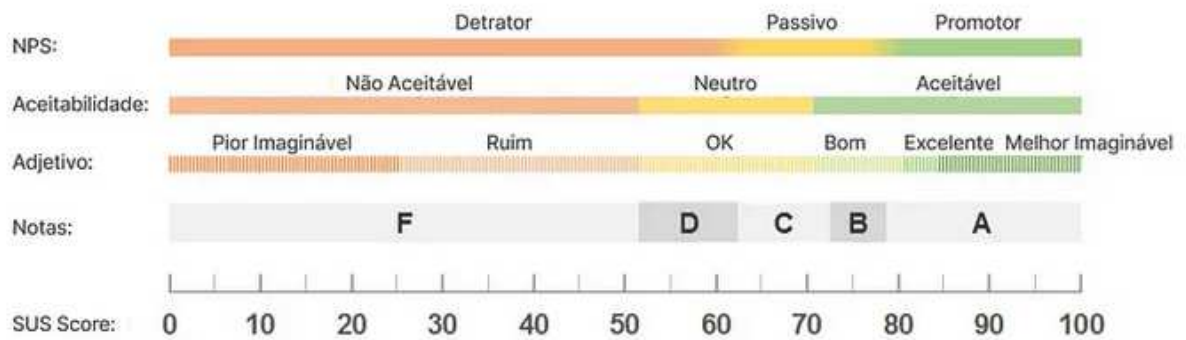
onde:

- P_k representa a pontuação (de 1 a 5) dada pelo usuário à questão k .

Para a escala SUS o valor de 68 pontos é considerado o limiar de aceitabilidade no contexto de usabilidade. Valores superiores a esse patamar são usualmente interpretados como acima da média e indicativos de boa usabilidade. A Figura 2 ilustra as conversões tradicionalmente aplicadas nas notas da escala SUS que permitem a tradução dos valores numéricos em conceitos mais acessíveis ao entendimento do público geral.

Para além das escalas de conversão mais subjetivas, destaca-se a importância das escalas de aceitabilidade e da escala *Net Promoter Score* (NPS). A interpretação relacionada

Figura 2 – Escalas de classificação da nota da SUS



Fonte: (SAURO, 2018)

à aceitabilidade realça a posição do software em uma gama de aceitação pelos usuários finais, categorizada como não aceitável, neutra ou aceitável. Embora essa classificação possa parecer simples, ela comunica de forma eficaz e acessível a qualidade da interação percebida pelos usuários. Outra escala de conversão relevante é a NPS, uma métrica que pode ser associada à nota SUS para avaliar a experiência do cliente, mensurando a probabilidade de recomendar o produto a outras pessoas, atuando como um promotor ou detrator da imagem da aplicação para outros potenciais usuários (BANGOR *et al.*, 2009).

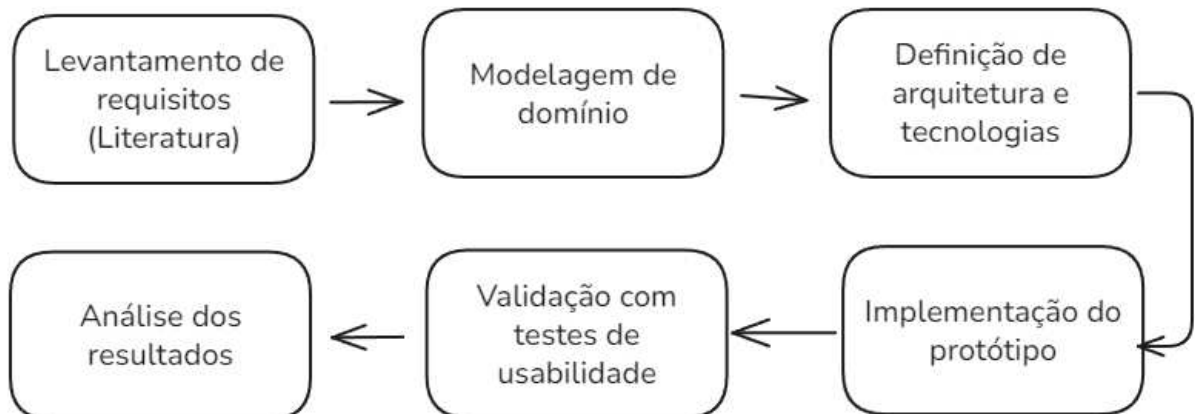
3 METODOLOGIA

O presente capítulo apresenta as etapas do desenvolvimento e testes da Caderneta Digital da Gestante (CDG). Serão abordadas a fase de planejamento do sistema, elicitação de requisitos, tecnologias, a solução computacional desenvolvida e descrição dos testes de usabilidade.

3.1 Desenvolvimento da Solução

O desenvolvimento da solução seguiu uma abordagem sequencial baseada em modelos tradicionais de engenharia de software, cujas fases estão detalhadas na Figura 3. Neste contexto, as etapas do processo foram definidas e organizadas de forma a garantir que os entregáveis de cada fase fossem devidamente validados e consolidados antes do avanço para as fases subsequentes. (VALENTE, 2020).

Figura 3 – Diagrama do modelo de processo sequencial orientado ao planejamento



Fonte: elaborada pelo autor.

Adicionalmente, para enriquecer essa abordagem, foi incorporado ao processo a participação de um especialista do domínio. Com o objetivo de reduzir as lacunas entre os requisitos de negócio e a implementação técnica, esta prática alinhou-se aos princípios de *co-design*. O foco foi maximizar a aderência das soluções às reais necessidades operacionais e estratégicas do negócio, promovendo maior valor agregado aos artefatos produzidos. (NOORBERGEN *et al.*, 2021)

3.1.1 Requisitos do sistema

Para o levantamento de requisitos, foi conduzido um estudo da literatura científica da área, com o objetivo de identificar as limitações associadas ao uso da caderneta impressa, bem como as necessidades potenciais que poderiam ser atendidas por meio de uma solução de software. Foram realizadas categorizações dos domínios relevantes, estabelecendo correlações entre possíveis soluções e os problemas identificados. Dessa análise, foram propostas funcionalidades consideradas representativas das necessidades dos usuários, conforme aplicado no DDD (EVANS, 2004).

Ao término da fase de planejamento, estabeleceu-se a criação dos módulos de consulta e acompanhamento, sendo que entre as principais funcionalidades mapeadas e implementadas, destacam-se o acolhimento de pacientes, o registro de consultas com coleta de dados clínicos, o cadastro e visualização de exames e o acompanhamento longitudinal da gestação. Para cada módulo foram atribuídos casos de uso que guiaram o desenvolvimento das funcionalidades (TIWARI; GUPTA, 2015).

A jornada do usuário pelo sistema foi projetada com base na Caderneta da Gestante e os seus processos, permitindo que o sistema reflita as rotinas reais do ambiente clínico, evitando soluções artificiais ou tecnocráticas. Os módulos e seus respectivos casos de uso serão apresentados a seguir.

O caso de uso apresentado na Tabela 3 detalha o procedimento de recepção de uma paciente. As informações requisitadas foram estabelecidas como o mínimo necessário para o registro de pacientes. O campo nome é utilizado para facilitar a identificação e interação do profissional com a gestante, enquanto o número do Cartão Nacional de Saúde (CNS) assegura a unicidade do registro. Além disso, o campo que registra a Data da Última Menstruação (DUM) possibilita a realização de cálculos pertinentes a datas importantes, tais como a Data Provável do Parto (DPP), Data de concepção (DC) e a Idade Gestacional (IG).

O caso de uso apresentado na Tabela 4 é um intermediário que serve como base para os casos de uso seguintes. É a partir desse caso de uso que se dá início ao fluxo principal do módulo de consulta. No caso de sucesso desse fluxo é gerado um *JavaScript Object Notation* (JSON) que é persistido de forma transacional pelo *Backend*, todos interligados por uma estratégia de chave estrangeira tendo como entidade raiz o Paciente.

Os casos de uso apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7 representam etapas do fluxo de consulta. Esta sequência de passos emula o procedimento padrão da consulta conforme descrito

Tabela 3 – Caso de uso de registro de pacientes

Módulo	Consulta
Caso de uso	Acolher paciente
Ator Principal	Profissional de Saúde, Recepcionista
Status Inicial e Pré-condições	Não existir o registro da paciente no sistema
Descrição do caso de uso	Como usuário posso acolher uma nova paciente na tela principal do sistema. Informando: Nome, número do Cartão Nacional de Saúde e data da última menstruação e clicando no botão de salvar
Pós-condição	O registro da paciente será criado no sistema O registro criado deve aparecer na listagem presente na tela principal
Fluxo Alternativo	Caso exista uma paciente com o número do Cartão Nacional de Saúde informado ou não seja fornecido todas as informações obrigatórias, o sistema deve exibir uma mensagem indicando o erro e impedindo o registro

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 4 – Caso de uso de iniciar consulta

Módulo	Consulta
Caso de uso	Iniciar consulta
Ator Principal	Profissional de Saúde
Status Inicial e Pré-condições	Paciente possuir registro no sistema
Descrição do caso de uso	Como usuário posso iniciar uma consulta de uma paciente. Desejo ser capaz de visualizar informações básicas da paciente, como nome, idade gestacional e a data da consulta atual.
Pós-condição	O Usuário é redirecionado para a tela de consulta
Fluxo Alternativo	O usuário deve ser capaz de cancelar a consulta atual, retornando para a tela de listagem de pacientes

Fonte: elaborada pelo autor.

em materiais técnicos sobre o acompanhamento pré-natal (FLORIANÓPOLIS (Município). Secretaria Municipal de Saúde,). Todas as funcionalidades mencionadas são exibidas em uma única tela segmentada em seções, permitindo a progressão para a próxima seção somente quando a seção atual estiver devidamente validada e todos os dados obrigatórios estão preenchidos.

