

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

**Sistema para Padronização e Apoio ao
Registro de Evoluções Ambulatoriais em
Pneumologia no HU-UFJF**

Kayan Martins de Freitas

JUIZ DE FORA
JULHO, 2026

Sistema para Padronização e Apoio ao Registro de Evoluções Ambulatoriais em Pneumologia no HU-UFJF

KAYAN MARTINS DE FREITAS

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Bacharelado em Sistemas de Informação

Orientador: Ciro de Barros Barbosa

JUIZ DE FORA

JULHO, 2026

Sistema para Padronização e Apoio ao Registro de Evoluções Ambulatoriais em Pneumologia no HU-UFJF

KAYAN MARTINS DE FREITAS

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTEGRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.

Aprovada por:

Ciro de Barros Barbosa
Doutor em Ciência da Computação — University of Twente

Victor Ströele de Andrade Menezes
Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação — COPPE/UFRJ

André Luiz de Oliveira
Doutor em Ciência da Computação — ICMC/USP

JUIZ DE FORA
07 DE JULHO, 2026

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema web voltado à padronização e ao registro digital das evoluções ambulatoriais nas subespecialidades de Pneumologia do Hospital Universitário da UFJF (HU-UFJF). Atualmente, os registros clínicos nesse ambulatório são realizados de forma heterogênea e não padronizada, o que dificulta a organização dos dados, o acompanhamento longitudinal dos pacientes e a integração com o prontuário eletrônico institucional (AGHU). O sistema proposto oferece formulários digitais adaptados inicialmente às subespecialidades de Pneumologia Geral e Pneumopatias Intersticiais, com estrutura padronizada e geração de documento padronizado em PDF, adequado à transcrição no prontuário eletrônico institucional (AGHU). O projeto foi conduzido segundo uma abordagem iterativa e incremental, com ciclos de levantamento de requisitos, modelagem e implementação realizados de forma progressiva em articulação com o médico responsável pelo ambulatório. A validação do sistema foi conduzida junto a esse profissional, verificando a adequação do sistema às demandas de registro e documentação clínica.

Palavras-chave: Sistemas de informação em saúde; documentação clínica; evolução ambulatorial; Pneumologia; Engenharia de Software.

Abstract

This work presents the development of a web-based system for the standardization and digital recording of outpatient clinical notes in the Pulmonology subspecialties at the University Hospital of the Federal University of Juiz de Fora (HU-UFJF). Currently, clinical records in this outpatient clinic are produced in heterogeneous and non-standardized formats, hindering data organization, longitudinal patient follow-up, and integration with the institutional electronic health record (AGHU). The proposed system provides digital forms initially adapted to the General Pulmonology and Interstitial Lung Diseases subspecialties, with a standardized structure and generation of a standardized PDF document, suitable for transcription into the institutional electronic health record (AGHU). The project followed an iterative and incremental approach, with cycles of requirements gathering, modeling, and implementation carried out progressively in collaboration with the physician responsible for the outpatient clinic. System validation was conducted with this professional, verifying the system's adequacy to the demands of clinical recording and documentation.

keywords: Health information systems; clinical documentation; outpatient progress notes; Pulmonology; Software Engineering.

Sumário

Lista de Figuras	5
Lista de Tabelas	6
Lista de Abreviações	7
1 Introdução	8
1.1 Objetivos	9
1.2 Metodologia	9
1.3 Organização do Texto	10
2 Fundamentação Teórica	11
2.1 Sistemas de Informação em Saúde	11
2.2 Arquitetura de Software e Aplicações Web	12
2.2.1 Padrões Arquiteturais	12
2.2.2 Estilos Arquiteturais e Aplicações Web	13
2.3 Segurança em Aplicações Web	13
2.3.1 Autenticação baseada em Token (JWT)	14
2.3.2 Armazenamento seguro de tokens	14
2.3.3 Autorização e Controle de Acesso	15
2.4 Tecnologias Utilizadas	15
2.4.1 Spring Boot	15
2.4.2 React	16
2.4.3 PostgreSQL	16
2.4.4 Docker	16
3 Trabalhos Relacionados	17
4 Desenvolvimento	19
4.1 Visão Geral do Sistema	19
4.2 Protótipo Não Funcional	20
4.3 Modelagem	22
4.3.1 Usuário	24
4.3.2 Paciente	24
4.3.3 Consulta	25
4.3.4 Comorbidade	27
4.3.5 Sinais Vitais	27
4.3.6 Prova de Função Pulmonar	27
4.3.7 Tomografia de Tórax	28
4.3.8 Exame Complementar	29
4.4 Casos de Uso	29
4.5 Requisitos	31
4.5.1 Requisitos Funcionais	31
4.5.2 Requisitos Não Funcionais	34
4.6 Implementação	36

4.6.1	Arquitetura Geral	36
4.6.2	Ambiente e Infraestrutura (Docker)	37
4.6.3	Segurança	37
4.6.4	Módulo de Autenticação	39
4.6.5	Módulo de Gerenciamento de Usuários	39
4.6.6	Módulo de Gerenciamento de Pacientes	40
4.6.7	Módulo de Formulários Clínicos	41
4.7	Apresentação do Sistema	44
4.7.1	Tela de Login	44
4.7.2	Painel Inicial (<i>Dashboard</i>)	44
4.7.3	Gerenciamento de Usuários	45
4.7.4	Gerenciamento de Pacientes	47
4.7.5	Formulários Clínicos	50
5	Resultados e Validação	59
5.1	Validação Contínua ao Longo do Desenvolvimento	59
5.2	Ambiente de Validação	60
5.3	Avaliação do Sistema	60
5.3.1	Instrumento de Avaliação	61
5.3.2	Perfil do Avaliador	61
5.3.3	Resultados da Avaliação	62
6	Conclusão	66
	Referências	70
A	Documento PDF gerado pelo sistema	72

