



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
TERESINA CENTRAL
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

WERTON PEREIRA DA SILVA

**ONCOVIEWER: plataforma web especializada na visualização e análise de
imagens médicas**

TERESINA, PIAUÍ
2025

WERTON PEREIRA DA SILVA

ONCOVIEWER: plataforma web especializada na visualização e análise de imagens
médicas

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Dr^e. Otilio Paulo da Silva Neto

TERESINA, PIAUÍ
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva, Werton Pereira da

S586o Oncoviewer : plataforma web especializada na visualização e análise de
imagens médicas / Werton Pereira da Silva. - 2025.
57 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e
Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2025.

Orientador : Prof Dr. Otílio Paulo da Silva Neto.

1. Visualização de imagens médicas. 2. Inteligência artificial. 3.
Segmentação de lesões. 4. Análise temporal. I. Título.

CDD - 004.21

Elaborado por Tanize Maria Sales CRB 3/1024

WERTON PEREIRA DA SILVA

ONCOVIEWER: plataforma web especializada na visualização e análise de imagens médicas

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Aprovada em 17 de Fevereiro de 2025.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr^e. Otilio Paulo da Silva Neto (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. M^e. Rogério da Silva Batista
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. M^e. Duany Dreyton Bezerra Sousa
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

TERESINA, PIAUÍ
2025

Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram para sua realização, por meio
de seu apoio ou incentivo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, por sua força, apoio incondicional e por estar sempre presente em cada etapa da minha caminhada.

Ao meu orientador, pelo conhecimento compartilhado e pela orientação cuidadosa ao longo deste trabalho.

Aos professores do IFPI, cuja dedicação e compromisso foram essenciais para minha formação acadêmica e profissional.

Aos amigos e familiares que, de diferentes formas, me incentivaram e acreditaram em mim.

A todos vocês, minha sincera gratidão.

A excelência não é um feito, mas um hábito. Somos o que repetidamente fazemos.”
Aristóteles

RESUMO

O trabalho tem como objetivo desenvolver o Oncoviewer, uma plataforma web voltada para a visualização e análise de imagens médicas, com foco no acompanhamento do câncer de mama. A plataforma integra ferramentas avançadas, como visualização 2D e 3D, segmentação de regiões suspeitas utilizando algoritmos de inteligência artificial e análise temporal da evolução das lesões. Além disso, a plataforma oferece recursos como ajuste de contraste e brilho, reconstrução multiplanar (MPR), ferramentas de medição e anotação, além de módulos para gestão de médicos, pacientes e estudos.

Palavras-chaves: visualização de imagens médicas; inteligência artificial; segmentação de lesões; análise temporal; câncer de mama; reconstrução multiplanar; plataforma web.

ABSTRACT

The objective of this work is to develop Oncoviewer, a web-based platform designed for the visualization and analysis of medical images, with a focus on breast cancer monitoring. The platform integrates advanced tools such as 2D and 3D visualization, segmentation of suspicious regions using artificial intelligence algorithms, and temporal analysis of lesion progression. Additionally, the platform offers features such as contrast and brightness adjustment, multiplanar reconstruction (MPR), measurement and annotation tools, as well as modules for managing physicians, patients, and studies.

Keywords: medical image visualization; artificial intelligence; lesion segmentation; temporal analysis; breast cancer; multiplanar reconstruction; web platform.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama de Caso de Uso do Oncoviewer	26
Figura 2 – Backlog	28
Figura 3 – Diagrama de Classe do Oncoviewer	28
Figura 4 – Wireframe da tela de login	30
Figura 5 – Wireframe da tela de listagem de estudos	30
Figura 6 – Wireframe da tela de criação de estudos	31
Figura 7 – Wireframe da tela de listagem de pacientes	31
Figura 8 – Wireframe da tela de criação de pacientes	32
Figura 9 – Wireframe da tela de listagem de médicos	32
Figura 10 – Wireframe da tela de criação de médicos	33
Figura 11 – Wireframe da tela de listagem de laudos	33
Figura 12 – Wireframe da tela de criação de laudos	34
Figura 13 – Wireframe da tela de visualização com um visualizador	34
Figura 14 – Wireframe da tela de visualização com quatro visualizadores	35
Figura 15 – Wireframe da tela de visualização com dois visualizadores	35
Figura 16 – Wireframe da tela de visualização com MPR	36
Figura 17 – Arquitetura do Sistema	36
Figura 18 – Tela de login	41
Figura 19 – Tela de lista de estudos	42
Figura 20 – Tela de adicionar um estudo	42
Figura 21 – Tela de lista de pacientes	43
Figura 22 – Tela de adicionar um paciente	43
Figura 23 – Tela de lista de médicos	44
Figura 24 – Tela de adicionar um médico	44
Figura 25 – Tela de lista de template de láudos	45
Figura 26 – Tela de adicionar um template de um láudo	45
Figura 27 – Tela visualização, mostrando uma única imagem e anotações	46
Figura 28 – Tela visualização, mostrando duas imagens com diferentes posições	46
Figura 29 – Tela visualização, mostrando quatro imagens com diferentes posições, formatos e cores	47
Figura 30 – Tela visualização mostrando o MPR	47
Figura 31 – Tela de seleção de séries que serão enviados para análise	48
Figura 32 – Tela de exibição das análises temporais dos estudos	48
Figura 33 – Tela de geração do láudo	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre diferentes plataformas de visualização de imagens médicas.	51
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
UML	Unified Modeling Language
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
MPR	Multiplanar Reconstruction
IA	Inteligência Artificial
AWS	Amazon Web Services
UX	User Experience (Experiência do Usuário)
UI	User Interface (Interface do Usuário)
OHIF	Open Health Imaging Foundation

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVAS	15
1.2	OBJETIVO GERAL	15
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	DICOM (DIGITAL IMAGING AND COMMUNICATIONS IN MEDICINE)	17
2.2	PLATAFORMAS DE VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS MÉDICAS	17
2.3	DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE	18
2.4	MODELAGEM DE NEGÓCIO	18
2.5	MODELAGEM DE SOFTWARE	19
2.5.1	Diagrama de Classe	19
2.5.2	Diagrama de Caso de Uso	19
2.6	DESIGN DE INTERFACES	19
2.6.1	Excalidraw	20
2.7	CONTROLE DE VERSÃO	20
2.7.1	Git	20
2.7.2	GitHub	20
2.8	AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO	21
2.8.1	Visual Studio Code	21
2.9	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO	21
2.9.1	TypeScript	21
2.10	FRAMEWORKS E BIBLIOTECAS	21
2.10.1	React	22
2.10.2	CornerstoneJs	22
2.10.3	Orthanc	22
2.10.3.1	Amazon S3	22
2.10.3.2	ASP.NET Core	22
2.10.3.3	Amazon RDS (PostgreSQL)	23
2.10.3.4	Nginx	23
2.10.3.5	Cloudflare	23
3	METODOLOGIA	24
3.1	LEVANTAMENTO DE REQUISITOS	24
3.1.1	Análise de Requisitos Funcionais e Não Funcionais	24
3.1.1.1	Requisitos Funcionais	24

3.1.1.2	Requisitos Não Funcionais	25
3.1.2	Diagrama de Caso de Uso	25
3.1.2.1	Novos Usuários	26
3.1.2.2	Usuários Não Autenticados	26
3.1.2.3	Usuários Registrados	27
3.1.3	Backlog	27
3.2	PROTOTIPAÇÃO	28
3.2.1	Diagrama de Classe	28
3.2.2	Wireframe	29
3.2.3	Arquitetura do Sistema	36
3.2.3.1	FrontEnd	37
3.2.3.2	API	37
3.2.3.3	Servidor	37
3.3	DESENVOLVIMENTO	37
3.3.1	React	37
3.3.2	Cornerstone3D	38
3.3.3	Chakra UI	38
3.3.4	ASP.NET	38
3.3.5	Orthanc	39
3.3.6	Nginx	39
3.3.7	S3	40
3.3.8	EC2	40
3.3.9	Cloudflare	40
3.4	ONCOVIEWER	41
3.4.1	Características do software	41
3.4.2	Apresentação da plataforma	41
4	RESULTADOS	50
4.0.1	O Diferencial do Oncoviewer	50
5	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Wilhelm Conrad Roentgen, em 1895, descobriu o raio X (ROENTGEN, 1895), marcando o início de uma revolução na medicina diagnóstica ao possibilitar a visualização do corpo humano sem a necessidade de procedimentos invasivos. Nas décadas seguintes, essa inovação foi acompanhada por novos avanços, como o desenvolvimento de tecnologias como a Tomografia Computadorizada (CT) (HOUNSFIELD, 1973) e a Ressonância Magnética (MRI) (MANSFIELD; MAUDSLEY, 1977). Essas inovações não apenas aumentaram a precisão diagnóstica, mas também permitiram um acompanhamento mais detalhado e aprofundado da evolução das doenças. Além disso, em meados da década de 1990, surgiu o padrão DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) (JR *et al.*, 1997), que facilitou o compartilhamento, armazenamento e visualização de imagens médicas.

Com o passar do tempo, conforme os exames de imagem se tornaram mais complexos, tornou-se claro que era preciso ter ferramentas mais adequadas para analisar e interpretar essas imagens. Neste contexto, a Inteligência Artificial (IA) surge como uma tecnologia indispensável, principalmente na integração de sistemas de Detecção Assistida por Computador (CADE) e Diagnóstico Assistido por Computador (CADx) (FIRMINO *et al.*, 2016). Ao identificar padrões complexos que frequentemente não são detectados pelo olho humano, esses sistemas permitem diagnósticos mais precisos e rápidos, sendo fundamentais para doenças como o câncer.

Um exemplo disso é o uso de algoritmos como o PSO (Particle Swarm Optimization), em conjunto com descritores de textura baseados na diversidade funcional, para automatizar a segmentação de regiões de interesse em mamografias (NETO *et al.*, 2016). Esses algoritmos não apenas detectam com precisão massas suspeitas de câncer de mama, mas também analisam a evolução temporal das lesões (NETO *et al.*, 2022). Utilizando técnicas de agrupamento de grafos e máquinas de vetores de suporte (SVM), é possível diferenciar com eficiência entre massas benignas e malignas, oferecendo um suporte valioso ao diagnóstico médico, reduzindo erros humanos e aprimorando o monitoramento e acompanhamento dos pacientes.

Diante disso, o Oncoviewer surge como um software web para visualização e análise de imagens médicas. A plataforma terá funcionalidades como a possibilidade de visualização em 2D e 3D, ferramentas de anotação, como medição de distâncias, além de ajuste de contraste e brilho, permitirá a exibição em diferentes planos (Coronal, Axial e Sagital) e também será integrada aos algoritmos mencionados, que possibilitará a geração de imagens segmentadas e análises temporais da evolução do câncer. Por fim, a plataforma também incluirá ferramentas de geração de laudos, gestão de médicos, pacientes e estudos.

1.1 JUSTIFICATIVAS

O câncer de mama continua sendo uma das principais causas de morte entre as mulheres (ORGANIZATION, 2020), e seu tratamento eficaz depende diretamente da detecção precoce e do acompanhamento adequado da evolução da doença (Instituto Nacional de Câncer (INCA), 2024). Embora tecnologias de imagem, como mamografias e ressonâncias magnéticas, sejam fundamentais para o diagnóstico, garantir precisão e eficiência na análise de grandes volumes de exames ainda é um grande desafio para os profissionais de saúde. Isso demonstra que ferramentas que auxiliam na interpretação e no acompanhamento de exames são cada vez mais necessárias para melhorar a qualidade dos diagnósticos e do tratamento dos pacientes.

Com isso, este projeto visa atender a essa demanda por meio do desenvolvimento de uma plataforma web especializada na visualização e análise de imagens médicas no formato DICOM. Integrada com algoritmos capazes de segmentar regiões suspeitas do câncer de mama e gerar análises temporais com detalhes da progressão da doença. Ademais, a solução contará com outras funcionalidades como visualização 2D e 3D, medições, ajuste de contraste e brilho, bem como a geração de laudos.

Em resumo, o Oncoviewer é, para os profissionais da saúde, um software completo que irá auxiliar no monitoramento eficaz da evolução do câncer. Ao integrar algoritmos que permitem uma análise detalhada das alterações temporais, o Oncoviewer possibilita uma visão mais aprofundada do comportamento do tumor, o que facilita a tomada de decisões durante o tratamento sejam mais embasadas e confiáveis.

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma plataforma web para visualização, análise e gestão, que integre ferramentas de visualização 2D, 3D e MPR, segmentação de regiões suspeitas, análise temporal da evolução do tumor e geração de laudos.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um visualizador com suporte a visualizações em 2D 3D, incluindo ferramentas como reconstrução multiplanar (MPR), ajuste de contraste e brilho, zoom e rotação de imagens, para que os médicos possam realizar análises detalhadas e precisas das imagens médicas.
- Adicionar funcionalidades que permitam aos profissionais da saúde realizar anotações diretamente nas imagens, além de ferramentas para medir distâncias e áreas de interesse.

- Utilizar algoritmos baseados em descritores de textura molecular e técnicas de inteligência artificial, como otimização por enxame de partículas (PSO) e máquinas de vetores de suporte (SVM), para detectar e segmentar automaticamente áreas suspeitas em mamografias.
- Implementar mecanismos que permitam ao médico comparar exames anteriores e atuais, mostrando análises temporais sobre a evolução das lesões. O sistema deverá exibir essas alterações de maneira visual e intuitiva, permitindo ao médico identificar o progresso ou regressão da doença ao longo do tempo.
- Implementar a criação de um editor de texto para geração e exportação de laudos médicos que se integre com as imagens manipuladas no visualizador e com os relatórios gerados das análises temporais.
- Implementar uma interface para o gerenciamento eficiente de médicos, pacientes e estudos médicos, organizando os dados clínicos de forma intuitiva e acessível.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A base teórica deste projeto tem como objetivo explorar os princípios e tecnologias essenciais para o desenvolvimento do Oncoviewer. Será discutido o papel das plataformas de visualização de imagens médicas e o uso da inteligência artificial no combate ao câncer, evidenciando como algoritmos inteligentes contribuem para o diagnóstico e acompanhamento da evolução das doenças.

Além disso, serão apresentados os métodos e ferramentas utilizados no desenvolvimento, como a escolha de linguagens e frameworks, até a gestão de versões e ambientes de desenvolvimento.

2.1 DICOM (DIGITAL IMAGING AND COMMUNICATIONS IN MEDICINE)

O DICOM é um padrão internacional para a aquisição, armazenamento, transmissão e visualização de imagens médicas. Desenvolvido pelo National Electrical Manufacturers Association (NEMA) (NEMA,), o DICOM define protocolos para comunicação entre dispositivos médicos, como tomógrafos, ressonâncias magnéticas e ultrassonografias, garantindo a interoperabilidade entre sistemas de diferentes fabricantes.

O formato DICOM encapsula não apenas a imagem médica em si, mas também metadados essenciais, como informações do paciente, detalhes do exame e parâmetros técnicos da aquisição da imagem. Essa estrutura permite que médicos e especialistas acessem, compartilhem e analisem exames de forma padronizada e eficiente.

