



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Campus Campina Grande
Coordenação do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia
de Computação

FACILIFARMA 2.0 – APRIMORAMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE VENDAS DE MEDICAMENTOS

ALYSON MATHEUS VALE DE MACEDO

Orientador: Henrique do Nascimento Cunha

Campina Grande, fevereiro de 2025

©Alyson Matheus Vale de Macedo



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Campus Campina Grande
Coordenação do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia
de Computação

FACILIFARMA 2.0 – APRIMORAMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE VENDAS DE MEDICAMENTOS

ALYSON MATHEUS VALE DE MACEDO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia de Computação, do Instituto Federal da Paraíba – Campus Campina Grande, em cumprimento às exigências parciais para a obtenção do título bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Henrique do Nascimento Cunha
Campina Grande, fevereiro de 2025

Catálogo na fonte:

Ficha catalográfica elaborada por Gustavo César Nogueira da Costa - CRB 15/479

M149f Macedo, Alyson Matheus Vale de

Facilifarma: aprimoramento e inovação em um sistema para o setor farmacêutico / Alyson Matheus Vale de Macedo. - Campina Grande, 2025.

62 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Computação) - Instituto Federal da Paraíba, 2025.

Orientador: Henrique do Nascimento Cunha.

1. Engenharia de Computação 2. E-commerce - farmácia 3. Inteligência artificial 4. Geolocalização I. Cunha, Henrique do Nascimento II. Título.

CDU 004.4:615

FACILIFARMA 2.0 – APRIMORAMENTO DE UM SISTEMA DE CONTROLE DE VENDAS DE MEDICAMENTOS

ALYSON MATHEUS VALE DE MACEDO

Prof(a). Henrique do Nascimento Cunha, DSc. - IFPB
Orientador

Prof(a). Cesar Rocha Vasconcelos, DSc - IFPB
Examinador

Prof(a). Mirna Carelli Oliveira Maia, DSc. - IFPB
Examinador

Campina Grande, Paraíba, Brasil
Fevereiro/2025

Resumo

O objetivo deste trabalho é aprimorar o sistema Facilifarma, desenvolvido inicialmente para digitalizar e otimizar o processo de compra e venda de medicamentos e produtos farmacêuticos. As melhorias implementadas incluem a integração de novas funcionalidades, como a busca por farmácias com geolocalização, sistemas de pagamento seguros via Stripe®, rastreamento em tempo real de pedidos, além de um *redesign* da interface, visando aprimorar a experiência do usuário.

Este estudo destaca a importância da transformação digital no setor farmacêutico, demonstrando como tecnologias como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e *e-commerce* têm sido fundamentais para aumentar a eficiência operacional e melhorar a acessibilidade. Durante o desenvolvimento, adotou-se uma abordagem baseada em microsserviços, com foco na modularidade e escalabilidade. No entanto, alguns desafios, como o alto consumo de recursos computacionais e a falta de testes em ambientes operacionais reais, restringiram parcialmente a validação das funcionalidades.

Os resultados mostram avanços consideráveis em termos de eficiência, segurança e conveniência, tornando o sistema mais alinhado às necessidades atuais do setor. Este trabalho contribui para a inovação e modernização tecnológica, oferecendo uma solução promissora para o mercado farmacêutico e abrindo possibilidades para futuros aprimoramentos e integrações.

Palavras-chaves: transformação digital; *e-commerce* farmacêutico; geolocalização; sistemas de pagamento; experiência do usuário.

Abstract

This study aims to enhance the Facilifarma system, initially developed to digitize and optimize the purchasing and selling processes of pharmaceutical products. The proposed improvements include modern functionalities such as pharmacy search using geolocation, secure payment systems through Stripe®, real-time order tracking, and a redesigned interface to improve user experience.

The research emphasizes the relevance of digital transformation in the pharmaceutical sector, showcasing how technologies such as IoT, artificial intelligence, and e-commerce have contributed to operational efficiency and accessibility. The development adopted a microservices-based approach, focusing on modularity and scalability. However, challenges such as high computational resource consumption and the lack of real-world testing environments partially limited the validation of implemented features.

The achieved results demonstrate significant advancements in efficiency, security, and convenience, aligning the system with current market demands. This work contributes to technological innovation and modernization, offering a promising solution for the pharmaceutical industry and paving the way for future enhancements and integrations.

Key-words: digital transformation; pharmaceutical e-commerce; geolocation; payment systems; user experience.

Sumário

Sumário	7	
1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Introdução	1
1.2	Justificativa	2
1.3	Objetivos	3
1.4	Objetivos geral	3
1.5	Objetivos específicos	3
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1	Transformação Digital no Setor Farmacêutico	5
2.2	<i>E-commerce</i> Farmacêutico	6
2.3	Facilifarma 1.0 – Sistema de Controle de Vendas de Medicamentos	6
2.4	Sistemas de Pagamento no Setor Digital	7
2.5	Acessibilidade e Experiência do Usuário em Plataformas Digitais	8
2.6	Regulação e Conformidade no <i>E-commerce</i> Farmacêutico	9
2.7	Sustentabilidade no Comércio Digital Farmacêutico	10
2.8	Impactos da Pandemia na Digitalização do Setor Farmacêutico	11
2.9	Integração Física e Digital em Farmácias	11
2.10	Estudos de Caso e Aplicações Reais	12
3	METODOLOGIA	14
3.1	Abordagem Geral	14
3.2	Pesquisa de Mercado	14
3.3	Tecnologias	14
3.3.1	<i>Frontend</i>	14
3.3.2	<i>Backend</i>	15
3.3.3	Ferramentas Auxiliares para o Desenvolvimento	16
3.4	Requisitos Funcionais	16
3.5	<i>Backend</i>	18
3.6	Arquitetura geral e conexão com o <i>frontend</i>	18
3.7	Arquitetura do <i>frontend</i>	19
3.8	Testes e Validação	21
4	RESULTADOS	24
4.1	Telas do Aplicativo	24

4.1.1	<i>Welcome</i>	25
4.1.2	Cadastro	25
4.1.3	<i>Login</i>	27
4.1.4	<i>Home</i>	28
4.1.4.1	Geolocalização	30
4.1.4.2	Busca de Produtos	30
4.1.4.3	Categorias	31
4.1.5	Produto	32
4.1.6	<i>Checkout</i>	33
4.1.6.1	Endereço	34
4.1.6.2	Formas de Pagamento	37
4.1.6.3	Verificação de Pagamento	38
4.1.6.4	Pedidos no Processo de <i>Checkout</i>	40
4.1.6.5	Resultado do pagamento com Stripe®	41
4.1.6.6	Processo de Pagamento com Stripe®	42
4.1.7	Pedidos	43
4.1.8	Entrega	44
5	LIMITAÇÕES E DISCUSSÃO	45
6	CONCLUSÃO	48
7	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	49
8	ANEXOS	51
	REFERÊNCIAS	52

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me guiar em todos os momentos dela. A minha mãe, Aline Vale de Araujo, a minha avó, Maria Goretti de Araujo Vale, minha irmã e irmão, Julia Vale Alves Dutra e Gabriel Vale Fernandes, ao meu padrasto, José Godofredo de A Fernandes, a minha namorada, Letícia Esthefane Walenque Gomes de Farias. Agradeço ainda a todos os familiares e amigos que me incentivaram e apoiaram durante toda a trajetória vivenciada no curso de graduação em Engenharia de Computação. Aos professores do Departamento de Engenharia de Computação, em especial a Henrique do Nascimento Cunha, Cesar Rocha Vasconcelos, Mirna Carelli Oliveira Maia, Iana Daya Cavalcante Facundo Passos, Fagner de Araujo Pereira e George Sobral Silveira, pela convivência, ensinamentos e oportunidades concedidas.

1 Introdução

1.1 Introdução

A transformação digital tem remodelado profundamente os ecossistemas industriais globais, alterando a escala, o escopo e a estrutura das indústrias tradicionais. Esse fenômeno tem implicações de longo alcance nas atividades econômicas, incluindo emprego, distribuição de renda e padrões de consumo (AGHION; AKCIGIT; HOWITT, 2019; BERG; BUFFIE; ZANNA, 2018; SINGH, 2021). Entre os setores mais impactados por essa transformação está o farmacêutico, onde essas inovações têm sido particularmente transformadoras, promovendo resiliência e acessibilidade em mercados dinâmicos.

No setor farmacêutico, a transição digital impulsionou o uso de tecnologias avançadas, como inteligência artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e *big data*, que estão aprimorando setores estratégicos, promovendo eficiência operacional e criando soluções mais personalizadas para os usuários (COMPANY, 2021; OECD, 2022).

Além das transformações tecnológicas, a pandemia de COVID-19 atuou como catalisador, acelerando a transição de consumidores para plataformas digitais e remodelando o comércio eletrônico. Também revelou o potencial da transição digital como elemento estratégico para a resiliência do setor farmacêutico, permitindo respostas rápidas a crises e fortalecendo cadeias de suprimento (TEKER; DEMIR; ÖZTÜRK, 2024; WANG; NUNEZ, 2024). Plataformas digitais foram essenciais para garantir o acesso a medicamentos e otimizar processos logísticos, promovendo ainda sustentabilidade ambiental ao reduzir emissões de carbono e otimizar o consumo de recursos (ZHANG; LI; CHEN, 2022).

O setor farmacêutico também tem sido diretamente impactado pelas mudanças significativas nos hábitos de consumo, com consumidores buscando rapidez, confiabilidade e segurança. Essa transformação é liderada, em grande parte, pelas gerações mais jovens, como *millennials* e geração Z, que valorizam a conveniência e a personalização oferecidas pelas plataformas digitais (ANALYTICS, 2023).

Estudos mostram que plataformas digitais tornaram-se essenciais para atender à demanda por serviços convenientes, alinhando relevância e praticidade para atrair esses consumidores mais jovens (FLORES, 2020; SANTOS, 2024). A crescente adoção de dispositivos conectados, como *smartphones* e *wearables*, tem potencializado essa mudança, especialmente com a implementação do 5G e a expansão da IoT. Essas tecnologias permitem experiências de consumo mais integradas e personalizadas, que atendem às expectativas dos consumidores modernos por conveniência, inovação e acessibilidade (RESEARCH, 2023; MENSAGEM, 2023; SOUSA, 2023).

Diante desse contexto, economias emergentes como o Brasil enfrentam desafios significativos para acelerar a transição digital, inspirando-se em exemplos globais de sucesso – Estados Unidos, a China, a União Europeia e a Turquia – que demonstram o impacto positivo da integração tecnológica nos setores de saúde e farmacêutico. Embora a pandemia de COVID-19 tenha impulsionado o crescimento do *e-commerce* e a adoção de plataformas digitais, o país ainda carece de uma integração mais sólida entre sistemas físicos e digitais, além de avanços em inclusão digital e proteção de dados, especialmente em regiões menos favorecidas (UNCTAD, 2021).

Assim, este trabalho tem como objetivo aprimorar o sistema de compra e venda de medicamentos e produtos farmacêuticos, desenvolvido por Souza e Brito (SOUZA; BRITO, 2023). O aprimoramento proposto moderniza funcionalidades existentes e introduz novos recursos, como busca por farmácias com geolocalização em tempo real, mecanismos eficientes de busca de produtos, integração com sistemas de pagamento modernos e rastreamento de pedidos em tempo real. Além disso, será realizado o *redesign* da interface do sistema, visando melhorar a experiência do usuário. Essas melhorias buscam atender às demandas dos consumidores por conveniência, segurança e personalização, enquanto potencializam a eficiência operacional das farmácias, alinhando-se às tendências e exigências da transformação digital.

1.2 Justificativa

A transformação digital emergiu como um imperativo estratégico para o setor farmacêutico global, especialmente em um cenário pós-pandemia, onde a integração de tecnologias avançadas se tornou essencial para garantir eficiência, resiliência e acessibilidade (GJELLEBAEK; STOUMPOS; PAPATHANASIOU, 2021). Embora setores como mídia e finanças tenham liderado a adoção de inovações digitais, o setor de saúde e farmacêutico ainda enfrenta lacunas significativas, evidenciando a necessidade de políticas públicas sólidas, investimentos privados e avanços tecnológicos que priorizem segurança de dados, interoperabilidade de sistemas e inclusão digital (GOPAL; SHARMA; AHUJA, 2020; OECD, 2022).

Países como os Estados Unidos, China, União Europeia e Turquia têm se destacado como líderes globais na transição digital aplicada à saúde e ao setor farmacêutico. Nos Estados Unidos, 75% dos hospitais já utilizam sistemas de registros eletrônicos de saúde (REBEKAH; SMITH; TURNER, 2021). Na China, a saúde inteligente é uma prioridade estratégica dentro do plano quinquenal de desenvolvimento econômico (PLAN, 2023). A União Europeia promove a integração de sistemas interoperáveis entre seus estados membros, alinhando-se ao Plano Estratégico Europeu 2019–2024 (COMMISSION, 2019–2024). Já a Turquia, impulsionada pela pandemia de COVID-19, tornou-se um dos

mercados de *e-commerce* de crescimento mais acelerado (WTO, 2022).

Durante a pandemia de COVID-19, o setor farmacêutico enfrentou desafios sem precedentes, que demandaram soluções digitais rápidas para atender à crescente demanda por medicamentos e serviços de saúde digital. Exemplos internacionais demonstram como estratégias digitais robustas podem fortalecer cadeias de suprimento, ampliar o acesso à saúde e estabelecer bases para a competitividade global (TEKER; DEMIR; ÖZTÜRK, 2024; WANG; NUNEZ, 2024).

Apesar desses avanços, barreiras significativas ainda limitam a plena implementação da transformação digital no setor farmacêutico. Além da falta de alfabetização digital em mercados emergentes, que dificulta a adoção por parte dos consumidores finais (GAGNON; DESMARTIS; LABRECQUE, 2019), outros problemas incluem a ausência de integração com sistemas de entrega e pagamento, o que fragmenta processos e aumenta o tempo de processamento de pedidos (VAREJO, 2023). Muitas plataformas digitais não conseguem atender plenamente às demandas específicas do setor, como a validação de receitas médicas e a conformidade com normas sanitárias rigorosas (MC, 2023). Adicionalmente, a dificuldade de integrar canais físicos e digitais representa uma barreira significativa para a implementação eficaz da estratégia *omnicanal*, prejudicando a experiência do usuário e a eficiência operacional (BRASIL, 2023a).

Além dos benefícios operacionais, o avanço da digitalização no setor farmacêutico contribui diretamente para a saúde pública global ao ampliar o acesso a medicamentos em áreas remotas e vulneráveis, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (WHO, 2020). Dessa forma, a digitalização não apenas responde aos desafios imediatos, mas também estabelece um caminho estratégico para o futuro do setor farmacêutico, promovendo resiliência, eficiência e inovação no atendimento às necessidades de uma população cada vez mais conectada.

1.3 Objetivos

1.4 Objetivos geral

Aprimorar o sistema de compra e venda de medicamentos e produtos farmacêuticos desenvolvido por (SOUZA; BRITO, 2023). Para modernizar funcionalidades e introduzir novos recursos.

1.5 Objetivos específicos

- Permitir busca de farmácias por geolocalização.

