



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

FRANCISCO ITALO GUILHERME DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA VISUALIZAÇÃO E SEGMENTAÇÃO DE
IMAGENS MÉDICAS PARA APOIO À TELEMEDICINA**

REDENÇÃO - CE

2024

FRANCISCO ITALO GUILHERME DA SILVA

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA VISUALIZAÇÃO E SEGMENTAÇÃO DE
IMAGENS MÉDICAS PARA APOIO À TELEMEDICINA**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Computação da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva Barros

REDENÇÃO - CE

2024

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Silva, Francisco Ítalo Guilherme da.

S578d

Desenvolvimento de sistema para visualização e segmentação de imagens médicas para apoio à telemedicina / Francisco Ítalo Guilherme da Silva. - Redenção, 2024.

70f: il.

Monografia - Curso de Engenharia de Computação, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva Barros.

1. Telemedicina. 2. Sistema Único de Saúde (Brasil). 3. Segmentação de Imagens. I. Título

CE/UF/BSP

CDD 610.28

FRANCISCO ITALO GUILHERME DA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA VISUALIZAÇÃO E SEGMENTAÇÃO DE
IMAGENS MÉDICAS PARA APOIO À TELEMEDICINA

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Computação da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva Barros

Aprovado em:

Francisco Italo Guilherme da Silva
Discente

Antonio Carlos da Silva Barros
Professor Orientador

Emanuella Silva Joventino
Professora Avaliadora

John Hebert Da Silva Felix
Professor Avaliador

Suane Pires Pinheiro da Silva
Professora Avaliadora

Redenção, 09 de julho de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **ANTONIO CARLOS DA SILVA BARROS, PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR**, em 11/07/2024, às 12:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOHN HEBERT DA SILVA FELIX, PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR**, em 11/07/2024, às 16:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Suane Pires Pinheiro da Silva, Usuário Externo**, em 16/07/2024, às 08:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **EMANUELLA SILVA JOVENTINO MELO, PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR**, em 16/07/2024, às 13:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unilab.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0953872** e o código CRC **845E917D**.

REDENÇÃO - CE
2024

*Deus, família e amigos.
Gratidão!*

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de expressar minha gratidão a Deus por toda a jornada até aqui. Sem Ele, não teria conseguido avançar, pois enfrentei diversas dificuldades ao longo desse caminho. Sou grato também pelas oportunidades e bênçãos que Ele colocou em minha vida. Quero estender meu agradecimento à minha família, ao meu pai, minha mãe e minhas irmãs, que sempre acreditaram em mim e fizeram o possível para me manter na faculdade. Tudo o que fiz foi por vocês.

Além disso, gostaria de expressar minha gratidão aos amigos que estiveram ao meu lado durante essa jornada, em especial João Matheus, Paulo Roberto, Lucas Pinheiro, Cleilton Sousa, Adilson Cabaça, onde me ajudaram em muitas ocasiões e foram amigos fantásticos. Além disso, gostaria de agradecer a Janaina Oliveira, Rafaela Moreira, Elencio Zivane e Álvaro Farias pelo apoio e ajuda nos projetos de pesquisa. Agradeço também ao Prof. orientador Dr. Antonio Carlos da Silva Barros pelo seu apoio e orientação no desenvolvimento do mesmo. Ele sempre acreditou no potencial deste projeto, desde os primeiros passos, e seu apoio foi fundamental em diversos momentos da minha vida, o que me inspirou a ter um profundo respeito e gratidão por ele.

Aos professores da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), expresso minha gratidão pelo conhecimento compartilhado, pelas amizades construídas e pelo respeito mútuo que desenvolvemos ao longo do tempo.

Aos meus amigos Lácio Ricardo, Gustavo Leitão, Leonardo Chaves e Hudson Holanda pelas palavras de apoio para a conclusão desse trabalho, além das convivências ao longo desses anos.

Ao Laboratório de Processamento de Imagens e Simulação Computacional (LAPISCO) pelas oportunidades de bolsa e pelo aprendizado proporcionado que me ajudaram também no desenvolver deste trabalho.

Agradeço também ao coordenador da Coordenaria de Tecnologia da Informação (CTI) da Perícia Forense do Estado do Ceará (PEFOCE), Luciano Freire, pelo apoio neste momento da minha vida acadêmica.

*“Não importa quão
pequeno você comece,
sempre sonhe grande”.*
Stephen Richards

Resumo

Este trabalho explora os sistemas de atenção à saúde, cujo objetivo principal é promover, restaurar e manter a saúde da população, conforme definido pela Organização Mundial da Saúde (2000). No Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS), estabelecido no final da década de 1980, é reconhecido como um dos maiores sistemas de saúde do mundo, assegurando acesso equitativo e integral aos serviços de saúde para todos os cidadãos. Contudo, o SUS enfrenta desafios significativos, como infraestrutura limitada e falta de recursos, o que dificulta a prestação efetiva de serviços essenciais, incluindo atenção primária e especializada, conforme destacado por Viacava et al. (2018). A integração de sistemas computacionais, como a telemedicina, tem sido fundamental para superar esses desafios, facilitando consultas remotas, diagnósticos precisos e acompanhamento eficaz de tratamentos, especialmente em áreas remotas ou carentes de recursos médicos. Este trabalho apresenta o desenvolvimento e validação de um sistema de visualização e segmentação de imagens médicas voltado para a telemedicina. O sistema foi projetado para oferecer ferramentas eficientes de gerenciamento e análise de dados, visando melhorar o diagnóstico e tratamento remoto de pacientes. A metodologia envolveu a definição de requisitos, implementação das funcionalidades e validação através de testes de integração ponta a ponta. Os resultados destacaram a efetividade dos testes de integração ponta a ponta para os requisitos funcionais do sistema em relação a cada módulo descrito. Este trabalho contribui para a telemedicina, fornecendo uma plataforma eficaz para diagnóstico remoto e acompanhamento de pacientes, com potencial para impactar positivamente a qualidade e acessibilidade dos serviços de saúde.

Palavras-chave: Telemedicina, SUS, Segmentação de Imagens.

Abstract

This work explores healthcare systems whose main objective is to promote, restore, and maintain population health, as defined by the World Health Organization (2000). In Brazil, the Unified Health System (SUS), established in the 1980s, is recognized as one of the largest healthcare systems globally, ensuring equitable and comprehensive access to healthcare services for all citizens, as highlighted by Viacava et al. (2018). However, SUS faces significant challenges such as limited infrastructure and lack of resources, which hinder the effective provision of essential services, including primary and specialized care. The integration of computational systems, such as telemedicine, has been crucial in overcoming these challenges, facilitating remote consultations, precise diagnoses, and effective treatment monitoring, especially in remote or medically underserved areas. This paper presents the development and validation of a medical image visualization and segmentation system designed for telemedicine. The system was designed to offer efficient data management and analysis tools aimed at improving remote patient diagnosis and treatment. The methodology involved defining requirements, implementing functionalities, and validating through end-to-end integration tests. The results highlighted the effectiveness of end-to-end integration tests for the system's functional requirements across each described module. This study contributes to telemedicine by providing an effective platform for remote diagnosis and patient monitoring, with the potential to positively impact the quality and accessibility of healthcare services.

Keywords: Telemedicine, SUS, Image Segmentation.

Lista de ilustrações

Figura 4.1 – Etapas do desenvolvimento do projeto.	26
Figura 4.2 – Arquitetura do sistema.	27
Figura 4.3 – Arquitetura com as tecnologias que foram utilizadas para a construção do sistema.	30
Figura 4.4 – Arquitetura do sistema - Etapas do desenvolvimento.	31
Figura 4.5 – Fluxo de perfis	32
Figura 4.6 – Tela de visualização de exame.	33
Figura 4.7 – Tela de visualização de exame com ferramentas de desenho aplicado ao exame.	34
Figura 4.8 – Tela de visualização de exame segmentado.	34
Figura 4.9 – Tela de visualização de laudo pelo médico.	35
Figura 4.10–Estrutura do banco de dados.	36
Figura 4.11–A figura ilustra a arquitetura SegNet.	39
Figura 4.12–Estruturação do docker.	41
Figura 5.1 – Testes de integração - Módulo administrador.	45
Figura 5.2 – Testes de integração - Módulo médico.	47
Figura 5.3 – Testes de integração - Módulo paciente.	49

Lista de abreviaturas e siglas

OMS	Organização Mundial de Saúde
TC	Tomografia Computadorizada
SUS	Sistema Único de Saúde
CFM	Conselho Federal de Medicina
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
HL7	Health Level Seven International
PACS	Picture Archiving and Communication System
ATA	American Telemedicine Association
ECG	Electrocardiogram
MS	Ministério da Saúde
XP	Extreme Programming
FDD	Feature-Driven Development
SGBDR	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Relacional
API	Application Programming Interface
PNG	Portable Network Graphics
CSS	Cascading Style Sheets
HTML	HyperText Markup Language
IDE	Integrated Development Environment
SQL	Structured Query Language

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1	Telemedicina	17
3.2	Modelos de desenvolvimento de software	20
3.3	Metodologias Ageis	21
3.4	DevOps	22
4	MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1	Modelo de Desenvolvimento de Software	25
4.2	Levantamento de Requisitos do Sistema	25
4.3	Arquitetura do Sistema	26
4.4	Tecnologias Adotadas	28
4.5	Etapas do Desenvolvimento do Projeto	30
4.5.1	Desenvolvimento Frontend	32
4.5.2	Banco de Dados e PostgreSQL	35
4.5.3	Desenvolvimento Backend	36
4.6	DevOps	41
4.7	Avaliação do Software	42
5	RESULTADOS	44
5.1	Módulo Administrador	44
5.2	Módulo Médico	46
5.3	Módulo Paciente	48
6	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	51
	REFERÊNCIAS	52
	ANEXO A – RESOLUÇÃO CFM Nº 1.643/2002: DEFINE E DISCIPLINA A PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS ATRAVÉS DA TELEMEDICINA.	55

ANEXO B – ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS	58
ANEXO C – TUTORIAL DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA - VIM . . .	62

1 Introdução

Os sistemas de atenção à saúde como um conjunto de atividades que tem como finalidade principal promover, restaurar e manter a saúde de uma população, segundo World Health Organization (2000). O SUS (Sistema Único de Saúde) foi criado no Brasil em meados do final da década de 1980 e é conhecido como um dos maiores sistemas de saúde do mundo. O mesmo tem como finalidade a garantia de acesso a todos os cidadãos, além da promoção de forma equitativa e íntegra dos serviços ofertados pelo sistema, conforme Viacava et al. (2018).

Existem muitos desafios que o SUS tem enfrentado. A ausência de infraestrutura pública, a falta de planejamento, a falta de atenção econômica e científico-tecnológica, entre outros, o que acaba impossibilitando um funcionamento efetivo dos serviços prestados, como atenção primária, especializada e de complexidades altas, como ressaltado por Mendes (2019). A ampliação do desenvolvimento e aplicação de sistemas computacionais, onde trabalha-se uma relação entre ciência da saúde e tecnologia, tem possibilitado a construção de várias ferramentas importantes que auxiliam em consultas, diagnósticos de doenças e acompanhamento de tratamentos, como afirma Cavalcante (2010), Felix (2011), Ribeiro (2013).

A implantação de Sistemas de Informação em Saúde (SIS) permite a esta área desenvolver-se, como é o caso da telemedicina. Os Sistemas de Informação (SI) atualmente contribuem para uma maior segurança e dinamicidade em órgãos, instituições e empresas, tanto públicas quanto privadas, que os utilizam, pois apresentam uma maior produtividade, facilitando o aspecto de tratamento dos dados organizacionais, mantendo-os seguros e automatizando os processos das mesmas. A pesquisa em sistemas de informação (SI) poderia ajudar no desenvolvimento e na aplicação dessas tecnologias nas quais gerenciam os serviços de saúde, como mencionado por Chiasson e Davidson (2004).

Conforme Garcia et al. (2020), a telemedicina teve suas primeiras aparições na Idade Média, na Europa, mas só teve um maior desenvolvimento no século XIX com a invenção de dois importantes instrumentos: O telégrafo e da telegrafia. Com eles, tornou-se possível a transmissão de informações à distância de maneira mais rápida e eficiente, o que fez com que o desenvolvimento da telemedicina se tornasse mais comum. Segundo os autores, esses instrumentos permitiram a comunicação entre profissionais de saúde e pacientes mesmo quando estavam separados por grandes distâncias geográficas. Isso possibilitou consultas médicas remotas, a troca de informações sobre diagnósticos e tratamentos, e até mesmo a realização de procedimentos médicos assistidos à distância. Assim, o telégrafo e a telegrafia foram fundamentais para o avanço da telemedicina, marcando o início de uma nova era na medicina mundial. Outro grande marco foi a descoberta do aparelho de raio-x, no século XIX, pelo físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen. Em seu artigo, tratou de estudos explicando a aplicação da radiação ionizante para

que as imagens médicas do corpo interno fossem realizadas, destaca Francisco et al. (2005).

O primeiro sistema interativo de telemedicina foi instalado em Boston em 1967, onde foi um marco significativo no desenvolvimento da prática médica à distância. Com ele, foi possível a comunicação e interação em tempo real entre profissionais de saúde em locais diferentes, abrindo caminho para uma série de aplicações na área da saúde. O sistema em Boston foi um exemplo pioneiro de como a telemedicina poderia superar as barreiras geográficas e temporais, facilitando o acesso a cuidados de saúde especializados, especialmente em áreas remotas ou carentes de recursos médicos, revelou o estudo de Garcia et al. (2020).

No Brasil, esta área passou por várias transformações até chegar ao que se tem hoje, através de resoluções do Conselho Federal de Medicina (CFM), como a Resolução CFM nº 1.643/2002, onde foi definida a prática da telemedicina, mas somente com a grave crise causada pela pandemia da COVID-19, que possibilitou que a mesma fosse implantada no país, através da lei nº 13.989/2020, com a finalidade de assistência, pesquisa e no diagnósticos de prevenção, declarados por esta nova lei.

Através dos benefícios que esta área impulsiona, o presente trabalho apresenta um sistema de telemedicina para a visualização e segmentação de imagens médicas para melhorar o acesso aos serviços de saúde, especialmente em áreas remotas, reduzindo custos e ampliando a qualidade assistencial.

1.1 Justificativa

Existem muitos desafios em que o SUS tem enfrentado, principalmente, na pandemia da COVID-19, onde o mundo inteiro foi afetado e teve que mudar totalmente a forma de atendimento (médico) para que não tivesse contato e contribuísse para a contaminação do vírus. A ausência de infraestrutura pública, a falta de planejamento, a falta de atenção econômica, científico-tecnológica, impossibilita um funcionamento efetivo dos serviços prestados, como atenção primária à saúde, atenção especializada e de complexidades altas, conforme Mendes (2019).

O autor Nunes et al. (2016) ressalta que, muitas pessoas sofrem com a falta de acesso aos serviços citados acima, por dificuldades, como deslocamento, a falta de profissionais de saúde nas unidades básicas de saúde, ou até mesmo, nos hospitais. Com isso, a telemedicina surgiu e tem ajudado no atendimento no tocante à saúde com diversos serviços sendo ofertados e implantados de forma totalmente digital.

A telemedicina e o uso de técnicas de processamento digital de imagens aplicado na análise de imagens médicas faz-se importante o uso de tecnologias bem desenvolvidas, softwares e profissionais qualificados para realizar os procedimentos, desde o manuseio dos sistemas, como também, estar apto a exercer sua profissão de acordo com cada legislação profissional que a

define. Atualmente, diversas áreas da medicina, têm suas estruturas alinhadas com tecnologias capazes de agilizar esses processos. Pode-se citar o ramo da radiologia digital, que utiliza o sistema Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), para transferir imagens radiológicas entre outros sistemas e computadores. Outra aplicação consiste na impressão 3D de órgãos artificiais para a redução de transplantes de órgãos, além de cirurgias realizadas por robôs controlados por profissionais qualificados através de um console. A aplicação de serviços de informação em saúde também tem ganhado notoriedade em meios como a dermatologia, patologia, psiquiatria, segundo Kim (2004).

O processo de representação de imagens médicas é um dos meios mais relevantes na medicina digital, devido ao constante desenvolvimento utilizado na detecção e diagnóstico de imagens médicas (IM), afirma Silva, Patrocínio e Schiabel (2019). Com base na ciência e em tecnologias aliadas a medicina, o presente trabalho busca implementar um sistema para a segmentação e visualização de imagens médicas para o apoio à telemedicina, visto a importância e os benefícios desta área, como melhorar a eficácia de atendimentos e diagnósticos na análise desses arquivos por especialistas qualificados das mais diversas áreas da medicina.

2 Objetivos

A presente monografia tem como objetivo central a concepção e desenvolvimento de um sistema web que facilite a segmentação e visualização de imagens médicas, proporcionando suporte ao campo da telemedicina. A seguir, são detalhados tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos deste trabalho.

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema web para a segmentação e visualização de imagens médicas no apoio à telemedicina.

2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um sistema web para acesso de usuários: Desenvolvimento de uma interface web acessível para usuários interagirem com o sistema de visualização e segmentação de imagens médicas;
- Desenvolver um servidor para comunicação com o cliente: Implementação de um servidor que permita a comunicação eficiente entre a interface web e o backend;
- Armazenar imagens médicas para visualização e segmentação: Configuração de um banco de dados para armazenamento seguro e eficiente das imagens médicas, garantindo acesso rápido para visualização e processamento;
- Aplicar visão computacional para segmentação de imagens médicas: Utilização de técnicas avançadas de visão computacional, como redes neurais convolucionais, para segmentação precisa de estruturas médicas nas imagens;
- Desenvolver cenários de testes de integração ponta a ponta para avaliação dos requisitos do sistema: Criação de casos de teste abrangentes que simulem cenários reais de uso do sistema, garantindo que todos os requisitos funcionais e não funcionais sejam verificados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A implementação de novas tecnologias e suas aplicações na saúde, tem gerado uma revolução na forma como é realizado o tratamento e diagnóstico de doenças para milhares de pessoas ao redor do mundo. Essas inovações têm desencadeado uma transformação radical não apenas nos consultórios médicos, mas em todo o ecossistema de saúde. Como resultado, os países estão se adaptando a uma nova realidade proposta pela medicina digital, vide Telemedicina, onde o acesso à saúde não é mais limitado pela distância geográfica ou pela disponibilidade de especialistas, segundo o estudo de Maldonado, Marques e Cruz (2016).

Com o avanço da tecnologia da informação e comunicação, a telemedicina oferece a possibilidade de consultas médicas à distância, o diagnóstico de forma remota, monitoramento de pacientes e diversos outros serviços, possibilitando uma forma mais inclusiva de acesso a saúde. Essa modalidade de assistência à saúde tem se mostrado crucial em situações de emergência, permitindo a continuidade do cuidado médico enquanto minimiza a exposição a riscos contagiosos, como foi citado a pandemia da COVID-19, destaca Ena (2020).

Existem diversas tecnologias que podem ser utilizadas para desenvolver o referido sistema tratado neste trabalho, a área de desenvolvimento web é uma delas. O autor Conte, Mendes e Travassos (2005), define o desenvolvimento web é uma área da programação onde desenvolve-se aplicações para serem utilizadas diretamente nos navegadores com conexão a um servidor, com estruturas e funcionalidades pré-definidas, além de uma navegação e visualização para a utilização do usuário.

Ao desenvolver Sistemas de Informações em Saúde (SIS), é necessário avaliar abordagens que possibilitem tomadas de decisões, coleta, processamento, análise e aplicabilidade dos dados. Esses pontos devem ser considerados para garantir que o sistema seja desenvolvido de forma efetiva e para que cumpra corretamente o seu papel. De forma resumida, os SIS realizam a geração dos dados dos sistemas públicos de saúde, analisa e relaciona os mesmos para futuras implementações na saúde, por exemplo, ações epidemiológicas ou assistenciais, conforme avalia Chiasson e Davidson (2004).