O caso de uso da Tabela 8 determina o término do fluxo de atendimento. Primeiramente, o *Frontend* realiza uma verificação simplificada das informações. Em seguida, os dados são transmitidos para a API (*Backend*), que executa processamentos e validações de negócio rigorosas para assegurar a consistência das entidades. Uma vez que o *Backend* considera o objeto válido, ele é persistido no banco de dados relacional *Postgres*. Por fim, o sistema atualiza certas informações que são fundamentais para cálculos de DPP e IG.

Finalmente, o caso de uso representado na Tabela 9 descreve o procedimento de monitoramento da gestante, no qual é gerado um relatório dos dados clínicos, exames realizados e histórico de consultas de uma gestante. A partir das informações armazenadas da paciente, são calculados indicadores derivados por meio de consultas ao banco de dados, resultando em visualizações que apoiam a tomada de decisão clínica. Entre essas visualizações, destacam-se os

Tabela 5 – Caso de uso de registro de exame físico geral e específico

Módulo	Consulta
Caso de uso	Registro do exame físico geral e específico
Ator Principal	Profissional de Saúde
Status Inicial e Pré-condições	Paciente possuir registro no sistema Ter iniciado uma consulta
Descrição do caso de uso	Desejo ser capaz de registrar informações provenientes do exame físico específico e geral. Desejo registrar: - Queixas, altura, peso e pressão arterial da gestante; - Batimento cardíaco do feto; - Altura uterina; - Apresentação fetal; - Presença de exantema ou edemas; - Observações gerais da consulta
Pós-condição	As informações cadastradas devem se manter na tela para edição das informações
Fluxo Alternativo	Caso o usuário não preencha as informações necessárias o sistema deve exibir os erros a serem corrigidos antes de permitir que o usuário passe para uma próxima etapa

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 6 – Caso de uso de registro de exames trimestrais

Módulo	Consulta
Caso de uso	Registro do exames trimestrais
Ator Principal	Profissional de Saúde
Status Inicial e Pré-condições	Paciente possuir registro no sistema Ter iniciado uma consulta Buscar as informações de exames já realizados
Descrição do caso de uso	Desejo ser capaz de registrar informações provenientes do exame trimestrais que devem ser realizados pelas pacientes. Caso a paciente já tenha algum exame realizado, quero que exista uma indicação de exame já realizado para evitar duplicações. Desejo registrar: - Trimestre de realização; - Data de realização; - Resultado do exame;
Pós-condição	As informações cadastradas devem se manter na tela para edição e exclusão das informações
Fluxo Alternativo	Caso o usuário não preencha as informações necessárias o sistema deve exibir os erros a serem corrigidos antes de permitir que o usuário passe para uma próxima etapa

Fonte: elaborada pelo autor.

gráficos de monitoramento nutricional e de altura uterina, que demonstram a evolução do Índice de Massa Corporal (IMC) e da medida da altura uterina ao longo das semanas de gestação. Esses elementos compõem a seção Informações Gerais do relatório, cuja finalidade é oferecer uma visão consolidada da trajetória assistencial.

Complementando essa visão geral, o relatório também apresenta seções específicas para exames e consultas, nas quais são resumidas as principais informações registradas ao longo

Tabela 7 – Caso de uso de registro de ultrassonografias

Módulo	Consulta
Caso de uso	Registro de ultrassonografias
Ator Principal	Profissional de Saúde
Status Inicial e Pré-condições	Paciente possuir registro no sistema Ter iniciado uma consulta
Descrição do caso de uso	Desejo ser capaz de registrar informações provenientes de ultrassonografias realizadas pelas pacientes. Desejo registrar: - Data de realização; - Idade gestacional baseado na data de última menstruação, em semanas; - Idade gestacional definida pelo ultrassonografia a ser registrada, em semanas; - Peso fetal; - Placenta; - Líquidos;
Pós-condição	As informações cadastradas devem se manter na tela para edição e exclusão das informações
Fluxo Alternativo	Caso o usuário não preencha as informações necessárias o sistema deve exibir os erros a serem corrigidos antes de permitir que o usuário passe para uma próxima etapa

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 8 – Caso de uso de finalizar consulta

Módulo	Consulta
Caso de uso	Finalizar consulta
Ator Principal	Profissional de Saúde
Status Inicial e Pré-condições	Paciente possuir registro no sistema Ter iniciado uma consulta Ter realizado corretamente os Casos de uso 5, 6 e 7
Descrição do caso de uso	Como usuário posso finalizar uma consulta após preencher as informações necessárias.
Pós-condição	O Usuário é redirecionado para a tela de acompanhamento da paciente O sistema deve atualizar as informações de exames já realizados e atualizar a idade gestacional de referência da paciente para os cálculos obstétricos.

Fonte: elaborada pelo autor.

do acompanhamento. Nessa etapa, são exibidos os dados referentes aos casos de uso 5, 6 e 7, respeitando a cronologia e a integridade dos registros inseridos no sistema. No módulo de consultas, foi implementado ainda um controle automático do número mínimo de atendimentos pré-natais, em conformidade com as recomendações da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), que estabelece a realização de pelo menos seis consultas ao longo da gestação (Brasil, 2004).

Como forma visualizar as interações das entidades descritas nos requisitos temos a apresentação do diagrama de classes gerado durante a construção do banco de dados do sistema na Figura 4.

Tabela 9 – Caso de uso relatório de acompanhamento da paciente

Módulo	Acompanhamento
Caso de uso	Relatório de acompanhamento da paciente
Ator Principal	Profissional de Saúde
Status Inicial e Pré-condições	Paciente possuir registro no sistema
Descrição do caso de uso	<p>Como usuário visualizar um relatório sobre as informações de uma paciente.</p> <p>Desejo visualizar as informações da paciente divididas em abas temáticas, sendo elas: Informações da paciente, exames e resumo de consultas.</p> <p>Para as informações da paciente, desejo visualizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nome e número do cartão nacional de saúde da paciente; - Data de concepção, data de provável parto e idade gestacional; - Peso e altura da paciente na última consulta realizada; - Gráfico de acompanhamento do IMC semana a semana; - Gráfico de acompanhamento da altura uterina semana a semana;
Pós-condição	<p>O Usuário é redirecionado para a tela de acompanhamento da paciente</p> <p>O sistema deve atualizar as informações de exames já realizados e atualizar a idade gestacional de referência da paciente para os cálculos obstétricos.</p>
Fluxo Alternativo	Caso o usuário não preencha as informações necessárias o sistema deve exibir os erros a serem corrigidos antes de permitir que o usuário passe para uma próxima etapa

Fonte: elaborada pelo autor.

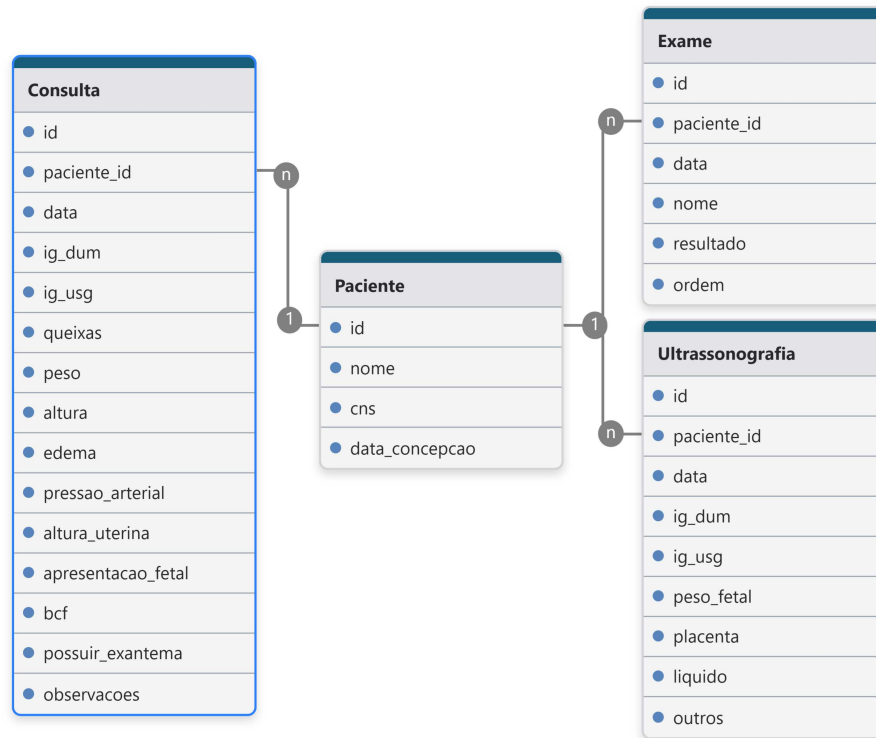
3.2 Tecnologias utilizadas

Buscando materializar os conceitos da Seção 2.4, o desenvolvimento do servidor foi centrado na aplicação de conceitos da Arquitetura Hexagonal e do DDD, visando isolar a lógica de negócio das tecnologias externas. Primeiro, o núcleo foi modelado usando os agregados *Paciente* e *Consulta* para definir as entidades centrais. Para garantir a consistência, *Objetos de Valor*, como *CNS* e *ConceptionDate*, foram criados para validar e encapsular regras complexas de validação de documentos, cálculo de indicadores de saúde, data provável do parto e idade gestacional.

Em seguida, a Arquitetura Hexagonal foi usada para proteger este núcleo. A comunicação com o exterior é mediada por *Portas* e *Adaptadores*. As *Portas* funcionam como contratos formais definidos pelo núcleo, especificando a interação e o formato dos dados de entrada e saída. Os *Adaptadores*, por sua vez, são as implementações concretas desses contratos, que conectam as tecnologias externas ao núcleo. Dessa forma, o sistema permite a interação com tecnologias externas sem contaminar o núcleo com detalhes de tecnologia.