- Possibilitar a busca de produtos.
- Utilizar sistema de pagamentos com Stripe®.
- Permitir aos usuários status do processo de entrega.
- Desenvolver interface atualizada.

2 Fundamentação teórica

2.1 Transformação Digital no Setor Farmacêutico

A transformação digital no setor farmacêutico, impulsionada pelas Indústrias 4.0 e 5.0, está reformulando as operações de farmácias, indústrias e cadeias de suprimentos. A integração de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial e automação tem sido essencial para atender às crescentes demandas por eficiência e personalização impostas por um mercado cada vez mais digital (MAIA, 2021; BARBOSA, 2020). Como destaca Guerra (GUERRA, 2020), a pandemia de COVID-19 expôs vulnerabilidades nos sistemas tradicionais e acelerou significativamente a adoção de soluções tecnológicas.

Entre os principais benefícios da transformação digital está a melhora da experiência dos consumidores. A digitalização possibilita que farmácias e indústrias farmacêuticas personalizem o atendimento, utilizem dados em tempo real e ampliem a acessibilidade a medicamentos (MOREIRA, 2021; GARCIA, 2021). Por exemplo, plataformas digitais passaram a interagir diretamente com os pacientes, viabilizando a automação de prescrições e reduzindo o intervalo entre a demanda e a entrega dos medicamentos (CARVALHO, 2021). Além disso, essas inovações auxiliam na gestão de estoques e no controle de prazos de validade, resultando em maior eficiência operacional (NUNES, 2023).

No entanto, a transformação digital também enfrenta desafios, especialmente em relação à conformidade regulatória e à proteção de dados dos consumidores. A segurança cibernética tornou-se uma preocupação crescente, uma vez que informações sensíveis passaram a ser digitalizadas (FERREIRA, 2021; OLIVEIRA, 2023). Para superar essas barreiras, é necessário investir não apenas em infraestrutura tecnológica, mas também em treinamento contínuo das equipes e na adaptação cultural às mudanças (BERNARDES, 2019). Além disso, a interoperabilidade entre diferentes plataformas e a integração de sistemas são aspectos críticos para o sucesso dessa revolução digital no setor farmacêutico (MAIA, 2021; MOREIRA, 2021).

A digitalização também impacta positivamente processos internos, como pesquisa e desenvolvimento de medicamentos, que têm se beneficiado de ferramentas de *big data* para análises mais rápidas e precisas (BARBOSA, 2020; NUNES, 2023). Assim, a transformação digital representa uma oportunidade única de modernização e inovação, exigindo, porém, que as empresas enfrentem os desafios tecnológicos e regulatórios inerentes a essa nova era.

2.2 *E-commerce* Farmacêutico

O *e-commerce* farmacêutico emergiu como um dos setores mais dinâmicos durante a pandemia de COVID-19, atendendo à crescente demanda por conveniência e acessibilidade (SANTOS, 2022; AGOSTINHO, 2023). Esse modelo transformou a maneira como medicamentos e produtos de saúde são adquiridos, permitindo que os consumidores acessem plataformas digitais para realizar compras rápidas e seguras (BARBOSA, 2020; GARCIA, 2021). A digitalização do setor também favoreceu a integração com sistemas logísticos avançados, o que garantiu entregas mais eficientes (SILVA, 2010).

No Brasil, empresas como Memed® e iFood® destacaram-se pela inovação em um mercado historicamente dependente de interações presenciais (CARVALHO, 2021; MAGALDI; NETO, 2022). Enquanto o Memed® revolucionou a prescrição digital, conectando médicos, pacientes e farmácias, o iFood® expandiu seu alcance ao incorporar medicamentos em sua plataforma, inspirando-se em modelos internacionais como o Alibaba® na China (MAGALDI; NETO, 2022; NUNES, 2020). Por outro lado, desafios relacionados à regulação e à segurança de dados ainda são obstáculos significativos para o crescimento do *e-commerce* farmacêutico no Brasil (FERREIRA, 2021; OLIVEIRA, 2023).

A comparação entre países desenvolvidos e emergentes revela disparidades na adoção desse modelo. Nos Estados Unidos e na União Europeia, regulamentações claras e proteção robusta de dados facilitaram avanços significativos, enquanto mercados como o Brasil ainda enfrentam barreiras relacionadas à infraestrutura desigual e à falta de uniformidade nas políticas regulatórias (NUNES, 2020; RAIMUNDO; SILVA; ALMEIDA, 2024). Apesar disso, a pandemia catalisou inovações importantes no Brasil, evidenciando a capacidade local de rápida adaptação (AGOSTINHO, 2023; SANTOS, 2022).

Outro ponto relevante é a personalização de serviços no *e-commerce*. O uso de inteligência artificial permite que as plataformas analisem o comportamento do consumidor, oferecendo produtos e serviços adaptados às suas necessidades específicas (CARVALHO, 2021; OLIVEIRA, 2023). Essa abordagem não apenas melhora a experiência do usuário, mas também promove fidelização, consolidando o *e-commerce* como uma ferramenta essencial para o setor farmacêutico (MOREIRA, 2021; GARCIA, 2021).

2.3 Facilifarma 1.0 – Sistema de Controle de Vendas de Medicamentos

O trabalho de (SOUZA; BRITO, 2023) apresentou a primeira versão do sistema Facilifarma, um *marketplace* desenvolvido para a comercialização de medicamentos, incluindo aqueles que exigem prescrição médica. O projeto foi concebido com o intuito de integrar farmácias, pacientes e médicos em uma plataforma digital, tornando o processo

de compra e venda de medicamentos mais ágil e acessível.

A proposta do sistema visava suprir lacunas do mercado farmacêutico, como a necessidade de validação digital de receitas médicas e a centralização da busca por farmácias e produtos. Dessa forma, os usuários podiam localizar estabelecimentos próximos, verificar a disponibilidade dos medicamentos desejados e realizar compras diretamente pelo aplicativo, garantindo maior comodidade e segurança no processo. Além disso, médicos tinham a possibilidade de emitir prescrições eletrônicas validadas digitalmente, reduzindo burocracias e ampliando a acessibilidade a tratamentos específicos.

A versão inicial do Facilifarma representou um avanço significativo na digitalização do setor, permitindo que farmácias gerenciassem suas operações por meio de um painel administrativo, onde era possível monitorar estatísticas de vendas, controlar estoques e otimizar o relacionamento com os clientes. No entanto, alguns desafios foram identificados, como a necessidade de melhorias na interface do usuário, a adequação a normas regulatórias e a implementação de camadas adicionais de segurança para garantir a integridade das transações digitais.

Com base nesses desafios, a presente pesquisa busca aprimorar o sistema Facilifarma, expandindo suas funcionalidades e garantindo uma experiência mais eficiente para os usuários, ao mesmo tempo em que atende às exigências legais e operacionais do setor farmacêutico.

2.4 Sistemas de Pagamento no Setor Digital

Os sistemas de pagamento digitais tornaram-se elementos indispensáveis na transformação digital do setor farmacêutico, promovendo maior conveniência e eficiência para consumidores e empresas. Soluções como o PIX, no Brasil, e o Stripe®, em mercados internacionais, destacam-se pela rapidez e simplicidade, permitindo transações instantâneas e seguras (BARBOSA, 2020; MOREIRA, 2021). Durante a pandemia de COVID-19, o uso dessas ferramentas ganhou ainda mais relevância, impulsionado pela necessidade crescente de compras online e entregas domiciliares (CARVALHO, 2021; OLIVEIRA, 2023).

Além de facilitar pagamentos, esses sistemas oferecem benefícios estratégicos. A coleta e análise de dados financeiros e comportamentais permitem identificar padrões de consumo, contribuindo para a personalização de ofertas e melhoria da experiência do cliente (NUNES, 2020; GARCIA, 2021). Por exemplo, ao compreender preferências de pagamento e frequência de compras, farmácias e plataformas digitais podem criar promoções específicas e programas de fidelidade mais eficazes (MAIA, 2021; SANTOS, 2022).

Outro aspecto fundamental é a segurança. Tecnologias como o *blockchain* estão

sendo exploradas para garantir transparência nas transações, reduzindo riscos de fraude e protegendo dados financeiros sensíveis (FERREIRA, 2021; OLIVEIRA, 2023). Contudo, em mercados emergentes como o Brasil, desafios relacionados à conformidade regulatória persistem, especialmente devido à falta de padronização das políticas locais (RAIMUNDO; SILVA; ALMEIDA, 2024; MAGALDI; NETO, 2022).

A integração de métodos de pagamento com plataformas de *e-commerce* farmacêutico também contribui para a inclusão financeira, permitindo que consumidores de diferentes perfis socioeconômicos acessem medicamentos e serviços de saúde (MOREIRA, 2021; BERNARDES, 2019). O PIX, por exemplo, representa um marco no Brasil, ao oferecer um sistema gratuito e acessível que beneficia tanto consumidores quanto pequenos negócios (CARVALHO, 2021; OLIVEIRA, 2023).

Espera-se que as plataformas farmacêuticas continuem investindo em soluções cada vez mais inovadoras, como carteiras digitais e pagamentos por aproximação. Essas inovações não apenas simplificam a jornada do consumidor, mas também ajudam a modernizar o setor, posicionando-o como um dos mais dinâmicos no cenário digital global (NUNES, 2020; GARCIA, 2021).

2.5 Acessibilidade e Experiência do Usuário em Plataformas Digitais

A acessibilidade e a experiência do usuário (*UX*) emergiram como aspectos essenciais no desenvolvimento de plataformas digitais farmacêuticas. Durante a pandemia de COVID-19, muitos consumidores utilizaram pela primeira vez ferramentas digitais para adquirir medicamentos ou acessar serviços de saúde, o que tornou a facilidade de uso uma prioridade para as empresas (GARCIA, 2021; SANTOS, 2022). De acordo com Barbosa (BARBOSA, 2020), o desenvolvimento de interfaces intuitivas é crucial para atender públicos com diferentes níveis de familiaridade digital.

Plataformas como o Memed® destacaram-se no Brasil por integrar funcionalidades que facilitam a vida dos consumidores, como a emissão de prescrições digitais e o acesso rápido a medicamentos (MAGALDI; NETO, 2022; CARVALHO, 2021). Essas soluções são fundamentais para superar barreiras geográficas, permitindo que pacientes em regiões remotas consigam adquirir os produtos necessários sem sair de casa (RAIMUNDO; SILVA; ALMEIDA, 2024; NUNES, 2020).

A personalização é outro ponto central para a experiência do usuário. O uso de tecnologias como inteligência artificial permite que as plataformas adaptem suas interfaces às necessidades individuais, proporcionando uma navegação mais agradável e eficiente (MAIA, 2021; GARCIA, 2021). Além disso, o design responsivo garante que essas fer-

ramentas sejam acessíveis a partir de diferentes dispositivos, promovendo flexibilidade e conveniência (CARVALHO, 2021; MOREIRA, 2021).

Entretanto, desafios significativos permanecem. A proteção de dados pessoais e a conformidade com regulamentações como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), no Brasil, são questões prioritárias para as empresas que atuam no ambiente digital (FERREIRA, 2021; OLIVEIRA, 2023). Além disso, é essencial que as plataformas sejam adaptadas para atender públicos específicos, como idosos e pessoas com deficiência, que podem encontrar dificuldades adicionais ao utilizar serviços digitais (BARBOSA, 2020; GARCIA, 2021).

Empresas que investem na melhoria contínua da experiência do usuário e no desenvolvimento de interfaces acessíveis destacam-se em um mercado cada vez mais competitivo. Assim, a acessibilidade digital não é apenas uma ferramenta para promover inclusão, mas também um diferencial estratégico que pode determinar o sucesso de uma plataforma farmacêutica no longo prazo (MAIA, 2021; BERNARDES, 2019).

2.6 Regulação e Conformidade no *E-commerce* Farmacêutico

A regulação e a conformidade no *e-commerce* farmacêutico são fundamentais para garantir a segurança dos consumidores e a integridade das operações digitais. Com o avanço das plataformas online, desafios como a validação de receitas, o rastreamento de medicamentos e a proteção de dados se tornaram questões centrais (FERREIRA, 2021; OLIVEIRA, 2023). No Brasil, a ausência de regulamentações consistentes e uniformes representa um obstáculo significativo, especialmente em comparação com mercados mais consolidados, como os da União Europeia e dos Estados Unidos, onde há legislações abrangentes em vigor (NUNES, 2020; RAIMUNDO; SILVA; ALMEIDA, 2024).

Entre os desafios mais críticos está a validação de receitas digitais. Plataformas como o Memed® têm se destacado ao oferecer sistemas que integram médicos, farmácias e pacientes, facilitando o processo de prescrição e reduzindo o risco de fraudes (CARVALHO, 2021; MAGALDI; NETO, 2022). Entretanto, no Brasil, a falta de padronização entre estados e municípios dificulta a adoção ampla dessa solução, o que compromete a experiência do consumidor (MOREIRA, 2021; RAIMUNDO; SILVA; ALMEIDA, 2024).

A proteção de dados pessoais também é uma prioridade. A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) trouxe avanços importantes, mas sua implementação ainda é desafiadora, especialmente para pequenas e médias empresas, que enfrentam dificuldades para cumprir os requisitos legais (FERREIRA, 2021; OLIVEIRA, 2023). Por outro lado, a regulação também apresenta oportunidades. Empresas que investem em conformidade destacam-se ao oferecer maior transparência e segurança, ganhando a confiança dos consumidores (BARBOSA, 2020; MOREIRA, 2021).

Ferramentas como *blockchain* estão sendo exploradas para rastrear medicamentos e garantir maior confiabilidade na cadeia de suprimentos. Essa tecnologia pode ser um divisor de águas, ajudando a combater a falsificação de medicamentos e promovendo maior controle sobre a distribuição (NUNES, 2020; GARCIA, 2021). Assim, embora o Brasil ainda enfrente desafios na regulação do *e-commerce* farmacêutico, os avanços nessa área são essenciais para consolidar o setor no ambiente digital.

2.7 Sustentabilidade no Comércio Digital Farmacêutico

A sustentabilidade no comércio digital farmacêutico tem ganhado cada vez mais relevância, impulsionada tanto pela pressão dos consumidores quanto pela necessidade de empresas se adaptarem a um mercado mais consciente. A logística verde, que inclui práticas como a redução de emissões de carbono e a otimização de rotas logísticas, tornou-se uma estratégia fundamental para minimizar os impactos ambientais das operações digitais (SILVA, 2010; SOARES, 2015). Além disso, o uso de veículos elétricos e híbridos é cada vez mais frequente, contribuindo para a diminuição da pegada de carbono no setor (MACHADO, 2016; LAGO, 2013).

Outro aspecto importante está na implementação de práticas de economia circular, como o reaproveitamento de embalagens e a logística reversa. Essas iniciativas permitem que materiais sejam reciclados ou reutilizados, reduzindo a quantidade de resíduos gerados (TURCHIARI, 2020; NUNES, 2020). Empresas que investem nessas práticas não apenas promovem a sustentabilidade, mas também fortalecem sua imagem corporativa, atendendo à crescente demanda dos consumidores por marcas que combinem inovação com responsabilidade ambiental (BARBOSA, 2020; CAMARA, 2018).