3.1 Telemedicina

Segundo a World Health Organization (2000), define a telemedicina como a prestação de serviço de saúde onde a distância é fator crítico, por todos os profissionais de saúde que usam tecnologias de informação e de comunicação para a troca de informações válidas para diagnóstico, tratamento e prevenção de doenças e lesões. A American Telemedicine Association (ATA), define a telemedicina como a utilização de informação médica transmitida de um local a

outro através de meios de comunicação eletrônica, visando o cuidado com a saúde e a educação do paciente ou do provedor de cuidados com a saúde, com o propósito de melhorar o cuidado com o paciente, como destacado por Garcia et al. (2020). A telemedicina pode ser definida como o uso de sinais eletrônicos para transferir dados médicos de pacientes, de um certo local para outro, por vias de redes de internet, telefone ou equipamentos de videoconferências com foco em um melhor acesso a saúde, conforme o estudo de Brown (2005). Esse meio de medicina digital, permite consultas e diagnósticos médicos, além de permitir uma educação médica e do paciente e outros benefícios, ressalta Kim (2004).

Desenvolvido em meados de 1992-1993, o *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM), consiste em um padrão de comunicação e armazenamento de dados de imagens médicas, sendo responsável pela a criptografia das imagens, geração de relatórios sobre os exames, modelos de transferências, formato no qual essas imagens serão arquivadas, entre outros. Outro padrão usado como uma alternativa ao DICOM, é o *Health Level 7* (HL7), e atua como uma forma de remodelar a interação entre os sistemas, tornando-os mais simples, através de suas implementações dos componentes de interface. A diferença, é que o DICOM, atua de forma mais íntegra, quando se trata do gerenciamento dos dados dos pacientes, como afirma Kimura et al. (1998).

O estudo de Moghadas, Jamshidi e Shaderam (2008), cita a telemedicina como um termo geral utilizado para definir vários aspectos do cuidado de saúde à distância. Segundo o estudo, o aspecto chave da telemedicina é o uso de sinais eletrônicos para transferir informações de um local para outro. Desde a invenção do telefone, os profissionais médicos têm utilizado a comunicação eletrônica para facilitar o cuidado ao paciente. Ainda segundo o autor, um sistema de saúde de telemedicina, pode ser usado para casos de emergência ou monitoramento de pacientes, em ambulâncias, centros de Saúde Rural (CSR) ou outros locais remotos de saúde.

Segundo o autor Pattichis et al. (2002), a importância crescente da telemedicina sem fio na prestação de serviços de saúde em áreas remotas ou subatendidas, onde a disponibilidade de cuidados médicos especializados é limitada. Ao permitir a transmissão remota de dados médicos essenciais, como sinais vitais, imagens médicas e registros eletrônicos de pacientes, esses sistemas possibilitam que profissionais de saúde forneçam diagnósticos precisos e tratamentos oportunos, mesmo em locais onde recursos médicos são escassos. Essa abordagem não apenas melhora o acesso aos cuidados de saúde, mas também pode ajudar a reduzir a mortalidade e melhorar os resultados clínicos para pacientes em situações de emergência.

Segundo Soirefmann et al. (2008), a telemedicina tem se destacado em várias formas de aplicação, incluindo tele-educação, tele-assistência e custo-efetividade. No Brasil, iniciativas como a integração da telemedicina no currículo da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, através do projeto Cybertutor aplicado ao ensino da Dermatologia no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), exemplificam o avanço dessa área.

O avanço da telemedicina apresenta desafios significativos, tanto do ponto de vista

técnico quanto ético. Segunda o estudo realizado por Oliveira et al. (2020), onde buscou analisar essas questões através de uma revisão bibliográfica, selecionando artigos relevantes, com foco nos descritores de telemedicina, ética médica e legal. Os resultados apontaram para impasses éticos relacionados à privacidade e confidencialidade das informações em saúde, bem como para as limitações das interações mediadas eletronicamente e para os conflitos entre os paradigmas comerciais e a centralidade do paciente na oferta assistencial. Ainda no mesmo estudo, concluiu-se que a telemedicina pode agregar valor significativo quando integrada à relação terapêutica e aos objetivos do atendimento ao paciente, destacando a importância de abordagens éticas robustas para enfrentar os desafios emergentes nesse campo em rápida evolução.

Na era da nuvem, a telemedicina traz tanto promessas quanto desafios. O alto custo dos serviços de saúde nos EUA, que ultrapassa o dobro da média mundial, contrasta com uma utilização menor dos serviços de saúde em comparação com outros países desenvolvidos, refletindo uma ineficiência maior e preços mais altos para os serviços de saúde. A combinação de computação em nuvem e telemedicina visa oferecer serviços de saúde mais eficazes e acessíveis, porém, enfrenta desafios como garantir alta segurança, interoperabilidade e adaptabilidade de armazenamento. A transição para registros de saúde eletrônicos (EHRs) e a utilização crescente de tecnologias de computação em nuvem prometem tornar os serviços de saúde mais acessíveis e de maior qualidade, embora ainda haja obstáculos a superar para alcançar sua plena maturidade e eficácia, ressalta Jin e Chen (2015).

O estudo de SIMÕES, OLIVEIRA e SANTOS (2020), aborda a pandemia da Covid-19, destacando-a como uma doença altamente contagiosa, cujas principais manifestações são respiratórias. Com a falta de terapia específica, as medidas preventivas, como o isolamento e o distanciamento social, emergem como estratégias cruciais para conter a disseminação do vírus. Nesse contexto, a telemedicina desponta como uma ferramenta vital, permitindo a prestação de cuidados de saúde à distância. Através dela, os serviços de saúde conseguem implantar infraestrutura, processos de atendimento remoto e orientação aos pacientes, além de melhorar as práticas de teleeducação, contribuindo significativamente para enfrentar os desafios impostos pela pandemia.

A importância da telemedicina na pandemia da Covid-19 é ressaltada no estudo acima, evidenciando seu papel crucial em fornecer cuidados de saúde de forma remota, garantindo o distanciamento social necessário. Além de facilitar a triagem de pacientes suspeitos, monitoramento remoto e acompanhamento de pacientes com doenças crônicas, a telemedicina também oferece benefícios aos profissionais de saúde, reduzindo seu risco de exposição ao vírus. No Brasil, sua implementação foi oficializada durante a pandemia, evidenciando um momento crucial na história da telemedicina no país, onde esforços estão sendo concentrados para estabelecer um sistema robusto e sustentável, capaz de expandir a oferta de serviços de cuidados remotos à população.

Para Touil, Bahatti e Magri (2020), a aplicação da telemedicina para reduzir a propagação

da COVID-19, destacando o uso de uma rede de sensores vestíveis (WSN) para monitorar os sintomas dos pacientes em tempo real. A solução proposta visa facilitar o diagnóstico remoto e em tempo real, permitindo um monitoramento médico eficiente dos casos suspeitos. A rede de sensores vestíveis, ao registrar e transmitir dados como temperatura corporal e localização, possibilita uma detecção precoce dos sintomas da COVID-19, reduzindo assim a necessidade de contato direto entre pacientes e profissionais de saúde. O artigo descreve a arquitetura da plataforma, destacando a interação entre os diferentes componentes de hardware e software, e apresenta uma demonstração do conceito por meio de simulações realizadas no software LabVIEW. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade e eficácia da solução proposta, destacando seu potencial para auxiliar no controle e prevenção da propagação do vírus.

A telemedicina se revela como um serviço essencial especialmente em contextos de emergência, como o desencadeado pela pandemia de COVID-19 em todo o mundo, exigindo medidas diligentes e que podem transcender a necessidade temporária durante a crise sanitária. Se devidamente regulamentada e supervisionada, aliada a estratégias para expandir seu potencial, a telemedicina pode fortalecer os serviços de saúde e contribuir para o bem-estar da população. Além disso, uma estrutura previamente estabelecida e regulada pode tornar seu uso em situações emergenciais ainda mais benéfico do que durante a própria pandemia, considerando que sua regulamentação inicial foi realizada às pressas devido à urgência da crise. Em conclusão, a telemedicina representa um componente crítico para garantir cuidados de saúde e para a reestruturação de sistemas de saúde frequentemente sobrecarregados e desafiados, como destacado por Freire et al. (2023) em sua revisão de escopo sobre o acesso à saúde durante a pandemia de COVID-19.

3.2 Modelos de desenvolvimento de software

No contexto do desenvolvimento de software, diversos modelos foram criados para orientar o processo de criação de sistemas, onde o modelo escolhido, dependerá do tipo de sistema em foco. Cada modelo conta com suas características específicas e a escolha de um modelo é importante, pois influencia diretamente na abordagem adotada durante o ciclo de vida do desenvolvimento, aborda Pressman (2014).

O Modelo Cascata, também conhecido como modelo linear ou clássico, utiliza-se de uma abordagem sequencial de seus processos, onde cada um é executado em uma ordem específica. Nesse modelo, também, cada fase é dependente da conclusão da fase anterior, seguindo uma cascata descendente, para que a próxima etapa não obtenha erros referentes a etapa anterior, essa ordem, teria que ser seguida. Também trata-se de um modelo bem claro, onde cada etapa é simples, com regras e especificações bem definidas, porém, inflexível, e dependendo do sistema a ser entregue, caso surja alguma mudança de requisito, terá alguns problemas de adaptabilidade do mesmo, segundo Pressman (2014).

O Modelo de Prototipação concentra-se na criação de protótipos interativos do software, onde o mesmo permite que os as pessoas envolvidas no projeto, possam visualizar e testarem as funcionalidades previstas naquele protótipo. Caso o projeto em questão, seja requerido constantes avaliações, esse é um modelo que se encaixa bem nesse aspecto, pois ele prevê uma melhor adaptabilidade para a validação de requisitos, como afirma Sommerville (2011).

No Modelo Incremental, o autor Sommerville (2011), ressalta que o desenvolvimento utilizando o mesmo é dividido em incrementos ou partes. A cada ciclo (incremento), novas funcionalidades são adicionadas ao software, proporcionando uma abordagem iterativa. Isso permite entregas mais frequentes e a possibilidade de ajustes ao longo do desenvolvimento, caso seja necessário.

O Modelo Espiral combina elementos do modelo cascata com abordagens iterativas e incrementais. Ele incorpora ciclos de planejamento, avaliação de riscos e desenvolvimento, permitindo adaptações contínuas com base nas lições aprendidas em cada ciclo. Esse modelo é particularmente eficaz para projetos de grande escala e complexidade, destaca Wazlawick (2019).

O modelo ágil, segundo Beck et al. (2001), pode ser caracterizado como um conjunto de práticas onde o objetivo é permitir e estar preparada para corresponder a adaptações frequentes no desenvolvimento de software, permitindo uma alta fidelidade e garantido uma qualidade de software correspondente.

Definir um modelo para o desenvolvimento de software é fundamental, pois é nesse modelo que os principais processos de desenvolvimento são descritos. A escolha adequada impacta diretamente na eficiência, na capacidade de resposta às mudanças e na entrega de qualidade do produto final. Cada modelo atende a diferentes requisitos e contextos, sendo crucial alinhar a escolha ao escopo e às características únicas do projeto em questão.

3.3 Metodologias Ageis

A forma como os sistemas ou softwares são desenvolvidos atualmente está um pouco diferente em comparação com anos atrás, principalmente no que diz respeito à redução de gastos, gerenciamento de recursos, garantia de boa manutenção e entrega de um produto com boa qualidade.

Para que todos esses fatores atuem em conjunto, é necessário utilizar metodologias ágeis, processos específicos e promover uma cultura DevOps dentro do projeto. Metodologias ágeis são ferramentas que ajudam no desenvolvimento de determinado produto de forma adaptativa a fatores que surgem ao decorrer do projeto a ser entregue. O termo se tornou conhecido no início do século 21, através do Manifesto Ágil, conforme Libardi e Barbosa (2010).

O Manifesto Ágil, mencionado anteriormente, é um marco fundamental que delinea os valores e princípios fundamentais para o desenvolvimento ágil de software. Ele enfatiza a

colaboração, a adaptação às mudanças, a entrega contínua e a interação constante com os clientes. Esse manifesto serve como base para diversas metodologias ágeis, que compartilham a ideia central de responder às mudanças de forma eficiente e priorizar a entrega de valor ao cliente.

O Scrum é uma das metodologias ágeis mais amplamente utilizada. Baseia-se em ciclos de desenvolvimento curtos chamados de sprints, geralmente com duração de duas a quatro semanas. O Scrum enfatiza a colaboração da equipe, a transparência e a adaptação contínua. Além disso, o papel do Scrum Master, Product Owner e da equipe de desenvolvimento são claramente definidos para otimizar a eficiência, como destaca Schwaber e Sutherland (2017).

Highsmith (2002) explora a Extreme Programming (XP) como metodologia ágil que enfatiza práticas como programação em pares, testes automatizados, integração contínua e feedback constante do cliente. Ela busca melhorar a qualidade do código, a satisfação do cliente e a capacidade de resposta a mudanças nos requisitos.

Ainda segundo Highsmith (2002), o Kanban é uma metodologia visual que se baseia em placas e cartões para gerenciar o fluxo de trabalho. Ele permite uma visualização clara do progresso do trabalho, identificando gargalos e otimizando a eficiência do processo.

O Feature-Driven Development (FDD) é uma metodologia que se concentra na modelagem e construção de características específicas do sistema. Ele divide o projeto em partes menores, gerenciando cada característica de forma independente para facilitar o desenvolvimento incremental, como destaca Highsmith (2002).

Essas metodologias ágeis, em conjunto com a cultura DevOps, transformam o desenvolvimento de software, permitindo uma abordagem mais adaptativa, colaborativa e centrada no cliente. A integração de práticas ágeis com processos de entrega contínua, automação e colaboração entre equipes de desenvolvimento e operações proporciona um ambiente propício para a inovação e eficiência no desenvolvimento de software.

3.4 DevOps

Outra área que ajudou a estabelecer um ambiente com boas práticas é a DevOps. Essa área pode ser definida como uma cultura introduzida dentro do projeto que está sendo desenvolvido. O termo DevOps foi criado com o composto de duas palavras, sendo elas: Dev (desenvolvimento) e Ops (operações). Em resumo, a cultura DevOps visa integrar os processos, tecnologias e as pessoas dentro do projeto, como ressaltado por Leite et al. (2019);

Faz parte dessa cultura proporcionar automação e design de sistemas, de modo que possam ser implementados entre as aplicações, garantindo uma estrutura completa, moderna e na nuvem. Dentre essas aplicações, podemos citar o Docker. O Docker é uma plataforma de código aberto que ajuda no processo de desenvolvimento, implantação e execução de aplicativos por meio do uso de contêineres, sem usá-los em cima do meio físico do seu sistema operacional,

mas em uma camada separada dela, como afirma Docker (2020).

Os contêineres podem ser representados como unidades leves e autossuficientes que encapsulam todo o ambiente necessário para executar uma aplicação, incluindo código, bibliotecas, dependências e configurações para determinado projeto. Com isso, pode-se garantir que os sistemas que estão rodando dentro dos contêineres, funcionem consistentemente em qualquer ambiente, desde máquinas de desenvolvimento até servidores de produção, onde de fato terá de ter um desempenho maior, como definido por Docker (2024).

Ademais, existem ainda, as imagens, a base dos contêineres. As mesmas, ficam registradas e podem ser acessadas dentro do docker registry, uma parte do docker. Uma imagem é uma representação estática e imutável de um sistema de arquivos que contém o código-fonte, bibliotecas e outros recursos necessários para executar um aplicativo. Elas podem ser construídas a partir de qualquer projeto, desde que antes seja configurada por um arquivo chamado Dockerfile, que descreve os passos para criar a imagem. Uma vez construída, a imagem pode ser compartilhada e implantada em qualquer ambiente que suporte o Docker ou até mesmo disponibilizada na plataforma do Docker Hub, onde poderá ser armazenada e acessada, além de possibilitar a implementação de versionamento, define Dockerhub (2024).

Os contêineres, por sua vez, são instâncias em execução de uma imagem. Eles oferecem isolamento de recursos e ambientes, que como citado anteriormente, não é executado em cima do hardware do sistema operacional, garantindo que os processos em um contêiner não interfiram uns com os outros. Além disso, os contêineres são eficientes em termos de recursos e inicializam rapidamente, proporcionando uma solução escalável para implantação de aplicações, ressalta Anderson (2015).

A abordagem do Docker revolucionou o desenvolvimento e a implantação de software, facilitando a criação de ambientes consistentes e a entrega contínua de aplicações em diferentes plataformas. Essa tecnologia é amplamente adotada na indústria de TI devido à sua flexibilidade, portabilidade e eficiência operacional, segundo Anderson (2015).

A implementação de novas tecnologias na saúde está revolucionando o tratamento e diagnóstico de doenças globalmente, transformando consultórios médicos e o ecossistema de saúde. A telemedicina, especialmente durante a pandemia de COVID-19, emergiu como uma ferramenta vital, permitindo consultas à distância, diagnósticos remotos, monitoramento de pacientes e educação médica contínua. Tecnologias como DICOM e HL7 são fundamentais para a gestão e comunicação de dados médicos, garantindo interoperabilidade e segurança das informações entre sistemas de saúde.

A escolha e aplicação de modelos de desenvolvimento de software, como Cascata, Prototipação, Incremental, Espiral e Ágil, são cruciais para sistemas de informação em saúde (SIS), impactando diretamente na eficiência, flexibilidade e adaptação dos sistemas desenvolvidos. Metodologias ágeis como Scrum, Extreme Programming (XP), Kanban e Feature-Driven

Development (FDD) promovem colaboração, transparência e entrega contínua, alinhadas aos princípios do Manifesto Ágil. Combinadas com práticas DevOps e tecnologias como Docker, essas metodologias otimizam o desenvolvimento de software, melhoram a qualidade do produto final e aumentam a satisfação do cliente.

4 Materiais e Métodos

O desenvolvimento de um projeto de software consiste na aplicação de alguns processos e ferramentas para que o mesmo possa ser entregue. Um projeto consiste em um conjunto de processos sequenciais e planejados afim de que se possa desenvolver o software de alta fidelidade com base nos seus requisitos. A metodologia consiste no desenvolvimento tecnológico, como declarado por Financiadora de Estudos e Projetos (2024) e consiste numa atividade de pesquisa criativa para produzir inovações específicas ou modificações de processos, produtos e serviços existentes. A seguir, serão descritos os métodos utilizados para o desenvolvimento deste projeto.

4.1 Modelo de Desenvolvimento de Software

Ao avaliar cada um dos modelos de desenvolvimento de software, optou-se por adotar o Modelo Ágil para desenvolver o presente trabalho, devido a alguns fatores, tais como: combinação algumas fases com o modelo clássico de forma interativa e sequencial, diferindo apenas na delimitação de entrega do produto, pois permite realizar a entrega incremental e constante de versões de funcionalidades a serem entregues, garantindo uma qualidade de software mesmo tendo uma resposta ágil na resolução de mudanças e na manutenção futura. Além disso, o mesmo tem definido processos estritamente necessários para o desenvolvimento. A imagem 4.1, define todas as etapas que foram empregadas para o desenvolvimento do software.

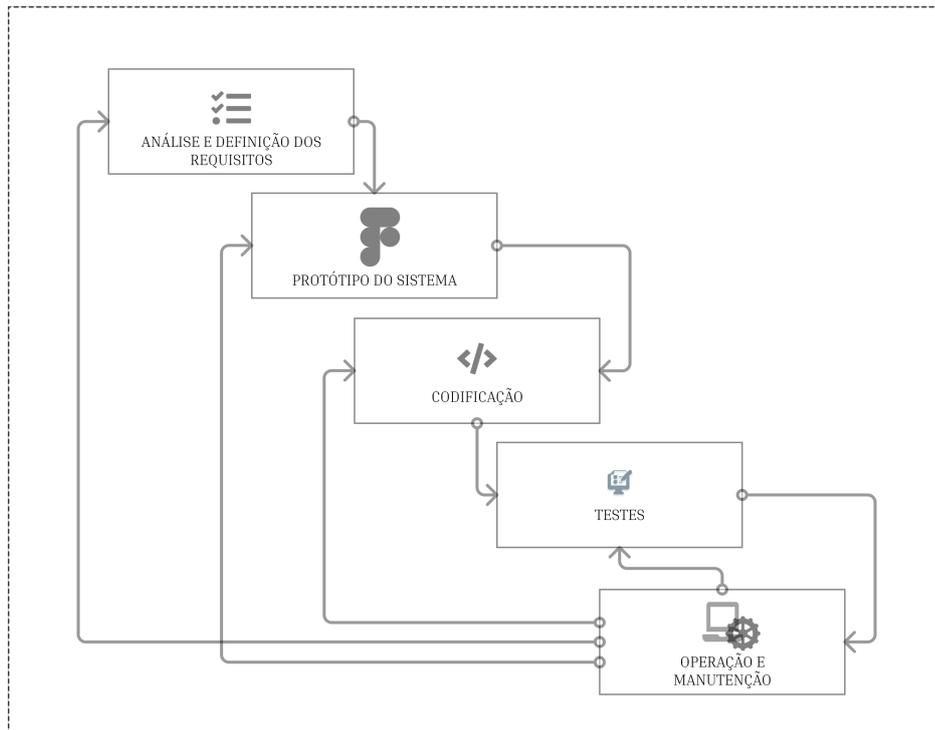
4.2 Levantamento de Requisitos do Sistema

O levantamento de requisitos para o sistema é essencial para garantir que todas as necessidades dos usuários e stakeholders sejam atendidas de maneira eficaz. Iniciamos esse processo identificando os principais atores envolvidos, que incluem administradores dos locais de atendimento, médicos e pacientes. Cada um desses grupos tem necessidades específicas, desde o gerenciamento de usuários até a facilidade de uso da interface web.