Lista de Figuras

4.1	Tela inicial (<i>dashboard</i>) do protótipo não funcional navegável.	21
4.2	Formulário clínico de evolução no protótipo não funcional navegável.	21
4.3	Diagrama entidade-relacionamento do sistema.	23
4.4	Diagrama de casos de uso do sistema.	30
4.5	Arquitetura geral do sistema.	37
4.6	Diagrama de sequência da autenticação.	38
4.7	Diagrama de sequência do registro e finalização de uma evolução.	43
4.8	Tela de login do sistema.	44
4.9	Painel inicial (<i>dashboard</i>) do sistema.	45
4.10	Tela de gerenciamento de usuários.	46
4.11	Formulário de criação de usuário.	47
4.12	Tela de edição do próprio perfil.	47
4.13	Tela de gerenciamento de pacientes.	48
4.14	Formulário de cadastro de paciente.	49
4.15	Tela de detalhes do paciente.	50
4.16	Primeira etapa do registro de uma evolução: seleção do paciente.	51
4.17	Segunda etapa do registro de uma evolução: escolha da subespecialidade, com classificação automática do tipo de consulta e alerta de consulta pen- dente.	52
4.18	Topo do formulário de evolução: identificação do paciente, contexto do atendimento e dados clínicos pré-carregados.	53
4.19	Seção de medicações de uso prévio, específica da subespecialidade de Pneu- mopatias Intersticiais.	54
4.20	Seção de sinais vitais, com a tabela comparativa entre atendimentos e os campos do registro atual.	55
4.21	Seção de provas de função pulmonar, com o histórico de exames e a opção de exibição nos próximos atendimentos.	56
4.22	Seções finais do formulário: impressão clínica, conduta e as ações de salva- mento e finalização.	57
4.23	Tela de exportação da evolução para o AGHU, com o conteúdo em texto contínuo e as opções de cópia e de geração do PDF.	58

Lista de Tabelas

4.1	Atributos da entidade Usuário.	24
4.2	Atributos da entidade Paciente.	25
4.3	Atributos da entidade Consulta.	26
4.4	Atributos da entidade Sinais Vitais.	27
4.5	Atributos da entidade Prova de Função Pulmonar.	28
4.6	Atributos da entidade Tomografia de Tórax.	28
4.7	Atributos da entidade Exame Complementar.	29
4.8	Requisitos funcionais do sistema.	31
4.9	Requisitos não funcionais do sistema.	35
5.1	Respostas do avaliador ao questionário, por dimensão.	62

Lista de Abreviações

AGHU	Aplicativo de Gestão para Hospitais Universitários
API	<i>Application Programming Interface</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
CSRF	<i>Cross-Site Request Forgery</i>
DTO	<i>Data Transfer Object</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
HU-UFJF	Hospital Universitário da UFJF
JPA	<i>Java Persistence API</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
JWT	<i>JSON Web Token</i>
PEP	Prontuário Eletrônico do Paciente
PNIIS	Política Nacional de Informação e Informática em Saúde
REST	<i>Representational State Transfer</i>
SIS	Sistema de Informação em Saúde
SPA	<i>Single Page Application</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
XSS	<i>Cross-Site Scripting</i>

1 Introdução

No Hospital Universitário da UFJF, o ambulatório de Pneumologia reúne diversas subespecialidades, como Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, Asma, Pneumopatias Intersticiais, Fibrose Cística, Tisiologia, Hipertensão Pulmonar e Pneumologia Geral. Os registros das consultas são realizados de forma heterogênea e não padronizada — em documentos de texto, editores online, anotações avulsas e formulários em papel —, variando conforme o profissional e a subespecialidade. A ausência de campos específicos pode levar à omissão de dados clínicos relevantes, a comparação entre evoluções de um mesmo paciente ao longo do tempo é trabalhosa, e a integração com o prontuário eletrônico institucional (AGHU) exige transcrição manual, sujeita a erros e consumidora de tempo.

De acordo com (World Health Organization, 2001), registros clínicos bem estruturados são fundamentais para garantir a rastreabilidade das informações, a segurança do paciente e a qualidade dos processos assistenciais. A ausência de padronização compromete a qualidade da documentação, a continuidade do cuidado e a possibilidade de análises clínicas retrospectivas. Em um hospital universitário, onde residentes e alunos participam ativamente das consultas, essa falta de estrutura prejudica também o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que não há um modelo de referência que oriente o registro sistemático das informações clínicas.

Diante desse contexto, este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema web voltado à padronização e ao registro digital das evoluções ambulatoriais nessas subespecialidades, com formulários digitais adaptados inicialmente às subespecialidades de Pneumologia Geral e Pneumopatias Intersticiais, e geração de documento padronizado em PDF, adequado à transcrição no prontuário eletrônico institucional (AGHU).

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um sistema web de informação para a padronização e o registro digital das evoluções ambulatoriais nas subespecialidades de Pneumologia do HU-UFJF.

Como objetivos específicos:

- Mapear as necessidades do sistema, identificando os requisitos funcionais e não funcionais, bem como as particularidades dos registros clínicos das subespecialidades prioritizadas;
- Projetar a arquitetura do sistema, contemplando a definição da estrutura de camadas, os modelos de dados, os mecanismos de autenticação e autorização, os formulários padronizados e a geração de documento padronizado em PDF para registro no prontuário eletrônico;
- Implementar o sistema utilizando tecnologias adequadas ao contexto, priorizando usabilidade e organização da informação;
- Validar o protótipo junto ao médico responsável pelo ambulatório, verificando a adequação do sistema às demandas de registro e documentação clínica.

1.2 Metodologia

O desenvolvimento foi conduzido segundo uma abordagem iterativa e incremental (PRESMAN; MAXIM, 2021). Diferentemente de abordagens sequenciais, nas quais todas as etapas são concluídas antes de avançar para a seguinte, o processo iterativo e incremental organiza o trabalho em ciclos curtos. Em cada ciclo, um conjunto de requisitos é levantado, modelado, implementado e validado, resultando em um incremento funcional do sistema. Ao final de cada ciclo, o *feedback* obtido orienta os requisitos e refinamentos do ciclo seguinte. Dessa forma, o sistema evolui progressivamente, reduzindo riscos e permitindo ajustes contínuos conforme as necessidades dos usuários são melhor compreendidas.

A prototipação é uma técnica amplamente utilizada para apoiar o levantamento de requisitos e a comunicação com os usuários, permitindo validar a proposta antes da

implementação (SOMMERVILLE, 2019). Nas etapas iniciais do projeto, foi elaborado um protótipo não funcional do sistema, que simulou a organização das telas e o fluxo de navegação pretendido. Com isso, foi possível visualizar a proposta e promover ajustes nos formulários e na estrutura das informações antes da implementação.