Durante a pandemia de COVID-19, a sustentabilidade enfrentou desafios e oportunidades no setor farmacêutico. O aumento das entregas domiciliares, por exemplo, levou a um crescimento significativo no uso de embalagens, muitas vezes descartáveis. Como resposta, algumas empresas começaram a adotar materiais biodegradáveis e processos logísticos mais eficientes para mitigar esses impactos (SOARES, 2021; NARDI, 2013).

Além disso, tecnologias como IoT e *big data* têm desempenhado um papel central na sustentabilidade logística. O monitoramento em tempo real possibilita ajustes nas rotas de entrega, redução de desperdícios e maior eficiência operacional (GARCIA, 2021; RAIMUNDO; SILVA; ALMEIDA, 2024). No entanto, os altos custos iniciais de implementação dessas tecnologias e a falta de incentivos governamentais ainda são barreiras para sua adoção em larga escala, especialmente em mercados emergentes como o Brasil (BONILHA, 2020; MOREIRA, 2021).

As empresas que lideram em sustentabilidade têm se posicionado como referências no mercado, demonstrando que práticas ambientalmente responsáveis podem ser integra-

das a modelos de negócio rentáveis. O comércio digital farmacêutico, nesse sentido, oferece uma oportunidade única de alinhar tecnologia de ponta com iniciativas que promovam um futuro mais sustentável (STETTNER; ALVES; CAMARGO, 2021; BARBOSA, 2020).

2.8 Impactos da Pandemia na Digitalização do Setor Farmacêutico

A pandemia de COVID-19 marcou um divisor de águas na digitalização do setor farmacêutico, forçando empresas a reestruturarem rapidamente seus modelos de negócio para atender à demanda crescente por soluções *online* (GUERRA, 2020; NUNES, 2023). Durante esse período, plataformas como o Memed@desempenharam um papel central ao digitalizar o processo de prescrição médica, conectando médicos, pacientes e farmácias em um ecossistema integrado e eficiente (CARVALHO, 2021; OLIVEIRA, 2023).

O comportamento dos consumidores também sofreu mudanças profundas. Antes visto como complementar, o *e-commerce* farmacêutico tornou-se o principal canal para muitos consumidores, especialmente aqueles em regiões de difícil acesso ou em isolamento social (SANTOS, 2022; AGOSTINHO, 2023). Além disso, a telemedicina passou a integrar-se diretamente às plataformas digitais, permitindo consultas remotas e a emissão de prescrições em tempo real (OLIVEIRA, 2023; RAIMUNDO; SILVA; ALMEIDA, 2024).

Apesar dos avanços, a pandemia também revelou vulnerabilidades nos sistemas de saúde tradicionais. A falta de infraestrutura tecnológica em áreas remotas dificultou o acesso igualitário aos serviços digitais, evidenciando desigualdades regionais (NUNES, 2020; MOREIRA, 2021). Além disso, o aumento da digitalização trouxe desafios relacionados à segurança de dados e à proteção das informações sensíveis dos consumidores (FERREIRA, 2021; GARCIA, 2021).

Empresas que investiram em inovação durante a pandemia conseguiram não apenas atender às demandas emergentes, mas também estabelecer bases sólidas para um futuro mais digitalizado. Tecnologias como IoT, inteligência artificial e *blockchain* prometem consolidar os avanços realizados nesse período, transformando permanentemente o setor farmacêutico (MAGALDI; NETO, 2022; SANTOS, 2022).

2.9 Integração Física e Digital em Farmácias

A integração física e digital nas farmácias, mediada por estratégias *omnichannel*, tornou-se indispensável para atender às expectativas de consumidores cada vez mais conectados. O modelo *omnichannel* possibilita que os consumidores transitem de maneira fluida entre canais físicos e digitais, promovendo uma experiência de compra integrada e consistente (BARBOSA, 2020; GARCIA, 2021). Durante a pandemia de COVID-19,

muitas farmácias implementaram essas estratégias para lidar com o aumento da demanda por serviços online e entregas domiciliares (MOREIRA, 2021; GUIMARÃES, 2021).

A coleta e análise de dados em tempo real é uma peça-chave no sucesso do *omnichannel*. Ferramentas como *big data* e IoT permitem que as farmácias monitorem estoques, ajustem rotas logísticas e personalizem ofertas com base no comportamento de compra dos consumidores (STETTINER; ALVES; CAMARGO, 2021; MAIA, 2021). Por exemplo, o histórico de compras pode ser utilizado para recomendar produtos de saúde complementares, aprimorando a experiência do cliente (CARDOSO, 2021; OLIVEIRA, 2023).

A integração física e digital também contribui para uma operação mais eficiente. A sincronização de estoques em tempo real permite que os consumidores verifiquem a disponibilidade de medicamentos antes de se deslocarem a uma loja física, reduzindo frustrações e otimizando o tempo (GARCIA, 2021; MAGALDI; NETO, 2022). No entanto, desafios como a atualização de sistemas legados e o treinamento de equipes ainda representam barreiras significativas para a implementação de estratégias *omnichannel*, especialmente em mercados emergentes (BERNARDES, 2019; NUNES, 2020).

Apesar dessas dificuldades, o futuro da integração física e digital em farmácias é promissor. Empresas que adotam essa abordagem não apenas melhoram a conveniência para o consumidor, mas também ganham maior resiliência frente às mudanças no comportamento de compra, posicionando-se como líderes em um mercado competitivo (MOREIRA, 2021; BARBOSA, 2020).

2.10 Estudos de Caso e Aplicações Reais

Estudos de caso como os das plataformas Memed® e iFood®, no Brasil, exemplificam como a transformação digital está moldando o setor farmacêutico e de saúde. O Memed® destacou-se ao digitalizar o processo de prescrição médica, conectando médicos, pacientes e farmácias em uma única plataforma. Durante a pandemia de COVID-19, essa solução mostrou-se essencial, permitindo que pacientes obtivessem receitas e medicamentos de forma segura e remota (CARVALHO, 2021; OLIVEIRA, 2023). Já o iFood®, inicialmente voltado para entregas de alimentos, expandiu sua atuação para incluir medicamentos, aproveitando sua estrutura logística consolidada (MAGALDI; NETO, 2022; ALMAS; NETO; SANTOS, 2022).

Em nível internacional, a Alibaba Health®, na China, lidera iniciativas que integram logística avançada com inteligência artificial e IoT, oferecendo uma experiência digital completa para consumidores e profissionais de saúde (NUNES, 2020; MAGALDI; NETO, 2022). Nos Estados Unidos, redes como CVS Health® combinaram serviços digitais, como telemedicina, com farmácias físicas, criando um modelo robusto de atendimento

híbrido (RAIMUNDO; SILVA; ALMEIDA, 2024).

Esses exemplos destacam o potencial de plataformas digitais para transformar o setor farmacêutico, especialmente em mercados emergentes como o Brasil. Apesar dos desafios regulatórios e estruturais, empresas locais têm demonstrado grande capacidade de adaptação e inovação, como observado no caso do Memed® e do iFood® (CARVALHO, 2021; OLIVEIRA, 2023). O sucesso dessas iniciativas reforça a importância da integração tecnológica e da personalização para atender às necessidades de um público diversificado e exigente.

3 Metodologia

3.1 Abordagem Geral

Este trabalho visa aprimorar o sistema Facilifarma, desenvolvido inicialmente por (SOUZA; BRITO, 2023), com o objetivo de modernizar suas funcionalidades e expandir suas capacidades. As melhorias propostas incluem, entre outras, a implementação de uma busca baseada em geolocalização, um novo design para a interface do usuário, a funcionalidade de pesquisa de produtos, o rastreamento de entregas e a integração com o sistema de pagamentos *Stripe*[®]. Para garantir um desenvolvimento eficiente e bem organizado, optou-se pela metodologia ágil Scrum, que é estruturada em ciclos de trabalho, denominados *sprints*, com duração de 15 dias (SCHWABER, 2017).

3.2 Pesquisa de Mercado

A digitalização no setor farmacêutico brasileiro tem experimentado um crescimento significativo, especialmente após os efeitos da pandemia de COVID-19. Em 2023, o comércio eletrônico dentro desse setor atingiu a marca de R\$ 12,8 bilhões em vendas, consolidando-se como uma das categorias mais relevantes no *e-commerce* nacional. No entanto, apenas 18% das farmácias no Brasil estão ativas no comércio eletrônico, o que indica um grande potencial de expansão (BRASIL, 2023c; BRASIL, 2023b). O sistema originalmente adotado apresentava limitações substanciais, como interfaces de uso pouco intuitivas, a ausência de integração com sistemas logísticos eficientes e métodos de pagamento desatualizados. Esses fatores foram cruciais para orientar as melhorias propostas neste estudo.

3.3 Tecnologias

Nesta seção, são apresentadas as principais tecnologias empregadas no desenvolvimento do sistema, incluindo ferramentas, *frameworks* e linguagens de programação utilizadas.

3.3.1 *Frontend*

- ***TypeScript***: Linguagem de programação que aprimora as capacidades do *JavaScript*, adicionando tipagem estática e recursos avançados para melhor o suporte à programação orientada a objetos.

- **React Native:** *Framework* voltado para o desenvolvimento de aplicativos móveis, permitindo a criação de aplicativos nativos para as plataformas *iOS* e *Android*, utilizando *JavaScript* em conjunto com a biblioteca *React*.
- **Native Base:** Biblioteca de componentes de interface de usuário para *React Native*, oferecendo elementos estilizados e prontos para uso, facilitando o desenvolvimento de interfaces responsivas e consistentes.
- **Expo:** Plataforma que simplifica o processo de desenvolvimento de aplicativos móveis com *React Native*, abrangendo desde a criação até o teste e a implantação de aplicativos de maneira prática e eficiente.
- **MobX:** Biblioteca para o gerenciamento de estado em aplicações *React*. Proporciona um controle reativo e eficiente do estado da aplicação, favorecendo a organização e a manutenção do código.
- **Jest:** Ferramenta de testes de código aberto amplamente utilizada em projetos *JavaScript* e *React*. Oferece suporte para testes unitários, de integração e de *snapshots*, sendo uma escolha robusta para garantir a qualidade do código.
- **Apollo Client:** Biblioteca para o gerenciamento de estado de cliente em aplicações que utilizam *GraphQL*. É uma solução eficiente para realizar consultas e mutações em aplicações *JavaScript*.

3.3.2 Backend

- **Java:** Linguagem de programação utilizada no *backend*, proporcionando robustez, segurança e escalabilidade às aplicações.
- **OpenJDK:** Implementação de código aberto da plataforma *Java SE*, essencial para a execução de aplicações desenvolvidas em *Java*.
- **Spring Boot:** *Framework* que simplifica o desenvolvimento de aplicações *Java*, oferecendo suporte à injeção de dependências, mecanismos de segurança e integração com bancos de dados.
- **Project Lombok:** Biblioteca voltada para *Java*, que reduz a necessidade de escrita de código repetitivo ao automatizar a criação de métodos como *getters*, *setters* e construtores.
- **JUnit 5:** *Framework* de testes unitários utilizado para validar o comportamento do código e garantir sua qualidade.

- **Gradle:** Ferramenta de automação de compilação, execução de testes e gerenciamento de dependências do projeto, proporcionando maior eficiência no desenvolvimento.
- **REST API:** Arquitetura utilizada para a comunicação entre *backend* e *frontend* por meio de requisições *HTTP*, garantindo a interoperabilidade entre sistemas.
- **GraphQL:** Alternativa à *REST*, permitindo consultas mais flexíveis e otimizadas no consumo de dados, tornando a comunicação entre cliente e servidor mais eficiente.
- **Keycloak:** Plataforma para gerenciamento de identidade e controle de acesso, empregada para autenticação e autorização de usuários, assegurando segurança e conformidade com padrões de proteção de dados.
- **Stripe®:** API utilizada no processamento de pagamentos digitais, garantindo transações seguras e suporte a múltiplos métodos de pagamento.
- **Docker®:** Tecnologia de containerização *open-source* baseada em *Linux*, utilizada para criar e gerenciar ambientes isolados, facilitando a implantação e escalabilidade de aplicações em diferentes infraestruturas.

3.3.3 Ferramentas Auxiliares para o Desenvolvimento

- **Git:** Sistema de controle de versão distribuído amplamente utilizado para gerenciar mudanças no código-fonte de projetos de software.
- **GitHub:** Plataforma de hospedagem de projetos que utiliza o *Git* como sistema de controle de versão. Permite o armazenamento, compartilhamento e colaboração em projetos de *software*.
- **Notion®:** Ferramenta multifuncional que integra funcionalidades de bloco de notas, gerenciador de tarefas, documentações e planejamento de projetos. Foi utilizada para organização e acompanhamento das atividades do projeto.
- **Figma®:** Editor *online* voltado para o trabalho colaborativo, permitindo a criação de interfaces de usuário e protótipos interativos.
- **Google Meet:** Ferramenta para videoconferências, empregada nos planejamentos semanais (*plannings*) para alinhamento das atividades da equipe.

3.4 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais são fundamentais no desenvolvimento de sistemas, pois descrevem de maneira clara e objetiva as funcionalidades que o sistema deve oferecer.

Com base nisso, foi realizada uma análise detalhada para identificar lacunas no sistema original, como a falta de uma funcionalidade de busca por geolocalização. Os resultados dessa pesquisa foram determinantes para guiar a criação de um design mais intuitivo e funcional.

A partir dessa análise, foram estabelecidos os requisitos funcionais, que estão descritos na Tabela 1. Cada requisito, identificado por seu código (ID) e detalhado em sua descrição, será apresentado a seguir.

Tabela 1 – Requisitos Funcionais do Sistema

ID	Requisito Funcional	Descrição
RF01	Localização de Farmácias por Geolocalização	Implementar uma funcionalidade que permita aos usuários localizar farmácias nas proximidades, utilizando sua localização em tempo real por meio de <i>APIs</i> de geolocalização. O sistema deverá organizar os resultados por ordem de proximidade e incluir informações como o endereço, a distância até o local e os horários de funcionamento.
RF02	Busca de Produtos	Disponibilizar uma ferramenta de busca eficiente para localizar medicamentos e outros produtos no catálogo. O sistema deve permitir filtros baseados em critérios como nome além de apresentar detalhes sobre cada item, incluindo imagem, descrição, preço e quantidade em estoque.
RF03	Sistema de Pagamentos com <i>Stripe®</i>	Desenvolver uma solução de pagamento segura que suporte diversos métodos, como cartões de crédito, débito e PIX. O sistema precisa ser capaz de gerar recibos automaticamente e atender aos padrões de segurança, como os requisitos do <i>PCI DSS</i> .
RF04	Rastreamento de Pedidos e Entregas	Proporcionar aos usuários a possibilidade de acompanhar o status de seus pedidos em tempo real. O sistema deve exibir informações sobre a localização atual do pedido, seu status (como “Confirmado”, “Em rota”) e a estimativa de entrega, além de enviar notificações sempre que houver atualizações no status do pedido.
RF05	Interface Gráfica e Responsiva	Criar uma interface gráfica moderna, responsiva e de fácil navegação, priorizando a usabilidade e a acessibilidade. A interface deve ser intuitiva, funcional e adaptável a diferentes dispositivos e tamanhos de tela.