Um aspecto fundamental do levantamento de requisitos é a análise dos requisitos funcionais e não funcionais. Entre os requisitos funcionais, destacam-se a capacidade de upload e armazenamento seguro de imagens médicas, a implementação de algoritmos de visão computacional para segmentação automática, e a integração fluida entre o sistema web e o servidor backend. Por outro lado, os requisitos não funcionais incluem critérios de desempenho, como tempo de resposta do sistema e precisão na segmentação, além de requisitos de segurança e privacidade das informações médicas.

Além disso, durante o levantamento de requisitos, foi crucial considerar as restrições e

Figura 4.1 – Etapas do desenvolvimento do projeto.



Fonte: Autor.

limitações do sistema. Isso inclui aspectos como compatibilidade com diferentes navegadores web, requisitos de capacidade de processamento devido ao tamanho e complexidade das imagens médicas, e conformidade com normas regulatórias e éticas relacionadas ao armazenamento e processamento de dados médicos sensíveis.

A coleta de requisitos também envolve a definição de casos de uso que descrevem as interações típicas entre os usuários e o sistema. Por exemplo, casos de uso podem incluir o processo de upload de imagens por parte dos médicos, a visualização das segmentações geradas, e a revisão e validação das segmentações pelos especialistas, além da criação de laudos médicos. Esses casos de uso são essenciais para entender o fluxo de trabalho do sistema e garantir que todas as funcionalidades necessárias sejam contempladas. Por fim, foi desenvolvido um documento, que está no anexo B, onde lista-se todos os requisitos, tanto funcionais como não funcionais.

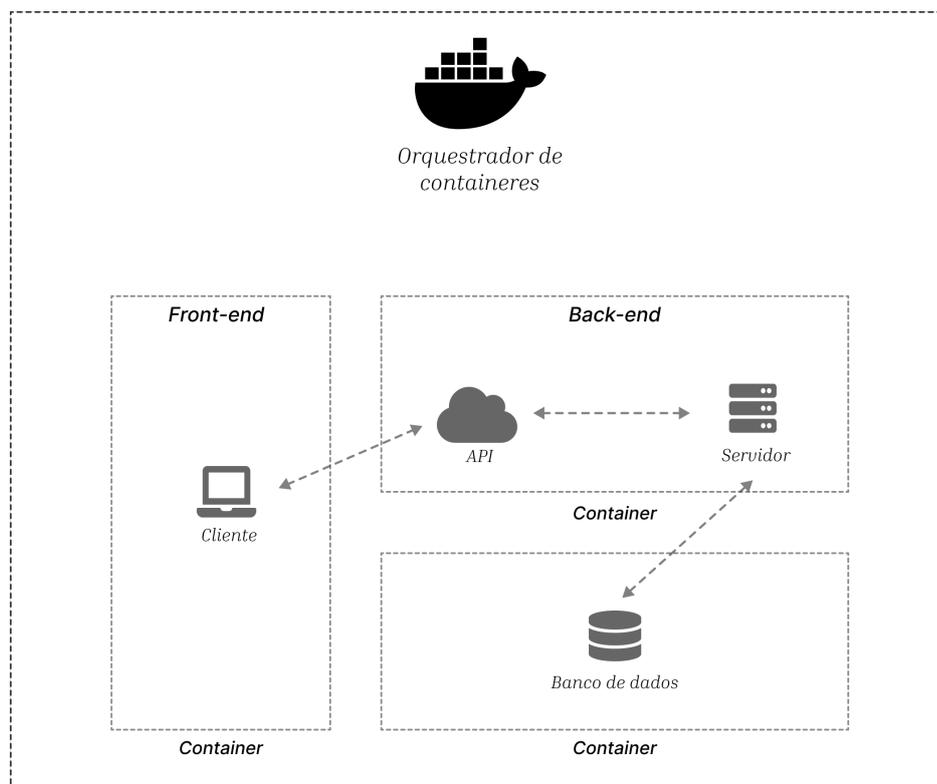
4.3 Arquitetura do Sistema

Após a definição dos requisitos, procedeu-se com a prototipação da arquitetura do sistema. A arquitetura proposta adota a abordagem de micro-serviços, que organiza os serviços principais do sistema de maneira independente. Um micro-serviço pode ser definido como um conjunto de processos a serem realizados para determinada tarefa, seja ela relacionada ao cliente ou servidor onde os mesmos se comunicam entre si por APIs.

As APIs desempenham um papel importante nesse tipo de arquitetura, pois são elas que

facilitam a interação entre cada serviço independente. Cada micro-serviço deve ser autônomo e com uma função específica, visando promover a escalabilidade e a manutenção simplificada. A escolha da abordagem de micro-serviços visa criar um sistema flexível e adaptável, permitindo o desenvolvimento incremental e a fácil implementação de novos recursos sem impactar a integridade do sistema todo. Essa arquitetura busca otimizar a eficiência operacional, promovendo a agilidade no desenvolvimento e a capacidade de resposta a mudanças nos requisitos do sistema. A figura 4.2, demonstra como foi definida a arquitetura inicialmente para o desenvolvimento do software.

Figura 4.2 – Arquitetura do sistema.



Fonte: Autor.

No lado do cliente, foi disponibilizado uma aplicação para que os usuários pudessem usá-lo, fornecendo os requisitos levantados de maneira eficiente e com boa qualidade. Neste micro-serviço, os usuários poderiam realizar o login na plataforma, realizar o gerenciamento de usuários, locais de atendimento, visualização e segmentação de imagens médicas e diversas outras funcionalidades.

A separação entre cliente e servidor exige a implementação de uma API responsável pela comunicação entre ambos. Essa API foi desenvolvida para facilitar a comunicação fluída entre o cliente e o servidor, obtendo e enviando dados conforme necessário.

Quanto ao servidor, sua função principal é realizar o processamento integral dos dados dos usuários, garantindo a execução impecável do software. Este componente desempenha um papel central, realizando as operações essenciais para assegurar o pleno funcionamento do

sistema.

A comunicação entre cliente e servidor é vital para o fluxo eficiente de dados. A API atua como uma ponte, permitindo que eventos no cliente desencadeiem ações no servidor e vice-versa, promovendo uma interação coesa entre os componentes.

No desenvolvimento dessa arquitetura, a decisão de adotar micro-serviços visa não apenas à modularidade, mas também à flexibilidade e escalabilidade do sistema. Cada micro-serviço é projetado para ser independente, facilitando atualizações e modificações sem impactar o sistema todo.

A figura apresentada (Figura 4.2) oferece uma visão visual da disposição dos elementos na arquitetura, destacando a interconexão entre cliente, servidor e banco de dados e a API que facilita a comunicação entre cliente e servidor.

Em resumo, a estrutura delineada busca proporcionar uma base robusta para o software, permitindo uma interação eficaz entre os usuários e o sistema, ao mesmo tempo que promove a adaptabilidade necessária para enfrentar desafios e requisitos futuros.

4.4 Tecnologias Adotadas

No desenvolvimento de um software, a adoção de tecnologias empregadas no mesmo também é uma escolha importante, pois serão elas que irão garantir, junto com outros atributos, uma ótima qualidade de software (PRESSMAN, 2014).

Ao escolher tecnologias para o desenvolvimento de software, deve-se considerar alguns fatores para tal, bem como: o tipo de aplicação, tamanho do negócio, requisitos funcionais e não-funcionais, experiência da equipe, suporte da comunidade, custos, tendências de mercado, integração com outros sistemas e facilidade de aprendizado (PRESSMAN, 2014).

1. Tipo de Aplicação:

- No desenvolvimento de um produto, existem algumas áreas para o tipo de aplicação, dentre elas: Web, Desktop, Mobile. A área Web é voltada para sistemas que serão usados em navegadores de internet, a área Desktop, executadas em computadores através de um programa compilado para ser um executável, enquanto que o tipo mobile, usadas principalmente para o desenvolvimento de aplicativos Android/iOS. Dependendo do tipo de aplicação, diferentes tecnologias podem ser mais apropriadas do que outras.

2. Tamanho e Complexidade do Negócio:

- Escopo do Projeto: Projetos de diferentes tamanhos e complexidades podem exigir tecnologias diferentes. Um site, por exemplo, exige tecnologias diferentes quando se

comparado com sistemas corporativos complexo, pois se trata de uma arquitetura mais robusta e escalável.

3. Requisitos Funcionais e Não-Funcionais:

- Requisitos funcionais são referentes ao o que o sistema fará, enquanto que os requisitos não-funcionais se refere a como o sistema fará e não está diretamente ligados aos requisitos funcionais, mas como trabalhará com performance, escalabilidade e segurança. Avaliar os requisitos específicos do projeto nesses aspectos, é importante para escolher tecnologias que atendam a esses requisitos.

4. Experiência da Equipe:

- A experiência da equipe que irá fazer o desenvolvimento com determinadas tecnologias é crucial. Optar por tecnologias familiares para a equipe pode acelerar o desenvolvimento e reduzir os riscos ao entregar o software para essa fase.

5. Comunidade e Suporte:

- Realizar uma busca prévia de o quão a tecnologia é abraçada pela comunidade e entrega de suporte da mesma em torno das tecnologias escolhidas é importante para garantir que haja recursos disponíveis e atualizações contínuas.

6. Custo e Licenciamento:

- Custo de Desenvolvimento e Manutenção: Avaliar o custo total de propriedade, incluindo custos de licenciamento, desenvolvimento e manutenção ao longo não somente da fase de desenvolvimento, mas também pós-entrega (manutenção) do produto fará com que tenha um controle do orçamento mais eficiente.

7. Tendências do Mercado:

- Atualidade Tecnológica: Considerar as tendências do mercado pode ajudar a escolher tecnologias que estão em evolução e têm suporte contínuo, diminuindo riscos futuros e garantindo uma boa manutenibilidade para o produto.

8. Integração com Outros Sistemas:

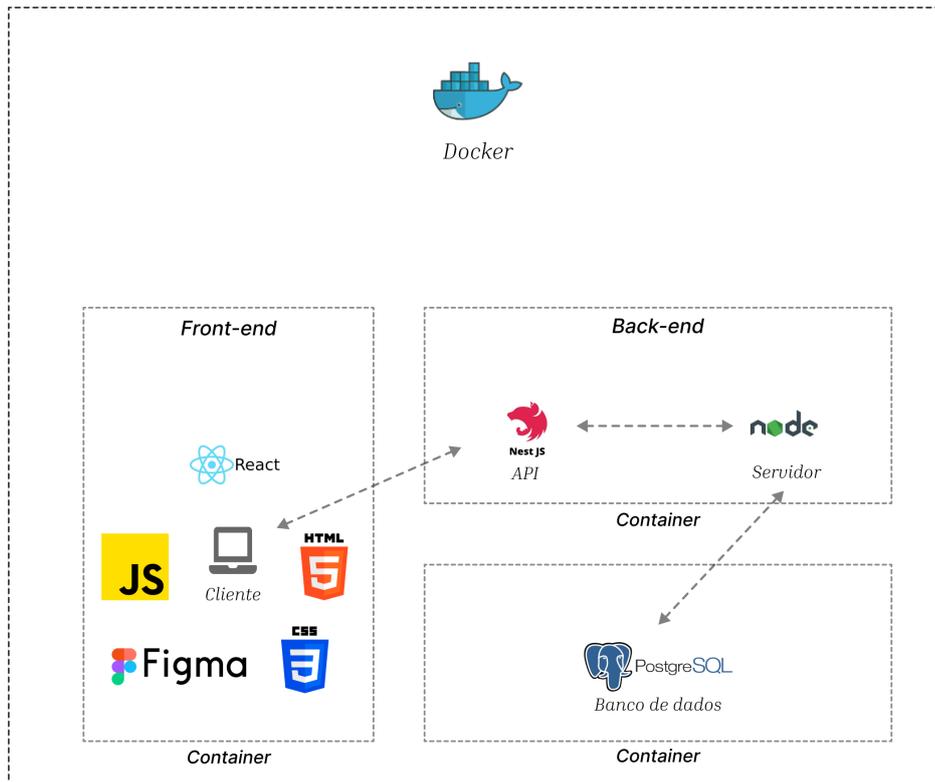
- Compatibilidade e Integração: Se o software precisar se integrar a outros sistemas, se faz importante, desde que realizem de maneira eficiente.

9. Facilidade de Aprendizado:

- Avaliar a facilidade com que a equipe pode aprender e começar a trabalhar com as tecnologias escolhidas também é um atributo importante no momento da delimitação das tecnologias empregadas.

Para as frentes de Frontend e Backend, foram escolhidas tecnologias específicas alinhadas aos requisitos citados acima. Essas escolhas são cruciais para o desempenho e funcionalidade do sistema. A figura 4.3, revela o resumo das tecnologias que foram utilizadas no projeto e em cada micro-serviço com base na arquitetura do sistema.

Figura 4.3 – Arquitetura com as tecnologias que foram utilizadas para a construção do sistema.



Fonte: Autor.

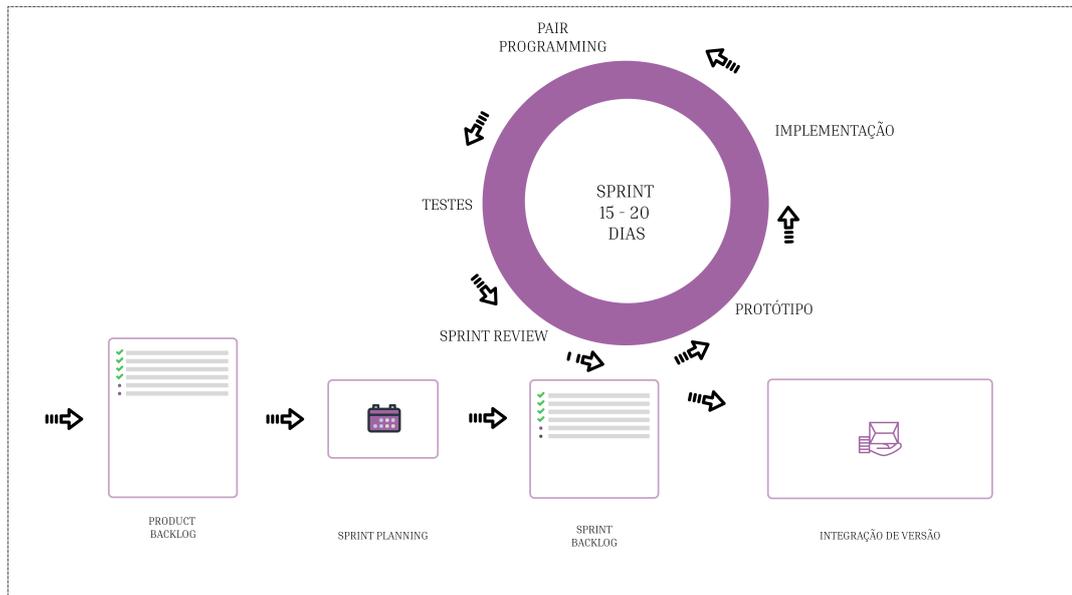
No lado do cliente, foram utilizadas as tecnologias JavaScript, como linguagem de programação base, a biblioteca React, Figma, HTML e CSS e entre outras. No lado referente ao servidor, foram utilizadas também como base a linguagem JavaScript, com a biblioteca Nest Js para construção do servidor Node, além do banco de dados Postgres para armazenamento das informações, o que será explanado mais abaixo, nas seções de Frontend e Backend.

4.5 Etapas do Desenvolvimento do Projeto

O processo representado na imagem 4.4 pode ser explicado da seguinte forma: com base nos requisitos do sistema que foram levantados na etapa inicial, os mesmos resultaram no product backlog, o que quer dizer quais features deverão ser implementadas para que o sistema possa ser entregue. Com base nesse product backlog, era definida a Sprint backlogs, o que se refere nas demandas que devem ser feitas durante toda a sprint através da etapa do Sprint Planning.

O ciclo de cada Sprint era definido de acordo para cada projeto e cada metodologia implementada. No nosso caso, foi definido um ciclo entre quinze a vinte dias, onde nesse exemplo

Figura 4.4 – Arquitetura do sistema - Etapas do desenvolvimento.



Fonte: Autor.

acima, continha com as etapas de protótipo, implementação, pair programming, testes e sprint review.

Em relação ao protótipo, eram definidos os mesmos para cada feature que viria a ser implementada, afim de que tivesse uma ideia mais elaborada e que não perdesse muito tempo recriando as telas/ferramentas, nesse caso, os protótipos ajudaram com uma versão mais resumida e sucinta do que se tinha a ser implementado, utilizando o tempo da melhor forma.

Com base nos protótipos, se iniciava as implementações dos mesmos, através do próprio desenvolvedor em seu ambiente de desenvolvimento, ou até mesmo através do pair programming, fazendo com que o desenvolvimento pudesse ser realizado de forma colaborativa com um outro desenvolvedor na mesma atividade, com a finalidade de que o racionamento daquela funcionalidade fosse da melhor forma implementada.

Por fim, eram realizados os testes em cima das funcionalidades entregues durante esse ciclo, e que ao serem testadas e aprovadas, eram removidas da sprint backlog, caso contrário, ainda permaneceria e seria debatida ao final do ciclo da Sprint, na chamada fase Sprint review, facilitando a revisão de todos os pontos realizados.

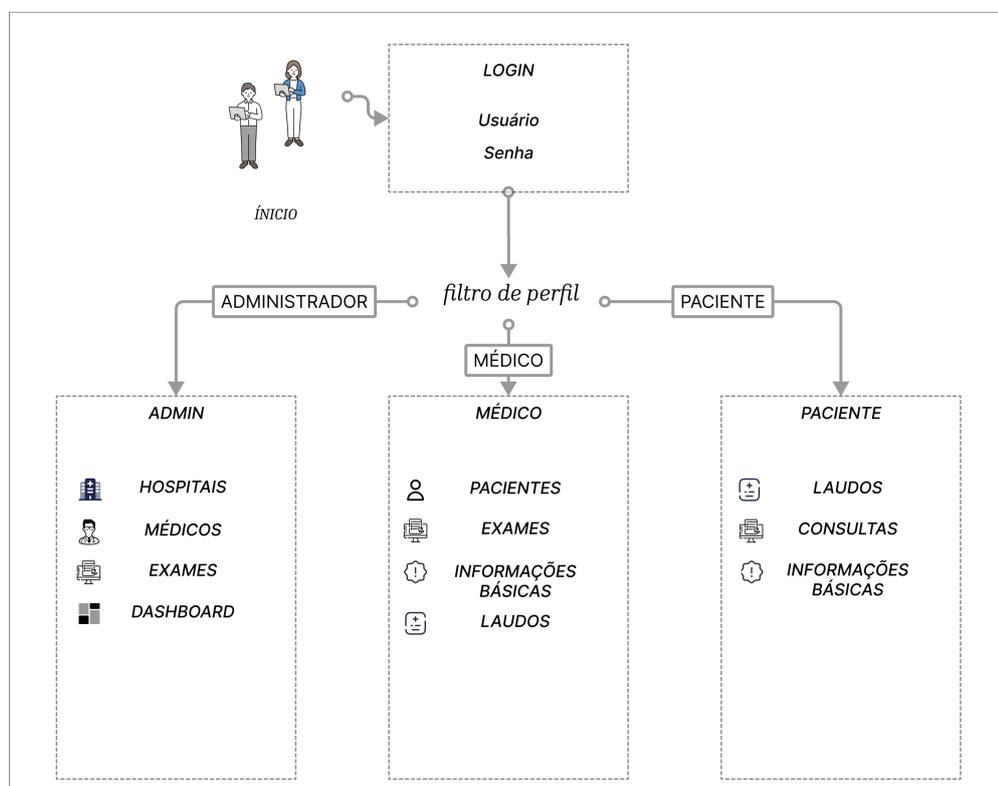
Ao final de cada ciclo, era disponibilizado uma integração dessa versão desenvolvida com o sistema que está na produção. Com isso, o desenvolvimento voltava para a etapa de sprint planning, e o ciclo se repetiria até que o sistema estivesse entregue e com todos os seus requisitos por inteiro, desenvolvidos.