Neste sistema, os *controllers* da API atuam como *Adaptadores de Entrada*, recebendo

Figura 4 – Diagrama Entidade-Relacionamento do sistema



Nota: O diagrama representa que uma paciente pode ter associado a ela diversas consultas, exames e ultrassonografias.

Fonte: elaborada pelo autor.

requisições *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) e traduzindo-as para as Portas do núcleo. Inversamente, as classes *Prisma* atuam como Adaptadores de Saída, implementando as Portas de repositório para traduzir os modelos do domínio para o banco de dados.

Toda essa estrutura opera sobre uma arquitetura cliente-servidor, com o *backend* em *Node.js* (OPENJS FOUNDATION, 2025) e *Express.js*. A comunicação com o *frontend* é padronizada via REST, onde os *endpoints* expõem os recursos do domínio, como detalhado na Tabela 10.

Para a persistência dos dados, optou-se pelo *PostgreSQL*, sistema de gerenciamento de banco de dados que fornece uma estrutura segura e escalável para o armazenamento de informação. Para intermediar o acesso do servidor ao banco de dados foi adotada a biblioteca *Prisma*, que implementa o padrão *Object-Relational Mapping* (ORM) (GORODNICHEV; MOSEVA, 2020). Essa abordagem oferece uma camada de abstração entre o servidor e o banco de dados, permitindo a manipulação dos dados por meio de linguagem de programação, reduzindo a necessidade de escrita direta de comandos de consulta. Além de fornecer maior clareza na definição de esquemas de dados, facilidade de migração de estruturas e validações estáticas integradas ao compilador da linguagem.

A interface foi desenvolvida com a biblioteca *React*, escolhida por sua abordagem reativa e baseada em componentes. Contudo, em vez de uma aplicação puramente renderizada no cliente, optou-se pelo *framework Next.js*. A escolha fundamenta-se nas vantagens técnicas oferecidas, como a estrutura de roteamento baseada em arquivos que simplifica a organização das páginas e, mais importante, mecanismos de renderização otimizados. Embora para um protótipo de acesso restrito isso não seja crítico, a arquitetura do *Next.js* permite a geração de páginas estáticas ou a renderização no lado do servidor, que melhora a performance de carregamento inicial e garante a escalabilidade futura da solução.

Considerando a importância da experiência do usuário na entrada de dados desta interface, foram utilizadas bibliotecas especializadas para formular e validar os formulários do sistema, sendo elas: *React Hook Form*, biblioteca para gerenciamento de formulários e *Zod*, biblioteca para validações baseadas em esquemas. Essa combinação permitiu a definição de regras de negócio consistentes e reutilizáveis, além de garantir fluidez e robustez na manipulação dos dados inseridos.

Tabela 10 – Mapeamento dos *endpoints* RESTful, seus *controllers* e recursos de domínio

Endpoint (Recurso)	Controller Correspondente	Descrição e Valor Agregado (Recurso de Domínio)
(POST) /paciente	<i>RegistrarPacienteController</i>	Cria um novo recurso Paciente. Executa o caso de uso <i>realizarAcolhimento</i> , validando e persistindo o cadastro de uma nova gestante.
(GET) /paciente	<i>ObterPaginaPacientesController</i>	Recupera uma coleção de recursos Paciente. Lista as pacientes de forma paginada e com filtros, acionando <i>obterPacientes</i> .
(POST) /consulta/:pacienteId	<i>SalvarConsultaController</i>	Cria um novo recurso Consulta associado a uma Paciente. Executa <i>salvarConsulta</i> , persistindo os dados do exame físico, exames e ultrassons.
(GET) /consulta/:pacienteId	<i>GetPreConsultaController</i>	Recupera dados para uma nova Consulta. Busca informações de apoio (última altura, peso e exames já realizados) para preencher a tela de nova consulta.
(GET) /caderneta/:pacienteId	<i>ObterCadernetaController</i>	Recupera o recurso agregado Caderneta. Busca o histórico completo de uma paciente (todas as consultas, exames e ultrassons) para a tela de acompanhamento.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Além disso, para a gestão da comunicação entre esta interface e o servidor, foi utilizada a biblioteca *TanStack Query*. Ela gerencia as requisições HTTP no cliente, fornecendo um cliente baseado em promessas com controle declarativo de estados de carregamento, sucesso e erro, além de mecanismos de armazenamento temporário de dados e revalidação. Essas soluções otimizam o uso de recursos computacionais e tornam a experiência de navegação mais responsiva.

O controle de versão do código foi realizado com a ferramenta *Git*, utilizando o *GitHub* como repositório remoto e seguindo o padrão *Conventional Commits* (CONVENTIONAL COMMITS WORKING GROUP, 2014) para a padronização das mensagens de commit, facilitando o rastreamento de mudanças. A organização do projeto adotou uma estrutura de repositório único (monorepo), possibilitando a gestão unificada de múltiplos pacotes. Para isso, foi utilizada a ferramenta *TurboRepo*, que implementa a estratégia de *workspaces* com otimização de processos de *build*.

As soluções desenvolvidas foram implantadas em ambientes de nuvem com o objetivo de facilitar os testes e o acesso remoto. O *frontend* foi hospedado na plataforma *Vercel*, cuja integração nativa com aplicações *Next.js* facilita o processo de implantação contínua e gerenciamento de ambientes. Já o backend foi implantado na plataforma *Render*, utilizando imagens *Docker* para encapsular o sistema em contêineres. Essa abordagem garante isolamento entre ambientes, portabilidade e controle detalhado sobre os recursos expostos via rede.

A escolha dessas tecnologias fundamenta-se na facilidade de implantação em diferentes ambientes de servidores, na ampla comunidade de suporte e na utilização de uma linguagem única, *JavaScript* com *TypeScript*, o que contribui para a padronização e redução da complexidade no desenvolvimento.

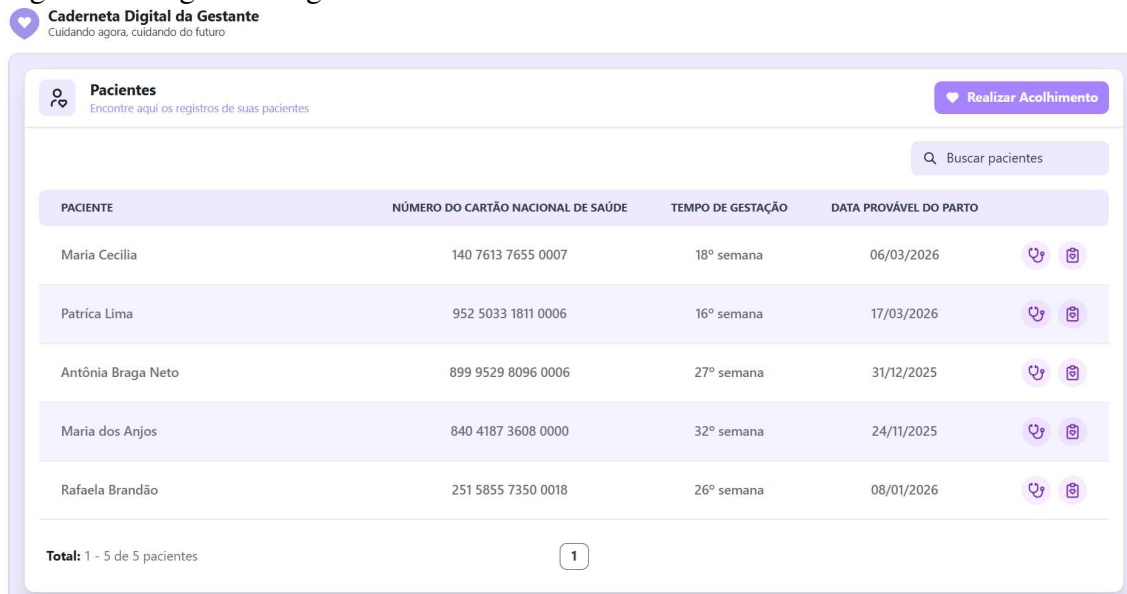
3.3 Sistema final

A solução, um sistema protótipo para a digitalização da Caderneta da Gestante, foi estruturada nos módulos de Acompanhamento e Consulta. O objetivo desta seção é apresentar as telas e demonstrar como as decisões de design e arquitetura materializam os objetivos do projeto. As telas a seguir exemplificam a aplicação direta dos casos de uso e como a interface do usuário foi projetada para garantir a consistência e acurácia dos dados.

3.3.1 Módulo de Consulta

A Figura 5 apresenta a tela de listagem de pacientes, que centraliza o cadastro de pacientes e expõe informações clínicas vitais, como o tempo de gestação e a DPP, que são calculadas automaticamente pelo sistema, eliminando a necessidade de verificação manual e cálculos repetitivos. Além disso, a funcionalidade de filtro e os botões de ação de nova consulta e acompanhamento otimizam o fluxo de trabalho, permitindo acesso imediato ao histórico da paciente e agilizando o início do atendimento.

Figura 5 – Página Listagem de Pacientes



Caderneta Digital da Gestante
Cuidando agora, cuidando do futuro

Pacientes
Encontre aqui os registros de suas pacientes

Realizar Acolhimento

Buscar pacientes

PACIENTE	NÚMERO DO CARTÃO NACIONAL DE SAÚDE	TEMPO DE GESTAÇÃO	DATA PROVÁVEL DO PARTO
Maria Cecilia	140 7613 7655 0007	18º semana	06/03/2026
Patrícia Lima	952 5033 1811 0006	16º semana	17/03/2026
Antônia Braga Neto	899 9529 8096 0006	27º semana	31/12/2025
Maria dos Anjos	840 4187 3608 0000	32º semana	24/11/2025
Rafaela Brandão	251 5855 7350 0018	26º semana	08/01/2026

Total: 1 - 5 de 5 pacientes

Fonte: elaborada pelo autor.