O levantamento de requisitos teve como principal referência o médico responsável pelo ambulatório de Pneumopatas Intersticiais do HU-UFJF, que atua também como supervisor do Programa de Residência Médica em Pneumologia e preceptor dos residentes. O primeiro ciclo abrangeu, além da construção do protótipo, o levantamento dos requisitos iniciais, por meio da análise dos formulários utilizados no ambulatório e de reuniões com esse profissional, e a implementação dos módulos fundamentais do sistema. A modelagem conceitual, apoiada por diagramas de caso de uso (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2005) e por um modelo entidade-relacionamento (HEUSER, 2009), foi conduzida de forma incremental: à medida que novos requisitos eram incorporados e módulos adicionais desenvolvidos, os modelos eram ampliados e refinados a partir do retorno do profissional. O acompanhamento das tarefas foi apoiado pela ferramenta Jira, por meio de um quadro Kanban, e o controle de versão do código-fonte foi feito com Git.

A cada ciclo, os incrementos foram validados junto ao médico responsável pelo ambulatório, com foco na adequação dos formulários digitais das subespecialidades priorizadas às necessidades clínicas do serviço e na verificação do fluxo de trabalho proposto. Ao final do desenvolvimento, está prevista uma validação final do sistema, apresentada no Capítulo 5.

1.3 Organização do Texto

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma. O Capítulo 2 apresenta os conceitos teóricos que embasam o trabalho. O Capítulo 4 descreve o desenvolvimento do sistema, incluindo requisitos, modelagem, implementação e apresentação das telas. O Capítulo 5 apresenta os resultados e a validação. Por fim, o Capítulo ?? sintetiza as contribuições e indica direções futuras.

2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo são abordados os conceitos teóricos que serviram de base para o trabalho, como Sistemas de Informação em Saúde (Seção 2.1), Arquitetura de Software e Aplicações Web (Seção 2.2), Segurança em Aplicações Web (Seção 2.3), além das tecnologias utilizadas no desenvolvimento (Seção 2.4).

2.1 Sistemas de Informação em Saúde

Os Sistemas de Informação em Saúde (SIS) têm como função organizar e sistematizar dados clínicos e administrativos gerados nas instituições de saúde, favorecendo a continuidade do cuidado e a qualidade da gestão (Conselho Nacional de Secretários de Saúde, 2011).

Um Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP) é o registro digital, longitudinal e estruturado dos dados clínicos de um paciente, abrangendo informações de identificação, histórico, evoluções, exames e prescrições produzidas ao longo do cuidado. O PEP centraliza informações antes dispersas em registros em papel ou em sistemas isolados, e constitui um dos principais instrumentos de apoio à continuidade do cuidado e à gestão hospitalar (World Health Organization, 2001). No HU-UFJF, o prontuário institucional é o AGHU, sistema no qual são registrados os atendimentos realizados no hospital.

No Brasil, a Política Nacional de Informação e Informática em Saúde (PNIIS) estabelece diretrizes para o uso de tecnologias de informação no SUS, com ênfase na interoperabilidade e padronização dos dados (Brasil. Ministério da Saúde, 2016). Apesar disso, a ausência de padronização efetiva e os desafios de interoperabilidade entre sistemas persistem como obstáculos em diversas instituições (Conselho Nacional de Secretários de Saúde, 2011; REIS, 2022).

A documentação clínica estruturada contribui para reduzir inconsistências e facilita o uso posterior das informações em análises e pesquisas (EBBERS et al., 2022). No contexto ambulatorial, formulários digitais padronizados permitem registrar evoluções de

forma organizada e comparável entre subespecialidades.

É nesse cenário que se insere o sistema proposto neste trabalho. No ambulatório de Pneumologia do HU-UFJF, o registro das evoluções no AGHU é feito em um único campo de texto livre, sem uma estrutura específica para as diferentes subespecialidades. Como consequência, o registro tende a ser heterogêneo entre os profissionais, e o acompanhamento longitudinal de parâmetros clínicos relevantes ao longo das consultas torna-se pouco prático. Em vez de substituir o prontuário institucional, o sistema atua como uma ferramenta de apoio que padroniza e estrutura o registro das evoluções antes de sua transcrição para o AGHU. A articulação entre os dois ocorre por meio da geração de documentos padronizados em PDF e da apresentação da evolução em texto contínuo, formatado para cópia direta no prontuário institucional.

2.2 Arquitetura de Software e Aplicações Web

A Arquitetura de Software descreve a organização fundamental de um sistema, compreendendo seus principais componentes, as relações entre eles e os princípios que orientam seu projeto e evolução (SOMMERVILLE, 2019). Dois conceitos são relevantes para este trabalho: padrões arquiteturais e estilos arquiteturais.

2.2.1 Padrões Arquiteturais

Os Padrões Arquiteturais são soluções reutilizáveis para problemas recorrentes de organização de software. Entre eles, a **Arquitetura em Camadas** (*Layered Architecture*) (RICHARDS, 2015) organiza os componentes do sistema em grupos com responsabilidades distintas, dispostos em camadas. Cada camada depende apenas da camada imediatamente inferior, promovendo separação de responsabilidades, baixo acoplamento e facilidade de manutenção. No contexto deste trabalho, o *back-end* do sistema foi organizado nas seguintes camadas:

- **Camada de Modelo** (*Model/Entity*): representação das entidades de dados e suas regras de mapeamento com o banco de dados;
- **Camada de Repositório** (*Repository*): responsável pelo acesso e persistência dos

dados;

- **Camada de Serviço** (*Service*): contém as regras de negócio e a lógica da aplicação;
- **Camada de Controle** (*Controller*): expõe os *endpoints* da API e intermedia a comunicação entre o cliente e a camada de serviço.

Essa organização em camadas isola as responsabilidades e restringe as dependências entre os componentes, de modo que alterações em uma camada tendem a não afetar as demais, favorecendo a manutenibilidade do sistema. O detalhamento de como essas camadas se comunicam na aplicação desenvolvida é apresentado no Capítulo 4.

2.2.2 Estilos Arquiteturais e Aplicações Web

Os Estilos Arquiteturais descrevem os elementos de uma arquitetura e as conexões entre eles. O estilo **cliente-servidor** (BERSON, 1996) é o mais comum em aplicações web: o cliente, em geral um navegador, realiza requisições que são processadas e respondidas pelo servidor. Diferentemente de programas instalados localmente, aplicações web são acessadas pelo navegador, e a comunicação entre cliente e servidor ocorre por meio do protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) (NIELSEN; FIELDING; BERNERS-LEE, 1996).