4.5.1 Desenvolvimento Frontend

Ao iniciar o desenvolvimento do Frontend do sistema em questão, foi crucial a criação de um protótipo para visualizar e validar a estrutura e o design da interface do usuário, para somente após a validação do mesmo, que de fato, iniciaria a implementação do sistema com as devidas tecnologias adotadas. Para esse protótipo, optou-se pelo uso da ferramenta Figma, onde a mesma é bem conhecida por designers e diversas empresas a utilizam para essa finalidade.

Durante esta etapa, foram desenvolvidos as primeiras telas do sistema, algumas funcionalidades primordiais, como as telas iniciais dos administradores, e médicos, as telas responsáveis pelo cadastro dos pacientes e seus exames, além da parte da visualização do exame em si, como é mostrada a seguir na figura 4.5.

Figura 4.5 – Fluxo de perfis



Fonte: Autor.

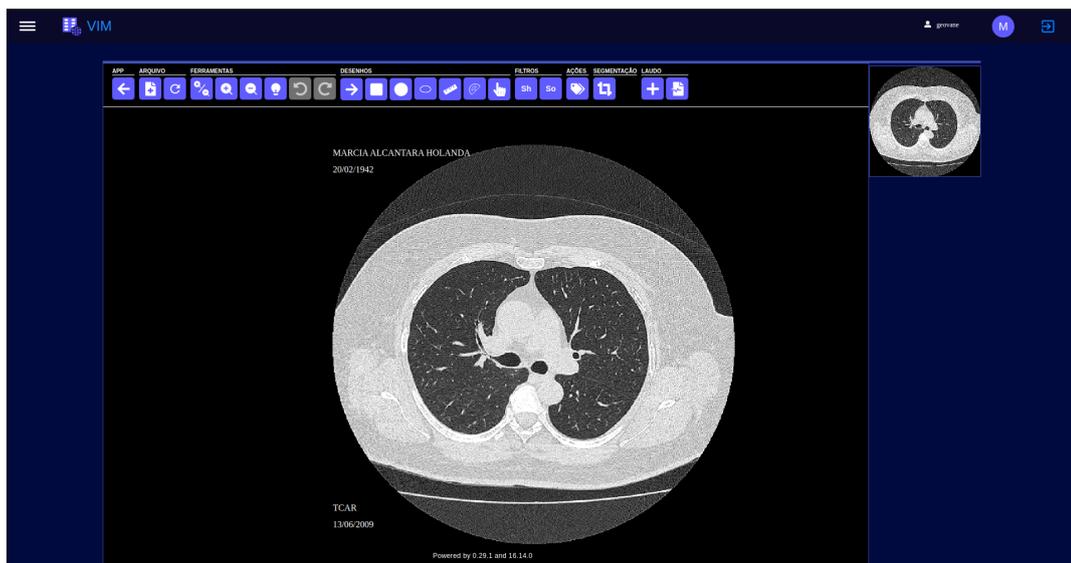
Os usuários realizarão login na plataforma, informando o seu nome de usuário e uma senha, com base no seu tipo de papel previamente cadastrados, eles realizarão com sucesso o login; caso não, permanecerão na tela de login, em caso de erro.

Caso o usuário seja administrador, ele pode realizar o gerenciamento de todos esses componentes, como hospitais, médicos, exames e dashboard. Em caso dele ser um médico(a), pode realizar o gerenciamento de seus pacientes, exames analisados por ele, além de outras informações. Em caso de ser paciente, o mesmo consegue ver os seus exames e resultados das consultas, além de outras informações básicas.

Todas as telas foram desenvolvidas, embora tenham algumas diferenças quando comparada com os seus protótipos e podem ser vistas no apêndice das telas de homologação.

Uma das telas principais do sistema, a de visualização e segmentação de uma imagem médica pode ser vista a seguir na figura 4.6:

Figura 4.6 – Tela de visualização de exame.



Fonte: Autor.

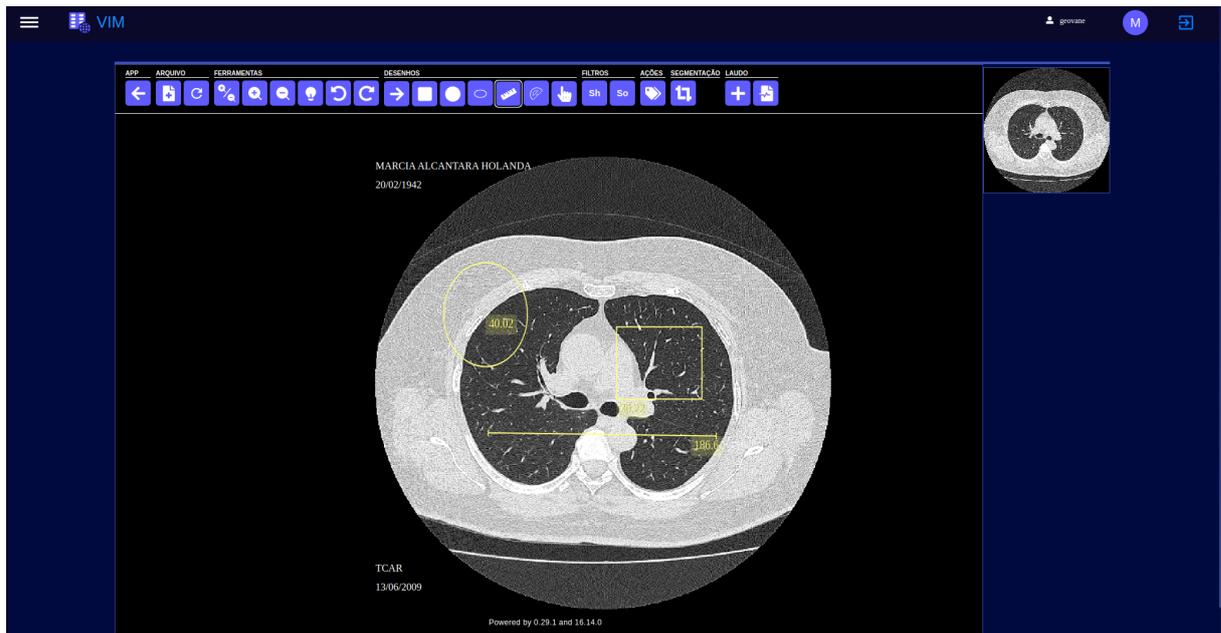
Para o desenvolvimento da mesma, foi utilizada uma biblioteca do Node, chamada DWV. Essa biblioteca permite que imagens médicas possam ser visualizadas no Frontend do cliente. Após ser instalada, a mesma foi utilizada e realizado algumas melhorias e modificações afim de que as funcionalidades fossem empregadas da melhor maneira.

Quando o profissional decidir realizar algum evento nesta tela, o mesmo poderá executar dentre as funcionalidades básicas, como: zoom, brilho, filtro, comentários, marcações e entre outras. Além disso, também permitirá o mesmo de realizar a criação do laudo, selecionando algumas imagens para poder fazê-lo, e se necessário, também poderá realizar o evento de segmentação do exame corrente do paciente, através de uma chamada feita para o Backend, onde na requisição, foi passado o id do exame, o servidor o capturou, processou e retornou para o especialista, como mostra a representação da imagem 4.7.

Na tela representada pela figura 4.8 é possível ver também a opção de segmentação da imagem médica, onde o médico poderá solicitar o uso dessa ferramenta, que ao realizar a requisição, a mesma é consultada na api de segmentação de imagem médica e retorna a imagem segmentada. No exemplo acima, do exame em questão, é possível ver a figura 4.8 representando a imagem médica segmentada, após o usuário clicar no evento de segmentação.

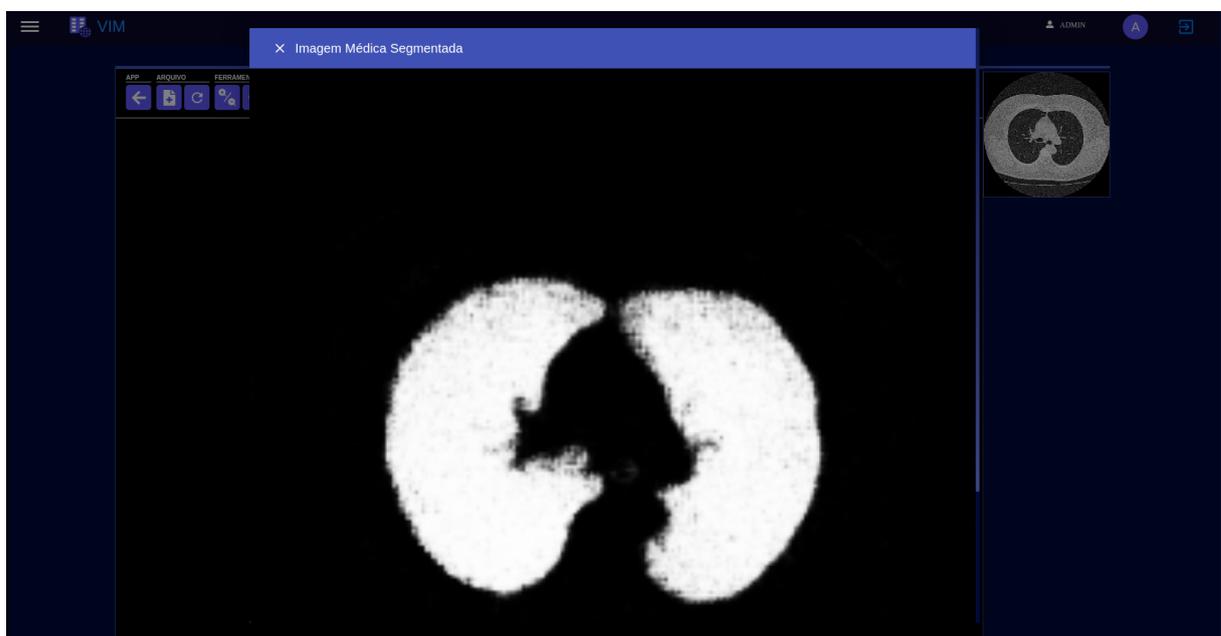
A figura 4.9, ressalta a tela de criação de laudos para o exame em questão, onde o médico poderá fazer algumas análises e adicionar comentários ao realizar a criação do laudo do paciente, na aba de laudos.

Figura 4.7 – Tela de visualização de exame com ferramentas de desenho aplicado ao exame.



Fonte: Autor.

Figura 4.8 – Tela de visualização de exame segmentado.



Fonte: Autor.

Com o desenvolvimento das principais telas e dos principais fluxos, foi possível seguir as outras etapas do projeto.

Figura 4.9 – Tela de visualização de laudo pelo médico.

The screenshot shows a web application interface for a doctor to view a medical report. The interface is dark-themed with a blue header. The main content area is divided into several sections:

- Patient Information:** A form with two input fields: "Nome:" containing "Geovane Cordeiro" and "CRM:" containing "088930".
- Exam Details:** A section titled "Exame" with two input fields: "Tipo:" containing "Raio X - Pulmões" and "Descrição:" containing "EEEEEEEEEEEEEE".
- Image and Diagnosis:** On the left, there is a circular image of a chest X-ray. To its right, there is a large white rectangular box labeled "Diagnóstico: Exame - 1" with a blue "Limite: 0/100" indicator below it.
- Action:** A green button labeled "Gerar Laudo" is located at the bottom right of the main content area.

At the bottom of the interface, there is a small text "Powered by 0.29.1 and 1.0.14.0".

Fonte: Autor.

4.5.2 Banco de Dados e PostgreSQL

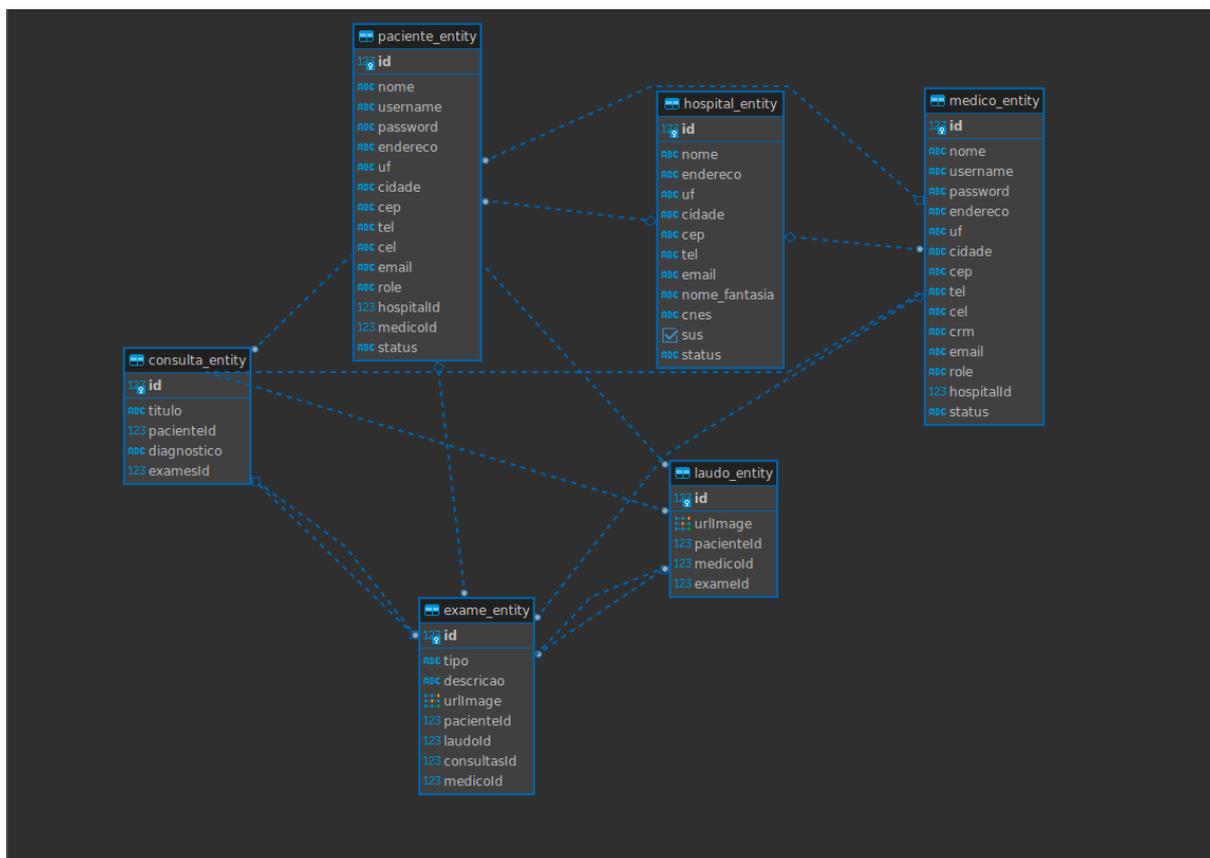
Um banco de dados é um sistema organizado para armazenar, gerenciar e recuperar dados de forma eficiente. Ele serve como um repositório estruturado para informações. Os bancos de dados desempenham um papel crucial no desenvolvimento de software, fornecendo uma maneira sistemática de armazenar e recuperar dados, o que é fundamental para a maioria das aplicações modernas.

O PostgreSQL, por sua vez, é um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Relacional (SGBDR) de código aberto e amplamente utilizado por inúmeras empresas nos seus produtos. Desenvolvido com foco na conformidade com padrões e em conformidade com o modelo relacional, o PostgreSQL oferece um ambiente confiável e robusto para o armazenamento de dados.

Ele suporta recursos avançados, como Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade dos dados, além de integridade referencial, gatilhos e procedimentos armazenados. Sua arquitetura extensível e a ativa comunidade de desenvolvedores contribuem para a sua constante evolução, tornando-o uma escolha confiável para aplicações que exigem armazenamento seguro e eficiente de dados.

Com base no banco de dados selecionado, foi feita a primeira modelagem de dados para definir como seria as relações entre as entidades, e a mesma foi dividida da seguinte forma, conforme a figura 4.10. As entidades de Administrador, Medico, Paciente, Exame, Laudo, Hospital e Consulta fazem parte do escopo inicial do projeto, com base nos requisitos previamente listados e definidos. Com isso, as primeiras implementações dos módulos do backend puderam

Figura 4.10 – Estrutura do banco de dados.



Fonte: Autor.

ser iniciadas.

4.5.3 Desenvolvimento Backend

No desenvolvimento do Backend do software em questão, a linguagem escolhida também foi JavaScript. Como foi citado acima, a mesma expandiu-se para o Backend com o surgimento de ambientes de execução do lado servidor, como o Node.js. A versatilidade do JavaScript permite que desenvolvedores usem a mesma linguagem em ambas as partes da aplicação, simplificando o desenvolvimento e promovendo a consistência e facilidade de integração dessas duas áreas: Frontend e Backend. Ao utilizar a mesma linguagem no desenvolvimento, foi importante pois diminuiu riscos e aumentou a eficiência na construção do código por se tratar de um mesmo ambiente de desenvolvimento.

Para facilitar o desenvolvimento Backend em JavaScript, foi adotado o framework Nest JS. Baseado em Node.js, o Nest JS oferece uma arquitetura modular e uma abordagem baseada em TypeScript para o desenvolvimento de servidores robustos e escaláveis. Utilizando padrões conhecidos, como o padrão de Injeção de Dependência, o Nest JS torna o desenvolvimento Backend mais estruturado e eficiente, proporcionando uma base sólida para a criação de aplicações

web modernas. Além disso, por usar o Typescript, a declaração de propriedades utilizadas no sistema, facilita a compreensão de código, ao permitir uma declaração estática dos tipos das variáveis e funções.

Divisão em Módulos

A estrutura do Backend foi dividida em módulos para facilitar a organização e manutenção do código. Cada módulo é responsável por uma parte específica da aplicação, como administração, gerenciamento de pacientes, exames, autenticação, entre outros. Essa abordagem modular permite que cada parte da aplicação seja desenvolvida e testada de forma independente, promovendo a reutilização de código e facilitando a escalabilidade do sistema.

O desenvolvimento dos módulos do Backend seguiu uma ordem lógica, começando pelos módulos mais fundamentais e essenciais para o funcionamento básico da aplicação e avançando para módulos mais complexos e especializados. Inicialmente, foram desenvolvidos os módulos de administração, médico e paciente, que são responsáveis pelo gerenciamento básico da aplicação. Em seguida, foram adicionados módulos adicionais, como hospital, exame, autenticação, laudo e segmentação, que fornecem funcionalidades específicas para o sistema.

Módulo Administrador

Durante o processo de desenvolvimento do módulo de administrador, seguiu-se uma abordagem estruturada e iterativa para garantir sua eficácia e robustez. Começamos definindo os requisitos funcionais detalhados, como o gerenciamento de pacientes, médicos, hospitais e exames, que serviram como base para o design e a implementação do módulo.

Para o gerenciamento de pacientes, o sistema foi projetado para permitir o cadastro e alteração do status dos pacientes, além de possibilitar a vinculação desses pacientes a médicos e a visualização dos dados e exames associados a cada paciente.

Da mesma forma, para o gerenciamento de médicos, foram desenvolvidos funcionalidades que permitem o cadastro e alteração do status dos médicos, a vinculação a hospitais e a visualização dos dados dos profissionais de saúde.

Com relação ao gerenciamento de hospitais, implementou-se recursos que permitem o cadastro e alteração de status dos locais de saúde, bem como a visualização de seus dados. Além disso, há também funcionalidades que permitem que o administrador submeta uma série de exames de imagem médica para o sistema, garantindo assim a integridade dos dados e a eficiência do processo.