2.2 PLATAFORMAS DE VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS MÉDICAS

O software de visualização de imagens médicas desempenha um papel fundamental no diagnóstico e monitoramento de uma ampla gama de doenças, incluindo o câncer. Ferramentas consagradas, como o OsiriX (Pixmeo SARL, 2004) e o Horos (Horos Project, 2015), são amplamente utilizadas para a visualização de imagens no formato DICOM, proporcionando manipulações tanto em 2D quanto em 3D.

No entanto, essas plataformas, embora robustas, carecem de integração com algoritmos de inteligência artificial (IA), limitando o potencial para análises mais detalhadas e precisas, essenciais no diagnóstico de patologias complexas.

Soluções mais simples, como o RadiAnt DICOM Viewer (RADIANT..., 2011), são valorizadas pela facilidade de uso, mas, assim como o OsiriX e o Horos, não oferecem suporte para segmentação automatizada de tumores ou análises temporais de lesões.

Já plataformas de código aberto, como o OHIF (Open Health Imaging Foundation (OHIF), 2018), têm se destacado como opções acessíveis para visualização web, porém também apresentam limitações quando se trata da integração com IA avançada.

Por outro lado, ferramentas mais avançadas, como o 3D Slicer (3D Slicer Org, 2012) e o Intrasense Myrian (Intrasense, 2017), oferecem funcionalidades sofisticadas, como a segmentação em 3D, mas sua complexidade de uso e licenciamento comercial podem limitar a acessibilidade e adoção em instituições de saúde menores ou com menos recursos.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

O desenvolvimento de software consiste em um processo estruturado que envolve a definição, especificação, design, codificação, documentação, testes e manutenção de soluções tecnológicas, incluindo aplicativos, frameworks e outros componentes de software. Esse processo segue uma série de etapas bem definidas, que começam com a identificação das necessidades dos usuários e terminam com a entrega de um produto final funcional.

As principais fases englobam a análise de requisitos, o design do sistema, a implementação (codificação), a verificação (testes) e a manutenção contínua. O foco essencial é criar sistemas que atendam aos requisitos dos usuários, empregando boas práticas e princípios de engenharia de software para garantir que o produto final seja confiável, escalável e eficiente.

2.4 MODELAGEM DE NEGÓCIO

A modelagem de negócio é o processo de representação formal das operações, estrutura e objetivos de uma organização. Essa modelagem busca mapear as atividades empresariais, os fluxos de trabalho e os atores envolvidos, possibilitando uma compreensão clara de como a organização funciona e como o software a ser desenvolvido se encaixará nesse contexto.

Utilizando ferramentas e técnicas como diagramas de casos de uso, fluxogramas e modelagem de processos de negócios (BPMN), os desenvolvedores podem traduzir as necessidades empresariais em especificações técnicas que orientam o desenvolvimento do software. A modelagem de negócio é crucial para garantir que o software esteja alinhado aos objetivos estratégicos da organização, otimizando processos e agregando valor ao produto final.

2.5 MODELAGEM DE SOFTWARE

A modelagem de software é uma fase crucial no desenvolvimento de sistemas, onde são criadas representações abstratas do sistema que está sendo construído. Esses modelos servem para descrever a estrutura, o comportamento e as interações dos componentes do software, fornecendo uma visão clara e compreensível tanto para desenvolvedores quanto para outros stakeholders. A modelagem permite identificar problemas antes da implementação, definir a arquitetura e garantir que o sistema esteja alinhado aos requisitos funcionais e não funcionais.

2.5.1 Diagrama de Classe

O diagrama de classe é um dos principais artefatos da modelagem orientada a objetos e faz parte da UML (Unified Modeling Language). Ele descreve a estrutura estática de um sistema, detalhando as classes, seus atributos, métodos e as relações entre elas, como associações, heranças e composições. Cada classe representa uma entidade ou objeto no sistema, enquanto as associações demonstram como esses objetos interagem. O diagrama de classe é útil para identificar como o software será organizado em termos de componentes reutilizáveis, promovendo um design mais eficiente e organizado.

2.5.2 Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso é utilizado para representar as interações entre os usuários (atores) e o sistema, destacando os principais casos de uso que o software deve suportar. Cada caso de uso descreve uma funcionalidade específica do sistema sob a perspectiva do usuário final ou de outros sistemas que interagem com ele.

Os diagramas de caso de uso ajudam a esclarecer os requisitos funcionais do software e a definir claramente as funcionalidades que o sistema deve oferecer, garantindo que todas as expectativas dos usuários sejam atendidas.

2.6 DESIGN DE INTERFACES

O design de interfaces refere-se à criação da camada visual e interativa de um software, com foco na experiência do usuário (UX) e na aparência visual (UI). O objetivo do design de interfaces é garantir que os usuários possam interagir com o sistema de forma intuitiva, eficiente e agradável.

Esse processo envolve a definição de layouts, componentes interativos (botões, menus, campos de texto) e a organização de conteúdo, de modo que o usuário possa navegar facilmente pelo sistema e realizar suas tarefas com rapidez e precisão.

2.6.1 Excalidraw

Excalidraw(Excalidraw, Inc.,) é uma ferramenta de desenho digital voltada para a criação de diagramas e wireframes de forma colaborativa. Seu diferencial está na simplicidade e na abordagem de esboço à mão livre, permitindo que usuários desenhem diagramas intuitivos sem a rigidez de ferramentas de design vetorial tradicionais.

A escolha do Excalidraw se deu pela sua flexibilidade e facilidade de uso, tornando-o ideal para brainstorming e criação rápida de fluxogramas, arquitetura de sistemas e prototipagem inicial de interfaces. Além disso, sua capacidade de colaboração em tempo real permite que múltiplos usuários editem um desenho simultaneamente, tornando o processo mais dinâmico e eficiente.

2.7 CONTROLE DE VERSÃO

O controle de versão é uma prática fundamental no desenvolvimento de software, permitindo que equipes acompanhem e gerenciem as alterações no código-fonte ao longo do tempo. Ferramentas de controle de versão possibilitam que os desenvolvedores colaborem de maneira eficaz, rastreando mudanças, revertendo para versões anteriores quando necessário e facilitando a fusão de contribuições de diferentes membros da equipe. Isso garante maior organização, segurança e controle no processo de desenvolvimento, especialmente em projetos com múltiplos colaboradores.

2.7.1 Git

Git(The Git Project,) é um sistema de controle de versão distribuído, amplamente utilizado para gerenciar projetos de desenvolvimento de software. Ele permite que desenvolvedores façam commit de suas alterações localmente e sincronizem com um repositório remoto quando necessário.

Git também facilita o gerenciamento de ramificações (branches), o que permite o desenvolvimento paralelo de recursos, correções de bugs e experimentos, sem interferir no código principal. O uso do Git melhora a rastreabilidade de alterações e facilita a colaboração entre equipes, proporcionando um fluxo de trabalho eficiente e organizado.

2.7.2 GitHub

GitHub(GitHub, Inc.,) é uma plataforma de hospedagem de código que utiliza o Git para controle de versão, permitindo que desenvolvedores armazenem e compartilhem seus projetos. Além de servir como repositório remoto, o GitHub oferece uma série de ferramentas colaborativas, como pull requests, revisão de código e rastreamento de problemas (issues). Ele também facilita a integração com serviços de

CI/CD (Integração e Entrega Contínua), garantindo que os projetos sejam testados e implantados automaticamente conforme o código é atualizado.

2.8 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO

O ambiente de desenvolvimento é o espaço onde os desenvolvedores escrevem, testam e depuram seu código. Um ambiente de desenvolvimento bem configurado é crucial para a produtividade, pois oferece ferramentas que facilitam a escrita de código, a execução de testes, a depuração de erros e a integração com outros serviços.

2.8.1 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code)(Microsoft, c) é um editor de código desenvolvido pela Microsoft. Ele suporta uma ampla gama de linguagens de programação e oferece uma grande variedade de extensões que podem ser instaladas para adicionar funcionalidades como integração com Git, depuração de código, emulação de terminais e muito mais.

2.9 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

As linguagens de programação são o core do desenvolvimento de software, utilizadas para escrever as instruções que os computadores executam. Cada linguagem de programação tem suas próprias características e sintaxes, oferecendo diferentes níveis de abstração e adequação a certos tipos de problemas.

2.9.1 TypeScript

TypeScript(Microsoft, b) é uma linguagem de programação que estende o JavaScript adicionando tipagem estática opcional e outras funcionalidades. Desenvolvida pela Microsoft, o TypeScript compila para JavaScript e é amplamente utilizado em projetos que envolvem grandes equipes ou sistemas complexos, pois facilita a detecção de erros durante o desenvolvimento, melhora a legibilidade do código e oferece suporte a ferramentas poderosas de autocompletar e refatoração.

2.10 FRAMEWORKS E BIBLIOTECAS

Frameworks e bibliotecas são conjuntos de código reutilizável que oferecem funcionalidades predefinidas para acelerar o desenvolvimento de software. Enquanto os frameworks fornecem uma estrutura geral para o desenvolvimento de aplicações, as bibliotecas geralmente fornecem funcionalidades específicas que podem ser integradas ao código conforme necessário.

2.10.1 React

React(Meta Platforms, Inc.,) é uma biblioteca JavaScript open source criada pelo Facebook, usada para construir interfaces de usuário interativas. Com foco em componentes, o React permite que os desenvolvedores construam UIs dinâmicas através de uma abordagem declarativa, onde o estado do aplicativo e sua interface de usuário estão fortemente acoplados.

2.10.2 CornerstoneJs

CornerstoneJs (CornerstoneJS,) é uma biblioteca JavaScript projetada para visualizar imagens médicas, especialmente no formato DICOM, diretamente no navegador. Amplamente utilizada no desenvolvimento de visualizadores médicos, a biblioteca oferece uma arquitetura modular para a manipulação e exibição de imagens radiológicas, como tomografias e ressonâncias magnéticas.

2.10.3 Orthanc

Orthanc (Orthanc Team,) é um servidor DICOM open source que facilita o armazenamento e gerenciamento de imagens médicas. Ele é frequentemente utilizado como uma solução PACS (Picture Archiving and Communication System) para armazenar, recuperar e transmitir imagens médicas dentro de ambientes hospitalares. Orthanc oferece uma API RESTful, permitindo sua integração fácil com outras ferramentas e sistemas, como visualizadores baseados em CornerstoneJs ou sistemas de análise de imagem.

2.10.3.1 Amazon S3

Amazon S3(Amazon Web Services (AWS), b) (Simple Storage Service) é um serviço de armazenamento de objetos na nuvem da Amazon Web Services (AWS), amplamente utilizado para armazenar grandes volumes de dados, como imagens e arquivos médicos. Ele oferece alta durabilidade, escalabilidade e segurança, sendo ideal para armazenar imagens DICOM em um ambiente seguro e acessível via web. A integração com outras soluções da AWS também facilita a construção de sistemas robustos e distribuídos.

2.10.3.2 ASP.NET Core

ASP.NET(Microsoft, a) Core é um framework de desenvolvimento web multiplataforma da Microsoft, utilizado para construir aplicações web modernas e escaláveis. Ele é amplamente adotado devido ao seu desempenho elevado, modularidade e capacidade de lidar com alta carga de tráfego. Para o desenvolvimento de soluções de

saúde, ASP.NET Core oferece suporte a APIs RESTful que permitem a integração com sistemas médicos, como servidores DICOM e visualizadores de imagem.

2.10.3.3 Amazon RDS (PostgreSQL)

Amazon RDS(Amazon Web Services (AWS), a) (Relational Database Service) é um serviço de banco de dados gerenciado pela AWS, que suporta diversas plataformas, incluindo PostgreSQL. O RDS facilita a configuração, operação e escalabilidade de bancos de dados na nuvem, permitindo o armazenamento de informações associadas a imagens médicas e estudos clínicos de forma segura e eficiente. PostgreSQL(PostgreSQL Global Development Group,), por sua vez, é um banco de dados relacional altamente confiável e extensível, ideal para o processamento de grandes volumes de dados estruturados.

2.10.3.4 Nginx

Nginx(NGINX, Inc.,) é um servidor web e proxy reverso amplamente utilizado para a distribuição eficiente de conteúdo, especialmente em sistemas de alta performance. Além de servir conteúdo estático, Nginx é frequentemente utilizado para balanceamento de carga, otimização de tráfego e segurança em aplicações web. Em ambientes médicos, ele pode ser utilizado para proteger o tráfego entre servidores DICOM, APIs e sistemas de visualização, além de otimizar o desempenho do acesso às imagens.

2.10.3.5 Cloudflare

Cloudflare(Cloudflare, Inc.,) é uma rede de entrega de conteúdo (CDN) e serviço de segurança que protege e acelera aplicações web. Ele oferece proteção contra ataques DDoS, otimiza a distribuição de conteúdo ao redor do mundo e melhora a performance das aplicações ao reduzir a latência de carregamento. Em sistemas médicos que lidam com grandes volumes de imagens e dados sensíveis, Cloudflare é essencial para garantir segurança, privacidade e disponibilidade das informações.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento do Oncoviewer foi dividida em 3 etapas principais: levantamento de requisitos, prototipação e desenvolvimento. Cada uma dessas etapas foi fundamental para garantir que o projeto fosse conduzido de forma organizada, permitindo a evolução incremental do sistema e uma constante adaptação às necessidades dos stakeholders.

3.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

O levantamento de requisitos foi a fase inicial do projeto, com o propósito de identificar as funcionalidades essenciais e as necessidades dos usuários finais. A partir deste levantamento, foi possível organizar as atividades do projeto, definir os casos de uso e priorizar as funcionalidades com base nas necessidades dos usuários.

3.1.1 Análise de Requisitos Funcionais e Não Funcionais

A análise de requisitos foi realizada para identificar as funcionalidades esperadas do sistema e as restrições técnicas que devem ser consideradas durante o desenvolvimento. Para isso, os requisitos foram classificados em duas categorias principais:

- **Requisitos Funcionais:** Definem o comportamento e as funcionalidades do sistema, descrevendo o que ele deve fazer.
- **Requisitos Não Funcionais:** São restrições e qualidades do sistema, que afetam seu desempenho, segurança, usabilidade e compatibilidade.

3.1.1.1 Requisitos Funcionais

1. **Gerenciamento de usuários:** O sistema deve permitir o cadastro, autenticação e gerenciamento de usuários, incluindo administradores, médicos e pacientes.
2. **Visualização de imagens médicas:** Deve possibilitar a exibição de imagens no formato DICOM, incluindo visualização em 2D, 3D e reconstrução multiplanar (MPR).
3. **Ferramentas de visualização:** O software deve oferecer ferramentas como ajuste de contraste, brilho, anotações e medições para suporte à análise médica.
4. **Criação de relatórios médicos:** Deve ser possível criar laudos médicos com base nas imagens e nas análises realizadas dentro da plataforma.