A Figura 6 demonstra o formulário de recepção, que aplica o caso de uso da Tabela 3. Esta etapa visa garantir a qualidade dos dados, um dos principais problemas do modelo impresso, que sofre com registros ilegíveis, incompletos ou inconsistentes. Ao digitalizar e estruturar a entrada nessa e nas demais etapas do sistema, é assegurado o preenchimento correto de campos essenciais. Conforme definido, validações de negócio são aplicadas, garantindo que os dados sejam íntegros e acurados antes de serem persistidos.

A Figura 7 ilustra a seção de exame físico e específico, que materializa o caso de uso Tabela 5. Indo além da digitalização, esta interface foi projetada para mitigar os erros de registro e a incompletude, problemas crônicos da caderneta impressa. O fluxo é estruturado para guiar o profissional, enquanto o uso de seletores e o preenchimento automático de dados de baixa variabilidade atuam como mecanismos de design que reduzem a carga cognitiva e o potencial de erro de digitação, garantindo maior consistência e acurácia dos dados coletados.

Figura 6 – Página Listagem de Pacientes: Formulário de acolhimento

Nova paciente

Por enquanto precisamos apenas de algumas informações

Nome da paciente

Número Cartão Nacional de Saúde

Data da última menstruação
dd/mm/aaaa

Cancelar Salvar

251 5855 7350 0018 26º semana

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 7 – Página Nova Consulta: Seção de registro do exame físico específico

Exame Físico Geral e Específico Exames Ultrassonografia

Queixas

Queixas
Reclamação de dores nos pés e náusea matinal

Estado nutricional

Altura atual 154 cm
Peso Atual 76 kg

Exame obstétrico

Pressão Arterial 120/90 mmHG
Batimento cardíaco do feto 66 bpm
Altura uterina 26 cm

Apresentação fetal
Cefálica

Edema
Presente somente no tornozelo, sem alteração de pressão Arterial ou aumento de peso súbito.

Presença ou relato de exantema

Observações, diagnóstico e conduta
Indicado mais repouso

Fonte: elaborada pelo autor.

A Figura 8 exibe a seção de exames trimestrais, uma funcionalidade crítica que aborda diretamente a desorganização, a perda de resultados e a dificuldade de rastreamento comuns no modelo impresso. Esta interface centraliza todo o histórico de exames, organizando-os por trimestre. Isso não apenas facilita o registro de novos resultados, conforme Tabela 6, mas também fornece ao profissional uma visão de status imediata, permitindo identificar quais exames são necessários para o período gestacional. Para garantir a integridade dos dados, o sistema previne ativamente registros duplicados para o mesmo período. O processo de registro, exemplificado na Figura 9, assegura a coleta estruturada de data e resultado, e as opções de edição e visualização subsequentes garantem a rastreabilidade e a acurácia contínua das informações.

Figura 8 – Página Nova Consulta: Seção de exames trimestrais

Exames	Primeiro trimestre	Segundo trimestre	Terceiro trimestre
ABO-RH	Já realizado		
VDRL	 	+	
Glicemia em jejum	+	+	
Toxoplasmose	+	+	
Sífilis (teste rápido)	+	+	
HIV/Anti HIV (teste rápido)	+	+	
Hepatite B - HBsAg	+	+	
Hemoglobina Hematócrito	+	+	
Urina-EAS	Já realizado	+	+

Fonte: elaborada pelo autor.

A Figura 10 demonstra a seção final da consulta, dedicada ao registro de ultrassonografias de acordo com o caso de uso da Tabela 7. Esta funcionalidade resolve o problema da integração de laudos, que no modelo impresso são documentos anexos, suscetíveis à perda ou desorganização. O design da interface reconhece a natureza opcional deste exame, que em vez de poluir o fluxo principal da consulta, o formulário é acionado intencionalmente por um botão. Essa decisão de design reduz a carga cognitiva do profissional no atendimento padrão, ao mesmo tempo em que assegura um local centralizado e estruturado para esses dados quando eles estiverem disponíveis.

Por fim, a página de consulta implementa um rigoroso sistema de validação de consistência, atacando o problema central da caderneta de registro de dados incompletos ou inválidos. A decisão de bloquear o avanço entre as seções caso existam informações faltantes não

Figura 9 – Página Nova Consulta: Formulário de novo exame trimestral

ABO-RH Ja realizado

VD

Exame: Glicemia em jejum - 1º trimestre

Data 09/09/2025

Resultado 86 mg/dL

Cancelar Receber

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 10 – Página Nova Consulta: Formulário de novo ultrassom

Exame Físico Geral e Específico Exames Ultrassonografia

Ultrassom Remover Ultrassom

Data de realização 29/09/2025

IG DUM 24 semanas IG USG 24 semanas

Peso Fetal gramas

Placenta

Líquido

Outros

Fonte: elaborada pelo autor.

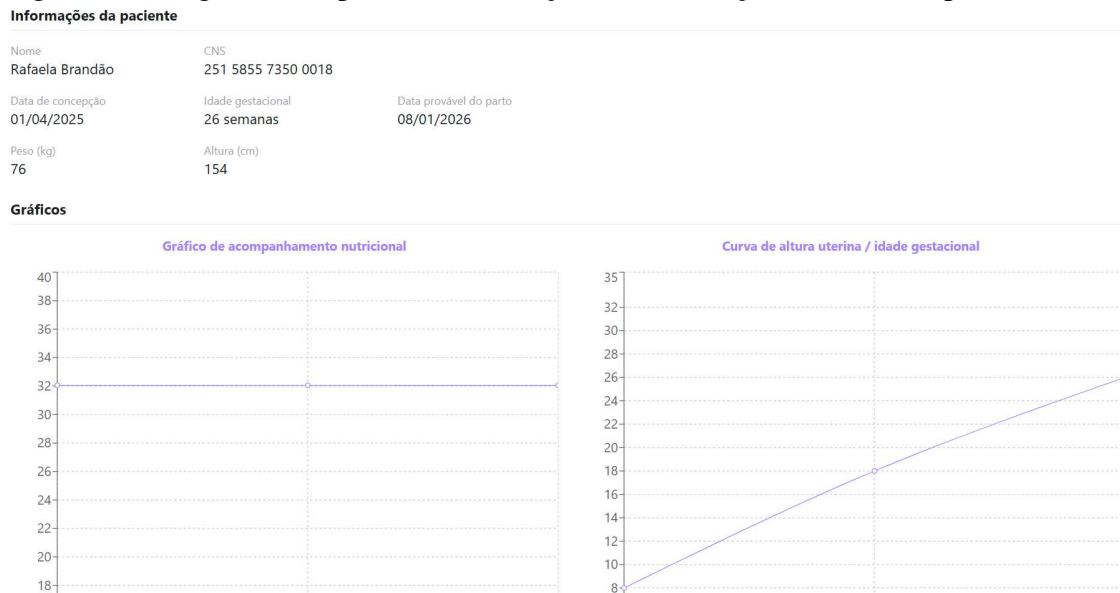
é uma limitação, mas uma garantia de design. Esse mecanismo força a completude e a acurácia dos dados em tempo real, impedindo o salvamento de um registro incompleto. O salvamento final e o redirecionamento para a página de acompanhamento asseguram que apenas um conjunto de informações íntegro e validado seja persistido, garantindo a confiabilidade de todo o histórico da paciente.

3.3.2 Módulo de Acompanhamento

A Figura 11 apresenta a seção de informações gerais, que resolve uma das maiores limitações do modelo impresso: a incapacidade de visualizar tendências. Diferente do papel,

que é estático, esta tela transforma os dados coletados em inteligência visual. O sistema exibe um resumo da gestação e, crucialmente, gera gráficos automáticos que mostram a evolução do IMC e da curva uterina. Ao combinar os cálculos obstétricos com os registros das consultas, a plataforma oferece ao profissional uma visão longitudinal imediata, permitindo a identificação precoce de desvios ou tendências de risco.

Figura 11 – Página Acompanhamento: Seção de informações clínicas da paciente



Fonte: elaborada pelo autor.

A seção de exames, apresentada na Figura 12, resolve o problema da dispersão de informações e da perda de laudos. Enquanto no processo tradicional os exames são documentos avulsos anexados à caderneta, esta interface centraliza e consolida todo o histórico de exames trimestrais e ultrassonografias. Exibindo não apenas os resultados e datas, mas também fornece uma visão de status que permite ao profissional monitorar ativamente o cumprimento do cronograma recomendado. Isso possibilita a identificação imediata de exames pendentes, garantindo uma assistência mais proativa e organizada.

Por fim, o histórico de consultas representado na Figura 13, materializa a visão longitudinal da paciente. Esta seção atua na dificuldade de análise evolutiva do modelo impresso, que se baseia em registros manuais, sequenciais e, por vezes, ilegíveis. Ao apresentar uma lista estruturada de todas as consultas e seus dados, a plataforma transforma o registro estático em um histórico dinâmico e comparável. Isso oferece ao profissional uma visão geral da trajetória de cuidado, permitindo identificar tendências, comparar medições ao longo do tempo e fundamentar o planejamento de condutas futuras com base em um conjunto de dados completo e confiável.

Figura 12 – Página Acompanhamento: Seção de exames

Informações gerais		Exames	Consultas			
Exames trimestrais						
ABO-RH						
Tolerância à glicose (oral)						
Status	Realizado					
Trimestre	1º trimestre					
Data de realização	10/06/2025					
Resultado	Baixa					
Urina-EAS						
Coombs Indireto						
Ultrassonografias						
DATA DE REALIZAÇÃO	IDADE GESTACIONAL (DUM)	IDADE GESTACIONAL (USG)	PESO FETAL	PLACENTA	LÍQUIDO	OUTROS
03/06/2025	9 semanas	9 semanas	200	Normal	Normal	Normal

Fonte: elaborada pelo autor.