Utilizando as melhores práticas de desenvolvimento de software, foram empregados tecnologias modernas e padrões de codificação para garantir a escalabilidade, a manutenibilidade e a segurança do sistema. Durante o processo de implementação, foi prioritário a usabilidade e a experiência do usuário, garantindo uma interface intuitiva e amigável para os administradores do

sistema. Como resultado, alcançamos um módulo de administrador robusto e altamente funcional, fundamental para o sucesso e a eficiência operacional do sistema como um todo.

Módulo Médico

Durante a fase de implementação do módulo de médico, seguiu-se uma abordagem metódica para garantir que as funcionalidades essenciais fossem adequadamente desenvolvidas e testadas.

Os requisitos funcionais detalhados forneceram a estrutura necessária para projetar e implementar as seguintes funcionalidades: realizar consultas, onde o sistema permite que o médico registre consultas com pacientes, selecionando ou não um exame, criando, durante a consulta, um exame de imagem médica e laudos para os exames realizados; gerenciar exames, possibilitando ao médico submeter uma série de exames de imagem médica e criar laudos para os exames realizados; visualizar exames de imagem médica registrados no sistema; visualizar suas próprias informações pessoais armazenadas no sistema; visualizar imagens médicas sem a necessidade de criar um exame específico; e realizar a segmentação de imagens médicas do pulmão utilizando a rede neural convolucional SegNet. Cada funcionalidade foi implementada com atenção aos detalhes e testada rigorosamente para garantir sua integridade e eficácia.

O módulo de médico é fundamental para permitir que os profissionais de saúde realizem suas atividades de forma eficiente e precisa, contribuindo assim para a excelência no atendimento médico.

Módulo Paciente

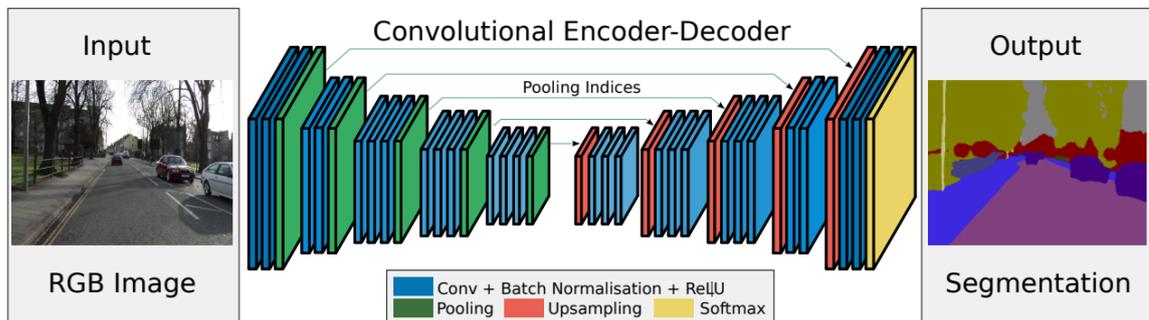
Durante a implementação do módulo de paciente, Os requisitos funcionais definidos guiaram o desenvolvimento das seguintes funcionalidades: visualizar consultas, onde o sistema permite que o paciente visualize o histórico de consultas realizadas; visualizar resultados de exames e laudos, possibilitando ao paciente visualizar os resultados dos exames e laudos associados às suas consultas; e visualizar informações pessoais, permitindo que o paciente visualize suas informações pessoais registradas no sistema.

Essas funcionalidades foram implementadas com foco na acessibilidade e na facilidade de uso para os pacientes. O módulo de paciente é fundamental para capacitar os usuários a monitorarem sua saúde e entenderem melhor seus dados médicos, promovendo assim uma maior participação no processo de cuidados de saúde.

Módulo Segmentação de Imagens Médicas

A visão computacional é uma área da inteligência artificial que se concentra no desenvolvimento de algoritmos e sistemas para interpretar e entender várias situações do cotidiano humano, de imagens, vídeos e entre outros. É amplamente utilizada em várias aplicações,

Figura 4.11 – A figura ilustra a arquitetura SegNet.



Fonte: Badrinarayanan, Kendall e Cipolla (2015).

incluindo medicina, onde pode desempenhar um papel fundamental na análise de imagens médicas.

No contexto da segmentação de imagens médicas, um dos desafios é identificar e separar diferentes regiões de interesse, como órgãos ou tecidos, em imagens de exames médicos. Uma abordagem comum para realizar essa segmentação é o uso de redes neurais convolucionais treinadas em conjuntos de dados rotulados.

Neste projeto, utilizamos a arquitetura de rede SegNet para segmentar imagens de pulmões em exames médicos. Inicialmente, treinamos a rede neural utilizando um conjunto de dados anotado, o que permite que a rede aprenda a identificar os contornos e características específicas do pulmão. O modelo da rede neural convolucional utilizado é representado na imagem 4.11.

As principais características desse modelo é descrito a seguir:

1. **Convolutional:** Refere-se a uma camada convolucional na rede neural, que é responsável por extrair características da imagem de entrada por meio da aplicação de operações de convolução. Essas operações ajudam a identificar padrões relevantes na imagem.
2. **Fully connected layers (camadas totalmente conectadas):** Normalmente, em redes neurais convolucionais, essas camadas são usadas para a classificação final. No entanto, a arquitetura SegNet não utiliza camadas totalmente conectadas, optando por uma abordagem puramente convolucional.
3. **Decoder (decodificador):** O decodificador é uma parte da arquitetura responsável por aumentar a resolução espacial da entrada. Na SegNet, o decodificador utiliza os índices de pool transferidos do codificador para reconstruir a imagem segmentada original.
4. **Pooling (pool):** É uma operação usada para reduzir a dimensionalidade das características de entrada, mantendo as características mais importantes. No contexto da SegNet, o

pooling é realizado durante a codificação para reduzir a resolução espacial da imagem.

5. **Soft-max classifier (classificador soft-max):** É uma técnica usada para atribuir probabilidades às diferentes classes em um problema de classificação multiclasse. Na SegNet, o classificador soft-max é aplicado aos mapas de recursos resultantes do decodificador para realizar a classificação em pixels, atribuindo a cada pixel a probabilidade de pertencer a uma determinada classe de segmentação semântica.

Após o treinamento da rede, desenvolvemos uma API em Python que envolve o modelo treinado. Essa API é então encapsulada em um contêiner Docker para facilitar a implantação e o gerenciamento do sistema em diferentes ambientes. A API recebe imagens médicas em formato PNG, codificadas em base64, como entrada e retorna a imagem segmentada como saída.

É importante destacar que tanto a imagem enviada quanto a imagem resultante são codificadas em base64 e em formato PNG. Isso requer transformações adequadas durante o processo de envio e recebimento para garantir que as imagens sejam exibidas corretamente no frontend da aplicação.

Essa abordagem oferece uma solução eficaz para a segmentação de imagens médicas, facilitando a interpretação e a análise dos resultados por parte dos profissionais de saúde.

Módulo Sistema de Arquivos

Para armazenamento dos exames médicos, foi desenvolvido um sistema de arquivos integrado ao Backend. O mesmo, estará apto para ser implementado onde o host do servidor estiver rodando. Se está rodando na máquina local, o servidor de arquivo será na própria máquina, ou se está dentro de um container docker, o mesmo será criado internamente no container. Esse sistema permite o armazenamento seguro e organizado dos resultados e imagens dos exames, garantindo a integridade e confidencialidade dos dados dos pacientes. O acesso aos arquivos é controlado pela API, que requer autenticação para garantir que apenas usuários autorizados possam acessar os dados dos exames.

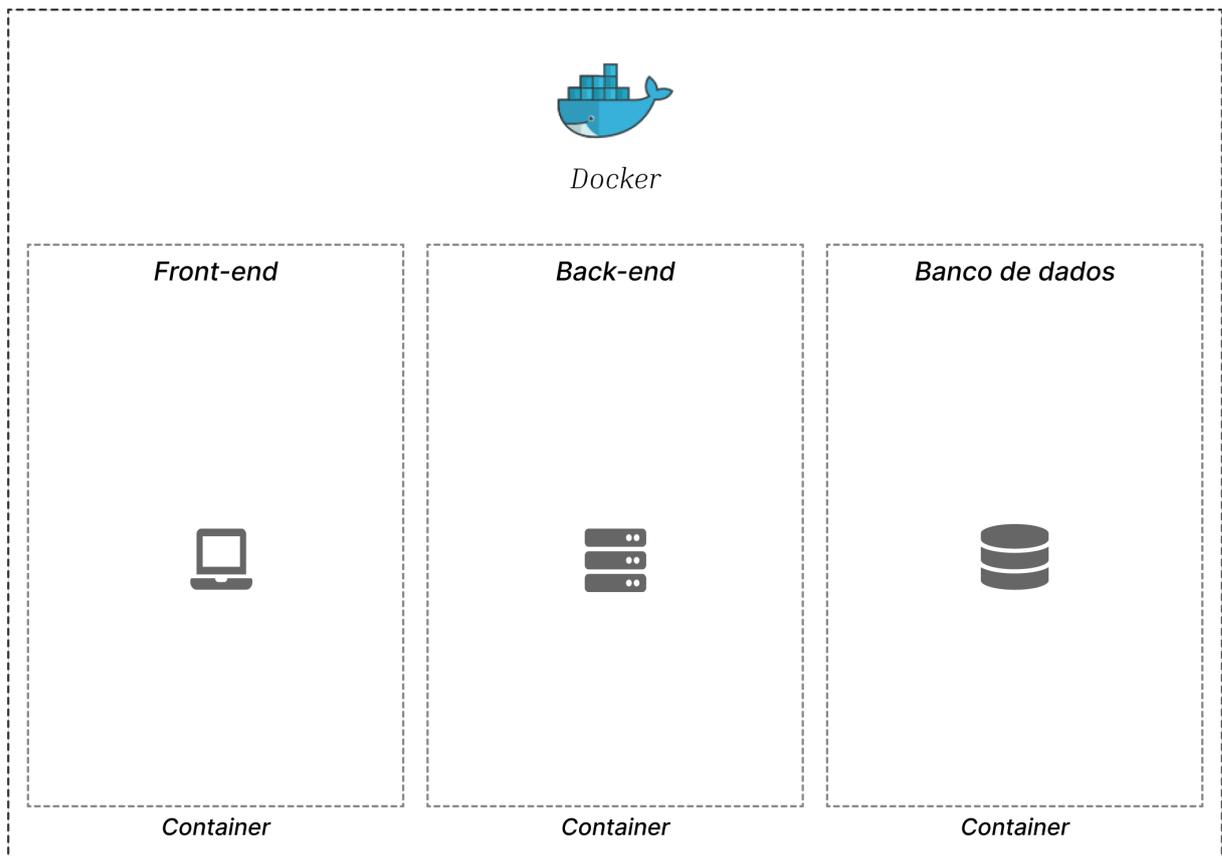
Módulo Segurança e Controle de Acesso

A segurança e o controle de acesso foram considerações importantes durante o desenvolvimento do Backend. Foram implementadas medidas de segurança, como autenticação de usuários, autorização baseada em papéis e criptografia de dados sensíveis. Isso garante que apenas usuários autenticados e autorizados possam acessar determinadas partes da aplicação e que os dados dos pacientes sejam protegidos contra acesso não autorizado.

4.6 DevOps

Em relação à área de DevOps, foi estruturado um ambiente que visa garantir a eficiência, orquestração e tomada de decisões eficazes. Uma imagem representa essa estrutura, a qual será detalhadamente explicada a seguir através da figura 4.12.

Figura 4.12 – Estruturação do docker.



Fonte: Autor.

No desdobramento dessa estrutura, é possível identificar três containers distintos, cada um desempenhando um papel crucial na implementação e execução eficiente da aplicação.

O primeiro container, de natureza Frontend, foi projetado para executar as camadas visuais e interativas da aplicação. Essa segmentação permite uma gestão independente do Frontend, facilitando a manutenção e atualização desta camada sem impactar as demais partes do sistema. Essa modularidade é essencial para agilizar o desenvolvimento e fornecer flexibilidade no gerenciamento da interface do usuário.

O segundo container, dedicado ao Backend, representa o coração funcional da aplicação. Nele, são executados os processos lógicos, manipulação de dados e operações que sustentam a lógica de negócios. Essa separação entre Frontend e Backend não apenas simplifica a manutenção, mas também facilita a escalabilidade, permitindo que o Backend seja escalonado de forma independente, conforme a demanda da aplicação.

O terceiro container, responsável pelo banco de dados, concentra-se na persistência e gerenciamento eficiente dos dados utilizados pela aplicação. Essa segregação permite a gestão centralizada dos dados, garantindo consistência e integridade, enquanto possibilita a utilização de diferentes tecnologias de banco de dados de acordo com os requisitos específicos do projeto.

A implementação dessa estrutura baseada em containers, particularmente utilizando Docker, proporciona benefícios substanciais, como portabilidade, isolamento e consistência do ambiente de desenvolvimento até a produção. Além disso, essa abordagem facilita a orquestração e dimensionamento automático, promovendo uma resposta ágil às demandas dinâmicas do tráfego de usuários e garantindo uma entrega confiável da aplicação.

Em suma, a arquitetura detalhada com a divisão em três containers – Frontend, Backend e banco de dados – oferece uma base sólida para a eficiência, manutenção e escalabilidade da aplicação. Essa abordagem modular dentro do ecossistema DevOps ressalta o compromisso com as melhores práticas de desenvolvimento, proporcionando um ambiente ágil e resiliente que se alinha perfeitamente com as demandas dinâmicas do desenvolvimento de software contemporâneo.

4.7 Avaliação do Software

A validação do software é uma etapa importante no ciclo de vida de desenvolvimento de um projeto, assegurando que o sistema atenda aos requisitos especificados e tenha uma ótima qualidade de software.

A atividade de teste de software é dividida em fases específicas, cada uma com objetivos distintos, conforme descrito por Delamaro, Maldonado e Jino (2016). O teste de unidade visa testar as menores unidades do sistema, como métodos e classes, para identificar defeitos de programação e algoritmos incorretos. O teste de integração foca na verificação das estruturas de comunicação entre as unidades do sistema, utilizando técnicas de teste que exploram entradas e saídas. Já o teste de sistema tem como objetivo garantir que os requisitos sejam atendidos e que as funcionalidades estejam corretamente implementadas, testando o sistema como um todo em um ambiente de execução real.

Segundo Yuan e Xie (2006), os sistemas que são baseados em componentes, são construídos a partir de pequenos outros módulos encapsulados e com interfaces definidas. Lidar com essas interações entre os mesmos pode ser verificada através de testes de integração, onde simular sequência de chamadas de métodos. Ou seja, a integração bem-sucedida dos componentes é vital para identificar e corrigir problemas que possam surgir devido a comunicação entre módulos, algo que pode não ser detectado em testes unitários.

Os testes de integração são projetados para verificar se a combinação dos módulos funcionam como previsto. Estes testes avaliam as interfaces entre os módulos, assegurando

que os dados sejam transmitidos e processados corretamente. Ao validar as interações entre os componentes, podemos detectar erros e incompatibilidades que poderiam comprometer a funcionalidade do sistema como um todo. Este processo é fundamental para garantir que o software seja executado com eficiência e atenda às expectativas do usuário final, como destacado por Pressman e Maxim (2014).

Para a validação do software em questão, foram realizados testes de integração para garantir que os diferentes módulos do sistema interajam corretamente.

Para realizar as devidas validações foi utilizado o Selenium IDE, uma ferramenta poderosa para automação de testes em navegadores web. O Selenium IDE permite a gravação, edição e reprodução de interações com o navegador, facilitando a criação de scripts de teste automatizados. Esta ferramenta é particularmente útil para validar funcionalidades de interface do usuário, garantindo que os elementos da página web funcionem corretamente e respondam às ações do usuário como esperado.

Os testes automatizados com Selenium IDE são elaborados com base nos requisitos levantados durante a fase de definição do projeto. Cada requisito funcional é traduzido em um ou mais casos de teste, que são executados para verificar a conformidade do sistema. A utilização de scripts automatizados permite uma cobertura de teste mais ampla e eficiente, reduzindo o tempo necessário para a validação e aumentando a confiabilidade dos resultados. Além disso, os testes automatizados podem ser repetidos sempre que houver uma alteração no código, assegurando que novas funcionalidades ou correções não introduzam regressões.

A combinação de testes de integração e testes automatizados com Selenium IDE proporciona uma abordagem robusta para a validação do software. Esta metodologia assegura que todas as partes do sistema sejam rigorosamente testadas e que o software final esteja alinhado com os requisitos especificados. A validação contínua e abrangente é essencial para entregar um produto de alta qualidade, minimizando riscos e garantindo que todos os requisitos foram concluídos com sucesso.

5 Resultados

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos a partir dos testes de integração que foram realizados por meio da ferramenta Selenium IDE, no qual diferentes funcionalidades do sistema foram testadas. Importante salientar que foram criados cenários de testes onde cada funcionalidade pudesse ser testada. Os cenários abordados são: fluxo realizado pelo administrador, fluxo realizado por médicos e fluxos realizados por pacientes. O objetivo desta análise é identificar áreas de melhoria e desenvolvimento com base nos resultados dos testes, visando aprimorar a experiência do usuário e garantir a eficácia da plataforma.

5.1 Módulo Administrador

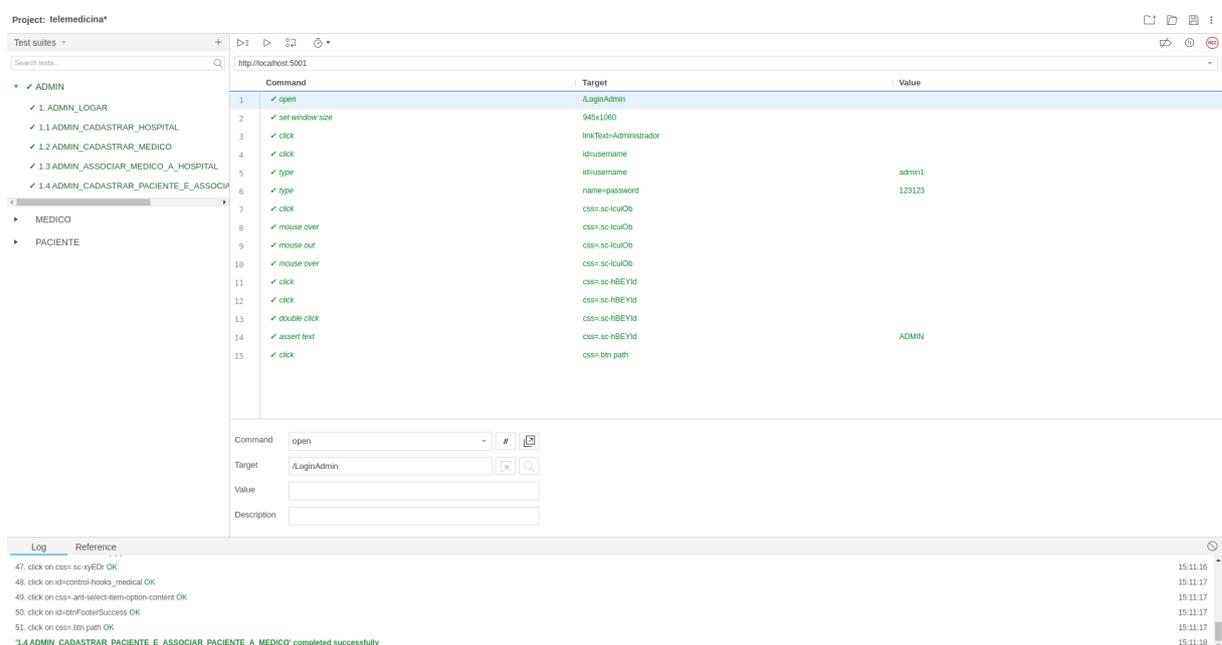
Os testes de integração para o módulo de administrador foram realizados sobre os seguintes cenários de testes de funcionalidades:

- **Login do Administrador:** Verifica a autenticação e o acesso à interface de gerenciamento. Esse teste é crucial para garantir que apenas administradores autorizados possam acessar a plataforma, mantendo a segurança e a integridade dos dados.
- **Cadastro de Hospitais ou Postos de Atendimento:** Avalia a criação e o registro de unidades de saúde. Este teste assegura que o sistema pode adicionar novas unidades de forma eficiente e sem erros, facilitando a expansão e a atualização da rede de atendimento.
- **Cadastro de Médicos:** Testa a inclusão de profissionais médicos no sistema. É importante que este processo seja realizado sem complicações, permitindo a rápida incorporação de novos médicos ao sistema, garantindo que as informações essenciais sobre os profissionais estejam corretas e atualizadas.
- **Associação de Médicos aos Postos de Trabalho:** Valida a vinculação de médicos às unidades de atendimento. Este teste verifica se a associação entre médicos e postos de trabalho é feita corretamente, assegurando que cada unidade tenha o quadro necessário de profissionais.
- **Cadastro de Pacientes:** Verifica a criação e o registro de pacientes no sistema. Este processo deve ser simples e eficiente, garantindo que todas as informações pertinentes dos pacientes sejam capturadas e armazenadas corretamente, facilitando o gerenciamento do atendimento médico.
- **Associação de Pacientes aos Médicos:** Avalia a vinculação de pacientes aos médicos responsáveis por suas avaliações. Este teste é essencial para garantir que os pacientes estejam

corretamente atribuídos aos seus respectivos médicos, permitindo um acompanhamento médico adequado e personalizado.