5. **Segmentação de lesões:** A plataforma deve contar com um módulo de inteligência artificial para segmentação de regiões suspeitas em exames médicos.
6. **Análise Temporal:** A plataforma deve integrar uma IA para realizar análises volumétricas, permitindo a comparação da evolução do tumor ao longo do tempo.
7. **Controle de permissões:** Diferentes perfis de usuários devem ter acessos distintos a funcionalidades específicas.
8. **Armazenamento e recuperação de exames:** O sistema deve permitir o upload, armazenamento e recuperação de exames médicos, garantindo a integridade dos dados.
9. **Exportação e compartilhamento:** Os laudos devem poder ser exportados e compartilhados em formatos como PDF.

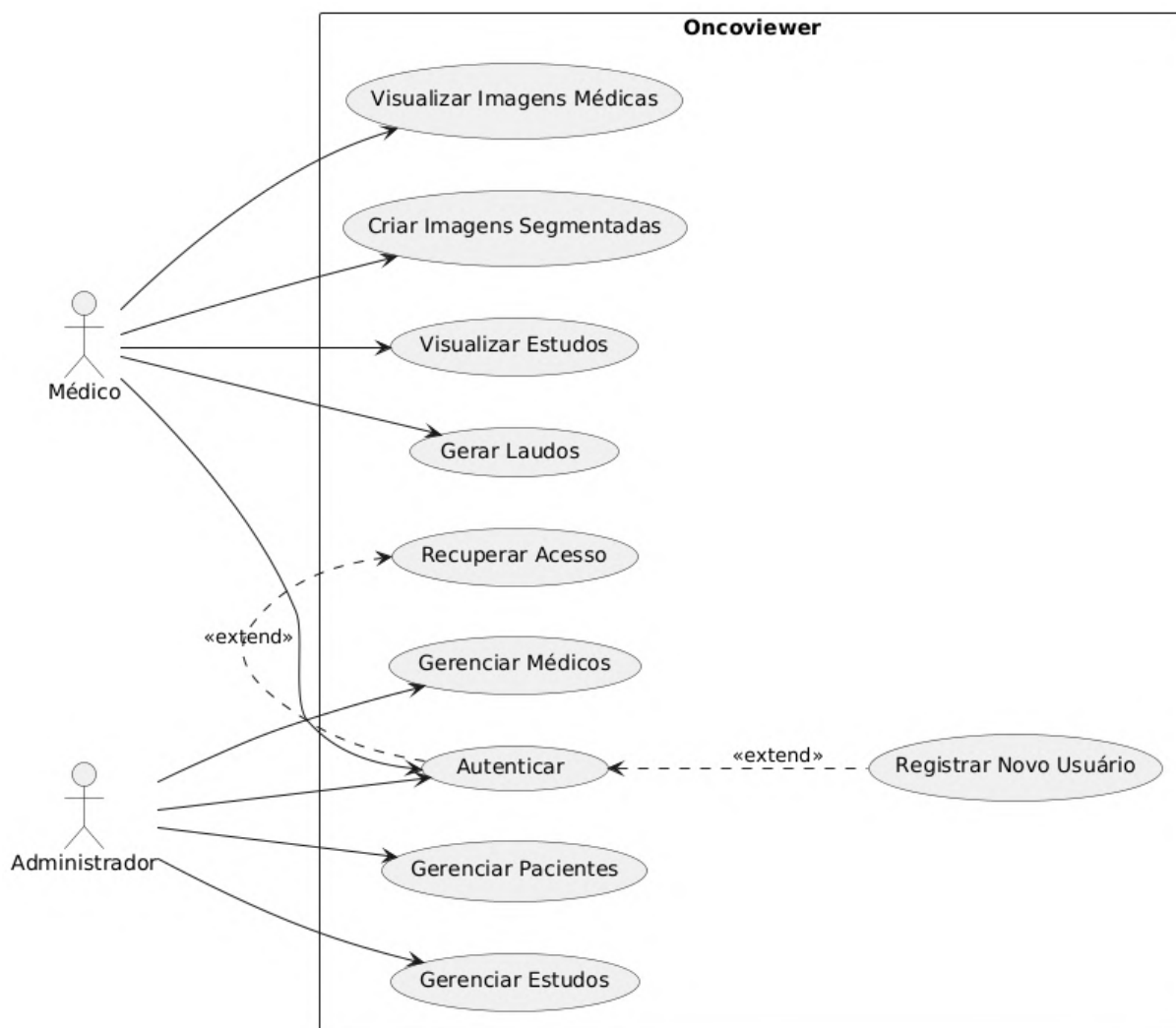
3.1.1.2 Requisitos Não Funcionais

1. **Segurança:** O sistema deve seguir boas práticas de segurança, incluindo criptografia de dados, autenticação segura e proteção contra acessos não autorizados.
2. **Escalabilidade:** Deve ser capaz de lidar com um grande volume de dados e usuários simultâneos sem degradação do desempenho.
3. **Compatibilidade:** A plataforma deve ser acessível via navegadores modernos e dispositivos móveis.
4. **Performance:** O tempo de carregamento das imagens médicas e a resposta do sistema devem ser otimizados para proporcionar uma experiência fluida ao usuário.
5. **Disponibilidade:** O sistema deve ser altamente disponível, garantindo acesso contínuo aos usuários com mínima interrupção.
6. **Usabilidade:** A interface deve ser intuitiva e facilitar a navegação, mesmo para usuários sem experiência técnica.
7. **Backup e recuperação:** Os dados armazenados devem contar com um mecanismo de backup automático e recuperação em caso de falha.

3.1.2 Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso descreve as interações entre os atores (usuários não autenticados, médicos e administradores) e o Oncoviewer. Cada caso de uso detalha uma funcionalidade específica do sistema, proporcionando clareza sobre como diferentes usuários interagem com as ferramentas disponíveis.

Figura 1 – Diagrama de Caso de Uso do Oncoviewer



Fonte: De Autoria Própria

3.1.2.1 Novos Usuários

Novos usuários devem registrar-se e adquirir uma assinatura para obter acesso. O processo de registro e assinatura garante a segurança e o controle adequados do acesso à plataforma.

3.1.2.2 Usuários Não Autenticados

Usuários que ainda não possuem credenciais de acesso podem realizar algumas ações básicas:

- **Registrar-se:** Iniciar o processo de criação de uma conta fornecendo as informações necessárias.

- **Solicitar Assinatura:** Após o registro, é necessário adquirir uma assinatura para acessar os recursos completos da plataforma.
- **Visualizar Informações Públicas:** Acesso a seções públicas do site, incluindo detalhes sobre o serviço e políticas de uso.

3.1.2.3 Usuários Registrados

Usuários com credenciais de acesso podem se autenticar na plataforma e recuperar seus acessos em caso de perda de senha. O acesso concedido é específico para cada tipo de usuário:

Administradores

- Acesso completo ao sistema.
- Capacidade de gerenciar médicos, pacientes e estudos clínicos.
- Manutenção da integridade dos dados e administração eficiente dos recursos da plataforma.

Médicos

- Acesso limitado a funções específicas como cadastro e listagem de estudos, laudos e informações de pacientes.
- Responsáveis por visualizar imagens médicas, gerar imagens segmentadas e criar laudos médicos.
- Este acesso restrito assegura que os médicos executem suas tarefas críticas eficazmente, sem acesso a informações administrativas.

3.1.3 Backlog

Para organizar e priorizar as funcionalidades identificadas no levantamento de requisitos, foi utilizada a técnica de backlog. Nessa abordagem, as atividades foram registradas e classificadas com base na sua relevância e urgência. O Trello, uma ferramenta amplamente utilizada em projetos de gerenciamento ágil (Trello, Inc.,), foi escolhido para gerenciar o backlog. Ele permitiu uma colaboração eficaz entre os membros da equipe, oferecendo funcionalidades como a visualização de tarefas em andamento, concluídas e pendentes, além de facilitar o monitoramento das fases do projeto em tempo real.

Figura 2 – Backlog



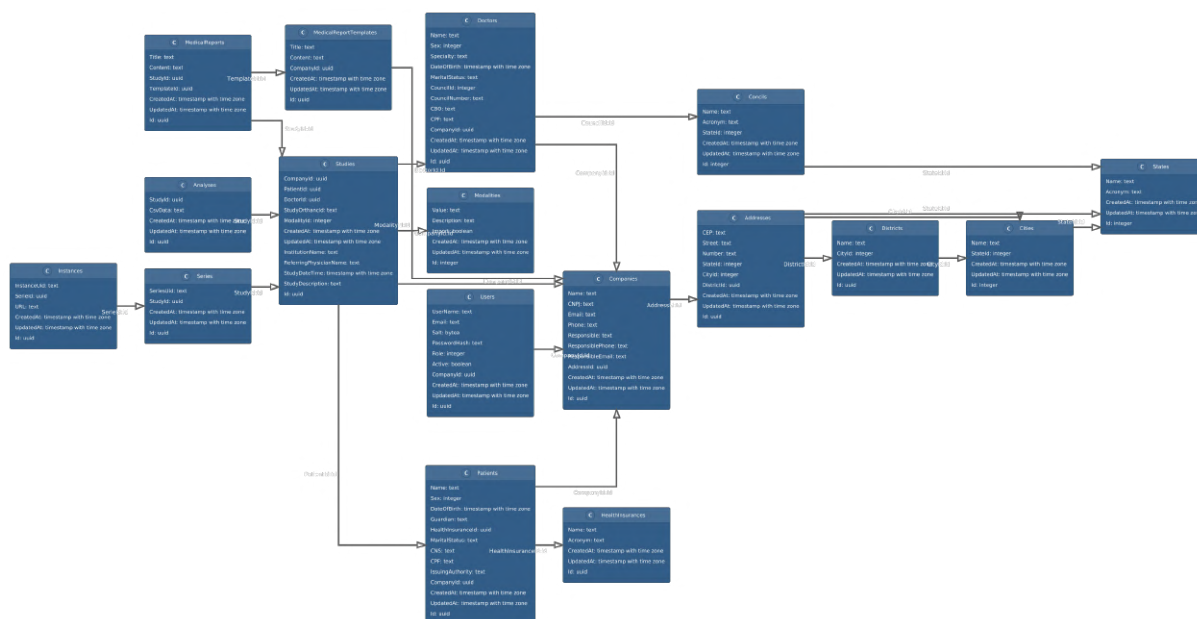
Fonte: De Autoria Própria

3.2 PROTOTIPAÇÃO

3.2.1 Diagrama de Classe

O diagrama de classes do Oncoviewer apresenta uma estrutura em que cada classe e seus relacionamentos são mapeados para que represente bem as funcionalidades do software.

Figura 3 – Diagrama de Classe do Oncoviewer



Fonte: De Autoria Própria

A classe MedicalReports é central para armazenar relatórios médicos, que são

vinculados a `ReportTemplates` para manter a consistência no formato dos relatórios e a `Studies` para associar cada relatório a um estudo médico específico. Isso facilita a geração e recuperação de relatórios padronizados com base em dados de estudo individuais.

`Studies` é uma classe crucial que se conecta a `Doctors`, permitindo rastrear quais médicos estão envolvidos em cada estudo, e a `Modalities`, que define os diferentes tipos de procedimentos ou equipamentos usados nos estudos. A classe `Series` e `Instances` são subclasses de `Studies`, onde `Series` representa uma série de imagens ou dados coletados em um único procedimento, e `Instances` são as instâncias individuais dessas imagens ou dados.

`Analyses` é outra classe importante, representando análises específicas feitas sobre os dados dos estudos, garantindo que cada análise seja rastreada e relacionada de volta ao estudo de onde os dados foram originados.

O diagrama também inclui uma representação de entidades relacionadas a `Doctors`, como `Councils` e `Companies`, indicando as afiliações profissionais e organizacionais dos médicos. `Patients` é vinculado a `Companies` e `HealthInsurances`, destacando a importância de gerenciar informações sobre seguros de saúde e as afiliações empresariais dos pacientes.

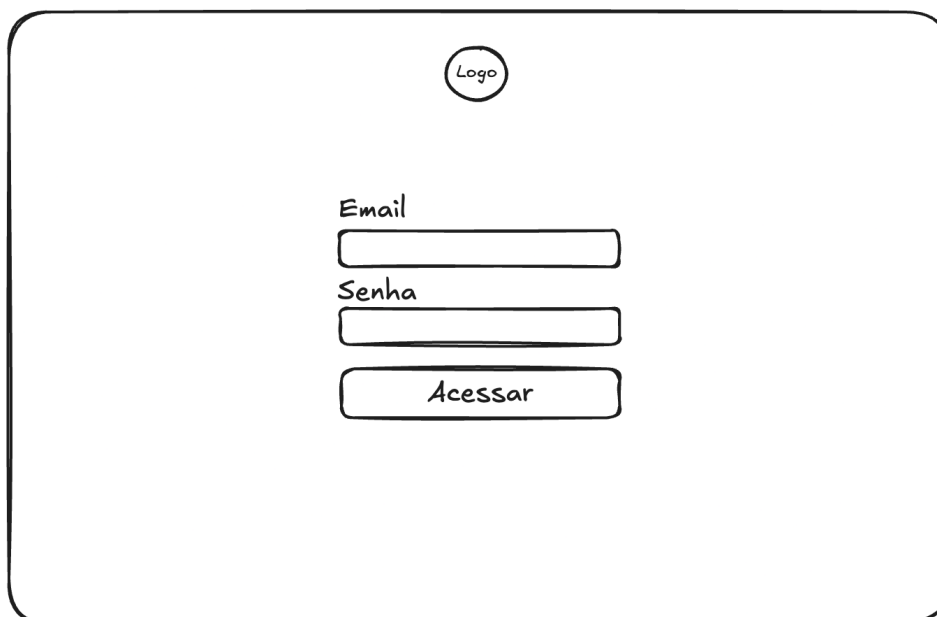
Além disso, `Addresses`, `Districts`, `Cities`, e `States` formam uma hierarquia geográfica que é usada para detalhar informações de localização para várias outras classes, proporcionando uma maneira de gerenciar e consultar informações baseadas em localização de maneira eficiente.

Este diagrama é fundamental para o funcionamento do `Oncoviewer`, pois define como os dados são estruturados, mantidos e inter-relacionados, permitindo um fluxo de trabalho eficiente e a integração de múltiplas fontes de dados em uma plataforma coesa.

3.2.2 Wireframe

Inicialmente, foram criados wireframes, utilizando a ferramenta **Excalidraw**, que oferece uma abordagem rápida e simples para esboçar as primeiras ideias de layout. Esta ferramenta foi utilizada para esboçar as principais telas da aplicação.