Uma especialização desse modelo é o estilo **REST** (*Representational State Transfer*), amplamente adotado na construção de APIs web. Nele, o servidor expõe recursos que o cliente acessa de forma *stateless*, isto é, cada requisição carrega todas as informações necessárias para ser processada, sem depender de estado mantido no servidor. No sistema desenvolvido, o *back-end*, implementado em Spring Boot, expõe uma API REST consumida pelo *front-end* em React, que funciona como uma *Single Page Application* (SPA).

2.3 Segurança em Aplicações Web

A segurança é um aspecto fundamental em sistemas que lidam com dados sensíveis, como registros clínicos. No Brasil, o tratamento desse tipo de dado é regido pela Lei Geral

de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) (BRASIL, 2018), que classifica informações de saúde como dados pessoais sensíveis e estabelece princípios como a necessidade de controle de acesso, a confidencialidade e a integridade das informações. Embora a conformidade plena à LGPD envolva também aspectos organizacionais e institucionais que extrapolam o sistema, diversos de seus princípios orientam decisões técnicas de segurança adotadas neste trabalho, apresentadas a seguir: a autenticação dos usuários, a autorização baseada em perfis e o armazenamento seguro de credenciais.

2.3.1 Autenticação baseada em Token (JWT)

Em aplicações REST *stateless*, o servidor não mantém sessões. A autenticação é realizada por meio de *tokens*, que são credenciais geradas pelo servidor após a validação das credenciais do usuário e enviadas pelo cliente a cada requisição subsequente.

O JWT (*JSON Web Token*) (JONES; BRADLEY; SAKIMURA, 2015) é um padrão aberto que define um formato compacto e autocontido para a transmissão de informações entre partes de forma confiável, permitindo verificar sua integridade e autenticidade. Um JWT é composto por três segmentos: *header* (algoritmo de assinatura), *payload* (dados do usuário, como identificador e perfil) e *signature* (assinatura digital que garante a integridade do *token*). Ao receber uma requisição com um JWT válido, o servidor pode autenticar o usuário sem consultar uma sessão armazenada.

2.3.2 Armazenamento seguro de tokens

O local onde o *token* é armazenado no cliente impacta diretamente a segurança da aplicação. Uma alternativa comum é o *localStorage*, de uso simples, porém acessível por *scripts* JavaScript, o que o torna vulnerável a ataques do tipo *Cross-Site Scripting* (XSS), nos quais código malicioso injetado na página consegue ler o *token* e enviá-lo a terceiros (OWASP Foundation, 2021).

Por esse motivo, adotou-se o armazenamento do *token* em *cookie* com os atributos *HttpOnly*, *Secure* e *SameSite*. O *HttpOnly* impede o acesso ao *cookie* por *scripts* JavaScript, eliminando o vetor de XSS; o *Secure* restringe sua transmissão a conexões HTTPS; e o *SameSite* previne o envio do *cookie* em requisições originadas de outros sites,

mitigando ataques do tipo *Cross-Site Request Forgery* (CSRF).

2.3.3 Autorização e Controle de Acesso

Enquanto a autenticação verifica a identidade do usuário, a autorização determina quais recursos e operações lhe são permitidos, com base em seu perfil (*role*). Trata-se de um mecanismo central de segurança, responsável por impedir que um usuário execute ações além daquelas previstas para o seu nível de permissão. Esse controle é aplicado no servidor, que valida o perfil associado ao *token* do usuário antes de executar operações sensíveis, retornando uma resposta de acesso negado quando a operação não é permitida. A política específica de permissões adotada no sistema, organizada de forma hierárquica entre os perfis, bem como os detalhes de configuração do Spring Security, são apresentados no Capítulo 4.

2.4 Tecnologias Utilizadas

Esta seção apresenta as principais tecnologias empregadas no desenvolvimento do sistema, bem como as razões que orientaram sua escolha. Os detalhes de configuração e uso específico de cada tecnologia no contexto do projeto são abordados no Capítulo 4.

2.4.1 Spring Boot

Spring Boot é um *framework* da linguagem Java que simplifica a configuração e o desenvolvimento de aplicações baseadas no ecossistema Spring. Oferece suporte nativo a injeção de dependências, segurança (Spring Security), acesso a dados (Spring Data JPA) e criação de APIs REST, sendo amplamente utilizado no desenvolvimento de aplicações corporativas. Sua adoção neste trabalho deve-se à maturidade desse ecossistema, que reúne, de forma integrada, os recursos de construção de API REST, autenticação e persistência de dados necessários ao sistema.

2.4.2 React

React é uma biblioteca JavaScript para construção de interfaces de usuário, mantida pela Meta. Baseia-se no conceito de componentes reutilizáveis e no *Virtual DOM*, que otimiza atualizações na interface. Pode ser utilizada para construção de *Single Page Applications* (SPA), nas quais a navegação ocorre sem recarregamento completo da página. Esse modelo é adequado ao sistema, cujos formulários clínicos demandam uma interface dinâmica e responsiva, com navegação fluida entre as etapas de preenchimento.

2.4.3 PostgreSQL

PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados relacional de código aberto, reconhecido por sua robustez, conformidade com padrões SQL e suporte a tipos de dados avançados. Sua escolha justifica-se pela natureza relacional dos dados do sistema, organizados em entidades como pacientes, consultas e registros clínicos, e por ser uma solução de código aberto, sem custos de licenciamento.

2.4.4 Docker

Docker é uma plataforma de virtualização baseada em contêineres que permite empacotar aplicações e suas dependências em ambientes isolados e reprodutíveis. Cada serviço da aplicação (banco de dados, *back-end*, *front-end*) pode ser executado em um contêiner próprio, garantindo consistência entre os ambientes de desenvolvimento e produção. Essa característica foi determinante para sua adoção, por assegurar a portabilidade do sistema entre diferentes ambientes, um dos requisitos não funcionais estabelecidos. A composição dos contêineres utilizados neste projeto é detalhada no Capítulo 4.

3 Trabalhos Relacionados

Este capítulo apresenta trabalhos que abordam a padronização e a digitalização do registro clínico, situando o sistema desenvolvido em relação a soluções e estudos existentes. Foram selecionados um registro eletrônico voltado a um ambulatório de especialidade, uma plataforma de captura estruturada de dados amplamente adotada e um estudo sobre a coexistência entre registro estruturado e texto livre, de modo a cobrir tanto sistemas comparáveis quanto evidências que fundamentam as decisões de projeto.