A imagem 5.1 demonstra o ambiente de teste utilizado para o módulo de administrador e a IDE utilizada, conhecida como Selenium. Esse ambiente foi cuidadosamente configurado para garantir a execução precisa e confiável dos testes, fornecendo a base para a validação abrangente dessas funcionalidades. O uso do Selenium permite a simulação realista de interações do usuário com a interface, aumentando a precisão dos resultados e garantindo que todas as funcionalidades sejam testadas sob condições que imitam o uso real do sistema.

Figura 5.1 – Testes de integração - Módulo administrador.



Fonte: Adaptado de Selenium IDE.

- **Login como administrador:** Teste realizado com sucesso, indicando que o administrador tem acesso a plataforma e está logado como admin.
- **Cadastro de Pacientes:** Teste realizado com sucesso, indicando que a criação e o registro de pacientes estão funcionando de forma eficiente.
- **Vinculação de Pacientes a Médicos:** Teste realizado com sucesso, confirmando a efetividade da associação de pacientes aos seus respectivos médicos.
- **Cadastro de Médicos:** Teste realizado com sucesso, demonstrando a capacidade do sistema de incluir profissionais médicos de forma eficaz.
- **Vinculação de Médicos a Hospitais:** Teste realizado com sucesso, comprovando a efetividade da associação de médicos às unidades de atendimento.

- **Cadastro de Postos de Atendimento:** Teste realizado com sucesso, demonstrando a capacidade do sistema de incluir e gerenciar unidades de saúde.

Os testes de integração para o módulo de administrador comprovam que as funcionalidades essenciais estão funcionando de forma robusta e confiável. A ampla disponibilidade de recursos e a alta taxa de aprovação nos testes demonstram que o módulo de administrador fornece uma base sólida para a gestão eficiente do sistema.

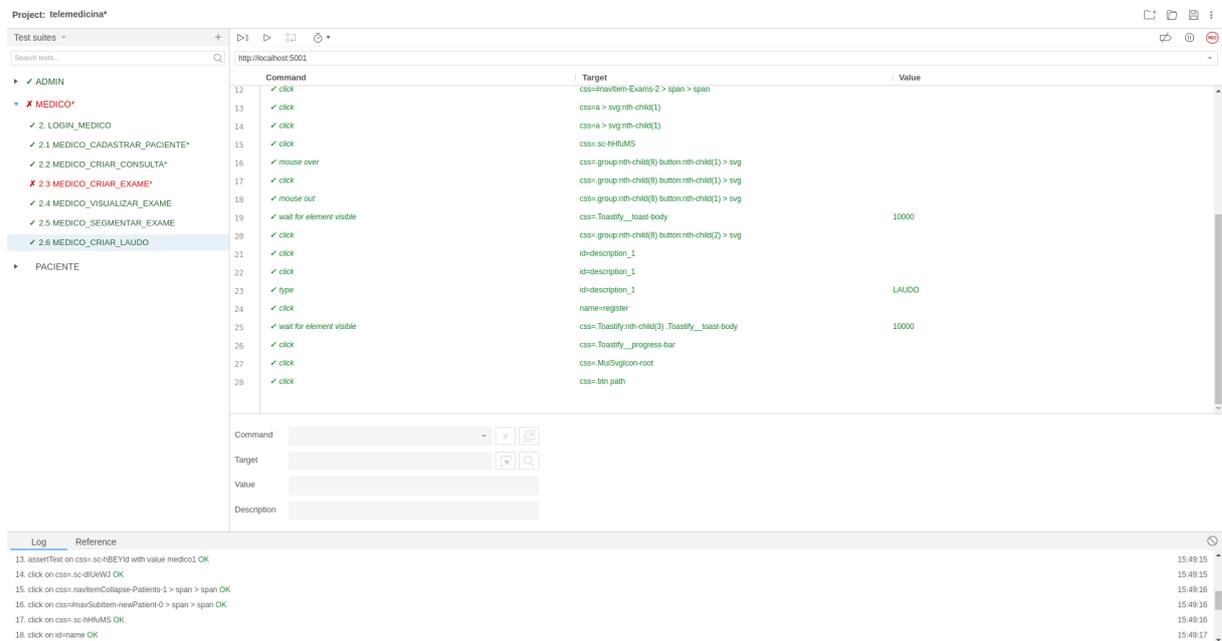
5.2 Módulo Médico

Os testes de integração para o módulo médico foram realizados com o objetivo de avaliar a implementação das funcionalidades essenciais para a operação desses profissionais no sistema. Os casos de testes abrangem:

- **Login do Médico:** Verifica a autenticação e o acesso à interface de trabalho do médico. Este teste garante que apenas médicos autorizados possam acessar suas contas, mantendo a segurança e a privacidade dos dados médicos e dos pacientes.
- **Cadastro de Pacientes:** Avalia a criação e o registro de novos pacientes pelo médico. Este processo é vital para que os médicos possam adicionar novos pacientes ao sistema rapidamente e sem erros, garantindo que todas as informações necessárias sejam capturadas corretamente desde o início.
- **Cadastro de Exames:** Cria exame do paciente para o sistema. Este teste assegura que os médicos possam registrar exames de forma eficiente, permitindo o acompanhamento e a gestão dos exames realizados em seus pacientes.
- **Criação de Consultas:** Testa a criação de consultas online pelo médico. Este teste é crucial para verificar que os médicos possam agendar e gerenciar consultas online com facilidade, facilitando o atendimento remoto e aumentando a acessibilidade para os pacientes.
- **Emissão de Laudos:** Avalia a criação e a emissão de laudos médicos pelo médico. Este processo deve ser simples e rápido, permitindo que os médicos emitam laudos detalhados e precisos para os pacientes, contribuindo para um diagnóstico mais eficiente.
- **Visualização de Exames:** Testa a visualização de exame médico no sistema. Este teste garante que os médicos possam acessar e revisar exames médicos rapidamente, ajudando no monitoramento contínuo da saúde dos pacientes e na tomada de decisões informadas.
- **Segmentação de Exames:** Testa a segmentação de exame médico no sistema. Este processo permite que os médicos realizem análises mais detalhadas dos exames, identificando áreas específicas de interesse e melhorando a precisão dos diagnósticos.

A imagem 5.2 ilustra o ambiente de teste utilizado para o módulo médico, fornecendo a base para a validação abrangente das funcionalidades.

Figura 5.2 – Testes de integração - Módulo médico.



Fonte: Adaptado de Selenium IDE.

- **Login do Médico:** Teste realizado com sucesso. O teste de login foi bem-sucedido, garantindo que os médicos possam acessar suas contas sem problemas, mantendo a segurança e a integridade dos dados.
- **Cadastro de Pacientes:** Teste realizado com sucesso. O processo de cadastramento de novos pacientes no sistema funcionou corretamente, assegurando que os médicos possam adicionar pacientes de maneira eficiente e precisa.
- **Realização de Consultas:** Teste realizado com sucesso. A criação e gerenciamento de consultas online foram bem-sucedidos, permitindo que os médicos realizem consultas sem dificuldades, facilitando o atendimento remoto.
- **Criação de Exame no Sistema:** Teste falhou. Não foi possível realizar a criação de exame médico do paciente no sistema, pois a ferramenta Selenium IDE não tem permissão para visualizar os arquivos do sistema, impossibilitando o upload do exame. Em alternativa, este teste foi realizado manualmente para permitir que os testes subsequentes, como visualização, criação de laudo e segmentação da imagem médica, pudessem ser testados.
- **Visualização de Imagem Médica no Sistema:** Teste realizado com sucesso. O teste para a visualização de imagens médicas no sistema foi realizado com sucesso, permitindo que

os médicos acessem exames de imagem sem dificuldades, auxiliando no diagnóstico e tratamento dos pacientes.

- **Emissão de Laudos no Sistema:** Teste realizado com sucesso. O teste de emissão de laudos médicos foram totalmente bem-sucedidos, garantindo que os médicos possam criar e emitir laudos detalhados e precisos de maneira eficiente.
- **Segmentação de Imagem Médica:** Teste realizado com sucesso. O teste para a segmentação de imagens médicas foram bem-sucedidos, permitindo que os médicos realizem análises detalhadas e precisas das imagens, melhorando a qualidade dos diagnósticos.

Os resultados obtidos pelos testes de integração dos requisitos para o módulo médico demonstram uma ampla disponibilidade de funcionalidades essenciais. As funcionalidades testadas apresentaram alto índice de aprovação, comprovando a robustez e a efetividade do sistema em auxiliar os médicos na gestão de seus pacientes e na realização de consultas online.

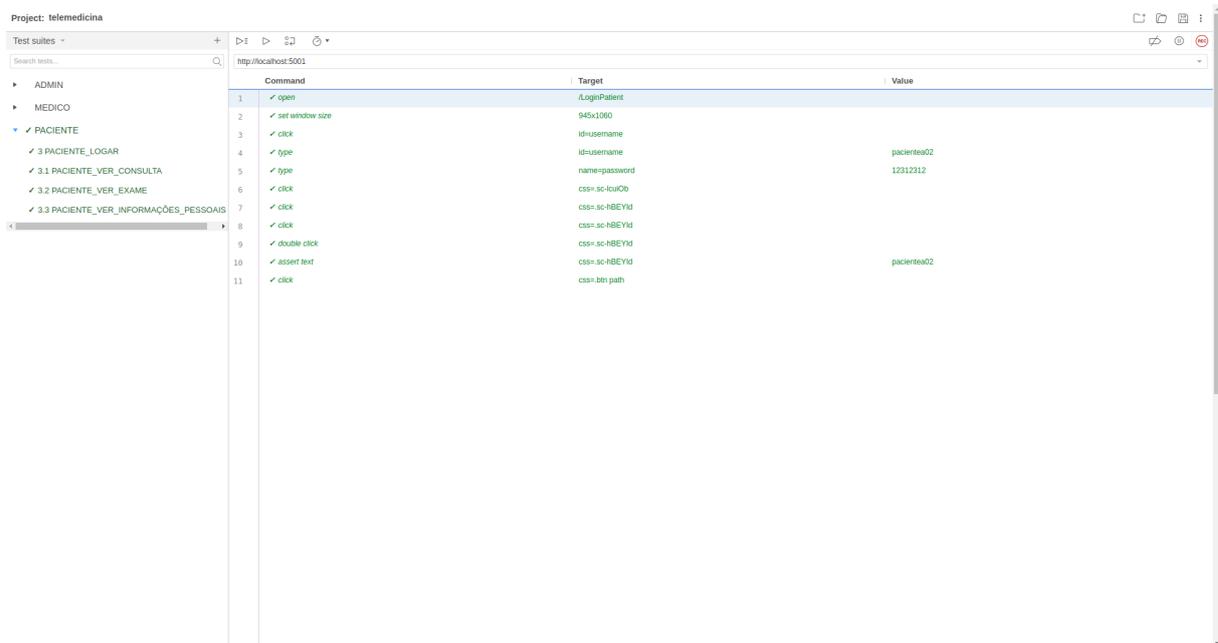
5.3 Módulo Paciente

Os testes de integração para o módulo paciente foram realizados com o objetivo de avaliar a implementação das funcionalidades essenciais para a experiência do usuário no sistema. As áreas testadas abrangem:

- **Login do Paciente:** Verifica a autenticação e o acesso à interface de trabalho do paciente. Este teste é fundamental para assegurar que apenas pacientes autorizados possam acessar suas informações pessoais e médicas, protegendo a privacidade e a segurança dos dados.
- **Visualização de Consultas Agendadas:** Avalia a consulta e a visualização das consultas feitas.
- **Acesso a Resultados de Exames:** Avalia a consulta e o acesso aos resultados de exames pelo paciente. Este teste verifica se os pacientes podem acessar seus resultados de exames de maneira rápida e sem complicações, permitindo que eles acompanhem seu estado de saúde e discutam os resultados com seus médicos.
- **Informações Pessoais:** Avalia o acesso e a atualização das informações pessoais do paciente pelo próprio paciente. Este teste assegura que os pacientes possam atualizar facilmente suas informações pessoais, como endereço, número de telefone e outras informações de contato, garantindo que o sistema mantenha dados precisos e atualizados.

Os resultados dos testes de integração dos requisitos para o módulo paciente demonstraram uma ampla disponibilidade de funcionalidades essenciais, como ilustrado na figura 5.3.

Figura 5.3 – Testes de integração - Módulo paciente.



Fonte: Adaptado de Selenium IDE.

- **Login do Paciente:** Teste realizado com sucesso. O teste de login foi realizado com sucesso, garantindo que os pacientes possam acessar suas contas de forma segura e sem complicações. Este resultado confirma a robustez do sistema de autenticação, assegurando que apenas usuários autorizados tenham acesso às suas informações pessoais e médicas, protegendo a privacidade dos pacientes.
- **Visualização de Histórico de Consultas:** Teste realizado com sucesso. O teste para a visualização do histórico de consultas mostrou que os pacientes podem acessar informações detalhadas sobre todas as consultas passadas de forma rápida e eficiente. Isso inclui datas, horários, médicos responsáveis e detalhes das consultas, proporcionando uma visão clara e organizada do histórico médico do paciente.
- **Acesso a Resultados de Exames:** Teste realizado com sucesso. O teste relacionado ao acesso aos resultados de exames foi bem-sucedido, permitindo que os pacientes visualizem seus resultados de forma fácil e imediata. Esta funcionalidade é crucial para que os pacientes acompanhem seu estado de saúde, compreendam melhor suas condições médicas e se preparem para consultas futuras com base nos resultados dos exames.
- **Informações Pessoais:** Teste realizado com sucesso. O teste de acesso e atualização das informações pessoais dos pacientes demonstrou que os usuários podem gerenciar seus dados de contato, endereços e outras informações pessoais com facilidade.

Conforme os testes para o módulo paciente comprovam que as funcionalidades essenciais estão funcionando de forma robusta e confiável. A ampla disponibilidade de recursos e a alta

taxa de aprovação nos testes demonstram que o módulo paciente fornece uma base sólida para uma experiência do usuário aprimorada, facilitando o acesso dos pacientes.

6 Conclusão e Trabalhos Futuros

Com o desenvolvimento do sistema de visualização e segmentação de imagens médicas para apoio à telemedicina, foi possível entregar ferramentas eficientes de gerenciamento e análise de dados para ser utilizados por profissionais da saúde e pacientes. Através dos testes de integração, foram identificados pontos fortes e áreas de melhoria, garantindo a qualidade e eficácia do software. Os resultados da avaliação destacaram os pontos positivos do sistema em atender aos requisitos funcionais, evidenciando a importância de uma abordagem sistemática e orientada a métricas no desenvolvimento de software.

Como trabalhos futuros, sugere-se uma colaboração com especialistas da área de Tecnologia da Informação a fim de construir uma análise mais detalhada do projeto, proporcionando insights valiosos para ajustes e aprimoramentos contínuos. Além disso, faz-se necessário também a realização de testes adicionais com uma amostra ampla de usuários, incluindo pacientes e profissionais de saúde de diversas especialidades, proporcionando uma compreensão mais abrangente das necessidades e expectativas dos usuários, subsidiando decisões de desenvolvimento e priorização de recursos, visto que até agora apenas testes de integração foram realizados no sistema.

Adicionalmente, a integração com tecnologias emergentes, como inteligência artificial e aprendizado de máquina, pode oferecer novas oportunidades para aprimorar a precisão e eficiência das funcionalidades do sistema através de novos modelos de segmentação, auxiliando os profissionais na realização de laudos e consultas. A exploração de parcerias com instituições de pesquisa e empresas do setor pode ser uma estratégia eficaz para impulsionar a inovação e o desenvolvimento de soluções avançadas na área da telemedicina.

Em suma, o desenvolvimento do sistema de visualização e segmentação de imagens médicas representa apenas o primeiro passo em direção a uma plataforma de telemedicina abrangente e de alto desempenho. Continuar investindo em pesquisa e desenvolvimento é essencial para garantir que o sistema atenda às necessidades e esteja em constante evolução, proporcionando benefícios significativos para pacientes e profissionais da área.

Referências

- ANDERSON, C. Docker [software engineering]. *Ieee Software*, IEEE, v. 32, n. 3, p. 102–c3, 2015. Citado na página 23.
- BADRINARAYANAN, V.; KENDALL, A.; CIPOLLA, R. Segnet: A deep convolutional encoder-decoder architecture for image segmentation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, PP, 11 2015. Citado na página 39.
- BECK, K. et al. *Manifesto for Agile Software Development*. 2001. Online. Disponível em: <<http://agilemanifesto.org/>>. Citado na página 21.
- BROWN, N. A. The telemedicine information exchange: 10 years' experience. *Journal of Telemedicine and Telecare*, v. 11, n. 2_suppl, p. 7–11, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1258/135763305775124704>>. Citado na página 18.
- CAVALCANTE, T. S. *Technique for Automatic Segmentation of Airway in Computed Tomography Images of the Chest*. Dissertação (Mestrado) — Department of Computer Engineering, Federal University of Ceará, Fortaleza, Ceará, Brazil, 2010. Citado na página 13.
- CHIASSEON, M.; DAVIDSON, E. Pushing the contextual envelope: developing and diffusing information systems theory for health information systems research. *Information and Organization*, Elsevier Limited, v. 14, n. 3, p. 155–188, 2004. ISSN 1471-7727. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 17.
- CONTE, T.; MENDES, E.; TRAVASSOS, G. H. "processos de desenvolvimento para aplicações web: Uma revisão sistemática". p. 5–7, 2005. Citado na página 17.
- DELAMARO, M. E.; MALDONADO, J. C.; JINO, M. *Introdução ao Teste de Software*. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2016. Capítulo 1 – Conceitos Básicos, páginas 1–7. Citado na página 42.
- DOCKER. *Docker Documentation*. 2024. Acesso em: 15 jul. 2024. Disponível em: <<https://docs.docker.com/>>. Citado na página 23.
- DOCKER, I. Docker. *linea*. [Junio de 2017]. Disponível em: <https://www.docker.com/what-docker>, 2020. Citado na página 23.
- DOCKERHUB. *Docker Hub*. 2024. Acesso em: 15 jul. 2024. Disponível em: <<https://hub.docker.com/>>. Citado na página 23.
- ENA, J. Telemedicina aplicada a covid-19. *Revista clinica espanola*, Elsevier, v. 220, n. 8, p. 501, 2020. Citado na página 17.
- FELIX, J. H. S. *Methods of Active Contours in Hilbert 2D image segmentation of lungs in CT of the Chest*. Tese (Doutorado) — Department of Computer Engineering, Federal University of Ceará, Fortaleza, Ceará, Brazil, 2011. Citado na página 13.
- Financiadora de Estudos e Projetos. *Finep*. 2024. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/component/content/article?id=4849:glossario>>. Acesso em: 15 jul 2024. Citado na página 25.