Figura 4 – Wireframe da tela de login



Logo

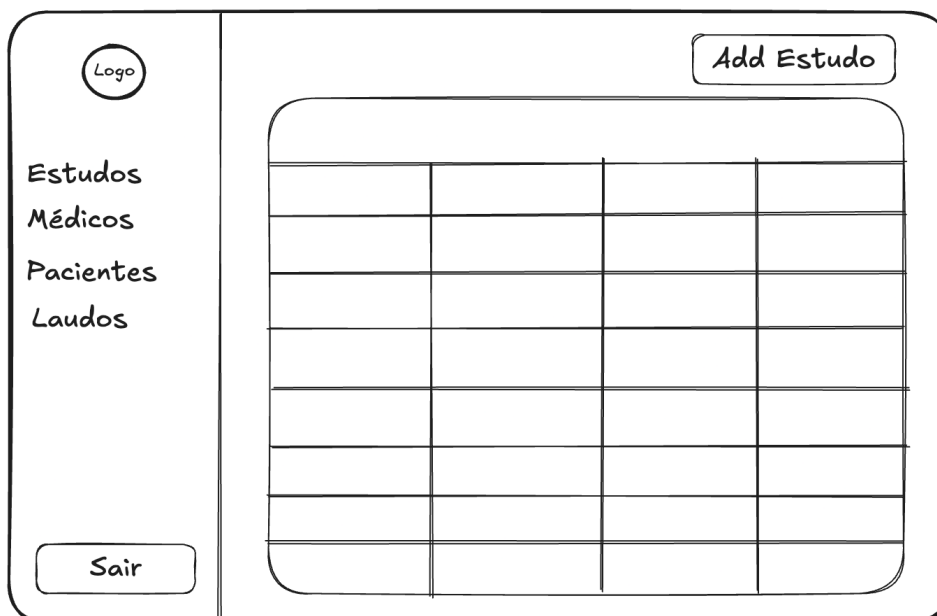
Email

Senha

Acessar

Fonte: De Autoria Própria

Figura 5 – Wireframe da tela de listagem de estudos



Logo

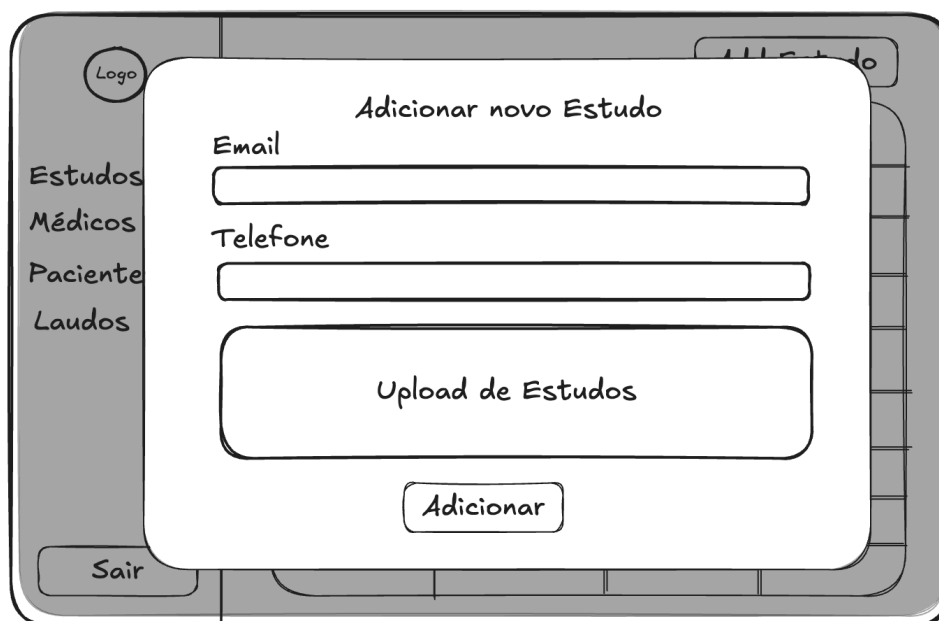
Add Estudo

Estudos
Médicos
Pacientes
Laudos

Sair

Fonte: De Autoria Própria

Figura 6 – Wireframe da tela de criação de estudos



Logo

Estudos
Médicos
Paciente
Laudos

Sair

Adicionar novo Estudo

Email

Telefone

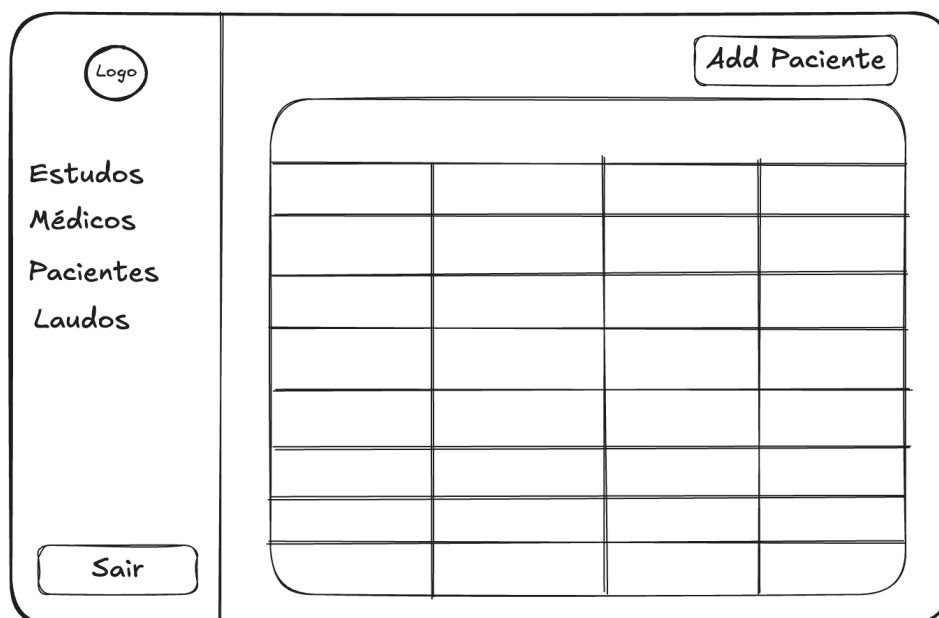
Upload de Estudos

Adicionar

Detailed description: This is a wireframe for a 'Create new study' screen. It features a sidebar on the left with a 'Logo' and menu items: 'Estudos', 'Médicos', 'Paciente', and 'Laudos'. At the bottom of the sidebar is a 'Sair' button. The main content area is a white modal box titled 'Adicionar novo Estudo'. Inside the modal, there are two input fields labeled 'Email' and 'Telefone'. Below these is a large rounded rectangle labeled 'Upload de Estudos'. At the bottom of the modal is an 'Adicionar' button.

Fonte: De Autoria Própria

Figura 7 – Wireframe da tela de listagem de pacientes



Logo

Estudos
Médicos
Pacientes
Laudos

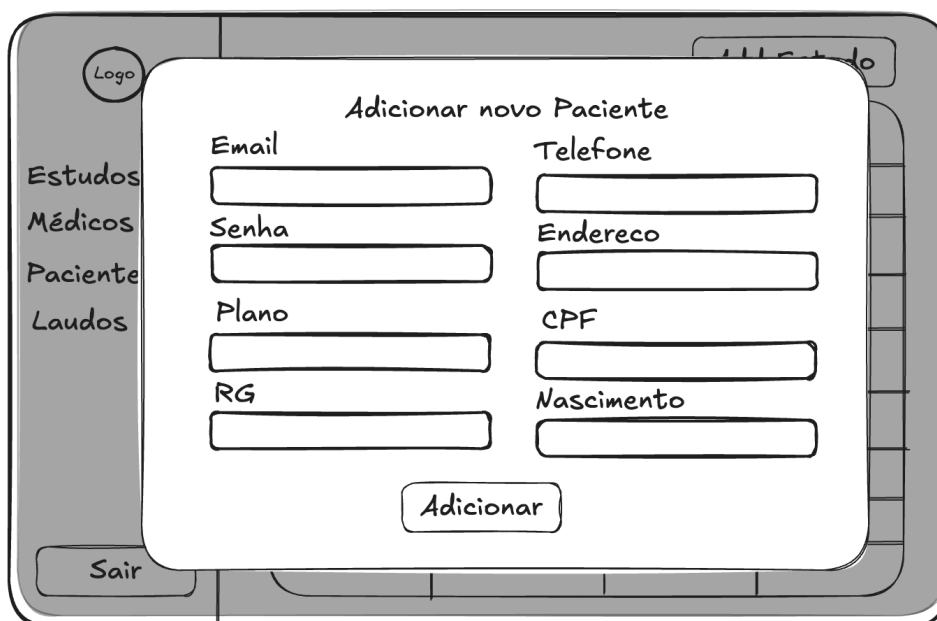
Sair

Add Paciente

Detailed description: This is a wireframe for a 'Patient list' screen. It features a sidebar on the left with a 'Logo' and menu items: 'Estudos', 'Médicos', 'Pacientes', and 'Laudos'. At the bottom of the sidebar is a 'Sair' button. The main content area has an 'Add Paciente' button at the top right. Below the button is a table with 4 columns and 10 rows. The table is currently empty.