3.4 Descrição do teste de usabilidade

Para a avaliação da usabilidade foi adotado a escala SUS. Antes da execução dos testes, foram elaborados cenários e tarefas representativas, baseadas nas atividades realizadas com a versão física da Caderneta da Gestante que estão descritas no Apêndice C. As tarefas foram elaboradas com o objetivo de estimular a exploração integral dos recursos e, com isso, avaliar a compreensão e execução dos caminhos proposto, bem como identificar possíveis caminhos alternativos não previstos, dificuldades de interação, erros recorrentes e demais barreiras enfrentadas. Além disso, por meio de formulários online, foi preparado um roteiro de instruções

Figura 13 – Página Acompanhamento: Seção de consultas

Detalhes da consulta 3		
Realizado no dia 02/10/2025		
Queixas		
Não informado		
Altura	Peso	Pressão arterial
154 cm	76 kg	12/9 mmHG
Idade Gestacional	Altura uterina	Apresentação fetal
26 semanas	26 cm	n/a
Edema	Possui Exantema?	
n/a	Não	
Observações		
Saudável		

Fonte: elaborada pelo autor.

e termos de consentimento para os participantes, visando padronizar a condução dos testes e garantir a ética da pesquisa. Essas informações estão presentes no Apêndice A.

Os participantes selecionados foram cinco profissionais de saúde com experiência prévia no uso da caderneta impressa. A escolha desse número está alinhada com as recomendações da literatura, que apontam que testes com cinco usuários são suficientes para revelar a maioria dos problemas críticos de usabilidade, representando um equilíbrio entre custo, tempo e profundidade dos achados (NIELSEN; LANDAUER, 1993).

Durante cada sessão, os profissionais foram convidados a explorar o sistema, simulando situações reais de uso clínico. Antes do início da interação, cada participante recebeu uma breve introdução sobre os objetivos do teste e uma visão geral do sistema. Em seguida, foram orientados a executar as tarefas estabelecidas, sem apoio direto do avaliador, a fim de garantir a espontaneidade do uso. Também foi solicitado que verbalizassem seus pensamentos em voz alta (*Think Aloud*), compartilhando percepções, dúvidas e comparações com experiências anteriores.

Ao término da exploração, os participantes foram convidados a responder o questionário SUS, acompanhado de duas questões abertas descritas no Apêndice B. O objetivo foi coletar percepções sobre o uso da solução no contexto de trabalho, bem como sugestões e expectativas em relação à evolução do protótipo.

4 RESULTADOS

No seguinte capítulo será apresentando os resultados quantitativos do teste de usabilidade e os retornos qualitativos das entrevistas, bem como a discussão dos dados obtidos.

4.1 Resultados do teste de usabilidade

As respostas ao questionário SUS apresentadas na Tabela 11 foram transformadas em escores de usabilidade, conforme o cálculo descrito na Seção 2.5.2. Os valores resultantes revelam uma média geral de 77.5 pontos, ultrapassando o limiar de usabilidade satisfatória definido como 68 pontos (BROOKE, 2013). Dessa forma, o sistema demonstra uma aceitabilidade favorável entre o público-alvo, embora esteja sujeita às restrições inerentes à fase de protótipo.

Tabela 11 – Respostas e Notas dos participantes no teste de usabilidade

Participantes	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	Q07	Q08	Q09	Q10	Nota SUS
Participante 1	4	2	5	2	5	1	4	1	3	2	82.5
Participante 2	4	2	4	3	5	2	4	2	5	2	77.5
Participante 3	5	2	4	1	4	1	4	1	4	1	87.5
Participante 4	3	2	4	3	4	1	3	2	3	4	62.5
Participante 5	4	2	4	2	4	2	4	2	5	2	77.5
Média	4.00	2.00	4.20	2.20	4.40	1.40	3.80	1.60	4.00	2.20	77.50
Desvio padrão	0.71	0.00	0.45	0.84	0.55	0.55	0.45	0.55	1.00	1.10	9.35

Fonte: elaborada pelo autor.

O teste de Shapiro-Wilk não rejeitou a hipótese de normalidade dos escores SUS ($W = 0.9076$, $p = 0.4532$), indicando que a distribuição dos dados pode ser considerada normal e representativa de uma população. A média geral obtida foi de 77.50 (Desvio padrão = 9.35), com um intervalo de confiança de 95% [65.89, 89.11], nos diz que, na média, o sistema supera o limiar satisfatório de usabilidade, contudo o limite inferior do intervalo de confiança indica que, em determinados cenários, a experiência de usabilidade pode ficar marginalmente abaixo do patamar de “boa usabilidade”.

Aplicando a nota final de usabilidade dos usuários nas escalas da Figura 2, o sistema encontra-se como aceitável na escala de aceitabilidade para a maioria dos participantes, obtendo apenas uma classificação "Neutra". No que tange à NPS, constata-se que três dos cinco usuários se qualificam como promotores, ou seja, existe uma alta probabilidade de que estes usuários realizem uma divulgação positiva, por meio de recomendações e atração de novos usuários.

A análise da relação das médias por questão e aspectos avaliados, descritas na Tabela

2, reforça que características como facilidade de aprendizado e minimização de erros foram bem avaliadas, enquanto a complexidade percebida e necessidade de suporte surgiram como fragilidades. Foram calculadas as notas por aspecto e obtida suas médias. Os resultados estão sumarizados na Tabela 12.

Tabela 12 – Relação entre as notas médias da perguntas da escala SUS e aspectos de avaliação

Aspecto avaliado	Nota média	Desvio padrão
Facilidade de aprendizagem	2.90	0.58
Eficiência	3.47	0.38
Facilidade de memorização	3.00	0.00
Minimização de erros	3.60	0.55
Satisfação	2.93	0.64

Fonte: elaborada pelo autor.

Para além da nota de usabilidade, de modo geral, os participantes reconhecem o potencial da ferramenta, destacando a agilidade e organização das informações. A estrutura lógica da navegação e a disposição das informações foram fortemente valorizadas. Como demonstra o seguinte comentário:

“A seção de acompanhamento pra mim foi a melhor contribuição, dá pra ter uma visão bem clara de tudo que já foi feito e isso facilita muito na hora de pegar o contexto da paciente e planejar os próximos passos do acompanhamento.”
(Participante 3 - Nota SUS: 87.5)

A construção dos caminhos de interação foi um destaque positivo por ser orientada pelos procedimentos de atendimento em saúde, o que minimizou a carga administrativa e maximizou o tempo dedicado à interação com a paciente. Essa diretriz se refletiu na percepção de que o sistema favorece a qualidade da coleta de dados sem comprometer o vínculo com a gestante:

“O sistema tem um fluxo lógico e facilita bastante o preenchimento. Senti que pude me concentrar mais na paciente e menos com escrever no computador e ainda assim não cometer erros de preenchimento...” (Participante 2 - Nota SUS: 77.5)

Outro impacto mencionado refere-se aos efeitos secundários da implementação digital. A ferramenta proporciona autonomia ao profissional ao amenizar problemas recorrentes como esquecimento, extravio e danos físicos das cadernetas, afirmando-se, portanto, como um facilitador da garantia de cuidado. Segundo um profissional:

“A interface é intuitiva e permite registrar informações com agilidade, sem comprometer o vínculo com a gestante e permitindo o atendimento mesmo quando as gestantes esquecem de levar a caderneta.” (Participante 1 - Nota SUS: 82.5)

Um aspecto relevante identificado é a preocupação da adoção do sistema sem que a caderneta física se torne obsoleta. Foi sugerida a implementação de uma funcionalidade de impressão dos registros, permitindo a anexação de páginas à caderneta. É importante destacar que o objetivo deste trabalho não é substituir essa ferramenta já consolidada, mas complementá-la, mitigando as limitações da versão analógica. Um exemplo dessa recomendação está presente no seguinte comentário:

“Se fosse possível exportar a consulta para ser impressa e anexada à caderneta física evitaria o retrabalho de transpor para o papel, além de permitir que a gestante também tenha o controle das suas informações” (Participante 4 - Nota SUS: 62.5)

Uma das restrições identificadas através das entrevistas que não foram mapeadas no início do projeto refere-se à dependência de conexão contínua com a internet, o que exige um planejamento de adaptação mais robusto, especialmente para contextos com infraestrutura limitada. Essa limitação técnica foi considerada a partir de relatos como o que segue:

“A necessidade de ser totalmente online me preocupa. Se existisse uma versão que trabalhasse offline e depois fosse enviado, me sentiria mais segura.” (Participante 2 - Nota SUS: 77.5)

Outra questão apontada diz respeito à curva de aprendizado, que pode representar um obstáculo para profissionais com menor familiaridade digital. Ainda que a interface tenha sido construída com foco em usabilidade, torna-se evidente a necessidade de reforçar elementos visuais, inserir instruções contextuais e, eventualmente, oferecer treinamentos ou tutoriais interativos. A seguir, um comentário que destaca essa percepção:

“Não entendi de primeira algumas telas, demorei para conseguir relacionar com a forma que faço manualmente. Talvez poderia ter algum tipo de treinamento.” (Participante 5 - Nota SUS: 77.5)

Um resumo dos dados extraídos das respostas das entrevistas e comentários coletados é apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 – Síntese dos principais pontos fortes e fracos identificados na análise qualitativa dos testes de usabilidade