- FRANCISCO, F. C. et al. Radiologia: 110 anos de história. *Rev Imagem*, v. 24, p. 281–6, 2005. Citado na página 14.
- FREIRE, M. P. et al. Telemedicina no acesso à saúde durante a pandemia de covid-19: uma revisão de escopo. *Revista de Saúde Pública, SciELO Public Health*, v. 57, p. 4s, 2023. Citado na página 20.
- GARCIA, E. F. et al. Bioética e telemedicina. *Revista Bioética Cremego*, v. 2, n. 1, p. 61–66, 2020. Citado 3 vezes nas páginas 13, 14 e 18.
- HIGHSMITH, J. *Agile Software Development Ecosystems*. [S.l.]: Addison-Wesley, 2002. Citado na página 22.
- JIN, Z.; CHEN, Y. Telemedicine in the cloud era: Prospects and challenges. *IEEE Pervasive Computing*, v. 14, n. 1, p. 54–61, 2015. Citado na página 19.
- KIM, Y. S. Telemedicine in the usa with focus on clinical applications and issues. *Yonsei Medical Journal*, v. 45, n. 5, p. 761–775, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.3349/ymj.2004.45.5.761>>. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 18.
- KIMURA, S. T. M. et al. Implementation of multi-vendor dicom standard image transfer in hospital wide atm network. *Rio de Janeiro: Ciência Moderna, Elsevier*, 1998. Citado na página 18.
- LEITE, L. et al. A survey of devops concepts and challenges. *ACM Comput. Surv.*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 52, n. 6, nov 2019. ISSN 0360-0300. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3359981>>. Citado na página 22.
- LIBARDI, P. L.; BARBOSA, V. Métodos ágeis. *Monografia (Graduação em ciência da computação)*, 2010. Citado na página 21.
- MALDONADO, J. M. S. d. V.; MARQUES, A. B.; CRUZ, A. Telemedicine: challenges to dissemination in brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, v. 32, p. e00155615, 2016. ISSN 0102-311X. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00155615>>. Citado na página 17.
- MENDES, E. V. Desafios do sus. In: *Desafios do SUS*. [S.l.: s.n.], 2019. p. 869–869. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 14.
- MOGHADAS, A.; JAMSHIDI, M.; SHADERAM, M. Telemedicine in healthcare system. In: *2008 World Automation Congress*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 1–6. Citado na página 18.
- NUNES, B. P. et al. Tendência temporal da falta de acesso aos serviços de saúde no brasil, 1998-2013. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, SciELO Brasil, v. 25, p. 777–787, 2016. Citado na página 14.
- OLIVEIRA, A. B. d. et al. Desafios do avanço da telemedicina e seus aspectos éticos: revisão integrativa. *Comunicação em ciências da saúde*, Escola Superior de Ciências da Saúde, 2020. Citado na página 19.
- PATTICHIS, C. S. et al. Wireless telemedicine systems: An overview. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, v. 44, n. 2, p. 143–153, 2002. Citado na página 18.

- PRESSMAN, R. S. *Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional*. 8. ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 28.
- PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. New York: McGraw-Hill Education, 2014. ISBN 9780078022128. Citado na página 43.
- RIBEIRO, A. B. N. *SEGMENTAÇÃO DOS VASOS SANGUÍNEOS PULMONARES EM IMAGENS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DO TÓRAX*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil, Março 2013. Citado na página 13.
- SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. *The Scrum Guide*. 2017. Online. Disponível em: <<https://scrumguides.org/>>. Citado na página 22.
- SILVA, A. M. D.; PATROCÍNIO, A.; SCHIABEL, H. Processamento e análise de imagens médicas. *Revista Brasileira de Física Médica*, v. 13, p. 34, 09 2019. Citado na página 15.
- SIMÕES, S. M.; OLIVEIRA, A.; SANTOS, M. A. D. Telemedicina na pandemia covid-19. *Revista Interdisciplinar de Pesquisa e Inovação*, v. 7, n. 2, p. 104–109, 2020. Citado na página 19.
- SOIREFMANN, M. et al. Telemedicina: uma revisão da literatura. *Revista HCPA. Porto Alegre. Vol. 28, n. 2 (2008), p. 116-119*, 2008. Citado na página 18.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 9. ed. [S.l.]: Pearson, 2011. Citado na página 21.
- TOUIL, M.; BAHATTI, L.; MAGRI, A. E. Telemedicine application to reduce the spread of covid-19. In: *2020 IEEE 2nd International Conference on Electronics, Control, Optimization and Computer Science (ICECOCS)*. [S.l.: s.n.], 2020. Citado na página 19.
- VIACAVA, F. et al. Sus: oferta, acesso e utilização de serviços de saúde nos últimos 30 anos. *Ciência & saúde coletiva*, SciELO Public Health, v. 23, p. 1751–1762, 2018. Citado na página 13.
- WAZLAWICK, R. *Engenharia de software: conceitos e práticas*. [S.l.]: Elsevier Editora Ltda., 2019. Citado na página 21.
- World Health Organization. *The World Health Report 2000: Health Systems, Improving Performance*. Geneva: WHO, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 17.
- YUAN, H.; XIE, T. Substra: A framework for automatic generation of integration tests. In: *Proceedings of the 2006 international Workshop on Automation of Software Test*. [S.l.: s.n.], 2006. p. 64–70. Citado na página 42.

ANEXO A – RESOLUÇÃO CFM nº
1.643/2002: Define e disciplina a
prestação de serviços através da
Telemedicina.



RESOLUÇÃO CFM nº 1.643/2002

Publicada no D.O.U. de 26 de agosto de 2002, Seção I, p. 205

Revogada

Resolução CFM nº 2.227/2018

Restabelecida

Resolução CFM nº 2.228/2019

Revogada

Resolução CFM nº 2.314/2022

Define e disciplina a prestação de serviços através da Telemedicina.

O Conselho Federal de Medicina, no uso das atribuições conferidas pela Lei nº 3.268, de 30 de setembro de 1957, regulamentada pelo Decreto nº 44.045, de 19 de julho de 1958, e

CONSIDERANDO que cabe ao Conselho Federal de Medicina disciplinar o exercício profissional médico e zelar pela boa prática médica no país;

CONSIDERANDO o constante desenvolvimento de novas técnicas de informação e comunicação que facilitam o intercâmbio de informação entre médicos e entre estes e os pacientes;

CONSIDERANDO que a despeito das consequências positivas da Telemedicina existem muitos problemas éticos e legais decorrentes de sua utilização;

CONSIDERANDO que a Telemedicina deve contribuir para favorecer a relação individual médico-paciente;

CONSIDERANDO que as informações sobre o paciente identificado só podem ser transmitidas a outro profissional com prévia permissão do paciente, mediante seu consentimento livre e esclarecido e sob rígidas normas de segurança capazes de garantir a confidencialidade e integridade das informações;

CONSIDERANDO que o médico tem liberdade e completa independência para decidir se utiliza ou não recomenda o uso da Telemedicina para seu paciente, e que tal decisão deve basear-se apenas no benefício do paciente;

CONSIDERANDO que o médico que exerce a Medicina a distância, sem ver o paciente, deve avaliar cuidadosamente a informação que recebe, só pode emitir opiniões e recomendações ou tomar decisões médicas se a qualidade da informação recebida for suficiente e pertinente para o cerne da questão;

CONSIDERANDO o teor da "[Declaração de Tel Aviv sobre responsabilidades e normas éticas na utilização da Telemedicina](#)", adotada pela 51ª Assembléia Geral da Associação Médica Mundial, em Tel Aviv, Israel, em outubro de 1999;



CFM
CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA

CONSIDERANDO o disposto nas resoluções CFM nº [1.638/2002](#) e nº [1.639/2002](#), principalmente no tocante às normas para transmissão de dados identificados;

CONSIDERANDO o disposto na [Resolução CFM nº 1.627/2001](#), que define e regulamenta o Ato Médico;

CONSIDERANDO o decidido na sessão plenária de 7 de agosto de 2002, realizada em Brasília, com supedâneo no [Parecer CFM nº 36/2002](#),

RESOLVE:

Art. 1º - Definir a Telemedicina como o exercício da Medicina através da utilização de metodologias interativas de comunicação audio-visual e de dados, com o objetivo de assistência, educação e pesquisa em Saúde.

Art. 2º - Os serviços prestados através da Telemedicina deverão ter a infra-estrutura tecnológica apropriada, pertinentes e obedecer as normas técnicas do CFM pertinentes à guarda, manuseio, transmissão de dados, confidencialidade, privacidade e garantia do sigilo profissional.

Art. 3º - Em caso de emergência, ou quando solicitado pelo médico responsável, o médico que emitir o laudo a distância poderá prestar o devido suporte diagnóstico e terapêutico.

Art. 4º - A responsabilidade profissional do atendimento cabe ao médico assistente do paciente. Os demais envolvidos responderão solidariamente na proporção em que contribuírem por eventual dano ao mesmo.

Art. 5º - As pessoas jurídicas que prestarem serviços de Telemedicina deverão inscrever-se no Cadastro de Pessoa Jurídica do Conselho Regional de Medicina do estado onde estão situadas, com a respectiva responsabilidade técnica de um médico regularmente inscrito no Conselho e a apresentação da relação dos médicos que componentes de seus quadros funcionais.

Parágrafo único - No caso de o prestador for pessoa física, o mesmo deverá ser médico e devidamente inscrito no Conselho Regional de Medicina.

Art. 6º - O Conselho Regional de Medicina deverá estabelecer constante vigilância e avaliação das técnicas de Telemedicina no que concerne à qualidade da atenção, relação médico-paciente e preservação do sigilo profissional.

Art. 7º - Esta resolução entra em vigor a partir da data de sua publicação.

Brasília-DF, 07 de agosto de 2002.

EDSON DE OLIVEIRA ANDRADE

Presidente

RUBENS DOS SANTOS SILVA

Secretário-Geral

ANEXO B – Especificação de Requisitos

METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS

Projeto	Sistema de Visualização e Segmentação de Imagens Médicas
Representante de Projeto	Francisco Italo Guilherme da Silva

Requisitos Funcionais

<descrever os requisitos funcionais do sistema, agrupando-os em módulos, de acordo com suas características.>

Módulo Administrador

Requisitos Funcionais

Gerenciar pacientes:

- O sistema deve permitir o cadastro e alteração do status de pacientes;
- O sistema deve permitir a vinculação de pacientes a médicos;
- O sistema deve permitir a visualização dos dados dos pacientes.
- O sistema deve permitir a visualização de exames dos pacientes.

Gerenciar médicos:

- O sistema deve permitir o cadastro e alteração do status de médicos;
- O sistema deve permitir a vinculação de médicos a hospitais;
- O sistema deve permitir a visualização dos dados dos médicos.

Gerenciar hospitais:

- O sistema deve permitir o cadastro e alteração de status de hospitais;
- O sistema deve permitir a visualização dos dados dos hospitais.

Gerenciar exames:

- O sistema deve permitir que o administrador possa submeter uma série de exames de imagem médica para o sistema;

Visualizar imagem médica independente:

- O sistema deve permitir que o administrador possa visualizar imagens médicas sem que seja necessário criar um exame.

Módulo Médico

Requisitos Funcionais

Realizar consultas:

- O sistema deve permitir que o médico registre consultas com pacientes, selecionando ou não um exame;
- O sistema deve permitir que o médico crie um exame de imagem médica durante uma consulta;
- O sistema deve permitir que o médico crie laudos para os exames realizados.

Gerenciar exames:

- O sistema deve permitir que o médico submeta uma série de exames de imagem médica para o sistema;
- O sistema deve permitir que o médico crie laudos para os exames realizados.

Visualizar exames de imagem médica:

- O sistema deve permitir que o médico visualize os exames de imagem médica registrados;

Visualizar informações pessoais:

- O sistema deve permitir que o médico visualize suas informações pessoais registradas no sistema.

Visualizar imagem médica independente:

- O sistema deve permitir que o médico possa visualizar imagens médicas sem que seja necessário criar um exame.

Segmentação de imagem médica do pulmão utilizando a rede neural convolucional SegNet:

- O sistema deve permitir que o médico possa segmentar imagens médicas do pulmão utilizando a rede neural convolucional SegNet e visualizá-la em seguida.

Módulo Paciente

Requisitos Funcionais

Visualizar consultas:

- O sistema deve permitir que o paciente visualize o histórico de consultas realizadas.

Visualizar resultados de exames e laudos:

- O sistema deve permitir que o paciente visualize os resultados dos exames e laudos associados a suas consultas.

Visualizar informações pessoais:

- O sistema deve permitir que o paciente visualize suas informações pessoais registradas no sistema.

Requisitos Não Funcionais

- **Requisitos de Compatibilidade:** O sistema deve ser compatível com diferentes navegadores web;
- **Requisitos de Confiabilidade:** O sistema deve garantir a confidencialidade dos dados dos pacientes e médicos, assegurar a integridade dos dados armazenados e garantir alta disponibilidade para acesso aos dados e funcionalidades;
- **Requisitos Legais e Normativos:** O sistema deve estar conforme as regulamentações de privacidade de dados, como a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados);
- **Requisitos de Manutenibilidade:** O sistema deve ser facilmente adaptável para incorporar novos recursos ou ajustar funcionalidades existentes;
- **Requisitos de Desempenho:** O sistema deve ser eficiente e responsivo, garantindo tempos de resposta rápidos mesmo em situações de alta carga de uso;
- **Requisitos de Usabilidade:** O sistema deve ser intuitivo e de fácil utilização para pacientes, médicos e administradores e proporcionar uma experiência de usuário agradável e eficiente;

Glossário do Projeto

Termo	Definição do Termo
LGPD	LGPD é uma legislação brasileira que estabelece regras sobre como as organizações devem coletar, processar e armazenar dados pessoais. Seu objetivo é proteger a privacidade e os direitos dos cidadãos em relação ao uso de suas informações pessoais, garantindo a transparência e a segurança no tratamento desses dados
Status	Foram modelados os status ativos e inativos para os pacientes, médicos e hospitais, afim de manter o controle de gerenciamento mais fácil. O status para os médicos, significa que somente os ativos, poderão ser vinculados a um hospital, também ativo. Enquanto que para o paciente, o mesmo só terá

	seus exames cadastrados no sistema para uma visualização e geração de laudo, também se estiver ativo.
--	---

Histórico de Versões			
Data	Versão	Descrição da Alteração	Responsável
23/05/2022	1.0	CRUDs de hospitais, medicos e pacientes funcionais, além de dashboards.	Italo Guilherme
11/05/2023	1.1	Visualização de imagens médicas e suas funcionalidades.	Italo Guilherme
22/03/2024	1.2	Geração de laudos médicos e segmentação de imagens médicas	Italo Guilherme

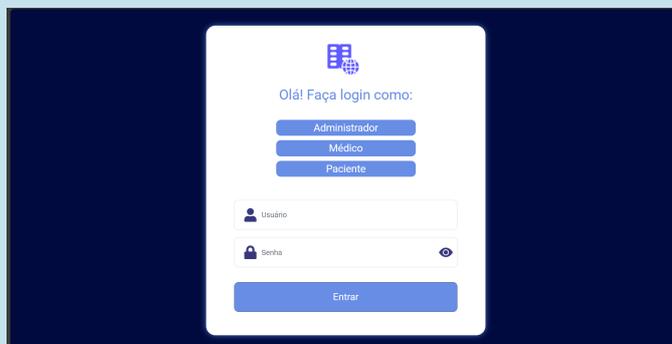
ANEXO C – Tutorial de utilização do Sistema - VIM

TUTORIAL DE USO DO SITE

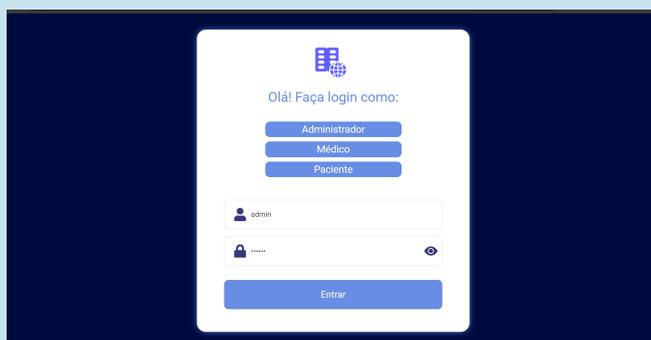


ADMINISTRADOR

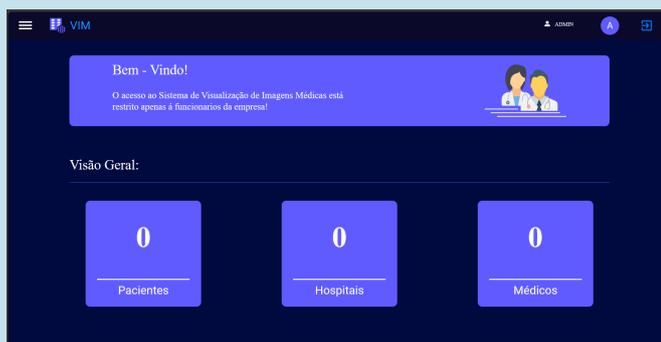
Tela inicial de login



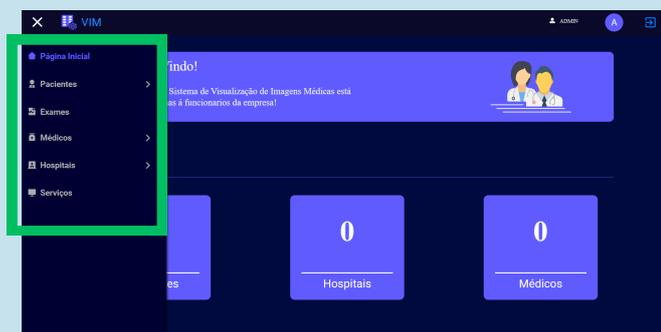
Fazendo login como Administrador



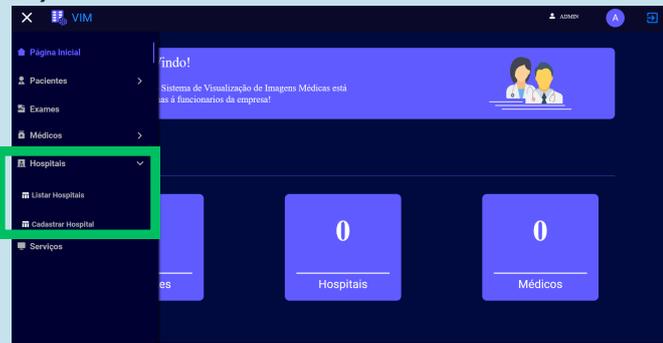
Tela principal do Administrador



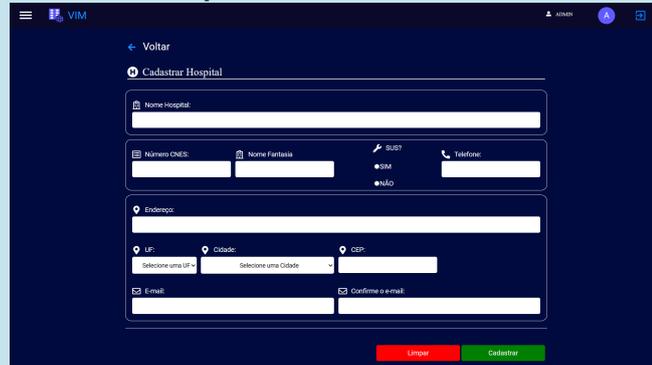
Controles de gerenciamento



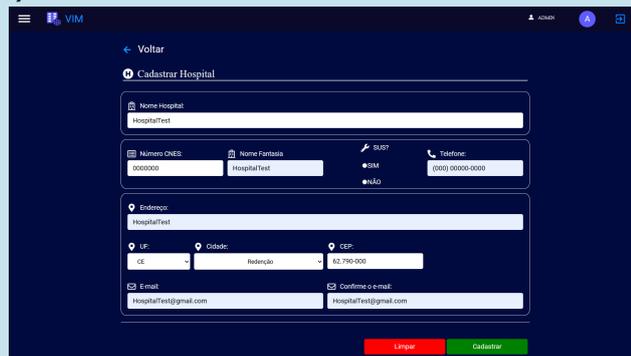
Controles de gerenciamento (Hospital)



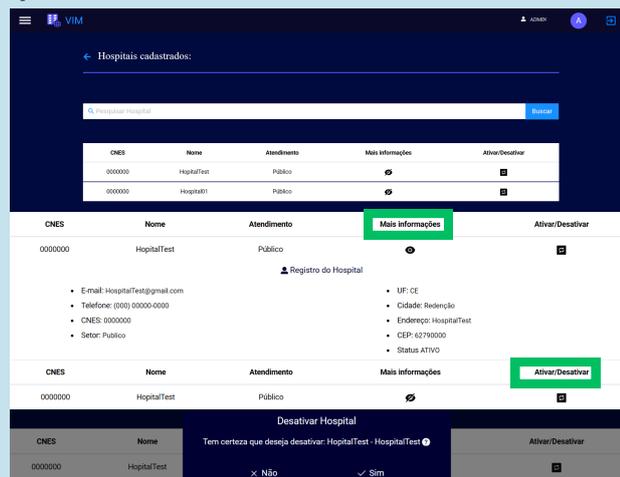
Tela de cadastro Hospital



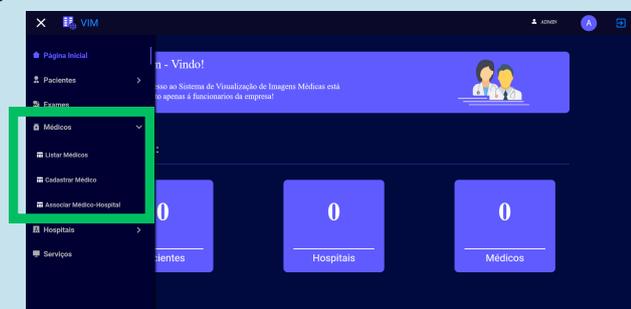
Tela de cadastro Hospital (Exemplo)



Tela de hospitais cadastrados



Controles de gerenciamento (Médico)



Tela de cadastro do médico

The screenshot shows the 'Cadastrar Médico' form. It includes fields for 'Nome completo', 'CRM', 'UF' (dropdown), 'Cidade' (dropdown), 'CEP' (with 'CEP' dropdown), 'Endereço', 'Telefone' (with 'Celular' checkbox), 'E-mail', 'Confirmação e-mail', 'Usuário', and 'Senha'. A 'Salvar médico' button is at the bottom right. At the very bottom, there are 'Limpar' and 'Cancelar' buttons.