Fonte: De Autoria Própria

Figura 8 – Wireframe da tela de criação de pacientes



Logo

Estudos
Médicos
Paciente
Laudos

Sair

Adicionar novo Paciente

Email

Telefone

Senha

Endereco

Plano

CPF

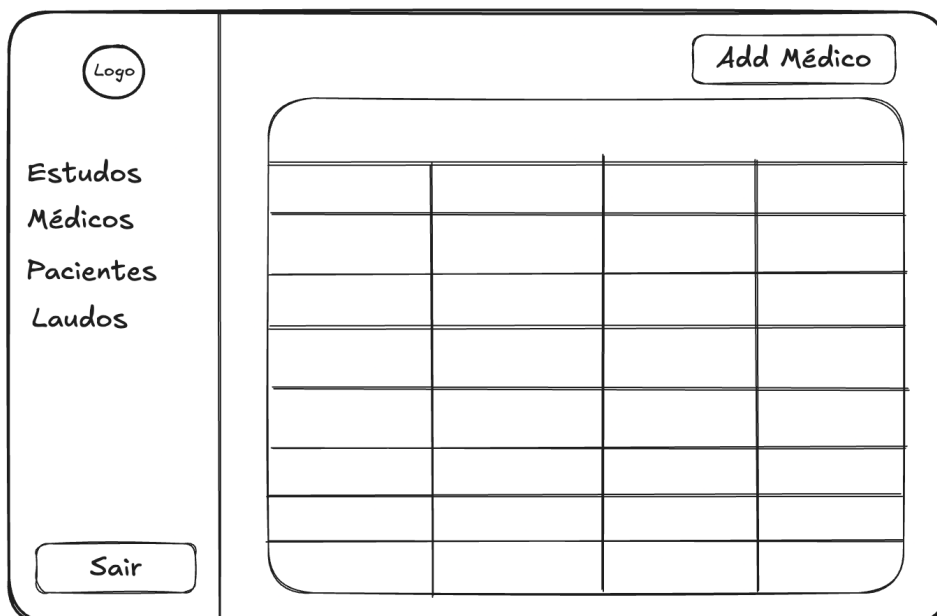
RG

Nascimento

Adicionar

Fonte: De Autoria Própria

Figura 9 – Wireframe da tela de listagem de médicos



Logo

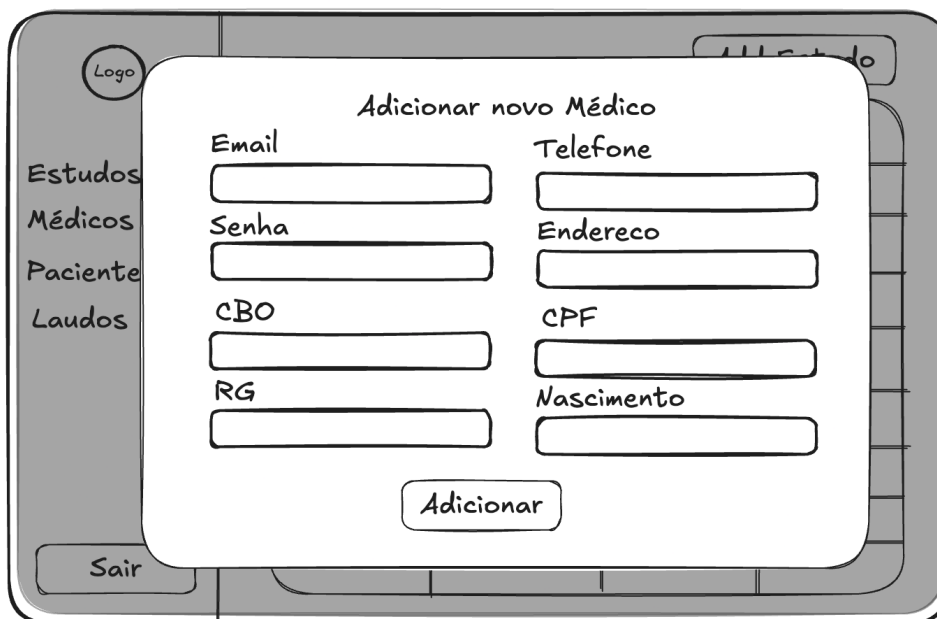
Estudos
Médicos
Pacientes
Laudos

Sair

Add Médico

Fonte: De Autoria Própria

Figura 10 – Wireframe da tela de criação de médicos



Logo

Estudos
Médicos
Paciente
Laudos

Sair

Adicionar novo Médico

Email

Telefone

Senha

Endereco

CBO

CPF

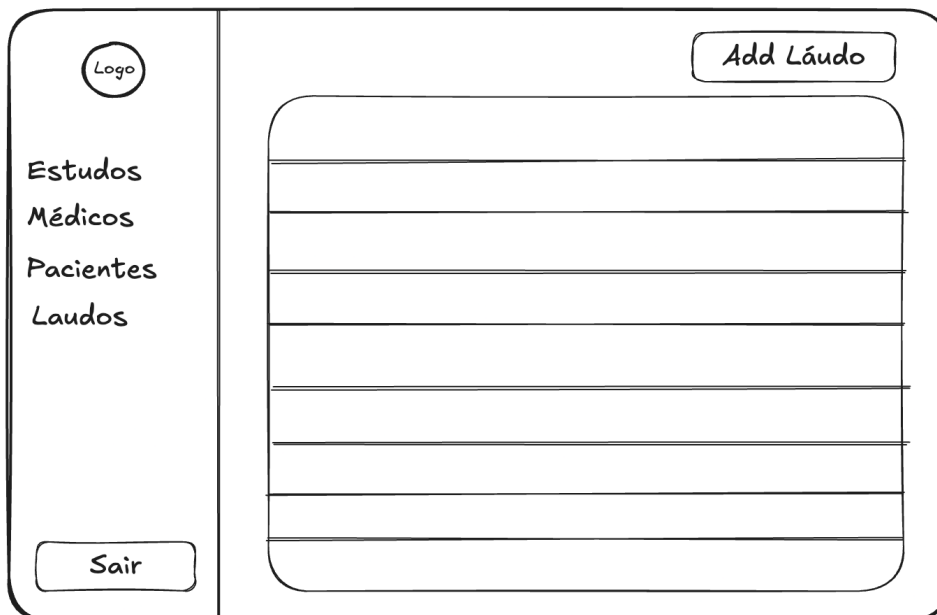
RG

Nascimento

Adicionar

Fonte: De Autoria Própria

Figura 11 – Wireframe da tela de listagem de laudos



Logo

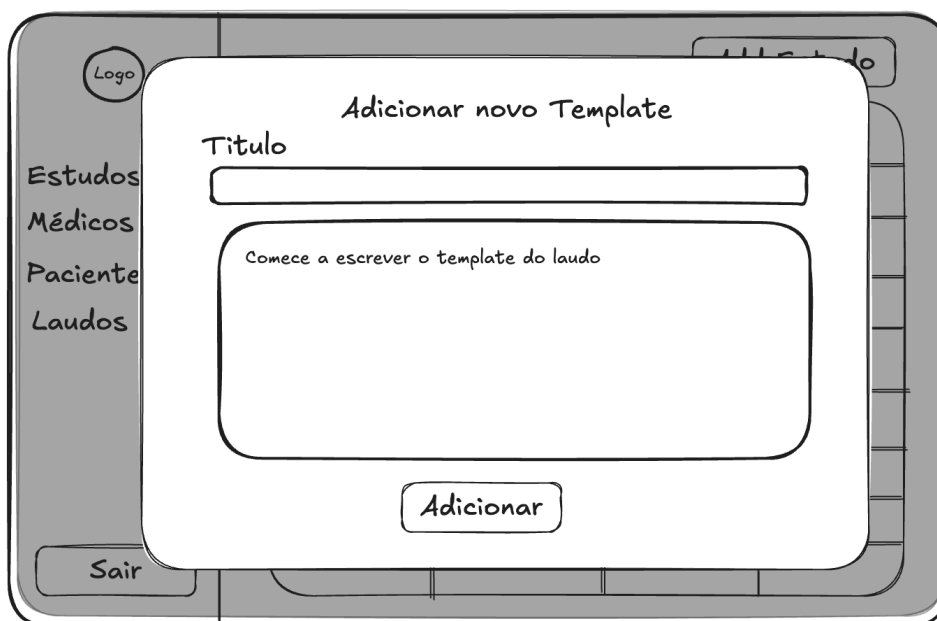
Estudos
Médicos
Pacientes
Laudos

Sair

Add Lâudo

Fonte: De Autoria Própria

Figura 12 – Wireframe da tela de criação de laudos



Logo

Estudos
Médicos
Paciente
Laudos

Sair

Adicionar novo Template

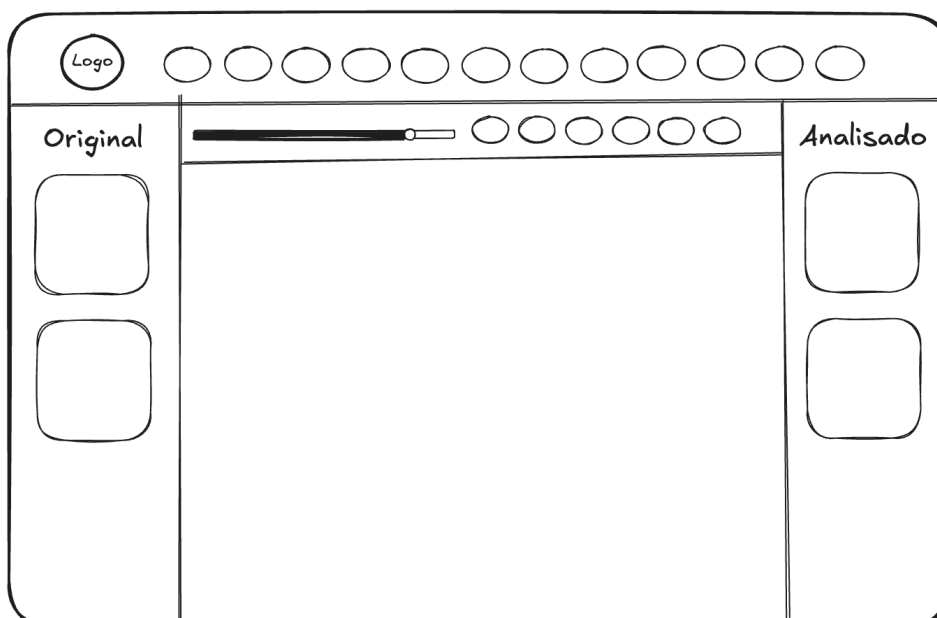
Título

Comece a escrever o template do laudo

Adicionar

Fonte: De Autoria Própria

Figura 13 – Wireframe da tela de visualização com um visualizador



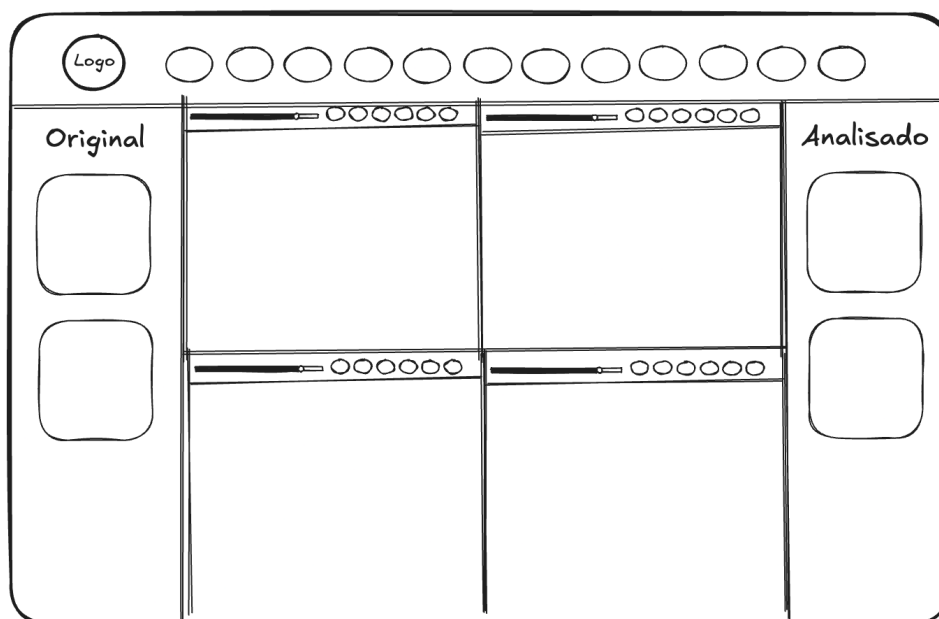
Logo

Original

Analizado

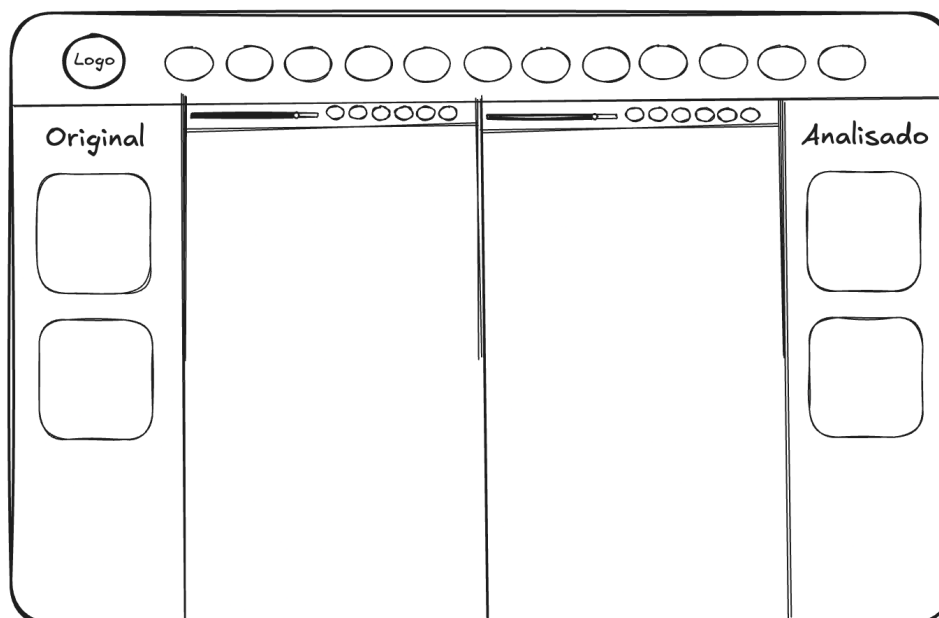
Fonte: De Autoria Própria

Figura 14 – Wireframe da tela de visualização com quatro visualizadores



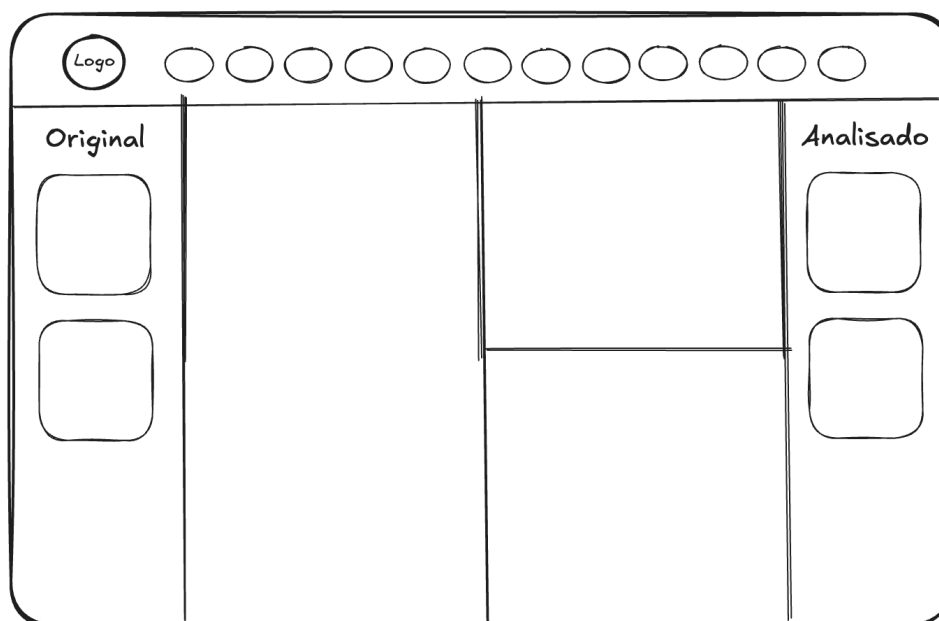
Fonte: De Autoria Própria

Figura 15 – Wireframe da tela de visualização com dois visualizadores



Fonte: De Autoria Própria

Figura 16 – Wireframe da tela de visualização com MPR

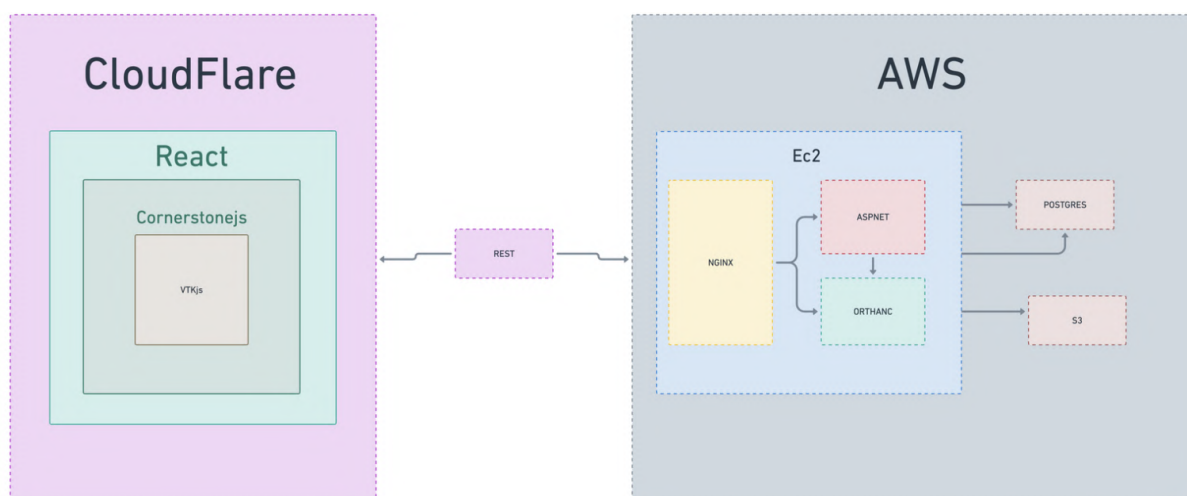


Fonte: De Autoria Própria

3.2.3 Arquitetura do Sistema

A arquitetura serve para demonstrar uma visão mais abrangente da comunicação entre as diferentes partes do sistema. Essa descrição é útil para se ter uma noção de como o software vai ser desenvolvido, pois mostra de forma visual como cada parte do software irá interagir e quais tecnologias serão usadas.

Figura 17 – Arquitetura do Sistema



Fonte: De Autoria Própria

3.2.3.1 FrontEnd

O Frontend do Oncoviewer é desenvolvido em React para a construção da interface. A visualização de imagens médicas é feita com as bibliotecas Cornerstone e VTK.js, que oferecem ferramentas para renderização e manipulação de imagens DICOM em 2D e 3D. O CloudFlare, integrado como CDN, garante a entrega eficiente do conteúdo e a proteção contra ameaças externas.

3.2.3.2 API

A API, construída com ASP.NET, é o núcleo de processamento do sistema, onde a lógica de negócios é executada. Ela lida com autenticações, interações com o banco de dados e a gestão de imagens médicas, proporcionando uma ponte segura e eficiente entre o frontend e as bases de dados e o armazenamento. Esta camada é crucial para o gerenciamento de dados, garantindo que as operações sejam executadas conforme as regras de negócio estabelecidas e os padrões de segurança.

3.2.3.3 Servidor

Os servidores AWS EC2 hospedam a API e o servidor de imagens Orthanc, proporcionando um ambiente escalável e controlado para o processamento e armazenamento de informações. O Orthanc, especializado em imagens DICOM, permite o armazenamento e recuperação eficiente de imagens médicas, crucial para o diagnóstico e tratamento em saúde. Os dados são armazenados no Amazon S3 por sua alta disponibilidade e segurança, enquanto o RDS Postgres suporta o armazenamento de dados transacionais e operacionais, oferecendo um serviço robusto e confiável de gestão de banco de dados.

3.3 DESENVOLVIMENTO

Nesta seção serão descritas em detalhes as tecnologias adotadas para o desenvolvimento do Oncoviewer. O objetivo é fornecer uma visão clara sobre o processo de seleção dessas tecnologias, explicando não apenas quais foram escolhidas, mas também os critérios e motivações que influenciaram cada decisão.

3.3.1 React

O React foi escolhido como a principal biblioteca para o desenvolvimento da interface do Oncoviewer. A decisão foi baseada em vários fatores, incluindo a eficiência no gerenciamento do estado da aplicação através de hooks como 'useState' e 'useEffect', e a capacidade de renderizar componentes de maneira otimizada utilizando o Virtual DOM. Essas características são essenciais ao lidar com a manipulação

de imagens médicas em tempo real, já que o React oferece uma experiência de usuário fluida, mesmo quando trabalhando com volumes de dados complexos. Além disso, sua estrutura de componentes reutilizáveis facilita o desenvolvimento modular, permitindo que funcionalidades como o visualizador de imagens DICOM, ferramentas de anotação e controles de zoom sejam encapsuladas e reutilizadas em diferentes partes da aplicação. A comunidade ativa e o vasto ecossistema de bibliotecas e pacotes também foram fatores decisivos, permitindo a integração com outras tecnologias, como o Cornerstone3D, de maneira eficiente e sem sobrecarga no desenvolvimento.