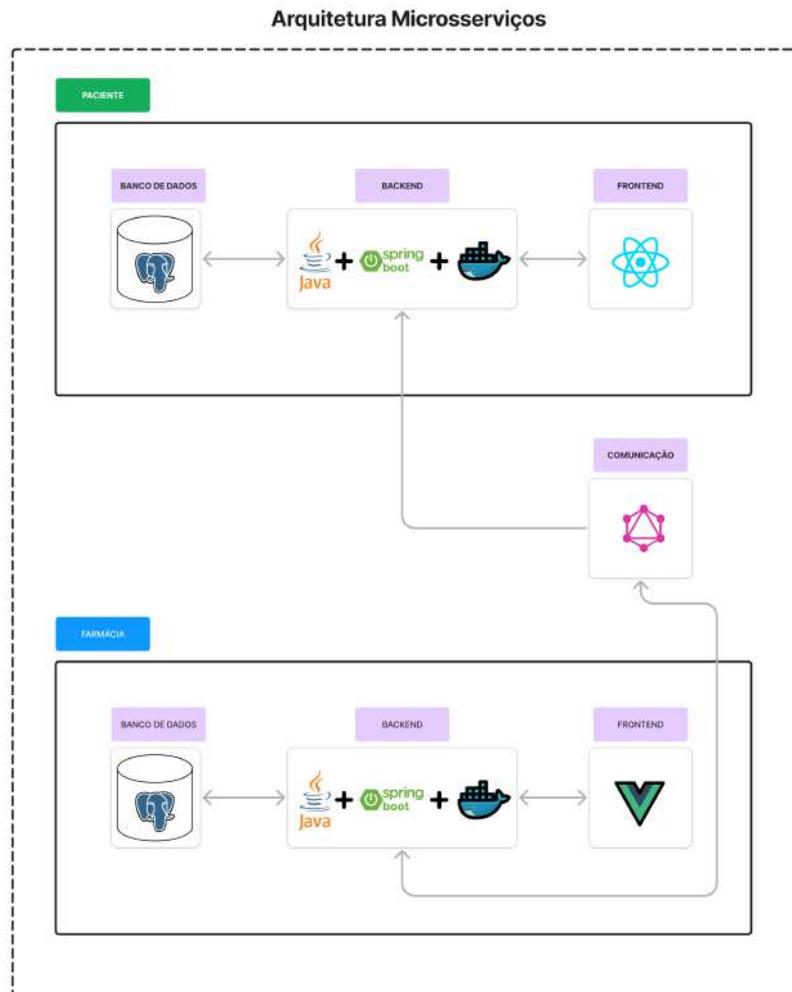
3.5 *Backend*

A arquitetura do *backend* foi desenvolvida com uma abordagem baseada em microsserviços, o que proporcionou escalabilidade e modularidade ao sistema. Cada microsserviço foi projetado para gerenciar uma funcionalidade específica, como autenticação, controle de prescrições e processamento de pagamentos. Para garantir flexibilidade na integração e no consumo de dados, foram utilizadas as *APIs RESTful* e *GraphQL* (SOFTWARE, 2023; FOUNDATION, 2023). A implementação do *backend* foi realizada utilizando o *Spring Boot* e o *Node.js*, empregando o *framework Hibernate* para a abstração da camada de persistência, que se conecta ao banco de dados PostgreSQL (HAT, 2023; GROUP, 2023).

3.6 *Arquitetura geral e conexão com o frontend*

A arquitetura do *backend* foi estruturada com base nos princípios da *Clean Architecture*, o que assegura modularidade, escalabilidade e uma clara separação de responsabilidades (MARTIN, 2017). Sua conexão com o *frontend* é feita a partir de usos de APIs feitas em *GraphQL*. A organização foi feita em três camadas principais, como ilustrado na Figura 1.

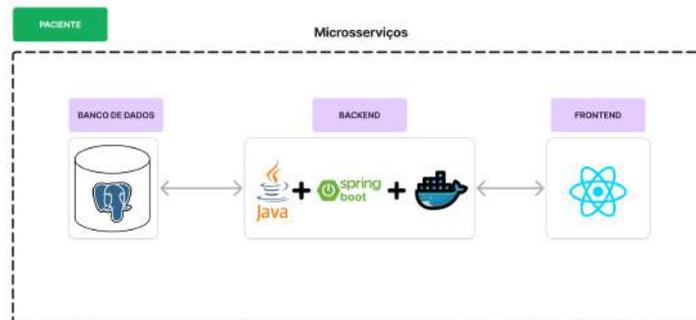
Figura 1 – Representação das camadas da arquitetura geral



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

3.7 Arquitetura do *frontend*

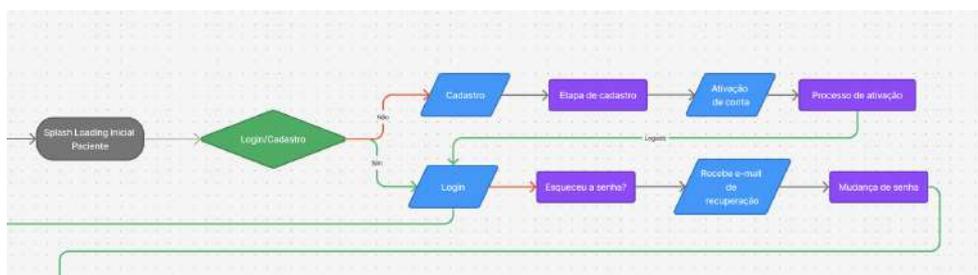
A aplicação *frontend* foi desenvolvida utilizando o *React Native*, com o objetivo de criar uma aplicação móvel nativa, compatível com as plataformas *Android* e *iOS* (FACEBOOK, 2023). A interface do usuário foi reformulada com base nos resultados da pesquisa de usabilidade, priorizando maior clareza e uma experiência de uso mais intuitiva. A estrutura da arquitetura *frontend* está ilustrada na Figura 2.

Figura 2 – Estrutura da arquitetura *frontend*

Fonte: elaborada pelo autor (2025)

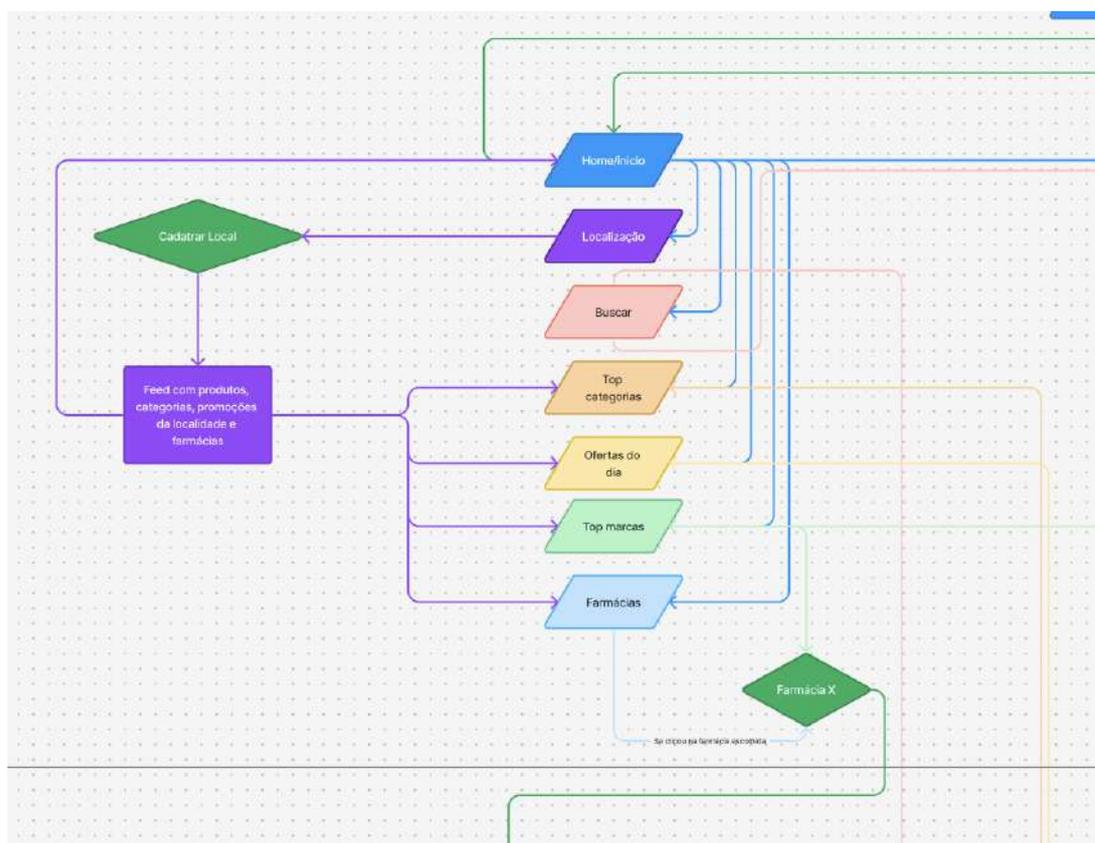
A navegação no sistema foi pensada para proporcionar ao paciente uma experiência intuitiva e eficiente. O fluxo tem início no momento em que o usuário acessa a plataforma, seja realizando um novo cadastro ou efetuando o *login*, conforme ilustrado na Figura 3. Após a autenticação, o paciente é direcionado à tela inicial, onde pode visualizar as principais funcionalidades do sistema e navegar entre diferentes seções, como demonstrado na Figura 4. Além do acesso às informações e serviços disponíveis, outro aspecto fundamental do fluxo de navegação é o processo de compra de medicamentos, como é demonstrado na Figura 5

Figura 3 – Fluxograma dos passos do aplicativo



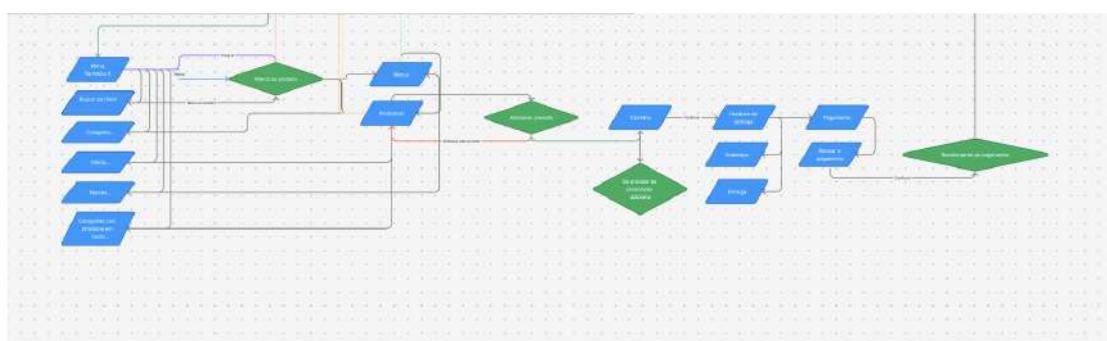
Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

Figura 4 – Fluxograma dos passos do aplicativo



Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

Figura 5 – Fluxograma dos passos do aplicativo



Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

3.8 Testes e Validação

Para garantir a qualidade e a funcionalidade do sistema, foram realizados diversos tipos de testes, incluindo:

- **Testes de APIs:** Para estruturar essa fase de testes, utilizamos o *JUnit*, uma das ferramentas mais consolidadas para testes automatizados em aplicações *Java*. Aliado a isso, o *Spring Boot* foi empregado para facilitar a execução dos testes no ambiente *backend*, utilizando o objeto *HttpGraphQlTester*, para testes de requisições *GraphQL* para validar o funcionamento das APIs *GraphQL*. Além desse teste, foi usado a aplicação web *GraphiQL* para realizar testes de API. Esse conjunto tecnológico permitiu uma abordagem rigorosa na análise da estabilidade e desempenho do sistema.

Figura 6 – Teste de API usando *JUnit* e *HttpGraphQlTester*

```
package br.com.cgest.patientbackend;

import org.junit.jupiter.api.Test;

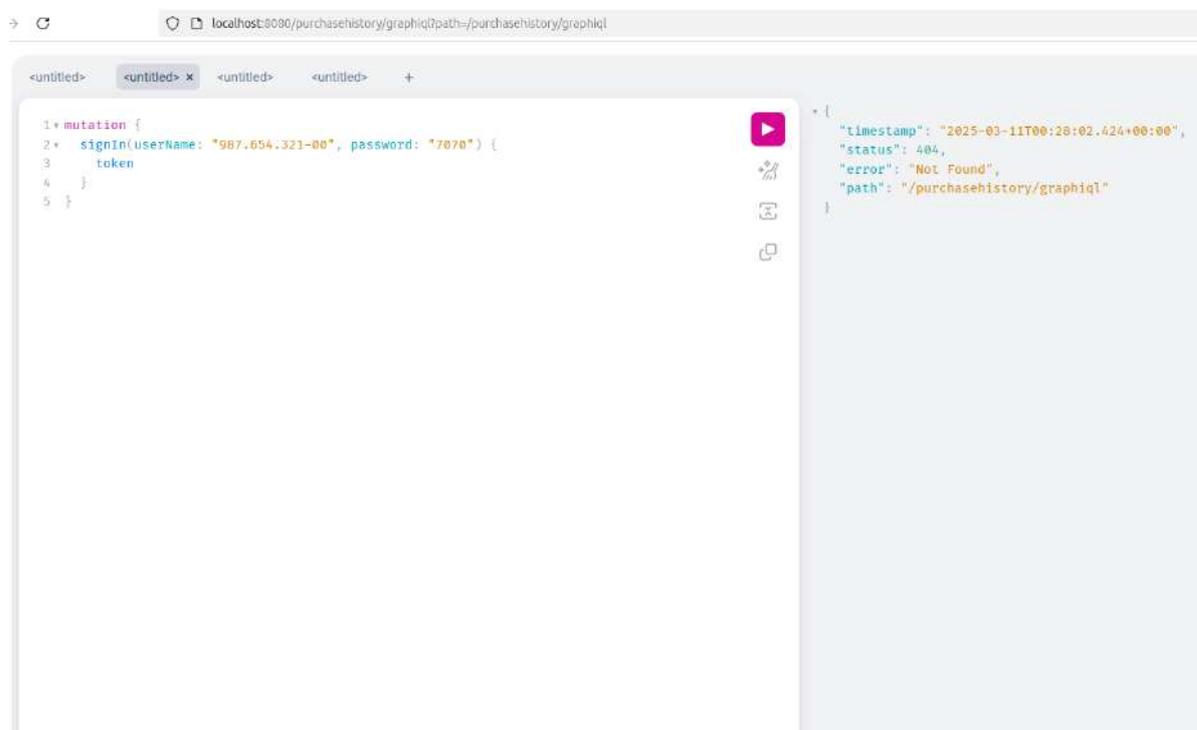
public class FindControllerTests extends BaseControllerTests {

    @Test
    void shouldFindPatient() {
        this.httpGraphQlTester.documentName("save") Request<capture of ?>
            .variable(name: "cpf", value: "1234567890") capture of ?
            .variable(name: "name", value: "Alyson")
            .variable(name: "lastName", value: "Matous")
            .variable(name: "birthDate", value: "2001-12-02")
            .variable(name: "email", value: "alyson@gmail.com")
            .variable(name: "phoneNumber", value: "8393342876")
            .variable(name: "gender", value: 1)
            .variable(name: "street", value: "Luzano de tal")
            .variable(name: "streetNumber", value: "998")
            .variable(name: "district", value: "Cinco Irmãs")
            .variable(name: "city", value: "Cabana Grande")
            .variable(name: "state", value: "PE")
            .variable(name: "country", value: "Brasil")
            .variable(name: "complement", value: "Perto da ROTAM")
            .variable(name: "cep", value: "29175345")
            .variable(name: "number", value: "123456789")
            .variable(name: "nameCreditCard", value: "credicard")
            .variable(name: "expirationDate", value: "2011-02-22")
            .variable(name: "securityCode", value: 123)
            .execute();

        this.httpGraphQlTester.documentName("find") Request<capture of ?>
            .variable(name: "cpf", value: "1234567890") capture of ?
            .execute() Response
            .path("find.cpf") Path
            .entity(String.class) Entity<String, capture of ?>
            .isEqualTo(expected: "1234567890");
    }

    @Test
    void shouldFindPatientAndReturnFindError() {
        this.httpGraphQlTester.documentName("find") Request<capture of ?>
            .variable(name: "cpf", value: "1234567890") capture of ?
            .execute() Response
            .errors() Errors
            .expect(ResponseError error -> error.getMessage().equals("Não existe paciente com CPF 1234567890"));
    }
}
```

Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

Figura 7 – Teste de API usando *GraphiQL*

Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

- **Testes de Integração:** Realizamos testes de integração para verificar a comunicação entre os diferentes componentes do sistema. O objetivo era garantir que *backend* e *frontend* interagissem de forma sincronizada, sem inconsistências no fluxo de dados. Como trabalhamos com uma arquitetura baseada em microsserviços, era essencial que cada módulo se comunicasse corretamente, evitando atrasos e falhas inesperadas. Essa abordagem também simplificou a manutenção do sistema, permitindo que atualizações futuras fossem implementadas sem comprometer o funcionamento global.