Tela de cadastro do médico(Exemplo)

This screenshot shows the same registration form with example data: 'Medico Teste' for name, '00000000' for CRM, 'UF' and 'Cidade' dropdowns, '00 000-000' for CEP, 'medicotes@gmail.com' for email, and 'medicotes' for the username.

Tela de associação do médico ao hospital

The screenshot shows the 'Associar Médico - Hospital' form. It has two dropdown menus: 'Médico' (selected as 'Medico Teste') and 'Hospital' (selected as 'HospitalTeste'). 'Limpar' and 'Cadastrar' buttons are at the bottom.

Tela de médicos cadastrados

The screenshot shows the 'Médicos (as) cadastrados' page. It features a search bar and a table of doctors. The first row is highlighted with a green box. Below the table, there is a 'Mais informações' section for the selected doctor, followed by a 'Desativar Médico (a)' section with a confirmation dialog.

CRM	Nome	E-mail	Hospital	Mais informações	Aivar/Desativar
00000000	Medico Teste	medicotes@gmail.com	HospitalTeste		
00000000	Medico Teste	medicotes@gmail.com	HospitalTeste		

Mais informações

Registro do Médico (a)

- E-mail: medicotes@gmail.com
- Telefone: (00) 0000-0000
- Celular: (000) 00000-0000
- CRM: 00000000
- UF: CE
- Cidade: Redenção
- Endereço: nro
- CEP: 00000000
- Status: ATIVO

Desativar Médico (a)

Tem certeza que deseja desativar: Medico Teste - 00000000

Não Sim

Controles de gerenciamento (Paciente)

The screenshot shows the 'Pacientes' management dashboard. A green box highlights the 'Pacientes' menu item in the sidebar. The main area displays a notification banner and three summary cards for 'Pacientes', 'Hospitais', and 'Médicos', each showing a count of 0.

Tela de cadastro Paciente

Nome completo:

UF: Estado:

CEP: Endereço:

Telefone: Celular:

Email: Confirme o email:

Usuário: Senha:

[Voltar](#) [Limpar](#) [Cadastrar](#)

Tela de cadastro Paciente (Exemplo)

Nome completo: Paciente Teste

UF: CE Estado: Ribeirão Preto

CEP: 13.790-000 Endereço: Rua Teste 004

Telefone: (000) 0000-0000 Celular: (000) 0000-0000

Email: PacienteTeste@gmail.com Confirme o email: PacienteTeste@gmail.com

Usuário: PacienteTeste Senha: 123456789

[Voltar](#) [Limpar](#) [Cadastrar](#)

Tela de Pacientes cadastrados

CEP	Nome	E-mail	Mais informações	Ativar/Desativar	Encaminhar
62790000	Paciente Teste	PacienteTeste@gmail.com	Mais informações	Ativar/Desativar	Encaminhar

Mais informações

Registro do(a) Paciente

- Nome: Paciente Teste@gmail.com
- Telefone: (000) 0000-0000
- Celular: (000) 0000-0000
- CEP: 62790000
- UF: CE
- Cidade: Ribeirão Preto
- Endereço: Rua Teste 004
- Nome de usuário: patientetest
- Status: ATIVO

Desativar Paciente

Tem certeza que deseja desativar: Paciente Teste - 62790000?

Controles de gerenciamento (Exames)

Bem-vindo!

Seja bem-vindo ao Sistema de Visualização de Imagens Médicas em acesso à Enciclopédia de empresas!

0 Exames

0 Hospitais

0 Médicos

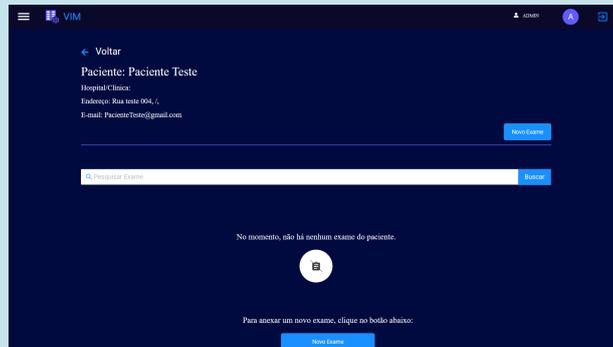
Cadastro de exame

Cadastro de exames

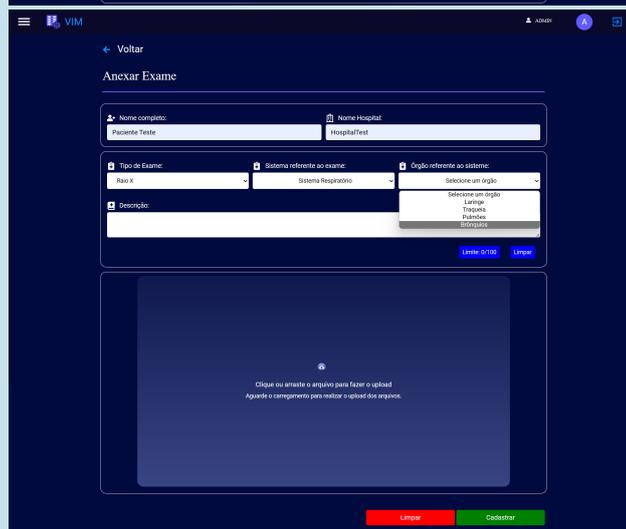
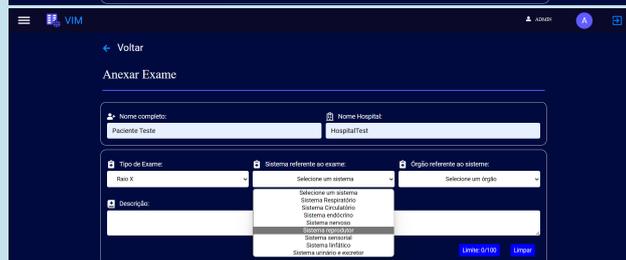
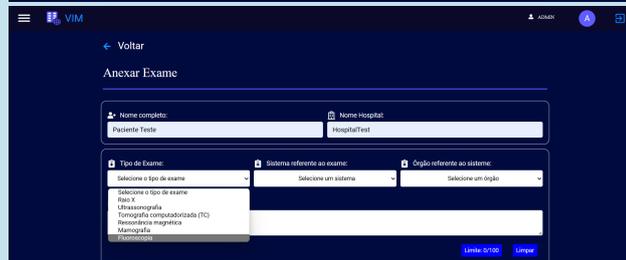
Associação de exame ao paciente



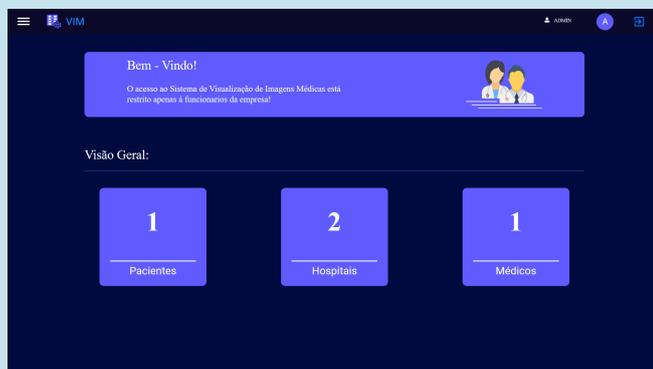
Paciente escolhido para associação



Anexando exame para o paciente

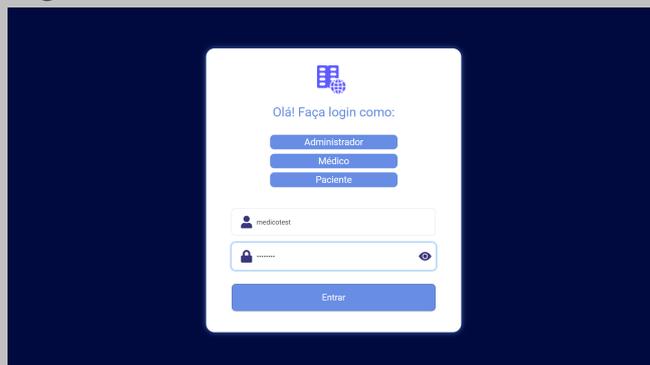


Tela final após cadastros realizados

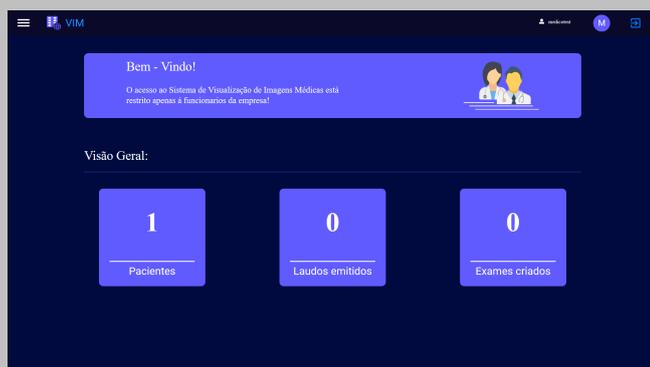


MÉDICO

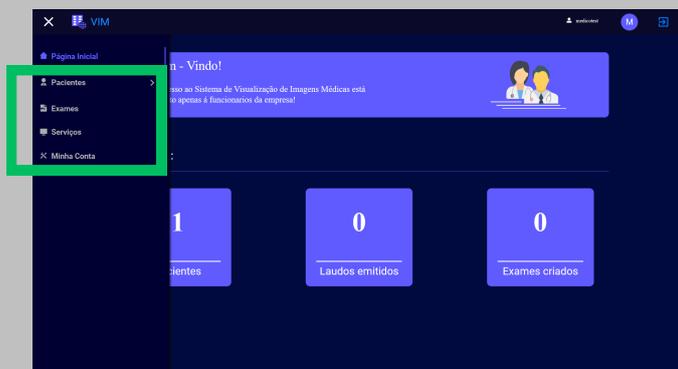
Fazendo login como Médico



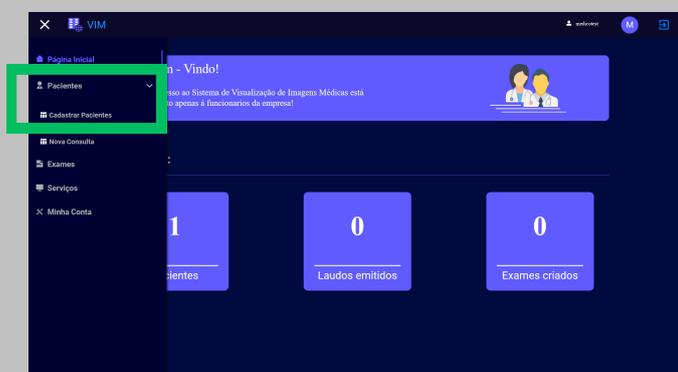
Tela principal do Médico



Controles de gerenciamento



Cadastro de paciente pelo médico



Tela de cadastro de paciente

The screenshot shows a dark-themed web form titled "Cadastrar paciente". It includes the following fields:

- Nome completo: A single-line text input field.
- UF: A dropdown menu with the text "Selecione uma UF".
- Cidade: A dropdown menu with the text "Selecione uma Cidade".
- CEP: A text input field.
- Endereço: A text input field.
- Telefone: A text input field.
- Celular: A text input field.
- E-mail: A text input field.
- Confirme o e-mail: A text input field.
- Usuário: A text input field.
- Senha: A text input field with a "Senha Alternativa" button next to it.

At the bottom of the form are two buttons: "Limpar" (red) and "Cadastrar" (green).

Cadastro de consulta pelo médico

The screenshot shows a dark-themed dashboard for a doctor. On the left is a sidebar menu with the following items:

- Página Inicial
- Pacientes
- Cadastrar Pacientes
- Nova Consulta** (highlighted with a green box)
- Exames
- Serviços
- Minha Conta

The main content area features a blue header with a "Bem-vindo!" message and a notification: "Seu Sistema de Visualização de Imagens Médicas está apenas à disposição da empresa!". Below the header are three blue cards with white text and icons:

- Pacientes: 1
- Laudos emitidos: 0
- Exames criados: 0

Tela de cadastro de consulta

The screenshot shows a dark-themed web form titled "Cadastrar Consulta". It includes the following fields:

- Título: A text input field.
- Paciente: A dropdown menu with the text "Selecione um paciente".
- Exame: A dropdown menu with the text "Selecione um Exame".
- Exame semi-diagnóstico: A text input field with a "Limpar 0/200" button below it.

At the bottom of the form are two buttons: "Limpar" (red) and "Cadastrar" (green).

Tela da conta do médico

This screenshot is identical to the one above, showing the doctor's dashboard. The sidebar menu item "Nova Consulta" is highlighted with a green box. The main content area shows the same dashboard layout with a "Bem-vindo!" message and three cards: "Pacientes: 1", "Laudos emitidos: 0", and "Exames criados: 0".

Tela de dados do Médico

The screenshot shows a dark-themed profile page titled "Meu Perfil". It is divided into two columns:

Médico Teste

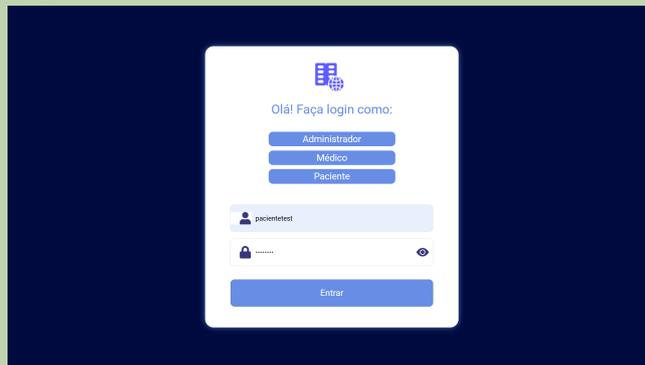
- CRM: 0000000
- Classificação: medicina
- Telefone: (000) 0000-0000
- Celular: (000) 0000-0000
- E-mail: medico@hospital.com
- Endereço: 01
- Cidade: Rodópolis
- UF: CE

Hospital: Hospital Teste

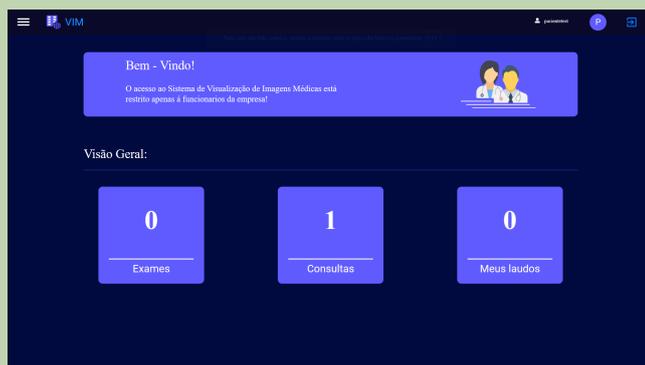
- Nome: Hospital: HospitalTeste
- CNPJ: 00000000
- Atividade: SUS, SIM
- Telefone: (000) 0000-0000
- E-mail: HospitalTeste@gmail.com
- Endereço: HospitalTeste
- Cidade: Rodópolis
- CEP: 42790000
- UF: CE

PACIENTE

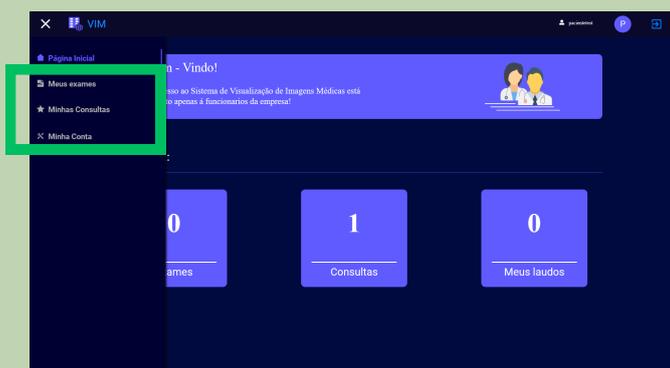
Fazendo login como Paciente



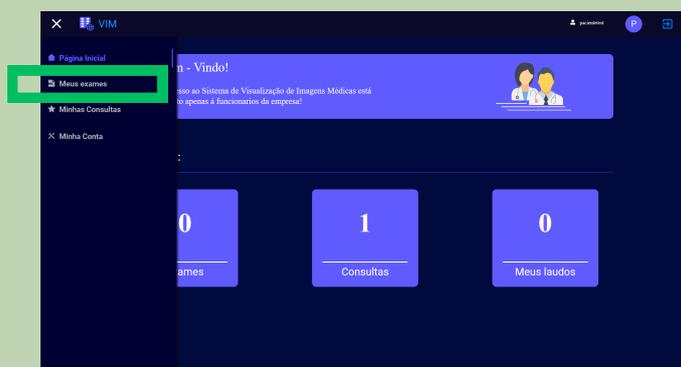
Tela principal do Paciente



Controles de gerenciamento



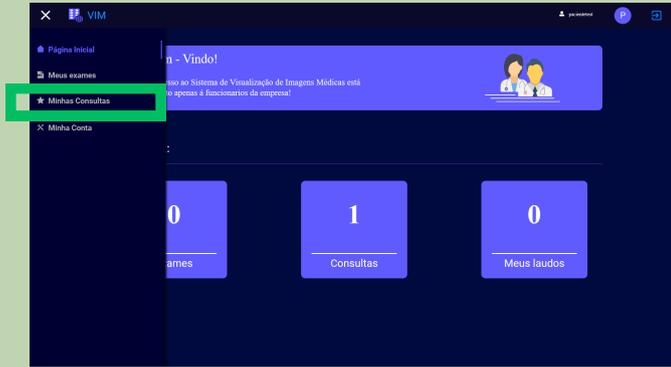
Verificação de exames para paciente



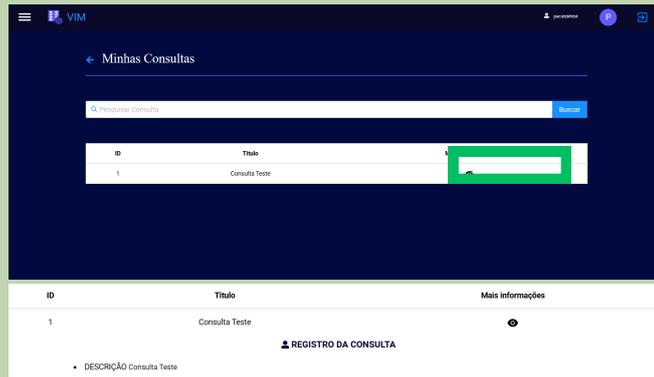
Tela de exames para paciente



Verificação de consulta para paciente



Tela de consultas para paciente



Tela de dados do Paciente



TUTORIAL DE USO DO SITE