3.3.2 Cornerstone3D

A biblioteca Cornerstone3D foi selecionada como a solução principal para o manuseio e renderização de imagens médicas no formato diretamente no navegador. Esta escolha foi motivada pela capacidade da biblioteca de lidar com imagens volumétricas em 2D e 3D, um requisito essencial para o Oncoviewer, que visa oferecer visualizações detalhadas e interativas de exames médicos. O Cornerstone3D permite a manipulação avançada de imagens, como ajuste no contraste, rotação, zoom e deslocamento, todos úteis para a análise precisa de imagens médicas. Ademais, o Cornerstone3D também oferece extensibilidade por meio de plugins, permitindo a customização de funcionalidades específicas de acordo com as necessidades, como sobreposições de segmentações e medições automatizadas.

3.3.3 Chakra UI

Para a criação da interface, o Chakra UI foi escolhido como a biblioteca estilização. Essa escolha se deve à sua filosofia "a11y-first", garantindo que a aplicação seja acessível e usável por qualquer tipo de usuário, incluindo aqueles com deficiências visuais. O Chakra UI oferece uma vasta gama de componentes prontos, como botões, modais, caixas de seleção e sistemas de layout flexíveis, que agilizam o processo de desenvolvimento e garantem uma experiência de usuário consistente. Além disso, a biblioteca permite fácil personalização de temas, cores e espaçamentos, facilitando a adequação à identidade visual do Oncoviewer. A integração do Chakra UI com React e suas ferramentas de estilo em CSS-in-JS permite a criação de interfaces performáticas, com componentes que são renderizados apenas quando necessários, evitando recargas desnecessárias e melhorando a responsividade da aplicação.

3.3.4 ASP.NET

O ASP.NET Core foi escolhido como o framework backend, devido à sua robustez, segurança e escalabilidade no desenvolvimento de APIs RESTful. O ASP.NET se destaca por sua integração nativa com sistemas baseados em Microsoft Azure e

outros serviços da nuvem, permitindo um backend altamente seguro, com controle refinado de permissões de acesso e integração fácil com sistemas de autenticação, como o OAuth e o JWT (JSON Web Tokens). Além disso, o ASP.NET oferece suporte a middlewares, permitindo a adição de funcionalidades de maneira modular, como logging, cache e autenticação. A escolha do ASP.NET também se baseia na sua capacidade de processar grandes volumes de dados de forma eficiente, um fator crucial para o Oncoviewer, que lida com imagens médicas pesadas e de alta resolução. O suporte a LINQ e Entity Framework facilita a comunicação com bancos de dados, permitindo consultas eficientes e a manutenção de um código limpo e organizado.

3.3.5 Orthanc

O Orthanc foi adotado como o servidor PACS (Picture Archiving and Communication System) para o armazenamento e gestão das imagens médicas no formato DICOM. O Orthanc é uma plataforma open-source altamente confiável para o gerenciamento de imagens médicas, oferecendo suporte completo para os padrões DICOM e DICOMweb, o que facilita a interoperabilidade com sistemas de imagem e diagnóstico. A decisão de utilizar o Orthanc foi baseada na sua robustez e flexibilidade, permitindo armazenar, indexar e compartilhar imagens médicas de forma escalável e segura. O Orthanc também oferece uma API RESTful, o que permite sua integração direta com o backend ASP.NET, facilitando a comunicação e a transferência de dados entre as instâncias do PACS e a interface do usuário no Oncoviewer. Com o Orthanc, o Oncoviewer pode lidar eficientemente com milhares de imagens médicas, garantindo sua disponibilidade e segurança.

3.3.6 Nginx

O servidor web Nginx foi escolhido como o proxy reverso para o Oncoviewer, responsável pelo balanceamento de carga, roteamento e segurança da aplicação. A escolha do Nginx foi motivada por sua capacidade de lidar com um alto volume de conexões simultâneas e fornecer conteúdo estático de maneira extremamente rápida. Além disso, o Nginx atua como uma camada de segurança, protegendo o servidor backend de ataques externos, como DDoS (Distributed Denial of Service) e SQL injection, ao filtrar e redirecionar tráfego suspeito. O Nginx também permite a configuração de cache eficiente, o que melhora a velocidade de entrega de imagens e dados estáticos, garantindo que o Oncoviewer tenha uma performance otimizada em ambientes de produção. Sua arquitetura modular e alta escalabilidade fazem do Nginx uma solução adequada para o crescimento futuro da plataforma, permitindo sua adaptação conforme a demanda.

3.3.7 S3

O Amazon S3 foi escolhido como a solução de armazenamento em nuvem para os dados estáticos, como os arquivos DICOM e relatórios gerados pela plataforma. O S3 é amplamente reconhecido por sua confiabilidade e escalabilidade quase infinita, garantindo que grandes volumes de dados possam ser armazenados e acessados de maneira segura e eficiente. A decisão de utilizar o S3 foi baseada em sua integração nativa com outros serviços da AWS, como EC2 e CloudFront, permitindo uma infraestrutura altamente automatizada e com alta disponibilidade. O S3 também oferece políticas de controle de acesso refinadas, garantindo a privacidade e segurança dos dados médicos sensíveis. Além disso, a flexibilidade de preços do S3, com modelos de pagamento por uso, torna-o uma solução econômica e escalável para o armazenamento de dados no longo prazo.

3.3.8 EC2

As instâncias EC2 da AWS foram selecionadas como a infraestrutura computacional para o processamento backend da aplicação. A flexibilidade das instâncias EC2 permite ajustar a capacidade de processamento conforme a demanda, garantindo que o Oncoviewer tenha os recursos necessários para processar e renderizar imagens médicas de forma eficiente, sem desperdício de recursos. As instâncias são configuradas para lidar com tarefas como o processamento de dados DICOM, renderização de imagens em tempo real e a execução de análises complexas, como a segmentação de regiões de interesse nas imagens. A escolha do EC2 também proporciona uma infraestrutura elástica, que pode ser facilmente escalada para atender a um número crescente de usuários ou ao aumento no volume de dados processados pela plataforma.

3.3.9 Cloudflare

O Cloudflare foi implementado como uma camada adicional de segurança e otimização de performance para o Oncoviewer. A plataforma Cloudflare oferece proteção contra uma série de ataques, como DDoS, além de fornecer serviços de caching para otimizar o carregamento de conteúdo estático. Ao distribuir o conteúdo através de sua rede de CDN (Content Delivery Network), o Cloudflare garante que o tempo de carregamento do Oncoviewer seja minimizado, independentemente da localização geográfica do usuário. A implementação do Cloudflare também melhora a segurança, fornecendo uma barreira extra contra ataques de força bruta e tentativas de invasão. A facilidade de configuração e a integração direta com AWS tornam o Cloudflare uma escolha ideal para manter a alta disponibilidade e segurança da plataforma.

3.4 ONCOVIEWER

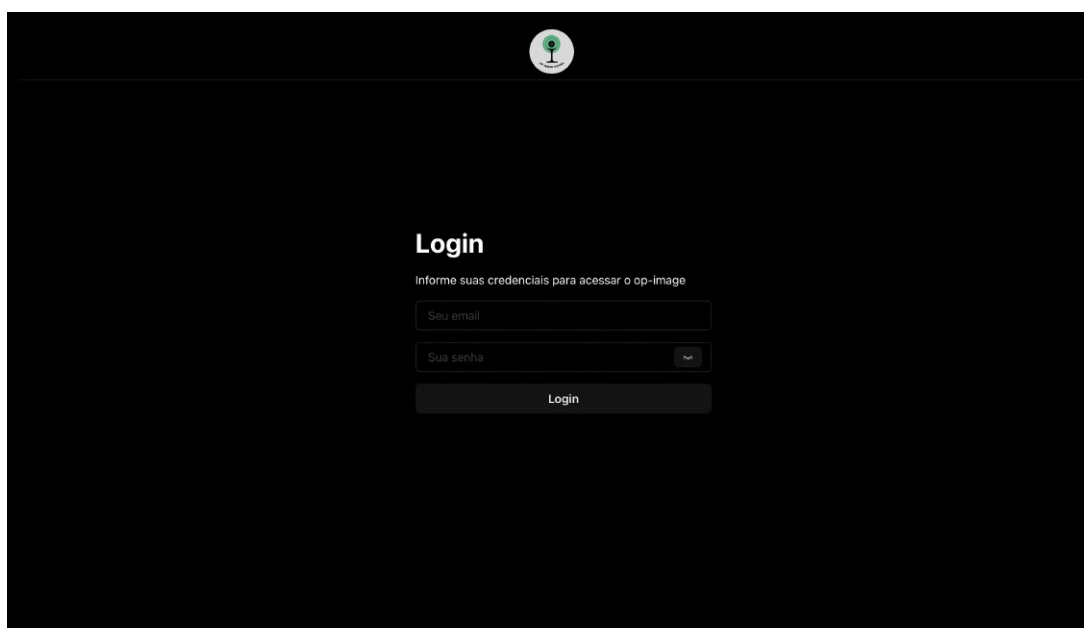
3.4.1 Características do software

A solução foi desenvolvida para web, pois proporciona acessibilidade multiplataforma, permitindo que usuários acessem a aplicação de qualquer dispositivo com conexão à internet, sem a necessidade de instalação local. Além disso, o modelo web facilita a manutenção e atualização do sistema, garantindo que novas funcionalidades e correções sejam disponibilizadas de forma centralizada, sem depender da atualização manual dos usuários. Outro fator importante é a escalabilidade, possibilitada pela infraestrutura baseada em nuvem, permitindo que a plataforma atenda a um grande número de usuários simultaneamente com alto desempenho e segurança.

3.4.2 Apresentação da plataforma

Nesta parte, serão apresentadas e detalhadas cada uma das telas da aplicação.

Figura 18 – Tela de login



Fonte: De Autoria Própria

A tela de login é a porta de entrada da aplicação, é onde o usuário vai inserir suas credenciais para ter acesso à plataforma. Para acessar a plataforma, o usuário deve ter uma conta associada a ele. Esse cadastro de conta será feito pelo administrador, que será o responsável pela aquisição do sistema.

Figura 19 – Tela de lista de estudos

Oncoviewer

Menu

- Estudos
- Pacientes
- Médicos
- Laudos

Sair

Adicionar Estudo

Nome	Médico
Werton	Anônimo
BC01	Anônimo
AKE	Anônimo

☒ Tempo 1
☐ Tempo 2

Abrir Estudo

Fonte: De Autoria Própria

Após o usuário ser autenticado, a tela mostrando todos os estudos será exibida. Nessa tela ele terá a opção de escolher, no máximo 5, os estudo que ele deseja visualizar.

Figura 20 – Tela de adicionar um estudo

Oncoviewer

Menu

- Estudos
- Pacientes
- Médicos
- Laudos

Sair

Adicionar Estudo

Nome	Médico
Werton	Anônimo
BC01	Anônimo
AKE	Anônimo

☒ Tempo 1
☐ Tempo 2

Abrir Estudo

Escolha o tipo de procedimento

Paciente
Selecione um Paciente

Médico
Selecione um médico

Tipo de Procedimento
Tomografia

Selecionar Arquivos Selecionar Diretório

Arraste e solte arquivos aqui ou clique para escolher

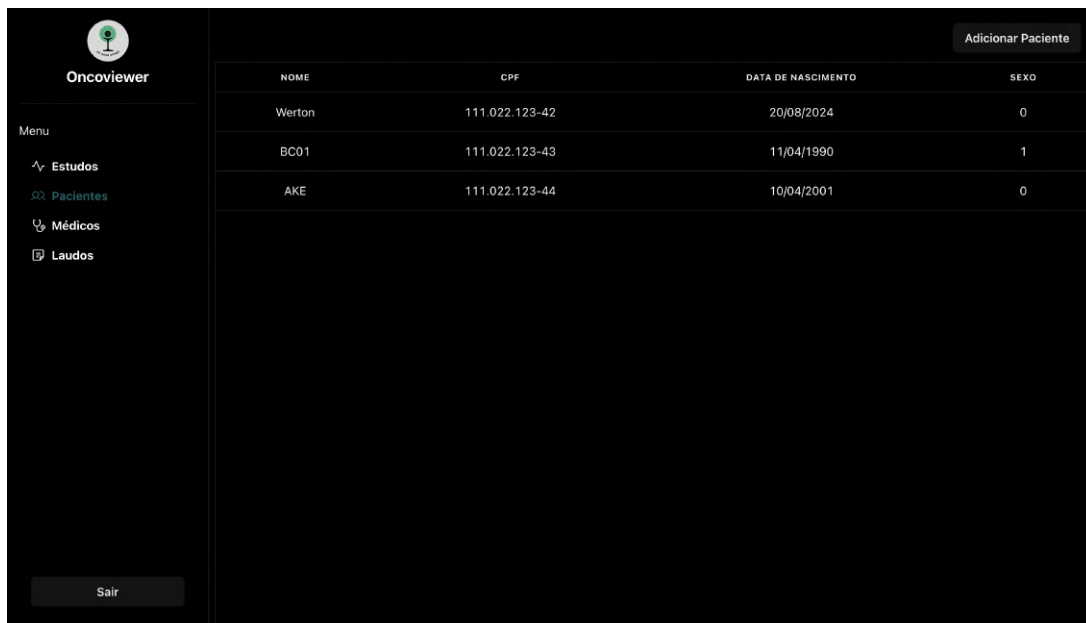
Salvar

Fonte: De Autoria Própria

A tela de adicionar novo estudo possui um formulário que requer as informações do procedimento, do paciente e o médico ao qual o estudo vai ser relacionado. Os

estudos que devem ser enviados são do formato dicom, podendo ser enviados únicos arquivos ou múltiplos. Outra possibilidade é enviar vários dicons zipados.

Figura 21 – Tela de lista de pacientes

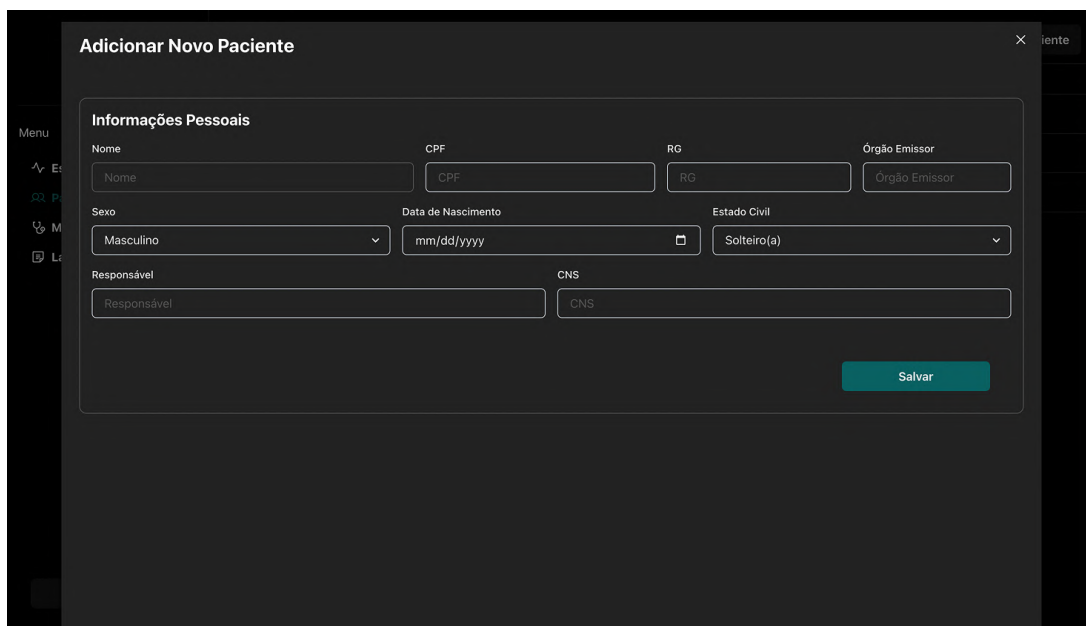


NOME	CPF	DATA DE NASCIMENTO	SEXO
Werton	111.022.123-42	20/08/2024	0
BC01	111.022.123-43	11/04/1990	1
AKE	111.022.123-44	10/04/2001	0

Fonte: De Autoria Própria

A tela de listagem de pacientes mostra todos os pacientes associados aquela instituição. Ela servirá para o gerenciamento dos pacientes na plataforma.