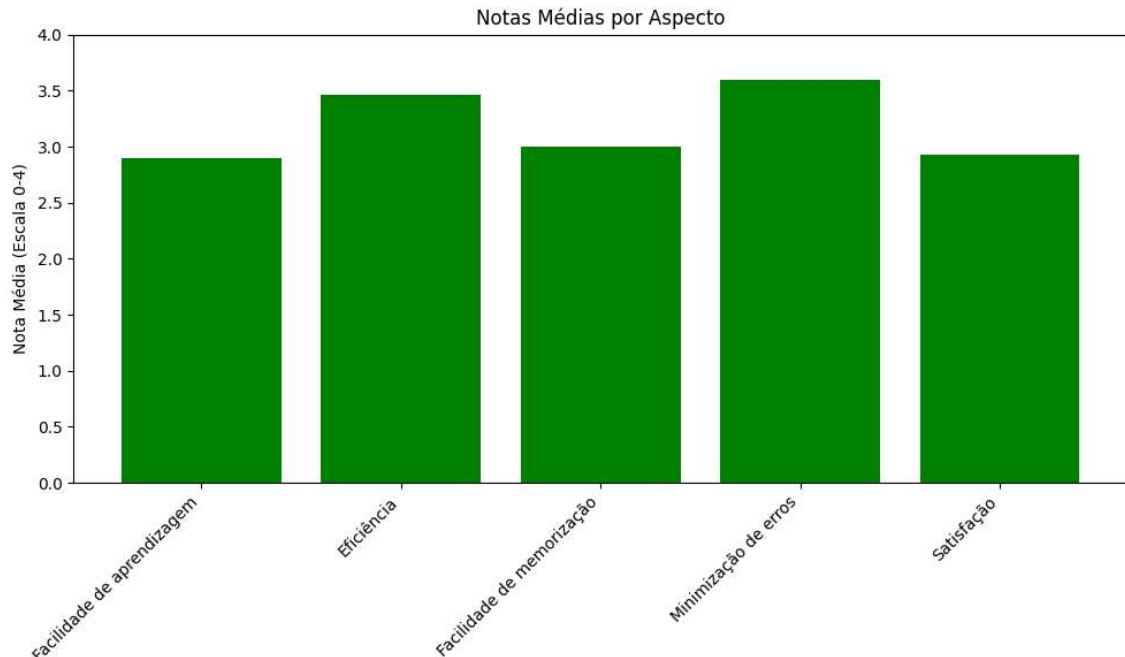
Categoria	Aspecto identificado	Evidência (fala do participante)	Implicação para o projeto
Ponto forte	Visão consolidada do cuidado	“A seção de acompanhamento pra mim foi a melhor contribuição...”	Priorizar e expandir as funcionalidades de visualização e consolidação dos dados clínicos nas próximas versões.
Ponto forte	Melhoria na relação profissional-paciente	“Senti que pude me concentrar mais na paciente e menos em escrever no computador.”	Ampliar recursos que reduzam a carga administrativa dos profissionais e favoreçam a interação direta com a paciente.
Ponto forte	Garantia de continuidade do atendimento	“...permitindo o atendimento mesmo quando as gestantes esquecem de levar a caderneta.”	Fortalecer mecanismos que assegurem a realização das consultas independentemente de fatores externos, como a ausência de documentos físicos.
Ponto fraco	Dependência de conectividade	“A necessidade de ser totalmente online me preocupa.”	Implementar suporte ao modo offline como requisito prioritário para a próxima iteração do sistema.
Ponto fraco	Ausência de recursos de exportação	“...exportar a consulta para ser impressa e anexada à caderneta física evitaria o retrabalho de transpor para o papel.”	Desenvolver módulo de exportação e integração entre os registros digitais e a caderneta impressa.
Ponto fraco	Falta de recursos de apoio ao uso	“...Talvez poderia ter algum tipo de treinamento.”	Incluir estratégias de aprendizado contínuo no sistema, como tutoriais interativos, seções de ajuda e consultas de dúvidas frequentes.

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2 Discussão dos resultados

Os aspectos com médias mais elevadas, conforme ilustrado na Figura 14, estão associados à eficácia do sistema e à redução de erros, alinhando-se ao propósito de tornar os processos clínicos mais eficientes e menos suscetíveis a falhas. Em contrapartida, os menores escores nos quesitos facilidade de aprendizado e memorização evidenciam a otimização exigiu maior esforço de adaptação, revelando uma curva de aprendizado acentuada. Tal fator, somado à ausência de recursos considerados relevantes pelos participantes, explica a avaliação mediana atribuída à satisfação geral. Dessa forma, compreende-se que a percepção de menor satisfação não decorre de limitações estruturais do sistema, mas de barreiras iniciais de uso e de expectativas não atendidas, as quais podem ser mitigadas em ciclos posteriores por meio de treinamentos, aprimoramentos nas interações e desenvolvimento dos novos recursos solicitados.

Figura 14 – Notas por aspecto avaliado



Fonte: elaborada pelo autor.

Ainda assim, a relevância de um escore de usabilidade elevado, como o de 77.5 pontos obtido neste estudo, torna-se mais evidente quando comparado ao cenário de outras ferramentas digitais utilizadas na Atenção Primária à Saúde no Brasil. Estudos recentes que avaliaram sistemas do Ministério da Saúde revelam desafios significativos de usabilidade. Por exemplo, uma avaliação do aplicativo e-SUS Território, utilizado por Agentes Comunitários de Saúde, reportou um escore SUS médio de apenas 55.3, indicando uma aceitação marginal e problemas críticos como falhas de sincronização e perda de registros (NEVES *et al.*, 2025). De forma semelhante, a usabilidade do Prontuário Eletrônico do Cidadão (PEC) foi avaliada como marginal por profissionais das equipes de saúde da família, alcançando um escore médio de 60.1 (SILVA *et al.*, 2024).

Esses dados sugerem que, embora a digitalização da saúde primária seja uma realidade, a usabilidade se apresenta como um ponto de atrito. Nesse contexto, o resultado positivo do protótipo da Caderneta Digital da Gestante não apenas valida a solução proposta, mas também a posiciona como um contraponto importante, demonstrando que é possível desenvolver ferramentas para a APS que sejam funcionalmente robustas e alinhadas ao fluxo de trabalho dos profissionais, um fator crucial para a adesão e o sucesso de qualquer sistema de saúde.

Como complemento à avaliação quantitativa da escala SUS, temos a análise das entrevistas e as observações fornecidas pelos participantes. As respostas e comentários reforçam

a importância de considerar o nível de proficiência digital como fator para a adoção do sistema, pois ainda se faz necessário considerar a heterogeneidade nas habilidades técnicas, especialmente em ambientes nos quais o uso de sistemas digitais está em processo de consolidação.

Com base nas sugestões dos profissionais, foram identificados caminhos de aprimoramento que não foram considerados. Uma das propostas foi a implementação de versões *offline* com sincronização, que permita a inserção e o armazenamento local de dados durante a ausência de internet. Posteriormente, esses dados seriam enviados para o servidor, garantindo a continuidade do registro mesmo em contextos de instabilidade.

Outra sugestão foi a implementação de um módulo de exportação de registros. Esse recurso, quando impresso, poderia ser anexado na caderneta física e compartilhado com a gestante, promovendo integração entre o suporte digital e o material impresso utilizado. Tal funcionalidade também abre espaço para o desenvolvimento de versões físicas da caderneta com suporte à inclusão de folhas adicionais, aproximando as soluções e mantendo as vantagens de cada recurso, promovendo a integração entre as ferramentas de cuidado.

Por fim, destacou-se a necessidade de apoio durante o uso do sistema por meio de tutoriais interativos incorporados à interface. O uso de *tooltips*, módulos guiados e páginas de perguntas frequentes pode contribuir para a redução da curva de aprendizado, mitigando as barreiras iniciais de uso e aumentando a confiança dos usuários em relação ao sistema.

As sugestões indicam caminhos promissores de evolução, reforçando a aderência às demandas reais dos profissionais de saúde. Na Caderneta Digital da Gestante, a adoção da arquitetura hexagonal, aliada ao DDD, favorece a expansão do núcleo orientado ao domínio, permitindo a incorporação de novas funcionalidades de forma incremental e com baixo acoplamento. Essa abordagem garante a manutenção das funcionalidades já validada e, também, a adaptação contínua às necessidades práticas do cotidiano clínico, viabilizando a criação de soluções derivadas e a integração gradual com plataformas governamentais. Além disso, o núcleo pode ser reutilizado em diferentes contextos sem duplicação de código, assegurando escalabilidade e sustentabilidade no crescimento do sistema.

No entanto, este estudo apresenta limitações que precisam ser consideradas. Por se tratar de um protótipo em fase inicial, não foram realizados novos ciclos de desenvolvimento para implementação das funcionalidades sugeridas pelos usuários, como suporte *offline*, geração automatizada de relatórios e integrações com sistemas já em uso na rede pública de saúde. Também não foram conduzidos testes de desempenho, segurança da informação ou validação

técnica em ambientes de produção. Soma-se a isso a restrição temporal do trabalho, que inviabilizou a realização de avaliações longitudinais capazes de verificar a aderência do sistema ao longo do tempo e sua adequabilidade progressiva à rotina de trabalho dos profissionais de saúde. Essas ausências limitam a generalização dos resultados e restringem o sistema a fase exploratória, indicando que os achados devem ser interpretados à luz do caráter preliminar do estudo.