4 Resultados

Os resultados alcançados foram satisfatórios e atenderam plenamente aos objetivos técnicos e específicos estabelecidos. A versão atualizada do sistema permite que os usuários realizem buscas geolocalizadas por farmácias próximas, pesquisem produtos e finalizem compras de maneira prática e segura. O sistema de pagamentos foi modernizado com a integração do *Stripe*[®], que oferece suporte a diversas formas de pagamento, garantindo segurança e agilidade nas transações.

Além disso, foi implementado o rastreamento de entregas, permitindo que os usuários acompanhem o status de seus pedidos em tempo real. A interface do aplicativo foi redesenhada com foco na modernização, proporcionando uma navegação mais intuitiva e agradável. Essas melhorias posicionam o sistema em sintonia com as demandas contemporâneas do setor farmacêutico.

4.1 Telas do Aplicativo

As telas do aplicativo foram organizadas e classificadas com base em suas funcionalidades principais. A seguir, são apresentadas suas respectivas descrições:

Welcome: Tela inicial que oferece ao usuário a opção de navegar para a tela de *Login* ou para a de Cadastro.

Cadastro: Tela destinada ao registro de novos usuários no aplicativo.

Login: Tela utilizada para autenticação do usuário, direcionando-o para a tela *Home* após o acesso.

Home: Tela principal, exibindo os produtos cadastrados e disponíveis para compra nas farmácias parceiras.

Produto: Tela que apresenta detalhes de um produto específico.

Checkout: Conjunto de telas relacionadas ao processo de finalização de um pedido pelo usuário.

Categoria: Tela que exibe os produtos de uma categoria específica.

Farmácias: Tela dedicada à apresentação de informações de uma farmácia específica.

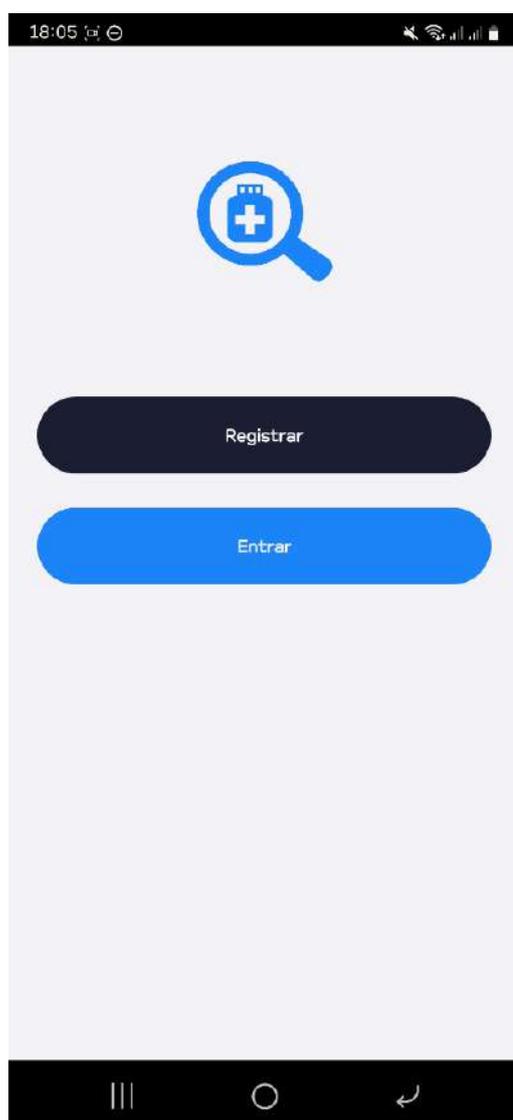
Pedidos: Telas que mostram os detalhes e o status dos pedidos realizados pelo usuário.

4.1.1 Welcome

A tela de *Welcome* é exibida ao inicializar o aplicativo, permitindo que o usuário escolha entre acessar a tela de *Login* ou a de Cadastro.

Essa tela passou por um processo de *redesign*, com o objetivo de oferecer uma experiência mais intuitiva e agradável. A seguir, são apresentados o *layout* anterior e o redesenhado, ilustrados nas Figuras 12 e 13:

Figura 8 – *Welcome* - Versão Antiga



Fonte: (SOUZA; BRITO, 2023)

Figura 9 – *Welcome* - Versão Atualizada



Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

4.1.2 Cadastro

A tela de cadastro pode ser acessada a partir da tela *Welcome* e oferece duas opções principais: o cadastro de pacientes e o de médicos. A diferença central entre as duas opções

é que, no caso dos médicos, o preenchimento do número do CRM é obrigatório, enquanto para os pacientes, exige-se o CPF.

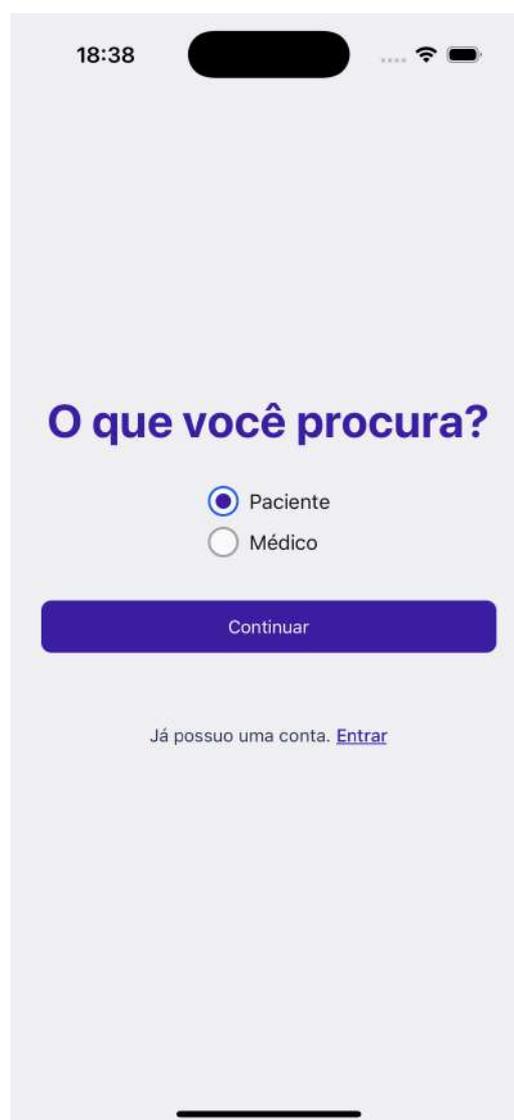
Como parte das melhorias do sistema, a tela de cadastro foi submetida a um processo de *redesign*, buscando torná-la mais intuitiva e funcional. As Figuras abaixo ilustram as versões antiga e atual da tela de cadastro, permitindo uma comparação entre os dois designs.

Figura 10 – Versão antiga do processo de cadastro



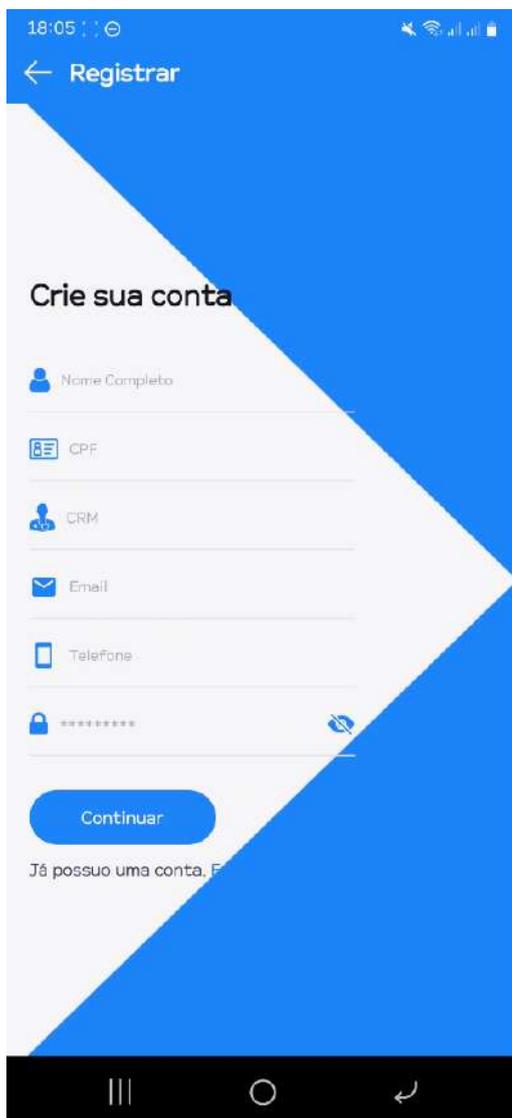
Fonte: (SOUZA; BRITO, 2023)

Figura 11 – Versão atualizada do processo de cadastro



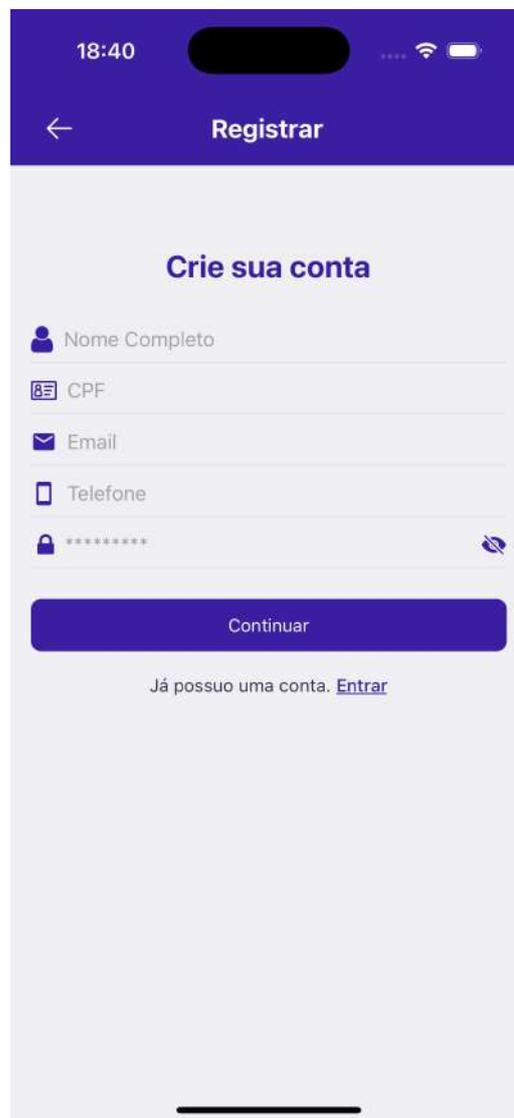
Fonte: elaborada pelo autor (2025)

Figura 12 – Tela antiga do processo de registro



Fonte: (SOUZA; BRITO, 2023)

Figura 13 – Tela atualizada do processo de registro



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

4.1.3 Login

A tela de *Login* é acessada a partir da tela de *Welcome*, permitindo que o usuário insira os dados previamente cadastrados durante o processo de registro no sistema.

Como parte das melhorias propostas, a interface da tela de *Login* foi submetida a um processo de *redesign*. As Figuras 14 e 15 apresentam, respectivamente, a versão antiga e a nova da tela, destacando as alterações realizadas para melhorar a experiência do usuário.

Figura 14 – Tela de *Login* - Versão antiga

Fonte: (SOUZA; BRITO, 2023)

Figura 15 – Tela de *Login* - Versão atualizada

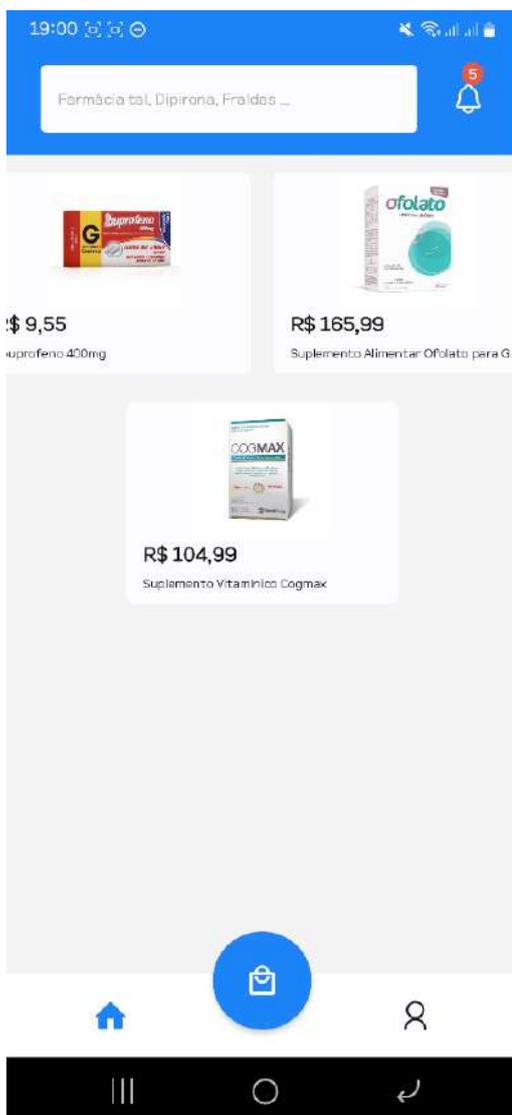
Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

4.1.4 Home

A tela de *Home* é acessada após a autenticação do usuário na tela de *Login*. Nessa interface, o usuário pode utilizar a funcionalidade de geolocalização para visualizar farmácias localizadas na região informada ou selecionada, além de buscar medicamentos pelo nome do produto. A tela também apresenta seções específicas para categorias, alguns produtos e farmácias com base na localização do usuário.