Figura 22 – Tela de adicionar um paciente



Adicionar Novo Paciente

Informações Pessoais

Nome: CPF: RG: Órgão Emissor:

Sexo: Data de Nascimento: Estado Civil:

Responsável: CNS:

Salvar

Fonte: De Autoria Própria

A tela de cadastro de paciente serve para adicionar um novo paciente. Para

Figura 23 – Tela de lista de médicos

NOME	ESPECIALIDADE	CONSELHO	NÚMERO CONSELHO
Test	Test	---	---
Joao Pedro	Colonoscopia	---	---

Fonte: De Autoria Própria

isso, será necessário preencher os campos do formulário com algumas informações relevantes, como nome, CPF, RG, sexo, data de nascimento, estado civil, o responsável e o CNS. A tela de listagem de médicos segue o mesmo fluxo da tela de pacientes. Ela mostra todos os médicos associados a instituição.

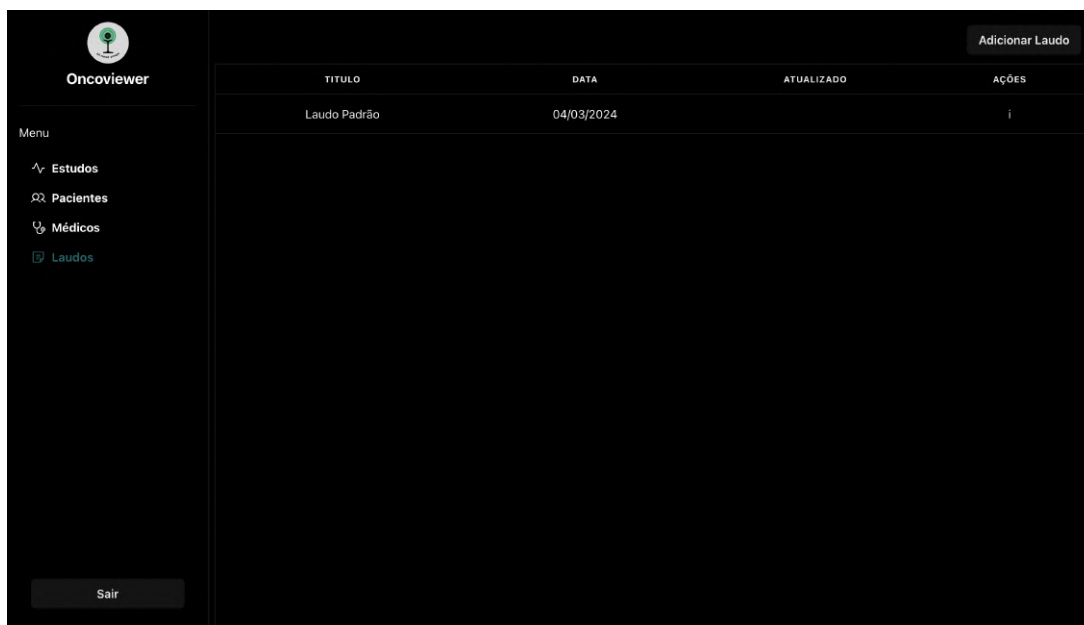
Figura 24 – Tela de adicionar um médico

Fonte: De Autoria Própria

A tela de adicionar um médico segue o mesmo padrão da tela de adicionar

um paciente, mas os campos requeridos são diferentes. Para adicionar um médico, é necessário preencher o formulário com informações como nome, CPF, especialidade, data de nascimento, estado civil e CBO.

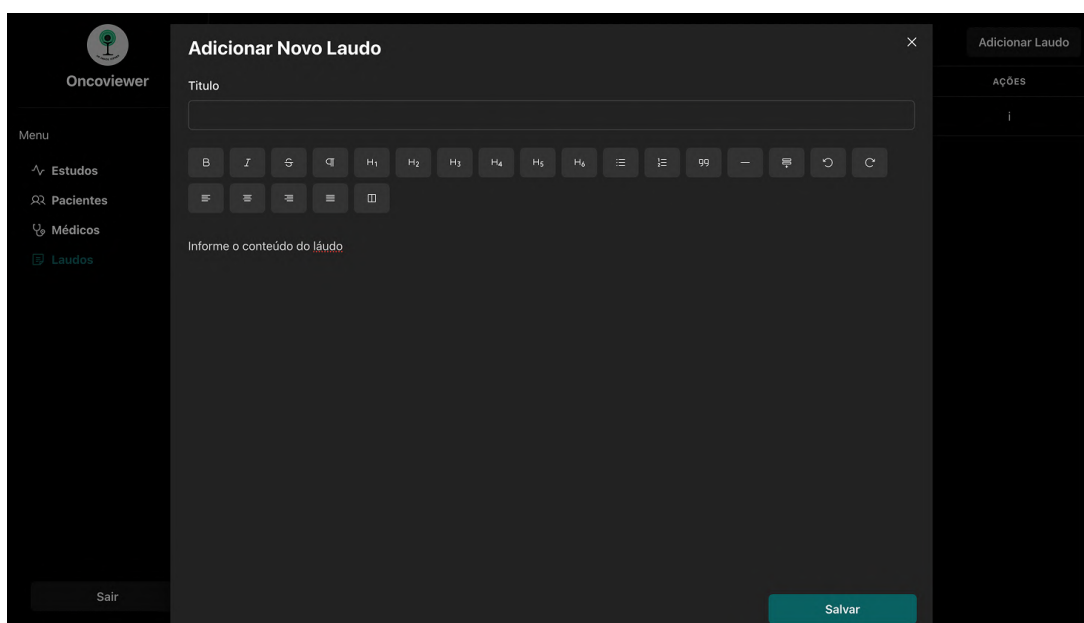
Figura 25 – Tela de lista de template de láudos



Fonte: De Autoria Própria

A tela de templates de láudos irá mostrar todos os templates de láudos criado para aquela instituição. Os templates servirão de modelos para os laudos que forem criados tenha uma padronização própria.

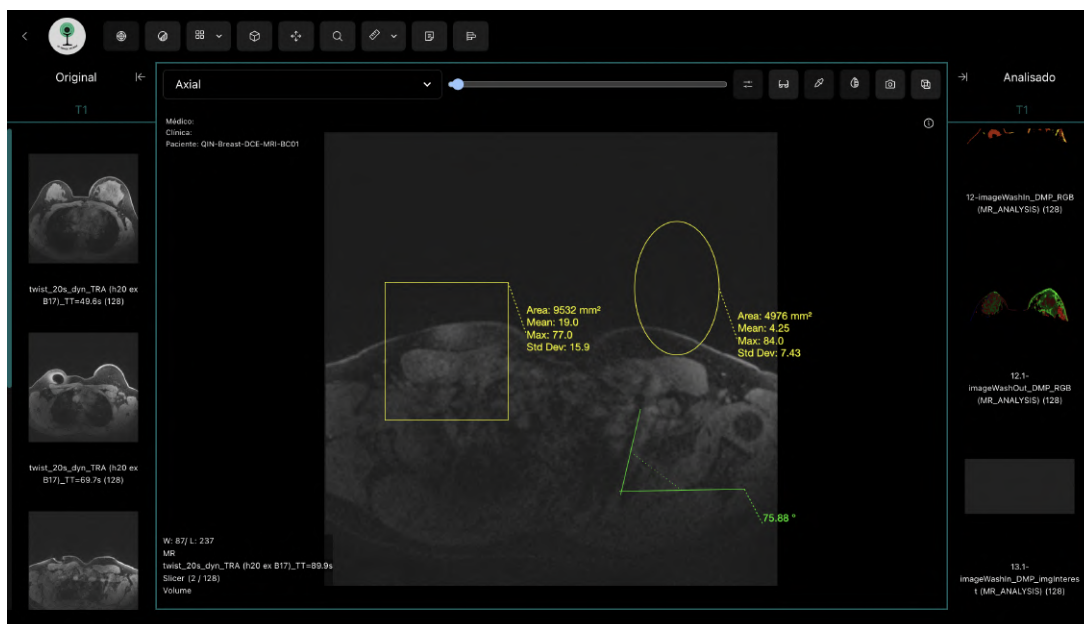
Figura 26 – Tela de adicionar um template de um laudo



Fonte: De Autoria Própria

A tela para criar um template de um láudo possui um campo de título e outro com o formato do template. Para o segundo campo, há um editor de texto completo para que o usuário seja livre na customização.

Figura 27 – Tela visualização, mostrando uma única imagem e anotações



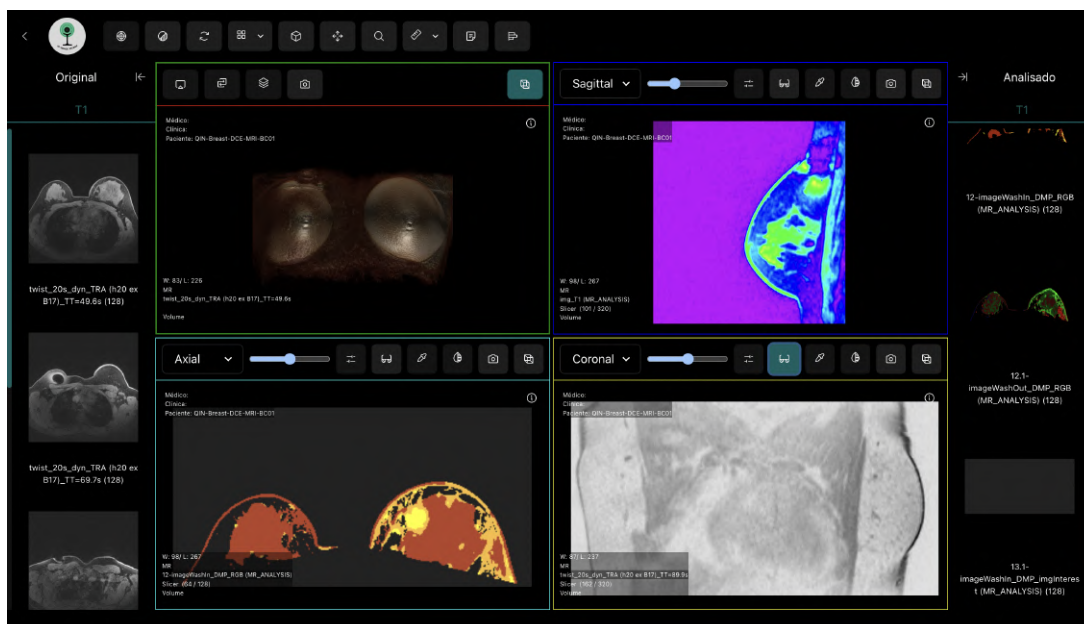
Fonte: De Autoria Própria

Figura 28 – Tela visualização, mostrando duas imagens com diferentes posições



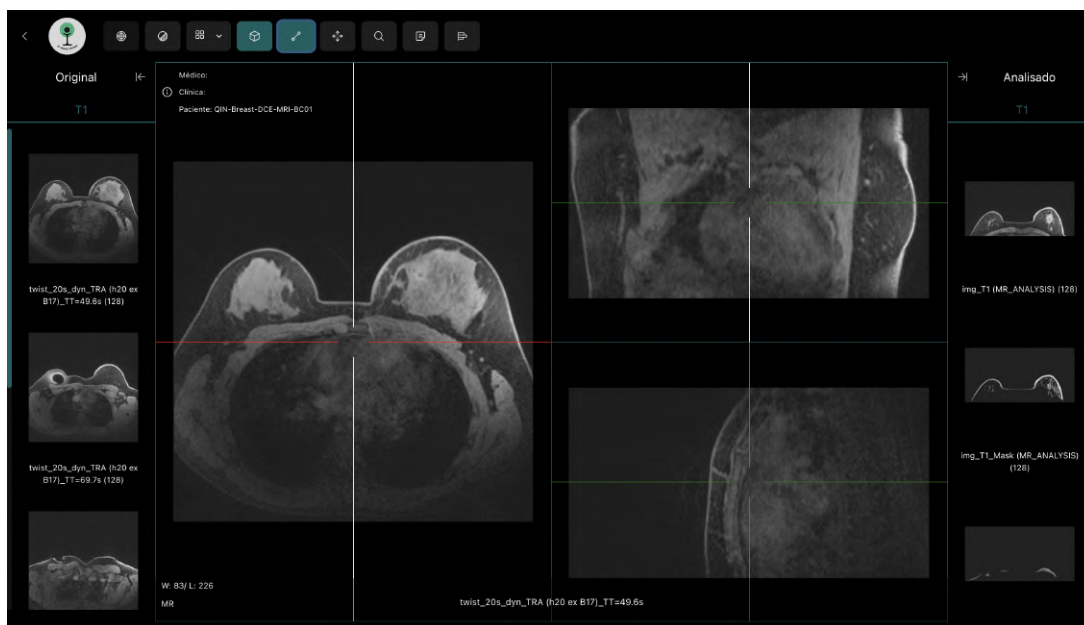
Fonte: De Autoria Própria

Figura 29 – Tela visualização, mostrando quatro imagens com diferentes posições, formatos e cores



Fonte: De Autoria Própria

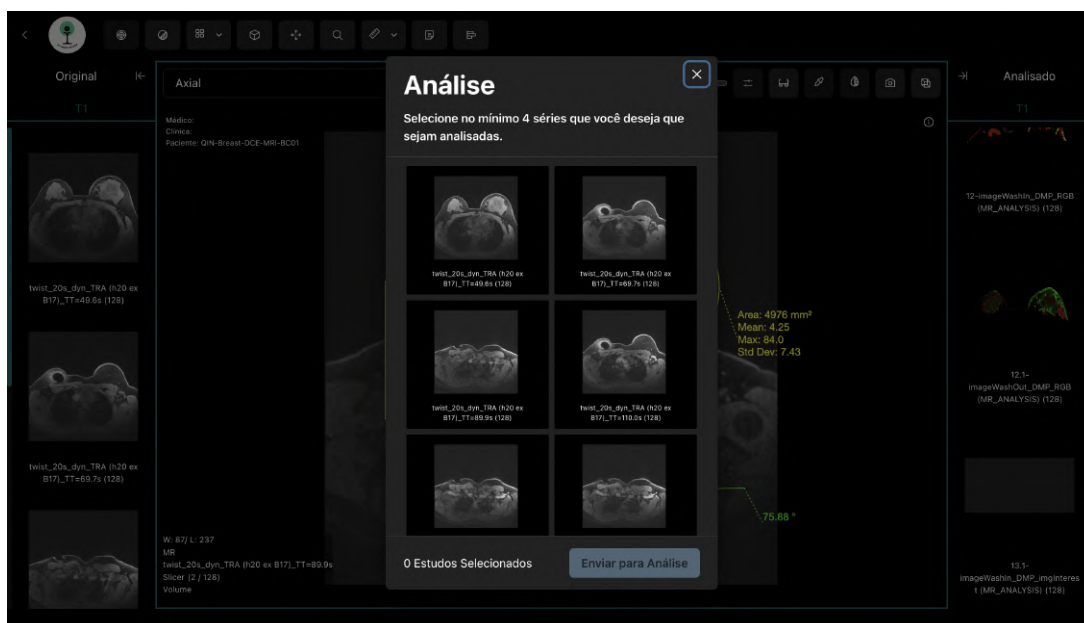
Figura 30 – Tela visualização mostrando o MPR



Fonte: De Autoria Própria

As telas de visualização é o core da aplicação. Ela será responsável pela visualização dos estudos em formatos 2D, 3D e MPR. Além de diferentes posições (axial, sagittal e coronal), cores e temas. Ela também possibilitará a adição de anotações e medidas e outras ferramentas úteis, como mover, girar, zoom e controle de contraste.