Feitosa e Ávila (2016) desenvolveram o Ambulatório de Endocrinopatias na Gestação eletrônico (AMBEG), um registro eletrônico de saúde para o atendimento de gestantes com endocrinopatias, com ênfase em diabetes, em maternidade de referência para gestação de alto risco. O sistema organiza o atendimento em campos sistematizados e realiza cálculos automáticos, e sua validação comparou a taxa de preenchimento de informações clínicas entre o registro eletrônico e o prontuário em papel, verificando preenchimento significativamente maior no registro eletrônico. Há uma aproximação clara com o presente trabalho: ambos são registros estruturados voltados a um ambulatório de especialidade, concebidos junto ao profissional do serviço e validados quanto à adequação às suas necessidades. As diferenças estão no propósito e na abordagem. O AMBEG foi construído como aplicação de banco de dados de uso local e destinado a substituir o registro convencional do serviço, enquanto o sistema aqui proposto é uma aplicação web e se posiciona como ferramenta de apoio anterior à transcrição no prontuário institucional (AGHU), sem substituí-lo, priorizando o acompanhamento longitudinal e a exportação do conteúdo para transcrição.

Em uma abordagem distinta, o REDCap (HARRIS et al., 2009) é uma plataforma de captura eletrônica de dados dirigida por metadados, amplamente utilizada em pesquisa clínica e translacional. A partir de um dicionário de dados, permite construir formulários estruturados sem necessidade de programação, o que a consolidou como referência para a coleta padronizada de informações em saúde. A relação com este trabalho está no uso de formulários estruturados como meio de padronizar o registro. A distinção,

porém, é de finalidade: o REDCap é orientado à coleta de dados para pesquisa, e não ao fluxo assistencial de registro de evoluções em um ambulatório específico. O sistema desenvolvido, ao contrário, incorpora a lógica do atendimento ambulatorial de Pneumologia, com pré-carga e versionamento (snapshots) dos dados do paciente, acompanhamento longitudinal de exames entre consultas, hierarquia de perfis de acesso e geração de saída pronta para transcrição no AGHU, aspectos que uma ferramenta genérica de captura não contempla nativamente.

Por fim, Golburean et al. (2025) investigaram, em um hospital universitário, como médicos passaram a documentar após a adoção de um prontuário eletrônico que favorecia o registro estruturado. Ainda que o volume de documentação estruturada tenha aumentado, o texto livre permaneceu como forma preferida de registro em boa parte das situações, por preservar a expressividade e as nuances da narrativa clínica. Esse achado reforça uma decisão de projeto adotada neste trabalho: em vez de estruturar todo o registro, o sistema combina campos estruturados, adequados a dados objetivos e comparáveis ao longo do tempo, como sinais vitais e exames, com campos de texto livre para as seções narrativas, como anamnese, evolução, impressão clínica e conduta, equilibrando padronização e flexibilidade.

Em conjunto, esses trabalhos evidenciam que a padronização do registro por meio de formulários estruturados é uma estratégia reconhecida para melhorar a qualidade e a completude da documentação clínica (EBBERS et al., 2022), seja em sistemas voltados a um ambulatório de especialidade, seja em plataformas genéricas de captura de dados. O diferencial do sistema proposto está em articular essa padronização ao fluxo real do ambulatório de Pneumologia do HU-UFJF e à sua integração com o prontuário institucional: um registro estruturado e híbrido, orientado ao acompanhamento longitudinal e concebido explicitamente como etapa de apoio anterior à transcrição no AGHU, e não como substituto do prontuário oficial.

4 Desenvolvimento

Este capítulo descreve o processo de desenvolvimento do sistema, desde a concepção e o levantamento de requisitos até os detalhes de implementação. A Seção 4.1 apresenta uma visão geral do sistema e seus módulos. A Seção 4.2 descreve o protótipo não funcional utilizado nas etapas iniciais. A Seção 4.3 apresenta a modelagem do sistema. A Seção 4.5 detalha os requisitos funcionais e não funcionais. A Seção 4.6 descreve as decisões de arquitetura e os detalhes técnicos da implementação. Por fim, a Seção 4.7 apresenta as principais telas do sistema.

4.1 Visão Geral do Sistema

O sistema desenvolvido é uma aplicação web destinada ao registro padronizado das evoluções ambulatoriais nas subespecialidades de Pneumologia do HU-UFJF. A aplicação é composta por módulos que atendem diferentes aspectos do fluxo de trabalho no ambulatório, organizados da seguinte forma:

- **Módulo de Autenticação e Controle de Sessão:** gerencia o login dos usuários, a autenticação e o controle de acesso baseado em perfis;
- **Módulo de Gerenciamento de Usuários:** permite o cadastro, a edição e a ativação/desativação de usuários do sistema, respeitando uma hierarquia de permissões;
- **Módulo de Gerenciamento de Pacientes:** permite o cadastro, a edição e a busca dos pacientes atendidos no ambulatório;
- **Módulo de Formulários Clínicos:** disponibiliza formulários digitais estruturados para o registro das evoluções, com geração de documento padronizado em PDF e apresentação do conteúdo em texto contínuo para transcrição no AGHU.

O sistema define quatro perfis de usuário, organizados hierarquicamente: **Administrador**, responsável pela gestão completa do sistema; **Preceptor**, que gerencia

residentes e alunos e supervisiona os registros clínicos; **Residente**, que realiza os atendimentos e preenche as evoluções; e **Aluno**, com permissões mais restritas. Cada perfil possui um conjunto específico de permissões que determina quais funcionalidades estão acessíveis, conforme detalhado na Seção 4.5.

O ambulatório de Pneumologia do HU-UFJF reúne sete subespecialidades: Pneumologia Geral (PNE), Pneumopatias Intersticiais (PDI), Tisiologia (PNS), Asma (PNA), DPOC (PND), Fibrose Cística (PFA) e Hipertensão Pulmonar (PHP). Seguindo a abordagem iterativa e incremental, esta etapa do trabalho concentrou-se na implementação e validação dos formulários clínicos das subespecialidades de Pneumologia Geral e Pneumopatias Intersticiais, ficando as demais como trabalho futuro.