A *Home* passou por um processo de *redesign*, com o objetivo de aprimorar sua usabilidade e tornar a experiência do usuário mais intuitiva. A seguir, são apresentados o *design* anterior e o novo *design* da tela, ilustrados nas Figuras 16 e 17.

Figura 16 – Home - design antigo



Fonte: (SOUZA; BRITO, 2023)

Figura 17 – Home - novo design



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

4.1.4.1 Geolocalização

A funcionalidade de geolocalização permite exibir farmácias com base na localização do usuário, facilitando o acesso a estabelecimentos próximos. A Figura 18 ilustra essa funcionalidade:

Figura 18 – Geolocalização



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

4.1.4.2 Busca de Produtos

A funcionalidade de busca de produtos possibilita localizar rapidamente itens específicos disponíveis no sistema. Essa ferramenta é essencial para agilizar o acesso a medicamentos ou outros produtos. A Figura 19 demonstra essa funcionalidade:

Figura 19 – Busca de Medicamentos

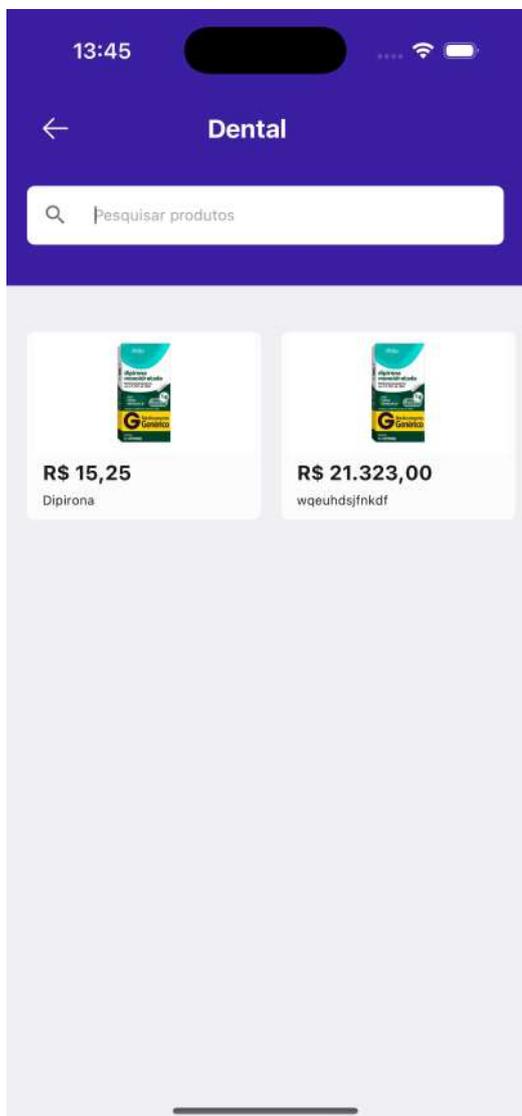


Fonte: elaborada pelo autor (2025)

4.1.4.3 Categorias

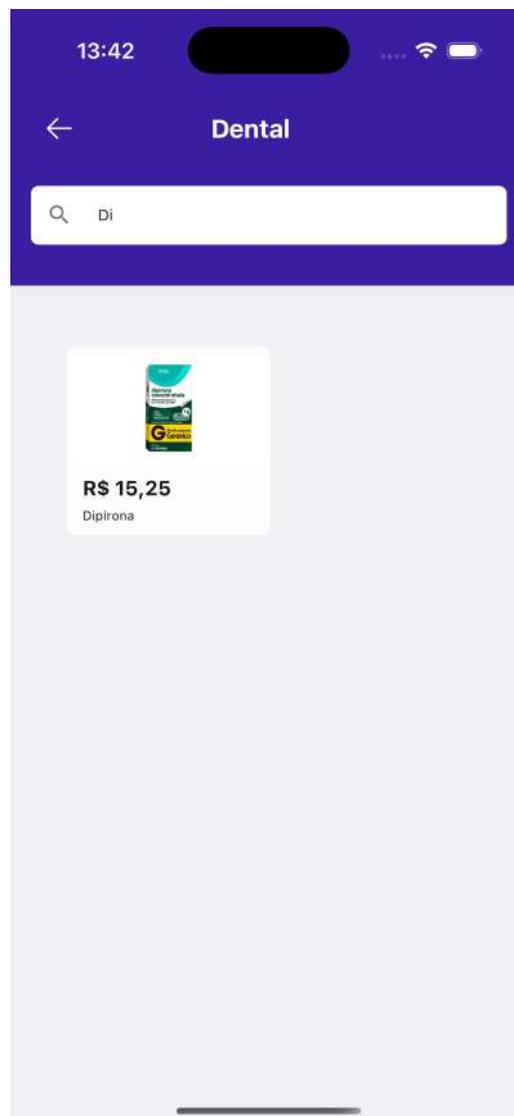
Na seção *Home*, é possível acessar a tela de categorias, que apresenta diferentes formas de interação: com ou sem o uso da funcionalidade de busca de produtos. As Figuras 20 e 21, apresentadas a seguir, ilustram as duas situações.

Figura 20 – Tela de categoria sem a funcionalidade de busca de produtos



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

Figura 21 – Tela de categoria com a funcionalidade de busca de produtos



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

4.1.5 Produto

A tela de Produto pode ser acessada a partir das telas de *Home*, *Categoria* ou *Farmácia*. Nessa tela, o usuário tem a possibilidade de selecionar o produto desejado e definir a quantidade que será adicionada ao carrinho.

Como parte das melhorias implementadas, a tela de Produto passou por um processo de *redesign*. A Figura 22 apresenta a versão antiga da tela, enquanto a Figura 23 exhibe a versão atualizada, com um layout mais moderno e funcional.

Figura 22 – Produto - tela antiga



Fonte: (SOUZA; BRITO, 2023)

Figura 23 – Produto - tela nova

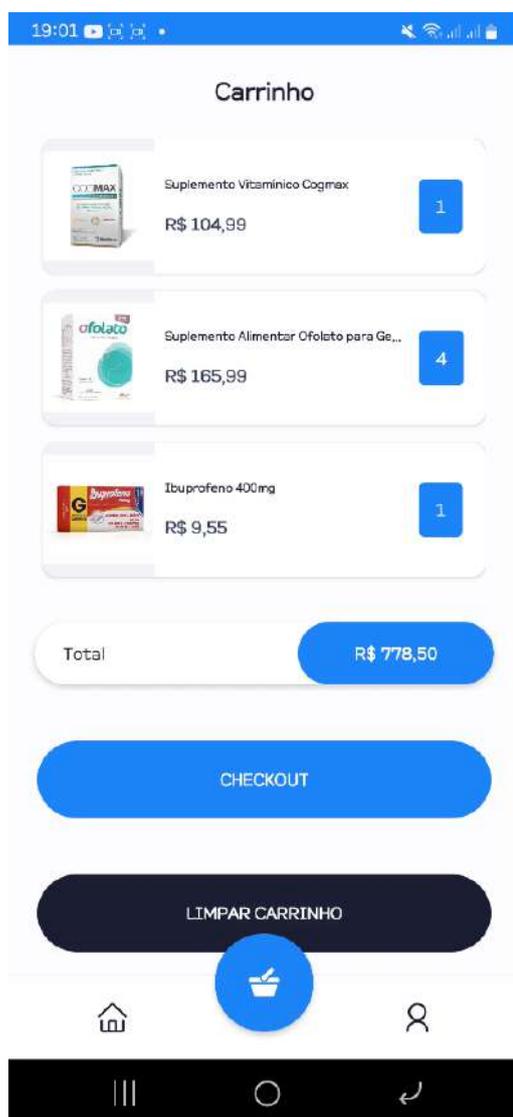


Fonte: elaborada pelo autor (2025)

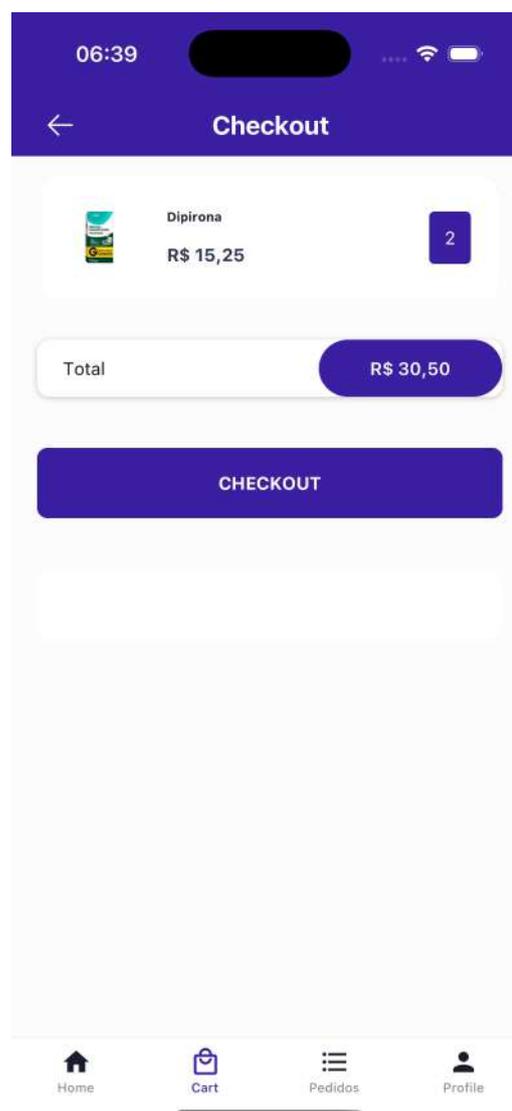
4.1.6 Checkout

A tela de *Checkout* é acessada por meio da barra de navegação, onde está identificada como *Cart*. Para realizar esse processo, o usuário precisa estar autenticado no sistema. O fluxo de compra inicia-se a partir da tela de *Checkout*, que centraliza as interações relacionadas ao carrinho de compras.

Além disso, a tela de *Produto* foi submetida a um processo de *redesign*, visando aprimorar a experiência do usuário. A seguir, são exibidas as versões antiga e nova da tela, conforme ilustrado nas figuras abaixo:

Figura 24 – *Checkout* - tela antiga

Fonte: (SOUZA; BRITO, 2023)

Figura 25 – *Checkout* - tela nova

Fonte: elaborada pelo autor (2025)

4.1.6.1 Endereço

Dando continuidade ao processo de *Checkout*, após sua conclusão, o usuário é direcionado para a tela de Endereço, que passou por um processo de *redesign*. A Figura 26 apresenta a versão antiga da tela, enquanto a Figura 27 ilustra a nova interface redesenhada.

Figura 26 – Endereço - Tela Antiga



Fonte: (SOUZA; BRITO, 2023)

Figura 27 – Endereço - Tela Nova



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

A nova interface de endereço foi projetada para melhorar a experiência do usuário. Como ilustrado acima, a tela principal exibe o endereço selecionado ou a opção adicionada previamente na tela *Home*. Além disso, um modal foi incorporado para permitir ao usuário selecionar um endereço existente ou adicionar um novo, incluindo a possibilidade de utilizar a localização atual do dispositivo. As opções estão detalhadas nas Figuras 28 e 29.

Figura 28 – Modal de Seleção de Endereço



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

Figura 29 – Modal de Inserção de Endereço



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

Por fim, foi adicionada a funcionalidade para inserir automaticamente o endereço com base na localização do dispositivo, proporcionando maior praticidade. Essa funcionalidade é exibida na Figura 30.

Figura 30 – Endereço por Localização do Dispositivo

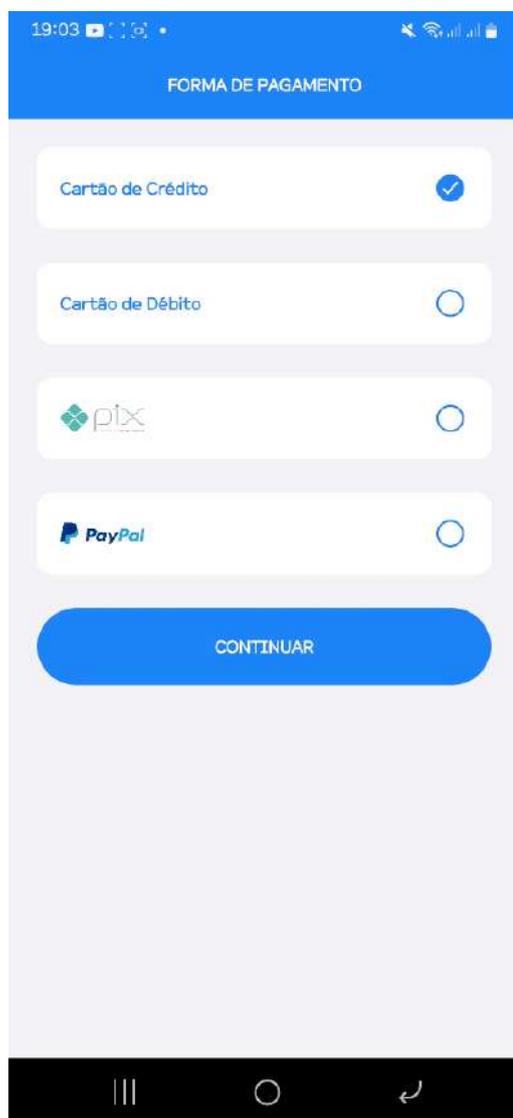


Fonte: elaborada pelo autor (2025)

4.1.6.2 Formas de Pagamento

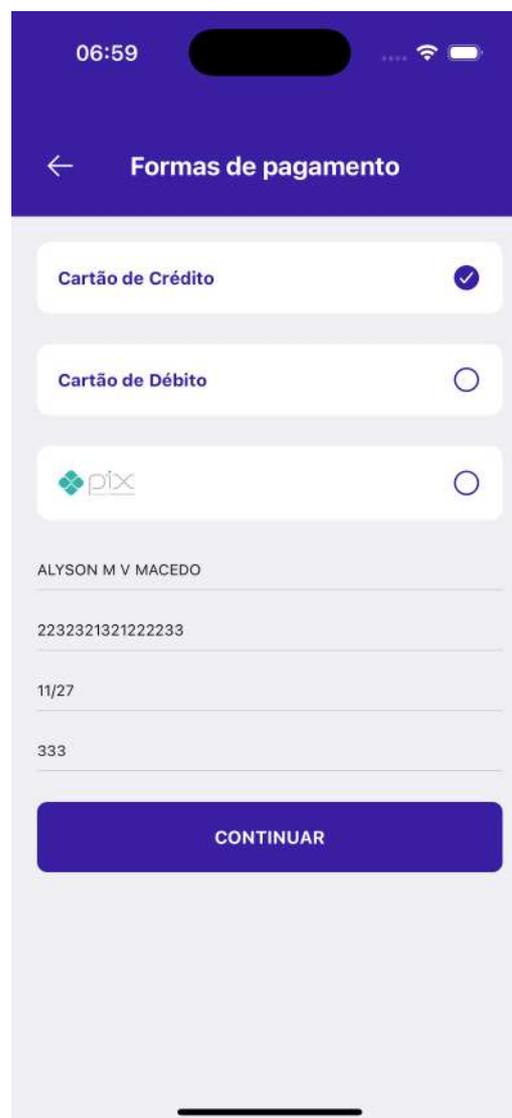
Após a tela de seleção de endereço no processo de *checkout*, o usuário é direcionado para a tela de Formas de Pagamento, que passou por um processo de *redesign* com o objetivo de melhorar a experiência do usuário. As figuras a seguir ilustram as mudanças realizadas, comparando a versão anterior e a versão redesenhada:

Figura 31 – Formas de pagamento - Tela antiga



Fonte: (SOUZA; BRITO, 2023)

Figura 32 – Formas de pagamento - Tela nova



Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

4.1.6.3 Verificação de Pagamento

Durante o processo de *Checkout*, após a escolha da forma de pagamento, o usuário é direcionado para a tela de verificação da compra. Nessa etapa, é exibido um *modal* que apresenta o valor total do pedido, permitindo sua confirmação. Essa tela passou por um processo de *redesign* para melhorar a experiência do usuário. As Figuras 33 e 34 mostram o comparativo entre a versão antiga e a nova.