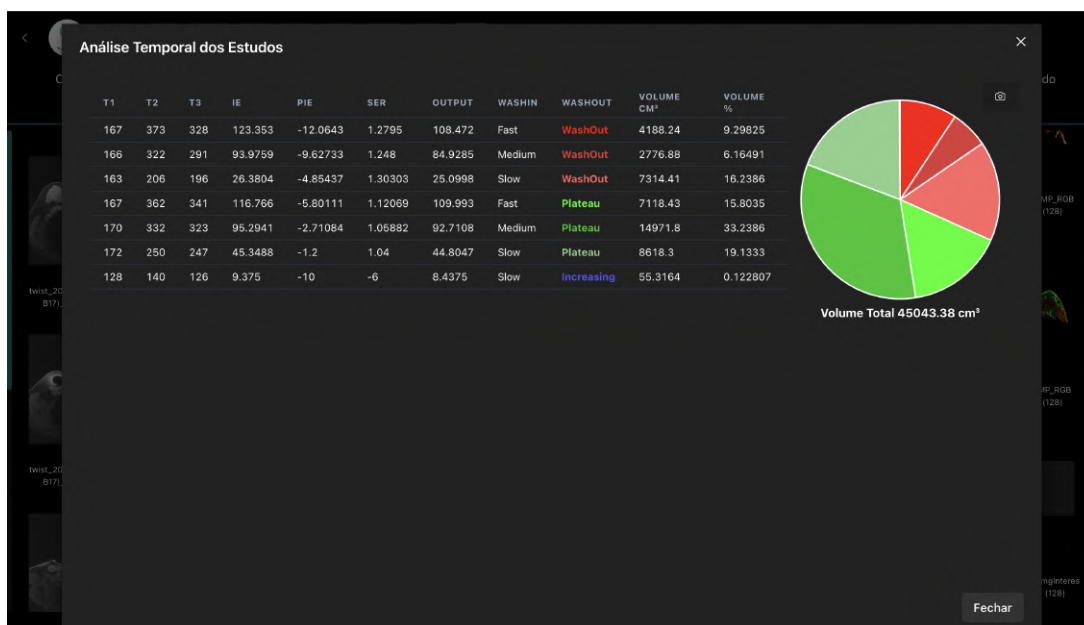
Figura 31 – Tela de seleção de séries que serão enviados para análise



Fonte: De Autoria Própria

A tela da seleção das séries, no mínimo 4, que serão enviadas para serem analisadas pela IA. Essa é a tela na qual o profissional da saúde vai enviar as séries alvos para serem segmentadas e geradas a análise temporal.

Figura 32 – Tela de exibição das análises temporais dos estudos



Fonte: De Autoria Própria

A tela de análise temporal é um dos diferenciais do oncoviewer. É aqui que os estudos analisados serão comparados com intuito de descobrir a evolução do câncer de mama.

Figura 33 – Tela de geração do láudo

[illegible]

Fonte: De Autoria Própria

A tela de geração do láudo mostra, nas suas laterais, os templates e o histórico dos láudos relacionados ao estudo selecionado. No centro é exibido um editor de texto completo, que permitirá que os láudos possam ser gerados de forma livre (ou padronizados por um template). No editor, há ferramentas como títulos, parágrafos, listas, divisores, posicionamento, inserção de imagens, apenas as tiradas no visualizador e exportação para pdf.

4 RESULTADOS

Com o desenvolvimento do projeto, espera-se que o Oncoviewer seja amplamente adotado por profissionais da saúde. Ao integrar um visualizador com diversas ferramentas, como exibição de imagens médicas em diferentes formatos (2D, 3D e MPR), diferentes orientações (coronal, sagital e axial), possibilidade de manipulação de cores, filtros, rotação, contraste, e com ferramentas de anotações e medidas, integradas a uma IA capaz de segmentar áreas na mama com a presença de tumor e gerar análises temporais para comparação da evolução do câncer, além de contar com um gerador de laudos robusto e ser uma plataforma pronta para gestão de estudos médicos e laudos. Tudo isso integrado tende a melhorar a produtividade dos profissionais da saúde, melhorar o diagnóstico e acompanhamento do câncer de mama.

4.0.1 O Diferencial do Oncoviewer

O Oncoviewer se diferencia ao integrar, além das funcionalidades de visualização 2D e 3D, ferramentas avançadas de segmentação automatizada de regiões suspeitas e análise temporal da evolução de lesões. Estas funcionalidades são ausentes em muitas plataformas existentes, tornando o Oncoviewer uma solução única. Outro diferencial importante é a capacidade de gerar laudos médicos completos, associando imagens e análises, agilizando o processo de diagnóstico e acompanhamento de pacientes.

Além disso, o Oncoviewer conta com módulos dedicados à gestão de médicos, pacientes e estudos, otimizando o fluxo de trabalho em ambientes clínicos e hospitalares. Com uma interface intuitiva, a plataforma proporciona uma visão organizada e abrangente do histórico clínico dos pacientes, facilitando a continuidade do tratamento e a tomada de decisões clínicas informadas.

Essas características fazem do Oncoviewer uma ferramenta inovadora e abrangente, capaz de atender às necessidades de diagnóstico e acompanhamento de doenças complexas, como o câncer, com um enfoque específico em análises assistidas por IA, algo que outras plataformas ainda não oferecem de forma integrada e acessível.

Tabela 1 – Comparação entre diferentes plataformas de visualização de imagens médicas.

Funcionalidades	OsiriX	Horos	RadiAnt	3D Slicer	Oncoviewer
Visualização 2D	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Visualização 3D	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Suporte a DICOM	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Segmentação Automática	Não	Não	Não	Sim	Sim
Análise Temporal de Lesões	Não	Não	Não	Não	Sim
Integração com IA	Não	Não	Não	Não	Sim
Geração de Laudos	Não	Não	Não	Não	Sim
Gestão de Médicos e Pacientes	Não	Não	Não	Não	Sim
Código Aberto	Não	Sim	Não	Sim	Não
Licença Comercial	Sim	Não	Sim	Não	Sim

Fonte: De Autoria Própria

5 CONCLUSÃO

O Oncoviewer demonstrou ser uma solução completa na análise de imagens médicas, oferecendo uma plataforma integrada que vai além das funcionalidades tradicionais de visualização de exames. Ao combinar a visualização de imagens em 2D, 3D e multiplanar (MPR), com uma IA capaz de segmentar as lesões suspeitas e análise temporal da evolução do câncer de mama, o Oncoviewer se diferencia de outras plataformas atualmente disponíveis. Sua integração com algoritmos de Inteligência Artificial permite uma análise mais detalhada e precisa, auxiliando os profissionais da saúde na tomada de decisões informadas e embasadas.

Além disso, ele não só agiliza o processo de diagnóstico, como também otimiza o acompanhamento dos pacientes, fornecendo ferramentas essenciais para medição e anotação diretamente nas imagens, além de gerar relatórios automatizados e personalizados.

Dessa forma, ao atender a uma necessidade no monitoramento do câncer de mama, o Oncoviewer demonstrou ser uma tecnologia de grande valor no campo da medicina diagnóstica. Seu potencial na melhoria da precisão e agilidade dos diagnósticos faz com que ele seja quase indispensável na luta contra o câncer, especialmente ao trazer para os profissionais de saúde uma interface intuitiva, um visualizador robusto e uma integração com uma IA.

REFERÊNCIAS

3D Slicer Org. *3D Slicer*. 2012. Acessado em: 15 dez. 2024. Disponível em: <<https://www.slicer.org/>>. 18

Amazon Web Services (AWS). **Amazon RDS: managed relational database service**. Acessado em: 21 nov. 2024. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/rds/postgresql/>>. 23

Amazon Web Services (AWS). **Amazon S3: object storage built to retrieve any amount of data from anywhere**. Acessado em: 21 nov. 2024. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/s3/>>. 22

Cloudflare, Inc. **Cloudflare: helping build a better internet**. Acessado em: 24 nov. 2024. Disponível em: <<https://www.cloudflare.com/>>. 23

CornerstoneJS. **Cornerstone3D: medical imaging web technology**. Acessado em: 25 nov. 2024. Disponível em: <<https://cornerstonejs.org/>>. 22

Excalidraw, Inc. **Excalidraw: virtual whiteboard for sketching and collaboration**. Acessado em: 25 nov. 2024. Disponível em: <<https://excalidraw.com/>>. 20

FIRMINO, M. *et al.* Computer-aided detection (cade) and diagnosis (cadx) system for lung cancer with likelihood of malignancy. **Biomedical Engineering Online**, v. 15, p. 2, 2016. Acessado em: 18 set. 2024. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/29348>>. 14

GitHub, Inc. **GitHub: where the world builds software**. Acessado em: 26 nov. 2024. Disponível em: <<https://github.com/>>. 20

Horos Project. **Horos: open-source DICOM Medical Viewer**. 2015. Acessado em: 08 jan. 2025. Disponível em: <<https://horosproject.org/>>. 17

HOUNSFIELD, G. N. Computerized transverse axial scanning (tomography): part 1. description of system. **British Journal of Radiology**, v. 46, n. 552, p. 1016–1022, 1973. Acessado em: 14 dez. 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1259/0007-1285-46-552-1016>>. 14

Instituto Nacional de Câncer (INCA). **Câncer de mama: fatores de risco, prevenção e diagnóstico precoce**. 2024. Acessado em: 14 set. 2024. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-de-mama>>. 15

Intrasense. **Myrian® Advanced Visualization Platform**. 2017. Acessado em: 04 jan. 2025. Disponível em: <<https://www.intrasense.fr>>. 18

JR, W. D. B. *et al.* Understanding and using dicom, the data interchange standard for biomedical imaging. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 4, n. 3, p. 199–212, 1997. Acessado em: 14 dez. 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1136/jamia.1997.0040199>>. 14

MANSFIELD, P.; MAUDSLEY, A. A. Medical imaging by nmr. **British Journal of Radiology**, v. 50, n. 591, p. 188–194, 1977. Acessado em: 14 dez. 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1259/0007-1285-50-591-188>>. 14

Meta Platforms, Inc. **React: a JavaScript library for building user interfaces**. Acessado em: 25 nov. 2024. Disponível em: <<https://react.dev/>>. 22

Microsoft. **ASP.NET Core: free, cross-platform e open source**. Acessado em: 21 nov. 2024. Disponível em: <<https://dotnet.microsoft.com/en-us/apps/aspnet>>. 22

Microsoft. **TypeScript: JavaScript with syntax for types**. Acessado em: 25 nov. 2024. Disponível em: <<https://www.typescriptlang.org/>>. 21

Microsoft. **Visual Studio Code: code editing redefined**. Acessado em: 26 nov. 2024. Disponível em: <<https://code.visualstudio.com/>>. 21

NEMA. **DICOM**. Acessado em: 26 nov. 2024. Disponível em: <<https://dicom.nema.org/medical/Dicom/2024d/output/html/part01.html>>. 17

NETO, O. P. S. *et al.* **Detecção automática de massas em imagens mamográficas usando particle swarm optimization (PSO) e índice de diversidade funcional**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016. Acessado em: 22 nov. 2024. Disponível em: <<https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/298>>. 14

NETO, O. P. S. *et al.* **Análise temporal de mudanças no tecido tumoral da mama em imagens de ressonância magnética com realce de contraste dinâmico**. 2022. Acessado em: 15 jan. 2025. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/362880706_Analise_temporal_de_mudancas_no_tecido_tumoral_da_mama_em_imagens_de_ressonancia_magnetica_com_realce_de_contraste_dinamico>. 14

NGINX, Inc. **NGINX: accelerate your web applications**. Acessado em: 22 nov. 2024. Disponível em: <<https://www.nginx.com/>>. 23

Open Health Imaging Foundation (OHIF). **Open Health Imaging Foundation Viewer**. 2018. Acessado em: 03 dez. 2024. Disponível em: <<https://ohif.org>>. 18

ORGANIZATION, W. H. Breast cancer: facts and statistics. **World Health Organization**, 2020. Acessado em: 01 out. 2024. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>>. 15

Orthanc Team. **Orthanc: lightweight, RESTful DICOM server for healthcare and medical research**. Acessado em: 25 nov. 2024. Disponível em: <<https://www.orthanc-server.com/>>. 22

Pixmeo SARL. **OsiriX: open-source DICOM viewer**. 2004. Acessado em: 08 dez. 2024. Disponível em: <<https://www.osirix-viewer.com/about/company/>>. 17

PostgreSQL Global Development Group. **PostgreSQL: the world's most advanced open source relational database**. Acessado em: 25 nov. 2024. Disponível em: <<https://www.postgresql.org/>>. 23

RADIANT DICOM Viewer. 2011. Acessado em: 27 nov. 2024. Disponível em: <<https://www.radiantviewer.com>>. 17

ROENTGEN, W. C. **Über eine neue Art von Strahlen**. Würzburg: Physikalisch-Medizinische Gesellschaft zu Würzburg, 1895. Acessado em: 14 dez. 2024. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20080517082933/http://web.lemoyne.edu/~giunta/roentgen.html>>. 14

The Git Project. **Git: distributed version control system**. Acessado em: 26 nov. 2024. Disponível em: <<https://git-scm.com/>>. 20

Trello, Inc. **Trello: organize anything, together**. Acessado em: 24 nov. 2024. Disponível em: <<https://trello.com/pt-BR/>>. 27