4.2 Protótipo Não Funcional

Antes do início da implementação, foi desenvolvido um protótipo não funcional com o objetivo de simular a organização das telas, o fluxo de navegação e a disposição dos campos nos formulários clínicos. Tratava-se de um protótipo navegável, construído com HTML, CSS e JavaScript, que reproduzia a aparência e o comportamento pretendidos para o sistema e simulava a persistência de dados por meio do armazenamento local do navegador (*localStorage*). O protótipo foi publicado no GitHub Pages, permitindo que fosse acessado e explorado livremente, sem necessidade de instalação.¹ A Figura 4.1 apresenta a tela inicial e a Figura 4.2, um dos formulários clínicos.

¹Disponível em: <<https://kaymartins.github.io/prototipo-nao-funcional-tcc/sistema-pneumologia/>>. Acesso em: jul. 2026.

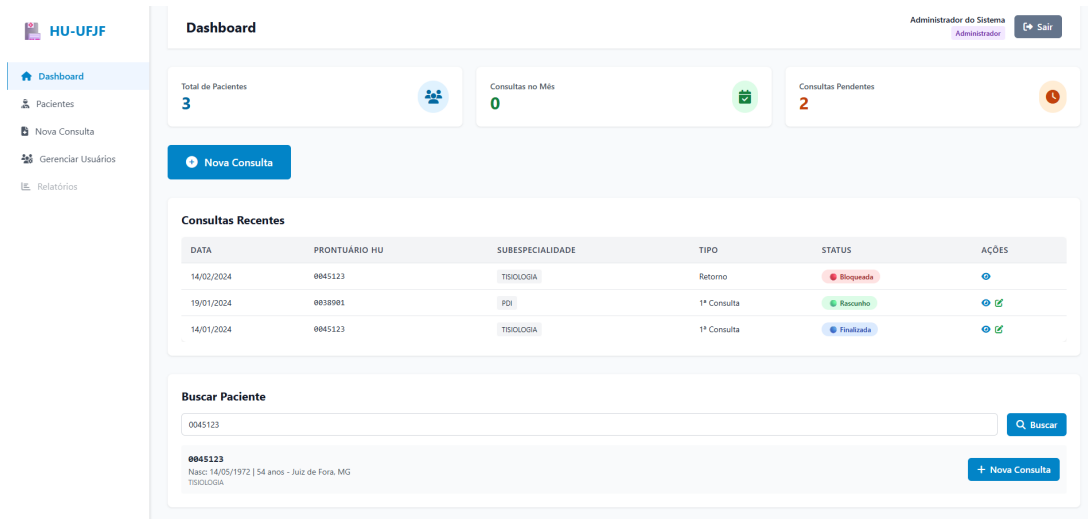


Figura 4.1: Tela inicial (*dashboard*) do protótipo não funcional navegável.

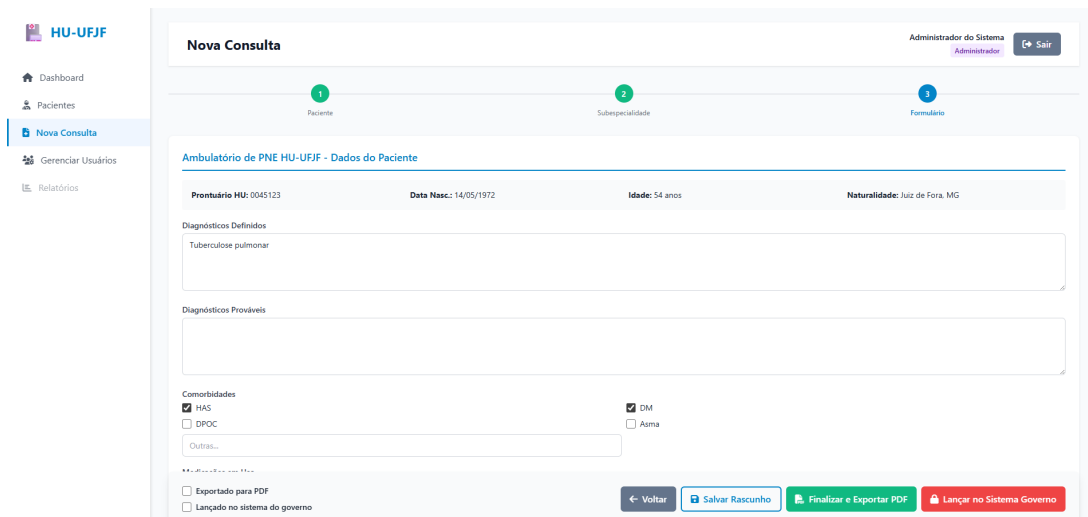


Figura 4.2: Formulário clínico de evolução no protótipo não funcional navegável.

O protótipo foi disponibilizado ao médico responsável pelo ambulatório, que pôde navegar pelas telas e simular o preenchimento das evoluções, contribuindo para a especificação dos requisitos e para o alinhamento quanto à estrutura das informações antes que qualquer parte do sistema final fosse desenvolvida. Por ter caráter exploratório, o protótipo apresentava também ideias que foram posteriormente reavaliadas, como a inclusão de subespecialidades e fluxos que não foram priorizados nesta etapa, servindo justamente para delimitar o escopo do sistema em conjunto com o profissional do ambulatório.

Por se tratar de um protótipo descartável (*throwaway*) (WIEGERS; BEATTY, 2013), ele não foi reaproveitado na implementação. Após cumprir sua função de apoio

à elicitação de requisitos, o sistema final foi construído do zero, com base nas decisões validadas nessa etapa.

4.3 Modelagem

Esta seção apresenta a modelagem do sistema sob duas perspectivas: o modelo de dados, que estrutura as informações manipuladas pelos módulos descritos anteriormente, e os casos de uso, que descrevem as funcionalidades disponíveis a cada perfil de usuário. O modelo de dados é representado por meio de um diagrama entidade-relacionamento (Figura 4.3), que reflete a organização das tabelas no banco de dados relacional e cujas entidades são descritas, quanto ao seu papel e principais atributos, nas subseções seguintes.