Figura 33 – Verificação de compra - tela antiga



Fonte: (SOUZA; BRITO, 2023)

Figura 34 – Verificação de compra - tela nova



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

Além disso, o *modal* de confirmação do pedido também foi redesenhado, conforme ilustrado nas Figuras 35 e 36. Essas mudanças visaram aprimorar a clareza e a navegabilidade do sistema.

Figura 35 – Confirmação do pedido - *modal antigo* - Figura 36 – Confirmação do pedido - *modal novo*

Fonte: (SOUZA; BRITO, 2023)



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

4.1.6.4 Pedidos no Processo de *Checkout*

Após a etapa de verificação da compra e a exibição do *modal* de confirmação, o processo de *checkout* prossegue para a tela de acompanhamento do *status* do pedido. Essa tela apresenta informações detalhadas sobre a entrega, permitindo ao usuário monitorar o progresso de seu pedido de forma prática e clara.

Figura 37 – Tela de Acompanhamento do *Status* do Pedido

Fonte: Elaborada pelo autor (2025)

4.1.6.5 Resultado do pagamento com Stripe®

A figura abaixo representa o valor passado no cartão de crédito após a realização da inserção dos dados na tela da Forma de Pagamentos com a confirmação no modal da tela de Verificação de compra.

Figura 38 – Tela do *status* do pedido

PAGAMENTO

R\$ 30,50 BRL OK ✓

Cronograma + Adicionar observação

- ✓ Pagamento autorizado
24 de jan. de 2025 00:08
- ☐ Pagamento iniciado
24 de jan. de 2025 00:04

Detalhamento do pagamento

Valor do pagamento	R\$ 30,50 BRL
Tarifas de processamento da Stripe Saiba mais	- R\$ 1,61 BRL
Valor líquido	R\$ 28,89 BRL

Forma de pagamento

ID	pm_1QkdG4ALJ7qUbiqw5kRhJG8a	Endereço	Sem endereço
Número	**** 4242	Origem	Estados Unidos 🇺🇸
Impressão digital	5pTOvXeN8kSfOFeg	Verificação de CVC	Passou ✓
Vencimento	01 / 2026		
Tipo	Cartão credit Visa		
Emissor	Stripe Payments UK Limited		

Fonte: elaborada pelo autor (2025)

4.1.6.6 Processo de Pagamento com Stripe®

Para integrar a funcionalidade de pagamentos com o Stripe®, foi necessário realizar algumas alterações no *backend* do sistema. A integração foi feita com a *API* do Stripe® no microserviço responsável pelo gerenciamento do histórico de pedidos. Essa escolha se deu devido às particularidades arquiteturais do sistema, que impuseram algumas limitações técnicas.

O processo de integração com o Stripe® é simples e eficiente. Inicialmente, o usuário seleciona os produtos que deseja comprar, fornece o endereço de entrega e escolhe a forma de pagamento. Com essas informações, um pedido é gerado e registrado no *backend*. O *backend* então se comunica com o Stripe® para criar um *Payment Intent*, recebendo um

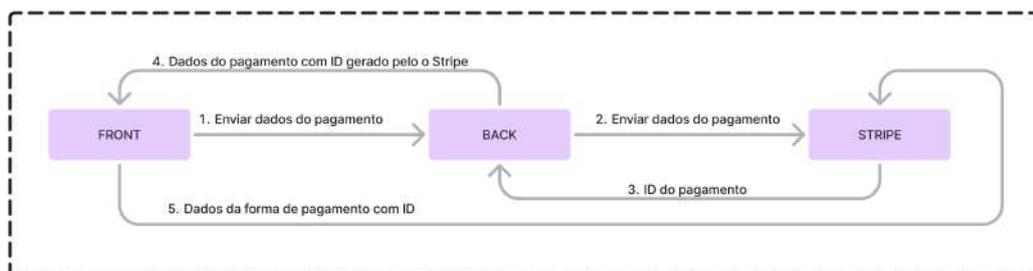
identificador único (ID) para a transação, o qual é enviado ao *frontend*.

Em seguida, o *frontend* utiliza esse ID do *Payment Intent* para se comunicar diretamente com a *API* do Stripe®. Nesse momento, os dados do método de pagamento escolhido pelo usuário, como cartão de crédito, Pix ou outro meio suportado, são enviados. Essa abordagem foi escolhida para garantir a conformidade com os padrões de segurança *PCI DSS (Payment Card Industry Data Security Standard)*, que regulam a transferência de dados sensíveis. Dessa forma, evita-se o envio de informações sensíveis ao *backend*, aumentando a segurança do sistema.

Após a criação do *Payment Intent* e a definição do método de pagamento, o processo de pagamento é realizado automaticamente. Para acompanhar o status da transação e manter o *backend* atualizado, foi implementado um *webhook*. Esse *webhook* se comunica com a *API* do Stripe®, permitindo que o sistema identifique o sucesso ou a falha do pagamento. Com isso, o *backend* pode confirmar se o pagamento foi concluído corretamente ou se houve algum problema durante o processamento.

Esse fluxo oferece uma solução eficiente e segura para a integração de pagamentos, aproveitando as funcionalidades do Stripe® enquanto atende às exigências de segurança do setor.

Figura 39 – Tela do *status* do pedido - navegação inferior



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

4.1.7 Pedidos

Ao está autenticado e na tela *Home*, o usuário pode navegar para página de pedidos usando a barra de navegações e ver as informações de produtos, endereço de entrega e status. O layout desta tela é exatamente igual ao mostrado na Figura 37.

4.1.8 Entrega

Sobre a parte de entregas, foi basicamente feito um *endpoint* que recebe requisições de um usuário que seja o *admin* da farmácia, ou do entregador, e dependendo do papel do usuário, o status da entrega pode ser atualizado. O status da entrega está atrelado ao status do pedido. Essa funcionalidade é não suscetível a erros, se por algum motivo o entregador pegar um pedido que não teve o status de "pronto", ele não pode atualizar para o status de "entregue". Esse status é possível ver na Figura 37.

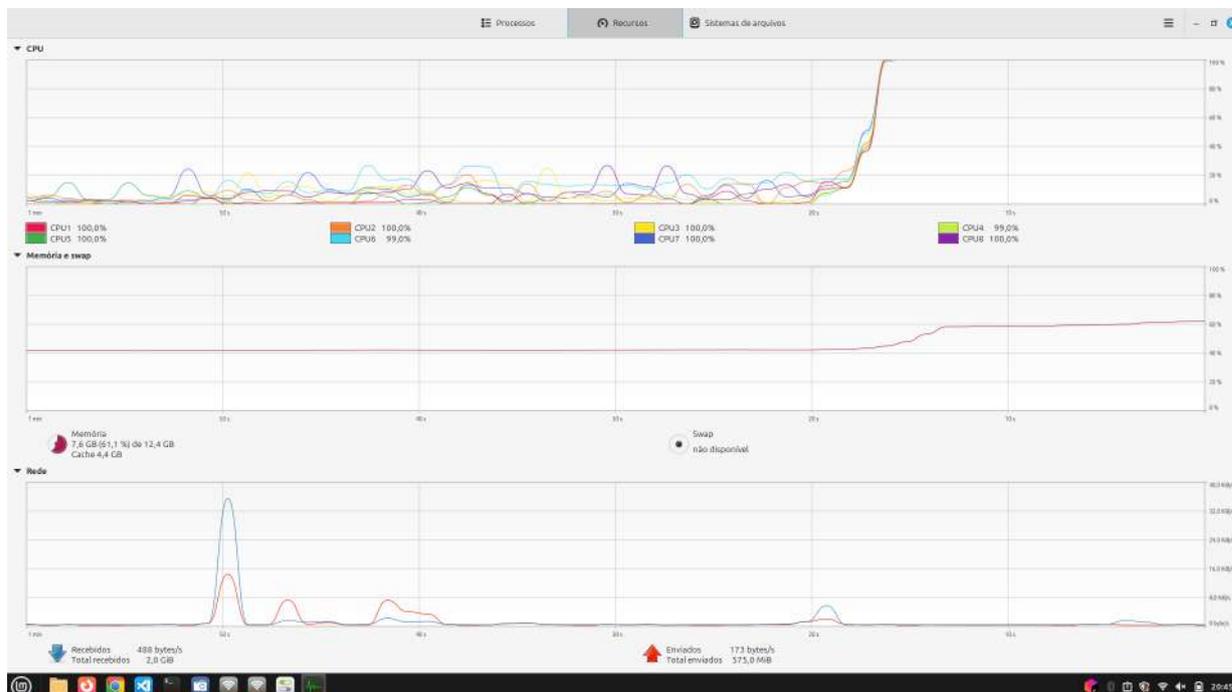
5 Limitações e discussão

As limitações deste trabalho estão diretamente relacionadas às escolhas feitas no desenvolvimento inicial do projeto, as quais impactaram significativamente o processo de evolução do sistema.

Embora a arquitetura de microsserviços seja amplamente adotada e valorizada por sua modularidade, escalabilidade e flexibilidade, sua alta fragmentação pode gerar diversos desafios em computadores com menos recursos computacionais. Durante o desenvolvimento da evolução do sistema foi usado um computador com as seguintes configurações para rodar o *backend*:

- Tipo: Lenovo S145
- Processador: Intel® Core i7 8565u 4 núcleos/8 threads
- Memória RAM: 12GB DDD4 2666mhz
- Armazenamento: 1TB HDD
- Sistema Operacional: Linux Mint 22.1 Cinnamon

Processador usado foi lançado há cerca de 6 anos, e inicialmente foi o gargalo para a aplicação, no seu *startup*, como mostra a foto:

Figura 40 – Uso de *CPU* no momento de *startup*

Fonte: elaborada pelo autor (2025)

Geralmente em *startups* de aplicações, o processador pode ser quase todo usado, para acelerar esse procedimento, só que no caso desta aplicação, esse uso se prolongado durante muito tempo, afetando o desempenho geral.

Depois de um tempo, quando uso da *CPU* baixou, o gargalo passou a ser a memória RAM:

Figura 41 – Uso de memória RAM



Fonte: elaborada pelo autor (2025)

Então nesse caso, seria necessário um computador com um processador mais recente e com mais memória RAM.

E esse consumo se dá por cada container do sistema conter uma parte específica da aplicação, e dentro de cada um deles há uma *JVM* executando o *Java* e *frameworks* como o *Spring*, além de um sistema operacional *Linux* minificado devido ao uso do *Docker*®. Esses fatores impactaram tanto o tempo de inicialização da aplicação quanto sua estabilidade, uma vez que alguns microsserviços dependem uns dos outros para seu funcionamento.

Outra limitação do trabalho foi a ausência de testes com usuários reais para avaliar o impacto do redesign da aplicação, a falta de validação empírica impediu uma análise concreta sobre a aceitação e a eficácia das mudanças.

Sem testes com usuários finais, não foi possível medir diretamente aspectos como a experiência do usuário (UX), a eficiência na navegação e a satisfação geral. Além disso, ajustes finos que poderiam ter sido identificados a partir do feedback dos usuários não foram realizados, o que pode impactar a adoção e o desempenho da nova versão da aplicação.

6 Conclusão

Este trabalho propôs e implementou melhorias no sistema Facilifarma, originalmente desenvolvido por (SOUZA; BRITO, 2023), com o intuito de torná-lo mais eficiente e adaptado às necessidades tecnológicas e de mercado do setor farmacêutico. A inclusão de funcionalidades como a busca por farmácias utilizando geolocalização, a integração com o sistema de pagamentos Stripe® e o rastreamento de pedidos em tempo real representaram avanços significativos para modernizar e personalizar o sistema. Essas modificações proporcionaram uma experiência mais intuitiva e prática para os usuários, destacando o Facilifarma como uma solução inovadora e promissora.

Os resultados obtidos demonstraram a importância da digitalização no setor farmacêutico, melhorando a eficiência operacional e ampliando o acesso a medicamentos, especialmente em um cenário de transição digital acelerada. A reformulação da interface gráfica e a implementação de novas ferramentas fortaleceram a capacidade do sistema em atender às expectativas dos consumidores modernos, que buscam conveniência e segurança nas suas interações online.

Contudo, algumas limitações foram observadas durante o desenvolvimento. A arquitetura baseada em microsserviços, embora traga vantagens em termos de modularidade e escalabilidade, resultou em um alto consumo de recursos computacionais, impactando a eficiência do sistema. Além disso, a impossibilidade de realizar testes em ambientes operacionais reais limitou a validação do sistema a cenários simulados, o que pode dificultar a identificação de melhorias adicionais.

Como recomendação para o futuro, sugere-se a realização de testes mais abrangentes em cenários reais, o que permitirá a validação e aprimoramento das funcionalidades implementadas. Também é sugerida a integração de novas tecnologias, como ferramentas de inteligência artificial, a fim de proporcionar ainda mais personalização e eficiência ao sistema. Por fim, espera-se que as melhorias propostas sirvam de base para futuras inovações no setor farmacêutico, contribuindo para seu crescimento e alinhamento com as demandas tecnológicas e sociais.