Em síntese, a validação positiva da usabilidade demonstra que a adoção da arquitetura hexagonal, em conjunto com o DDD, assegura benefícios técnicos como modularidade, testabilidade e expansibilidade e, também, gera sistemas percebidos pelos profissionais de saúde como lógicos e alinhados às suas práticas cotidianas. Essa aderência resulta do foco no domínio, que garante que os fluxos de interação reflitam os processos clínicos reais. Por outro lado, a presença de barreiras iniciais de uso e as limitações de infraestrutura evidenciam a necessidade de estratégias complementares, como tutoriais interativos, capacitação contínua e suporte ao usuário. Superados esses desafios, o núcleo arquitetural revela-se sólido, sustentável e preparado para evoluir, incorporando funcionalidades relevantes, integrando-se a plataformas institucionais e consolidando-se como ferramenta de apoio confiável à prática clínica.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um sistema de apoio ao acompanhamento pré-natal de baixo risco, tomando como referência a Caderneta da Gestante e os fluxos assistenciais da atenção primária. A solução foi concebida com base em princípios centrados no domínio e na experiência do usuário, o que permitiu alinhar a tecnologia às práticas concretas dos profissionais de saúde, sem romper com os instrumentos já consolidados no cuidado clínico.

As principais contribuições do estudo foram:

- A aplicação e validação de uma abordagem de desenvolvimento que integra DDD e Arquitetura Hexagonal a um problema específico da saúde primária.
- A implementação de um protótipo funcional com alta usabilidade (escore SUS de 77.5), demonstrando potencial para otimizar os registros pré-natais.
- A coleta e análise de *feedback* qualitativo de profissionais de saúde, fornecendo *insights* valiosos para o design de futuras ferramentas digitais voltadas à atenção primária.

Tendo em vista as limitações identificadas na literatura, como a vulnerabilidade dos registros manuais, a incompletude dos dados e a sobrecarga administrativa decorrente do uso do modelo impresso da Caderneta da Gestante, as propostas de trabalhos futuros deste estudo buscam mitigar esses entraves por meio de soluções tecnológicas escaláveis e interoperáveis.

Como desdobramento imediato, recomenda-se o desenvolvimento de versões complementares do sistema com suporte *offline*, assegurando a continuidade do registro clínico mesmo em contextos de conectividade instável. Essa funcionalidade responde diretamente à limitação do modelo atual, ao reduzir a dependência de infraestrutura de rede e garantir a persistência dos dados em regiões de difícil acesso.

Sugere-se também a implementação de um módulo de geração e impressão de relatórios estruturados, compatíveis com o formato tradicional da caderneta física. Essa melhoria visa facilitar o compartilhamento das informações entre níveis de atenção e reduzir o esforço administrativo dos profissionais, endereçando uma das principais lacunas operacionais observadas na literatura.

Em termos de evolução técnica, propõe-se a integração do sistema com padrões consolidados de interoperabilidade, como o HL7 FHIR, de modo a garantir conformidade com ecossistemas nacionais e internacionais de gestão da informação em saúde e promover a rastreabilidade longitudinal dos dados. Tal integração contribuiria para o enfrentamento das limitações de rastreabilidade e fragmentação identificadas no estudo.

Para consolidar a robustez da solução, recomenda-se o delineamento de um plano experimental contemplando testes de desempenho, segurança e escalabilidade, com foco na análise do tempo de resposta da API sob diferentes cargas de requisição. Além disso, um estudo longitudinal poderá avaliar o impacto da ferramenta na prática clínica ao longo do tempo, considerando indicadores de adesão, usabilidade e continuidade do cuidado, lacunas destacadas tanto na literatura quanto nas limitações deste trabalho.

Conclui-se, portanto, que o presente estudo oferece não apenas um protótipo funcional, mas um modelo metodológico de desenvolvimento de soluções em saúde pública baseadas em princípios de engenharia de software robusta e centrada no usuário. Ao integrar o conhecimento do domínio clínico com práticas de arquitetura de software orientadas ao domínio, o trabalho estabelece uma base sólida para futuras pesquisas e implementações que ampliem a qualidade, a segurança e a eficiência do cuidado pré-natal no contexto do Sistema Único de Saúde.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9241-11: Requisitos ergonômicos para trabalho de escritório com computadores: Parte 11: Orientações sobre usabilidade**. Rio de Janeiro, 2011.
- AYAZ, M.; PASHA, M. F.; ALZHRANI, M. Y.; BUDIARTO, R.; STIAWAN, D. The fast health interoperability resources (fhir) standard: Systematic literature review. **JMIR Medical Informatics**, v. 9, n. 7, p. e21929, 2021.
- BANGOR, A.; KORTUM, P. T.; MILLER, J. T. Determining what individual sus scores mean: Adding an adjective rating scale. **Journal of Usability Studies**, v. 4, n. 3, p. 114–123, 2009.
- Brasil. **Resolução Normativa RN nº 81, de 2 de setembro de 2004**. 2004. Acesso em: 13 jul. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/ans/pt-br/assuntos/informacoes-e-avaliacoes-de-operadoras/1.2.TaxadeConsultasdePrNatal.pdf>.
- Brasil. Ministério da Saúde. **Atenção ao pré-natal de baixo risco**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2012. v. 32. (Cadernos de Atenção Básica, v. 32).
- Brasil. Ministério da Saúde. **4º Relatório de Monitoramento da Estratégia de Saúde Digital no Brasil**. 2023. Acesso em: 13 jul. 2025. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/4_relatorio_monitoramento_saude_digital.pdf.
- Brasil. Ministério da Saúde. **Caderneta da gestante**. 2024. Acesso em: 21 nov. 2025. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/caderneta_gestante_8ed_rev.pdf.
- BROOKE, J. Sus: a retrospective. **Journal of Usability Studies**, v. 8, n. 2, p. 29–40, 2013.
- CAMARGOS, L. F. d.; LEMOS, P. L.; MARTINS, E. F.; FELISBINO-MENDES, M. S. Avaliação da qualidade dos registros de cartões de pré-natal de mulheres urbanas. **Escola Anna Nery**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. e20200166, 2021.
- COCKBURN, A. Hexagonal architecture. **Alistair Cockburn's Blog and Articles**, 2005. Documento eletrônico. Disponível em: <https://alistair.cockburn.us/hexagonal-architecture>. Acesso em: 28 jul. 2025.
- CONVENTIONAL COMMITS WORKING GROUP. **Conventional Commits 1.0.0**. [S. l.], 2014. Disponível em: <https://www.conventionalcommits.org/>. Acesso em: 8 mar. 2025.
- EVANS, E. **Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software**. Boston: Addison-Wesley Professional, 2004. ISBN 978-0321125217.
- FERRIS, T. User-centered design: An integrated approach. **Professional Communication, IEEE Transactions on**, v. 47, p. 75 – 77, 04 2004.
- FIELDING, R. T. **Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures**. Tese (Tese de Doutorado) – University of California, Irvine, 2000. Acesso em: 07 jun. 2025. Disponível em: https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/rest_arch_style.htm.

- FLORIANÓPOLIS (Município). Secretaria Municipal de Saúde. **Cuidado em Saúde da Mulher: Acolhimento às Demandas da Mulher nos Diferentes Ciclos de Vida**. Florianópolis, SC: Prefeitura Municipal de Florianópolis. v. 3. (Protocolo de Enfermagem, v. 3). Revisão de 02-10-25. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/02_10_2025_16.52.46.dee44382e6e7086247feae6bf50cfa93.pdf. Acesso em: 8 mar. 2025.
- FRACOLLI, L. A.; GOMES, M. F. P.; NABÃO, F. R. Z.; SANTOS, M. S.; CAPPELLINI, V. K.; ALMEIDA, A. C. C. d. Primary health care assessment tools: a literature review and metanalysis. **Ciência Saúde Coletiva**, ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva, v. 19, n. 12, p. 4851–4860, Dec 2014. ISSN 1413-8123. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320141912.00572014>.
- GORODNICHEV, M.; MOSEVA, K. P. Exploring object-relational mapping (orm) systems and how to effectively program a data access model. **PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology**, v. 17, n. 3, p. 615–627, 2020.
- KAPPLER, K. E. E-health and the digitization of health. In: _____. **Handbook of Economics and Sociology of Conventions**. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 1–19.
- LIMA, M. M. d.; III, H. S. P. N.; MARTINS, A. V. B.; AZEVEDO, M. E. O.; MACEDO, F. B. B.; CAMPELO, J. E. M.; ROCHA, M. S.; BOTELHO, M. F. A.; CUNHA, R. M. d.; HENRIQUE, S.; RESSURREIÇÃO, M. V. M. d.; CARVALHO, G. S. B. d.; BARREIRA, M. C. A importância do acompanhamento do pré-natal na atenção básica. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 4, p. 2457–2468, 2024. Acesso em: 13 jul. 2025. Disponível em: <https://bjjhs.emnuvens.com.br/bjjhs/article/view/2000>.
- NEVES, R. B.; CARVALHO, D. B. F.; GUIMARÃES, E. A. d. A.; OLIVEIRA, V. C. d.; QUITES, H. F. d. O.; CAVALCANTE, R. B.; GONTIJO, T. L. Desafios na usabilidade do aplicativo e-sus território da estratégia de saúde digital do brasil. **Saúde em Debate**, SciELO Public Health, v. 49, p. e9774, 2025.
- NIELSEN, J.; LANDAUER, T. K. A mathematical model of the finding of usability problems. **Proceedings of the INTERCHI'93 Conference on Human Factors in Computing Systems**, ACM, Amsterdam, The Netherlands, p. 206–213, 1993.
- NOORBERGEN, T. J.; ADAM, M. T. P.; TEUBNER, T.; COLLINS, C. E. Using co-design in mobile health system development: A qualitative study. **JMIR Mhealth Uhealth**, v. 9, n. 11, p. e27896, 2021.
- NORMAN, D. A. **The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition**. New York: Basic Books, 2013. ISBN 978-0465050659.
- OPENJS FOUNDATION. **Node.js Documentation**. [S. l.], 2025. Versão 22.x. Disponível em: <https://nodejs.org/docs/latest/api/>. Acesso em: 8 mar. 2025.
- RABERY, V. H.; KAPFENBERGER, J. C.; MOREIRA, A. M. N.; MIGUEL, C. C.; GARBELINI, M. C. D. L.; RIBEIRO, E. R. Uso de tecnologias digitais para rastreamento e acompanhamento de doenças no pré-natal: revisão de escopo. **Cadernos Cajuína**, v. 10, n. 3, p. e1040, jul. 2025. Disponível em: <https://v3.cadernoscajuina.pro.br/index.php/revista/article/view/1040>.
- ROGERS, M. L.; PATTERSON, E.; CHAPMAN, R. Usability testing and the relation of clinical information systems to patient safety. In: **Advances in Patient Safety: From Research to Implementation**. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality, 2005. v. 2.