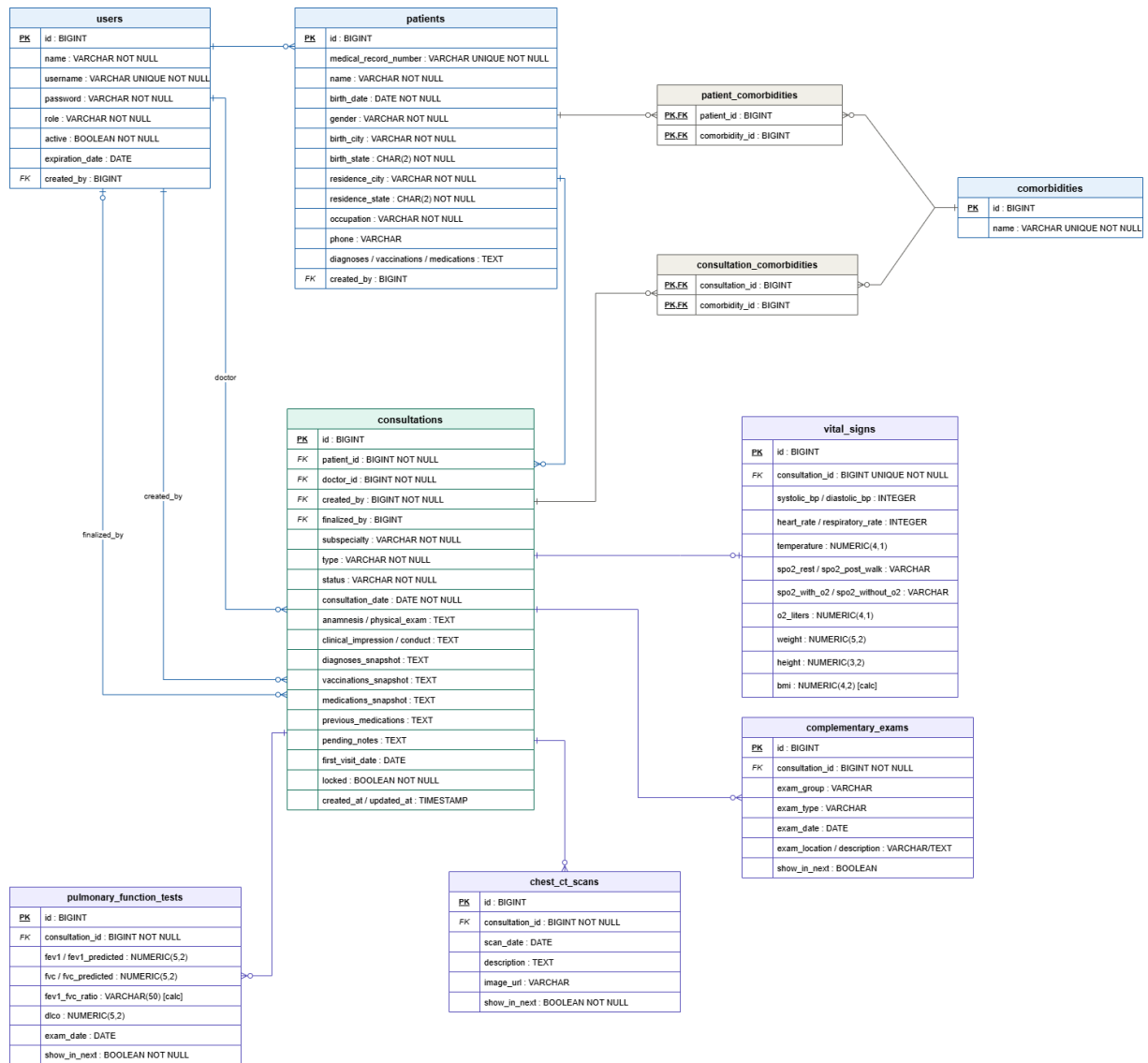


Figura 4.3: Diagrama entidade-relacionamento do sistema.

Optou-se por não apresentar um diagrama de classes do domínio. As entidades do sistema correspondem a objetos persistentes mapeados para o banco de dados por meio da JPA (*Java Persistence API*) e seguem um modelo anêmico, concentrando apenas os dados, sem incorporar regras de negócio, que são tratadas na camada de serviço. Além disso, não foram empregados recursos de orientação a objetos como herança entre as entidades: dado que as diferenças entre as subespecialidades se limitam a um conjunto reduzido de campos, optou-se por representá-las em uma estrutura única, em vez de uma hierarquia de classes. Por essas razões, um diagrama de classes reproduziria essencialmente a mesma estrutura do modelo entidade-relacionamento já apresentado, sem agregar informação relevante à

modelagem.

4.3.1 Usuário

A entidade **Usuário** (*users*) representa as pessoas que acessam o sistema — administradores, preceptores, residentes e alunos —, sendo a base do controle de autenticação e de permissões. Cada usuário possui um perfil (*role*) que determina suas permissões, e seu acesso pode ser restringido por meio da desativação da conta ou da definição de uma data de expiração. O vínculo *created_by* registra qual usuário criou cada conta.

Tabela 4.1: Atributos da entidade Usuário.

Atributo	Descrição
name	Nome do usuário
username	Nome de acesso, único no sistema
password	Senha armazenada de forma cifrada
role	Perfil do usuário, que define suas permissões
active	Indica se a conta está ativa
expiration_date	Data a partir da qual o acesso é bloqueado
created_by	Usuário que cadastrou a conta

4.3.2 Paciente

A entidade **Paciente** (*patients*) representa o indivíduo atendido no ambulatório e constitui a base sobre a qual as evoluções são registradas. Reúne dados de identificação e contato, e informações clínicas preliminares, que servem de ponto de partida para o preenchimento das consultas. As comorbidades do paciente são representadas por um relacionamento com a entidade **Comorbidade**, permitindo associar a cada paciente um conjunto de condições.

Tabela 4.2: Atributos da entidade Paciente.

Atributo	Descrição
medical_record_number	Número de prontuário hospitalar; identificador único do paciente no HU-UFJF
name	Nome do paciente
birth_date	Data de nascimento
gender	Sexo
birth_city / birth_state	Naturalidade: cidade e estado de nascimento
residence_city / residence_state	Procedência: cidade e estado de residência
occupation	Profissão
phone	Telefone de contato
diagnoses	Diagnósticos prévios registrados
vaccinations	Histórico de vacinação
medications	Medicações em uso
created_by	Usuário que cadastrou o paciente

4.3.3 Consulta

A entidade **Consulta** (*consultations*) é o elemento central do sistema e representa cada evolução ambulatorial registrada. Concentra os dados clínicos do atendimento, vincula-se ao paciente e a usuários responsáveis, e mantém um conjunto de registros complementares (sinais vitais, exames e tomografias) detalhados nas subseções seguintes.