7 Sugestões de trabalhos futuros

Este trabalho representa um avanço significativo na digitalização do setor farmacêutico por meio do aprimoramento do sistema Facilifarma, mas também destaca várias oportunidades para ampliar sua aplicabilidade e explorar novas possibilidades. Com base na análise das limitações encontradas no sistema atual, as seguintes sugestões de trabalhos futuros são apresentadas:

- **Ampliação dos Testes em Ambientes Reais:** Realizar testes práticos em farmácias para validar as funcionalidades implementadas em cenários reais. Isso ajudará a identificar possíveis gargalos operacionais e aprimorar o sistema, alinhando-o ainda mais às necessidades do setor.
- **Integração de Inteligência Artificial:** Explorar o uso de inteligência artificial para personalizar a experiência do usuário, como a recomendação de medicamentos e produtos com base no histórico de compras e comportamento de navegação.
- **Otimização da Arquitetura de Microsserviços:** Avaliar a arquitetura do sistema com o objetivo de reduzir o consumo de recursos computacionais, aprimorando o desempenho sem comprometer a modularidade e a escalabilidade.
- **Multi pedidos:** Desenvolver uma seção para gerenciar uma quantidade grande de pedidos feitos pelo usuário junto com histórico de pedidos.
- **Perfil:** Desenvolver um perfil que tenha informações das formas de pagamentos, histórico de pagamentos e entre outras opções.
- **Chatbot:** Desenvolver um *chatbot* para tirar dúvidas dos pacientes.
- **Fortalecimento da Segurança de Dados:** Desenvolver mecanismos avançados para garantir a conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e padrões internacionais de segurança, reforçando a confiança dos usuários na plataforma.
- **Integração com Wearables:** Uma possível direção para expandir o sistema seria integrar o Facilifarma com dispositivos vestíveis (*wearables*) voltados ao monitoramento da saúde. Essa integração permitiria personalizar as recomendações de medicamentos com base em dados obtidos de sensores, como a frequência cardíaca e a pressão arterial, oferecendo uma abordagem mais personalizada e eficiente ao usuário.

- **Integração com *Blockchain* para Rastreabilidade:** Outra sugestão seria a implementação de tecnologia *blockchain* para garantir a rastreabilidade dos medicamentos. Com isso, seria possível registrar de forma segura e transparente a origem, o transporte e a autenticidade dos produtos farmacêuticos, proporcionando maior confiança e segurança na cadeia de suprimentos.

8 Anexos

Embora a arquitetura de microsserviços seja amplamente adotada e valorizada por sua modularidade, escalabilidade e flexibilidade, sua alta fragmentação pode gerar diversos desafios em computadores com menos recursos computacionais. Durante o desenvolvimento da evolução do sistema foi usado um computador com as seguintes configurações para rodar o *backend*:

- Tipo: Lenovo S145
- Processador: Intel® Core i7 8565u 4 núcleos/8 threads
- Memória RAM: 12GB DDD4 2666mhz
- Armazenamento: 1TB HDD
- Sistema Operacional: Linux Mint 22.1 Cinnamon

Durante o desenvolvimento da parte do *frontend* do sistema foi utilizado um computador com as seguintes configurações:

- Tipo: Macbook Air 2020
- Processador: ARM® M1 com 8 núcleos de CPU
- Memória RAM: 8GB
- Armazenamento: SSD 256 GB
- Sistema Operacional: Mac OS

Referências

- AGHION, P.; AKCIGIT, U.; HOWITT, P. *Innovation and Growth: The Schumpeterian Perspective*. Cambridge: MIT Press, 2019.
- AGOSTINHO, C. Análise do impacto do e-commerce durante a pandemia: a transformação digital no setor farmacêutico. *Revista Brasileira de Negócios Digitais*, v. 15, n. 3, p. 123–135, 2023.
- ALMAS, F.; NETO, M.; SANTOS, P. O papel da logística no sucesso das plataformas de e-commerce de saúde no Brasil. *Logística em Foco*, v. 9, n. 4, p. 56–70, 2022.
- ANALYTICS, B. Understanding generational preferences in digital markets: millennials and generation z. *Digital Economy Journal*, v. 12, n. 4, p. 45–60, 2023.
- BARBOSA, M. A transformação digital nas farmácias: perspectivas e desafios na era das indústrias 4.0 e 5.0. *Journal of Innovation in Health Management*, v. 12, n. 2, p. 45–67, 2020.
- BERG, A.; BUFFIE, E.; ZANNA, L. *Should we fear the robot revolution? (The correct answer is yes)*. [S.l.], 2018.
- BERNARDES, J. Integração de sistemas de pagamento e logística em plataformas digitais: o caso brasileiro. *Gestão e Estratégia Digital*, v. 8, n. 2, p. 98–112, 2019.
- BONILHA, L. *Desafios da adoção de tecnologias sustentáveis em mercados emergentes*. Porto Alegre: Editora Sustentável, 2020.
- BRASIL. *Digital Transformation and Omnichannel Strategies in the Pharmaceutical Sector*. Brasília: Ministry of Economy, Government of Brazil, 2023.
- BRASIL, E. commerce. *Comércio Eletrônico no Brasil: Tendências e Resultados*. 2023. Disponível em: <<https://www.ecommercebrasil.com.br/2023/tendencias>>. Acesso em: 24 jan. 2025.
- BRASIL, P. *Relatório do Comércio Eletrônico no Setor Farmacêutico*. 2023. Disponível em: <<https://www.pfarma.com.br/relatorio2023>>. Acesso em: 24 jan. 2025.
- CAMARA, R. *Economia circular: estratégias para a sustentabilidade empresarial*. Rio de Janeiro: Editora Sustentare, 2018.
- CARDOSO, F. *Uso de Big Data para personalização de ofertas no varejo farmacêutico*. São Paulo: Editora Ciência Digital, 2021.
- CARVALHO, P. Soluções digitais em saúde: um estudo sobre o impacto das plataformas memed e ifood. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 37, n. 4, p. 567–580, 2021.
- COMMISSION, E. *European Strategic Plan for Digital Health Interoperability*. [S.l.]: European Union Publications, 2019–2024. Disponível em: <<https://europa.eu>>. Acesso em: 13 jan. 2024.

COMPANY, M. . *Digital transformation in healthcare: efficiency and personalization in the pharmaceutical sector*. [S.l.]: McKinsey Insights, 2021.

FACEBOOK. *React Native*. 2023. Disponível em: <<https://reactnative.dev/>>. Acesso em: 24 jan. 2025.

FERREIRA, L. Desafios regulatórios e de proteção de dados no comércio digital farmacêutico. *Revista de Direito e Tecnologia da Informação*, v. 19, n. 3, p. 45–60, 2021.

FLORES, M. Convenience and relevance in digital platforms: a study of user behavior. *Journal of Marketing Trends*, v. 28, n. 1, p. 89–104, 2020.

FOUNDATION, O. *Node.js: Plataforma para JavaScript no Lado do Servidor*. 2023. Disponível em: <<https://nodejs.org/>>. Acesso em: 24 jan. 2025.

GAGNON, M. P.; DESMARTIS, M.; LABRECQUE, M. Barriers to digital health adoption: the case of emerging markets. In: MASENYA, R. (Ed.). *Technological Innovations in Healthcare Systems*. [S.l.]: Taylor & Francis, 2019.

GARCIA, R. Big data, iot e logística farmacêutica: um estudo sobre inovação e eficiência. *Revista Brasileira de Gestão Tecnológica*, v. 10, n. 1, p. 34–48, 2021.

GJELLEBAEK, C.; STOUMPOS, M.; PAPATHANASIOU, I. Digital healthcare in practice: innovations and challenges. In: PABLOS, P. Ordóñez de (Ed.). *Emerging Trends in Digital Health and Smart Care*. Hershey: IGI Global, 2021.

GOPAL, R.; SHARMA, D.; AHUJA, S. Digital innovation in the pharmaceutical sector: bridging the gap between technology and health. In: MACKENZIE, R.; HUGHES, J. (Ed.). *Advances in Healthcare Management*. Bingley: Emerald Publishing, 2020.

GROUP, P. G. D. *PostgreSQL: Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Relacional*. 2023. Disponível em: <<https://www.postgresql.org/>>. Acesso em: 24 jan. 2025.

GUERRA, T. Aceleração tecnológica no setor farmacêutico durante a covid-19. *Revista Internacional de Saúde e Tecnologia*, v. 8, n. 1, p. 22–38, 2020.

GUIMARÃES, P. *Estratégias digitais para farmácias durante a pandemia*. Belo Horizonte: Editora Saúde, 2021.

HAT, R. *Hibernate: Framework para Mapeamento Objeto-Relacional*. 2023. Disponível em: <<https://hibernate.org/>>. Acesso em: 24 jan. 2025.

LAGO, S. Uso de veículos híbridos e elétricos na logística verde: uma análise no setor farmacêutico. *Revista Brasileira de Logística Sustentável*, v. 6, n. 2, p. 34–45, 2013.

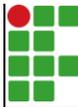
MACHADO, T. *Logística verde: práticas sustentáveis no comércio eletrônico*. Curitiba: Editora Eco, 2016.

MAGALDI, R.; NETO, M. Inovação e personalização no e-commerce de medicamentos: o papel das plataformas digitais no brasil. *Revista de Inovação e Tecnologia Aplicada*, v. 9, n. 2, p. 78–94, 2022.

MAIA, F. A experiência do usuário em plataformas digitais farmacêuticas: desafios e oportunidades. *User Experience Journal*, v. 15, n. 3, p. 145–157, 2021.

- MARTIN, R. C. *Clean Architecture: Estruturas e Padrões para o Desenvolvimento de Software*. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017. Traduzido por: [Nome do Tradutor].
- MC. Regulatory challenges in digital health: a global perspective. *Journal of Health Policy*, v. 33, n. 5, p. 215–230, 2023.
- MENSAGEM, J. The impact of 5g on consumer digital experiences: an exploratory study. *Telecommunications Review*, v. 55, n. 6, p. 301–320, 2023.
- MOREIRA, L. Personalização e automação: impactos da digitalização no setor farmacêutico. *Revista de Transformação Digital*, v. 14, n. 1, p. 78–95, 2021.
- NARDI, F. *Sustentabilidade em tempos de crise: desafios e soluções*. Porto Alegre: Editora Sustentável, 2013.
- NUNES, M. Iot e geolocalização: potenciais e desafios em mercados emergentes. *Revista Internacional de Tecnologia e Inovação*, v. 16, n. 3, p. 245–267, 2020.
- NUNES, M. Big data no desenvolvimento de medicamentos: uma nova era para o setor farmacêutico. *Pharma Research Journal*, v. 12, n. 1, p. 23–45, 2023.
- OECD. *Health at a Glance: Europe 2022*. [S.l.]: OECD Publishing, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/health_glance_eur-2022-en>. Acesso em: 14 jan. 2024.
- OLIVEIRA, J. Regulação de dados e segurança em plataformas de saúde no brasil. *Revista Brasileira de Direito em Tecnologia da Saúde*, v. 11, n. 2, p. 12–25, 2023.
- PLAN, C. D. *Digital Health Priorities in the Five-Year Economic Plan*. Beijing: Ministry of Health, 2023.
- RAIMUNDO, P.; SILVA, T.; ALMEIDA, R. Análise comparativa de políticas regulatórias no e-commerce farmacêutico entre mercados desenvolvidos e emergentes. *Global Health Policy Review*, v. 10, n. 1, p. 89–102, 2024.
- REBEKAH, L.; SMITH, J.; TURNER, C. Digital records in us healthcare: adoption and challenges. In: STOUMPOS, M.; PAPATHANASIOU, I.; GJELLEBAEK, C. (Ed.). *Digital Healthcare: Opportunities and Challenges*. Cham: Springer, 2021.
- RESEARCH, K. Digital connectivity and consumer behavior: the role of iot in modern markets. *IoT Insights*, v. 11, n. 3, p. 78–92, 2023.
- SANTOS, F. O impacto da pandemia na digitalização dos serviços farmacêuticos: um estudo de caso no brasil. *Revista de Saúde e Tecnologia Digital*, v. 13, n. 3, p. 34–50, 2022.
- SANTOS, R. Personalized experiences in the digital age: attracting generation z. *Marketing Science Review*, v. 18, n. 2, p. 34–47, 2024.
- SCHWABER, K. *Scrum: A Arte de Fazer o Bem do Trabalho na Metade do Tempo*. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017. Traduzido por: Marcelo Brendle.
- SILVA, A. Sustentabilidade no comércio digital: a logística reversa no setor farmacêutico. *Revista de Gestão Sustentável*, v. 7, n. 1, p. 56–68, 2010.

- SINGH, S. Technological progress and its impact on industrial transformation. *Journal of Industrial Economics*, v. 69, n. 2, p. 345–368, 2021.
- SOARES, C. Redução de emissões de carbono na logística farmacêutica. *Revista Brasileira de Sustentabilidade*, v. 8, n. 3, p. 90–104, 2015.
- SOARES, M. *Logística sustentável no setor farmacêutico durante a pandemia*. São Paulo: Editora Verde, 2021.
- SOFTWARE, P. *Spring Boot: Framework para Aplicações Java*. 2023. Disponível em: <<https://spring.io/projects/spring-boot>>. Acesso em: 24 jan. 2025.
- SOUSA, L. Wearables and digital convenience: shaping the future of consumer behavior. *International Journal of Digital Marketing*, v. 9, n. 4, p. 256–273, 2023.
- SOUZA, G. E. S.; BRITO, J. H. A. *Facilifarma – um sistema de controle de vendas de medicamentos*. 31 f. p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Computação) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campina Grande, 2023.
- STETTINER, P.; ALVES, R.; CAMARGO, L. Tendências na logística farmacêutica: sustentabilidade e inovação. *Logística em Transformação*, v. 9, n. 4, p. 34–49, 2021.
- TEKER, S.; DEMIR, T.; ÖZTÜRK, E. E-commerce growth in emerging markets: lessons from the pandemic. *Journal of Business and Economics*, v. 45, n. 3, p. 123–138, 2024.
- TURCHIARI, E. Economia circular e sustentabilidade no setor de medicamentos. *Sustainable Business Review*, v. 6, n. 2, p. 123–135, 2020.
- UNCTAD. *COVID-19 and E-commerce: A Global Review*. [S.l.]: United Nations Conference on Trade and Development, 2021. Disponível em: <<https://unctad.org/ecommerce2021>>. Acesso em: 15 jan. 2024.
- VAREJO. E-commerce logistics: challenges and opportunities in emerging markets. *Brazilian Journal of Retail and Distribution*, v. 12, n. 2, p. 98–114, 2023.
- WANG, J.; NUNEZ, C. Digital transformation in china's healthcare: the role of policy and technology. *Asian Development Review*, v. 41, n. 1, p. 15–37, 2024.
- WHO. *Digital Health and the SDGs: A Global Strategy*. [S.l.]: WHO Publications, 2020. Disponível em: <<https://who.int>>. Acesso em: 16 jan. 2024.
- WTO. *E-commerce and Digital Growth in Emerging Economies: Lessons from the Pandemic*. [S.l.]: WTO Reports, 2022. Disponível em: <<https://wto.org>>. Acesso em: 17 jan. 2024.
- ZHANG, L.; LI, X.; CHEN, Y. Sustainability and digital innovation: reducing emissions in pharmaceutical supply chains. *Journal of Cleaner Production*, v. 345, p. 131076, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131076>>. Acesso em: 13 jan. 2024.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Campina Grande - Código INEP: 25137409
	R. Tranquílino Coelho Lemos, 671, Dinamérica, CEP 58432-300, Campina Grande (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0003-37 - Telefone: (83) 2102.6200

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Versão Final do TCC

Assunto:	Versão Final do TCC
Assinado por:	Alyson Vale
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Alyson Matheus Vale de Macêdo, ALUNO (201821250027) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO - CAMPINA GRANDE**, em 20/03/2025 15:35:47.

Este documento foi armazenado no SUAP em 20/03/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1428039

Código de Autenticação: c83630fde0