SAURO, J. **5 Ways to Interpret a SUS Score**. MeasuringU, 2018. Acessado em: 24 de novembro de 2025. Disponível em: <https://measuringu.com/interpret-sus-score/>.

SILVA, L. S. C. d.; CHAGAS, A. C. F.; MULLER, K. d. T. C.; FERNANDES, C. O. Percepção das gestantes sobre o papel da enfermagem no pré-natal da atenção básica. **Revista de Saúde Pública de Mato Grosso do Sul**, v. 3, n. 1, 2020. Disponível em: <https://revista.saude.ms.gov.br/index.php/rspms/article/view/77>.

SILVA, M. A.; EVANGELISTA, N.; CASTRO, A. L. C. M. de; MACHADO, R. M.; GONTIJO, T. L.; CARVALHO, D. B. F.; GUIMARÃES, E. A. de A. A usabilidade do prontuário eletrônico do cidadão e sua associação com as dimensões da síndrome de burnout. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 57, n. 3, 2024.

TIWARI, S.; GUPTA, A. A systematic literature review of use case specifications research. **Information and Software Technology**, v. 67, p. 128–158, 2015.

VALENTE, M. T. **Engenharia de Software Moderna: Princípios e Práticas para Desenvolvimento de Software com Produtividade**. Belo Horizonte: Independente, 2020. ISBN 978-65-00-01950-6.

VERNON, V. **Implementing Domain-Driven Design**. 1. ed. Boston: Addison-Wesley Professional, 2013. ISBN 0321834577.

VIDAL, E. C. F.; OLIVEIRA, L. L. d.; OLIVEIRA, C. A. N. d.; BALSELLS, M. M. D.; BARROS, M. A. R.; VIDAL, E. C. F.; PINHEIRO, A. K. B.; AQUINO, P. d. S. Assistência pré-natal associada aos desfechos neonatais em maternidades: estudo transversal de base hospitalar. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, SciELO Brasil, v. 57, p. e20230145, 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global diffusion of eHealth: making universal health coverage achievable: report of the third global survey on eHealth**. WHO, 2016. Acesso em: 10 jul. 2025. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241511780>.

APÊNDICE A – INSTRUÇÕES E CONSENTIMENTO DO TESTE DE USABILIDADE

Este formulário tem como objetivo avaliar a usabilidade de um protótipo de sistema desenvolvido para apoiar profissionais de saúde no registro, acompanhamento e consulta de informações de gestantes durante o pré-natal de baixo risco. A aplicação visa digitalizar e simplificar processos realizados de forma manual, promovendo agilidade, rastreabilidade e organização das informações clínicas.

A avaliação será feita por meio da escala SUS (*System Usability Scale*), um instrumento reconhecido internacionalmente para medir a percepção de usabilidade de sistemas interativos. As respostas obtidas permitirão identificar pontos fortes e oportunidades de melhoria no sistema, além de apoiar a validação do protótipo como uma solução potencialmente útil e aplicável na prática profissional.

O presente formulário:

1. É composto por 10 afirmações sobre o sistema, adaptadas da escala SUS para refletir o contexto da prática profissional em saúde;
2. Cada pergunta deve ser respondida com base na sua experiência ao utilizar o protótipo;
3. As alternativas seguem uma escala de concordância de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente);
4. Ao final, há duas perguntas abertas opcionais para registrar percepções gerais, sugestões ou críticas.
5. As afirmações abordam aspectos como: facilidade de uso, integração das funcionalidades, aprendizado, complexidade percebida e confiança durante o uso.

As perguntas não possuem resposta certa ou errada, pois são baseadas na sua percepção individual como profissional de saúde. Leia atentamente cada frase e selecione a alternativa que melhor representa sua experiência com o protótipo.

A participação é voluntária e anônima. Nenhuma informação pessoal será coletada e os dados obtidos serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, no contexto do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Engenharia de Computação. As respostas serão analisadas de forma agregada, garantindo confidencialidade e respeito à sua identidade.

Ao continuar, você declara que compreende o objetivo do formulário e autoriza o uso das informações fornecidas para fins de pesquisa acadêmica.

Agradecemos sua contribuição para a construção de soluções tecnológicas mais

alinhadas à realidade da saúde pública. Seu *feedback* é essencial para o aprimoramento do sistema e para o sucesso deste trabalho de pesquisa.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS

Questão 1. Eu acredito que usaria esse sistema com frequência no meu dia-a-dia como profissional de saúde

- (a) Discordo totalmente
- (b) Discordo parcialmente
- (c) Neutro
- (d) Concordo parcialmente
- (e) Concordo totalmente

Questão 2. Achei o sistema desnecessariamente complexo para as atividades de acompanhamento pré-natal de baixo risco

- (a) Discordo totalmente
- (b) Discordo parcialmente
- (c) Neutro
- (d) Concordo parcialmente
- (e) Concordo totalmente

Questão 3. Achei o sistema simples e fácil de usar para registrar e consultar dados da gestante.

- (a) Discordo totalmente
- (b) Discordo parcialmente
- (c) Neutro
- (d) Concordo parcialmente
- (e) Concordo totalmente

Questão 4. Acredito que precisaria da ajuda de alguém com mais conhecimento técnico para usar este sistema com segurança.

- (a) Discordo totalmente
- (b) Discordo parcialmente
- (c) Neutro
- (d) Concordo parcialmente
- (e) Concordo totalmente

Questão 5. Percebi que as funcionalidades do sistema (cadastro, visualização) estão bem integradas no fluxo de trabalho.

- (a) Discordo totalmente

- (b) Discordo parcialmente
- (c) Neutro
- (d) Concordo parcialmente
- (e) Concordo totalmente

Questão 6. Notei que o sistema apresentou informações ou comportamentos inconsistentes durante o uso.

- (a) Discordo totalmente
- (b) Discordo parcialmente
- (c) Neutro
- (d) Concordo parcialmente
- (e) Concordo totalmente

Questão 7. Acredito que profissionais de saúde aprenderiam rapidamente a usar este sistema no contexto da unidade.

- (a) Discordo totalmente
- (b) Discordo parcialmente
- (c) Neutro
- (d) Concordo parcialmente
- (e) Concordo totalmente

Questão 8. Achei o sistema difícil de utilizar em algumas etapas, como preenchimento ou navegação entre informações.

- (a) Discordo totalmente
- (b) Discordo parcialmente
- (c) Neutro
- (d) Concordo parcialmente
- (e) Concordo totalmente

Questão 9. Senti-me confiante ao utilizar o sistema para registrar e acessar os dados das gestantes.

- (a) Discordo totalmente
- (b) Discordo parcialmente
- (c) Neutro
- (d) Concordo parcialmente
- (e) Concordo totalmente

Questão 10. Precisei aprender muitas coisas novas para conseguir utilizar o sistema corretamente.

- (a) Discordo totalmente
- (b) Discordo parcialmente
- (c) Neutro
- (d) Concordo parcialmente
- (e) Concordo totalmente

Questão 11. Com base na sua experiência ao utilizar o protótipo, quais são suas percepções sobre o potencial do sistema para apoiar o acompanhamento do pré-natal de baixo risco durante o dia a dia real de um profissional de saúde?

Questão 12. Você utilizaria um sistema como este em seu dia a dia profissional, caso estivesse disponível em sua unidade de saúde? Por quê?

APÊNDICE C – TAREFAS DO TESTE DE USABILIDADE

Atividades de usabilidade	O que é considerado sucesso para essa atividade?
Como você iniciaria uma consulta para a paciente X?	Procurar a paciente na lista ou buscar na barra de pesquisa pelo nome da paciente > Clicar no botão iniciar consulta
Quais os passos você realizaria para inserir os dados do exame físico e obstétrico da paciente X?	Na página de consulta: Acessar aba de exame físico e obstétrico > Preencher as informações obrigatórias do formulário > Clicar em próximo ou em outra aba
Quais os passos que você realizaria para adicionar em exame durante a consulta e checar se o que foi digitado está correto?	Na página de consulta: Acessar a aba de exames > Clicar no botão de "+" referente ao exame e trimestre > Adicionar as informações no formulário > Clicar em Salvar > Clicar no botão de visualizar
Quais passos você realizaria para receber um resultado de ultrassom?	Na página de consulta: Acessar a aba de ultrassonografia > Clicar: Botão "Receber ultrassonografia» Preencher o formulário
Quais os passos que você tomaria para finalizar a consulta?	Com o formulário válido > Clicar no botão: Enviar
Poderia me dizer como você faria para acompanhar a progressão do estado nutricional e da curva uterina da paciente Y?	Voltar para página principal > Procurar pela paciente Y > Clicar no botão "Caderneta» Acessar a aba de informações > Consultar os gráficos passando o mouse por cima de cada semana
Conseguiu me dizer quais exames já foram realizados pela paciente Y?	Voltar para página principal > Acessar a caderneta da paciente Y > Ir a abas de exames
Poderia me dizer quantas consultas já foram realizadas pela paciente Y e entrar nos detalhes de alguma delas?	Navegar até a aba de consultas > Clicar no botão "Ver detalhes"r

Fonte: elaborada pelo autor.