Cada consulta está associada a um paciente e a três vínculos distintos com usuários, que asseguram a rastreabilidade do registro: *created_by* (usuário que criou a consulta), *doctor* (médico associado ao atendimento) e *finalized_by* (usuário que finalizou a evolução). Esse último permanece vazio enquanto a consulta não é finalizada.

A consulta possui um *status* que controla seu ciclo de vida (pendente ou finalizada) e um *type* que a classifica como primeira consulta ou retorno. Para preservar a integridade do histórico clínico, parte das informações do paciente é copiada para a consulta no momento do registro, na forma de *snapshots*, que são cópias dos diagnósticos,

vacinações, medicações e comorbidades como estavam naquele atendimento, de modo que alterações posteriores no cadastro do paciente não afetem evoluções já registradas.

Tabela 4.3: Atributos da entidade Consulta.

Atributo	Descrição
patient_id	Paciente ao qual a consulta se refere
doctor_id	Médico associado ao atendimento
created_by	Usuário que criou a consulta
finalized_by	Usuário que finalizou a consulta
subspecialty	Subespecialidade da consulta (ex.: PNE, PDI)
type	Tipo da consulta: primeira consulta ou retorno
status	Situação da consulta: pendente ou finalizada
consultation_date	Data do atendimento
anamnesis	Anamnese do paciente
physical_exam	Achados do exame físico
clinical_impression	Impressão clínica do atendimento
conduct	Conduta definida
diagnoses_snapshot	Cópia dos diagnósticos do paciente no momento da consulta
vaccinations_snapshot	Cópia do histórico de vacinação no momento da consulta
medications_snapshot	Cópia das medicações em uso no momento da consulta
previous_medications	Registro de medicações anteriores, utilizado na subespecialidade PDI
pending_notes	Anotações pendentes para o próximo atendimento
first_visit_date	Data da primeira consulta do paciente na subespecialidade
locked	Indica se a consulta está bloqueada para edição

4.3.4 Comorbidade

A entidade **Comorbidade** (*comorbidities*) representa as condições clínicas que podem ser associadas a pacientes e a consultas. É composta apenas por um identificador e pelo nome da condição, que é único. As comorbidades são reaproveitadas entre os registros e criadas sob demanda, à medida que novas condições precisam ser cadastradas.

4.3.5 Sinais Vitais

A entidade **Sinais Vitais** (*vital_signs*) reúne as medidas aferidas durante o atendimento, associadas a uma consulta, que pode ter um registro de sinais vitais. Inclui medidas gerais, como pressão arterial e frequência cardíaca, e medidas específicas de avaliação respiratória, como a saturação de oxigênio em diferentes condições. O índice de massa corporal (*bmi*) é calculado automaticamente a partir do peso e da altura.

Tabela 4.4: Atributos da entidade Sinais Vitais.

Atributo	Descrição
systolic_bp / diastolic_bp	Pressão arterial sistólica e diastólica
heart_rate	Frequência cardíaca
respiratory_rate	Frequência respiratória
temperature	Temperatura corporal
spo2_rest	Saturação de oxigênio em repouso
spo2_post_walk	Saturação de oxigênio após o teste de caminhada
spo2_with_o2 / spo2_without_o2	Saturação de oxigênio com e sem suplementação
o2_liters	Litros de oxigênio
weight	Peso
height	Altura
bmi	Índice de massa corporal, calculado automaticamente

4.3.6 Prova de Função Pulmonar

A entidade **Prova de Função Pulmonar** (*pulmonary_function_tests*) registra os resultados de exames de espirometria associados à consulta. Cada consulta pode ter diversos

registros, e o atributo *show_in_next* indica quais resultados devem ser exibidos no acompanhamento da consulta seguinte.

Tabela 4.5: Atributos da entidade Prova de Função Pulmonar.

Atributo	Descrição
fev1 / fev1_predicted	Volume expiratório forçado no primeiro segundo, medido e previsto
fvc / fvc_predicted	Capacidade vital forçada, medida e prevista
fev1_fvc_ratio	Relação entre FEV1 e FVC, calculada automaticamente
dlco	Capacidade de difusão pulmonar
exam_date	Data de realização do exame
show_in_next	Indica se o resultado deve constar no acompanhamento seguinte

4.3.7 Tomografia de Tórax

A entidade **Tomografia de Tórax** (*chest_ct_scans*) registra os exames de tomografia associados à consulta. Assim como a prova de função pulmonar, cada consulta pode ter diversos registros, com o atributo *show_in_next* controlando sua exibição no acompanhamento seguinte.

Tabela 4.6: Atributos da entidade Tomografia de Tórax.

Atributo	Descrição
scan_date	Data de realização do exame
description	Laudo ou descrição dos achados
image_url	Referência para a imagem do exame
show_in_next	Indica se o exame deve constar no acompanhamento seguinte

4.3.8 Exame Complementar

A entidade **Exame Complementar** (*complementary_exams*) registra outros exames associados à consulta, organizados por grupo (como exames laboratoriais, de imagem ou gráficos). Cada consulta pode ter diversos exames complementares, também com controle de exibição no acompanhamento seguinte.

Tabela 4.7: Atributos da entidade Exame Complementar.

Atributo	Descrição
exam_group	Grupo do exame (laboratorial, de imagem ou gráfico)
exam_type	Tipo específico do exame
exam_date	Data de realização
exam_location	Local de realização
description	Resultado ou descrição do exame
show_in_next	Indica se o exame deve constar no acompanhamento seguinte

4.4 Casos de Uso

Os casos de uso do sistema foram modelados a partir dos perfis de usuário e das funcionalidades a que cada um tem acesso. A Figura 4.4 apresenta o diagrama de casos de uso, no qual os atores estão organizados de forma hierárquica: cada perfil herda as funcionalidades do perfil anterior e acrescenta as suas próprias. Assim, o **Aluno** corresponde ao conjunto básico de permissões, o **Residente** herda essas permissões e adiciona a finalização de consultas, o **Preceptor** acrescenta o gerenciamento de usuários, e o **Administrador** detém o acesso completo ao sistema.

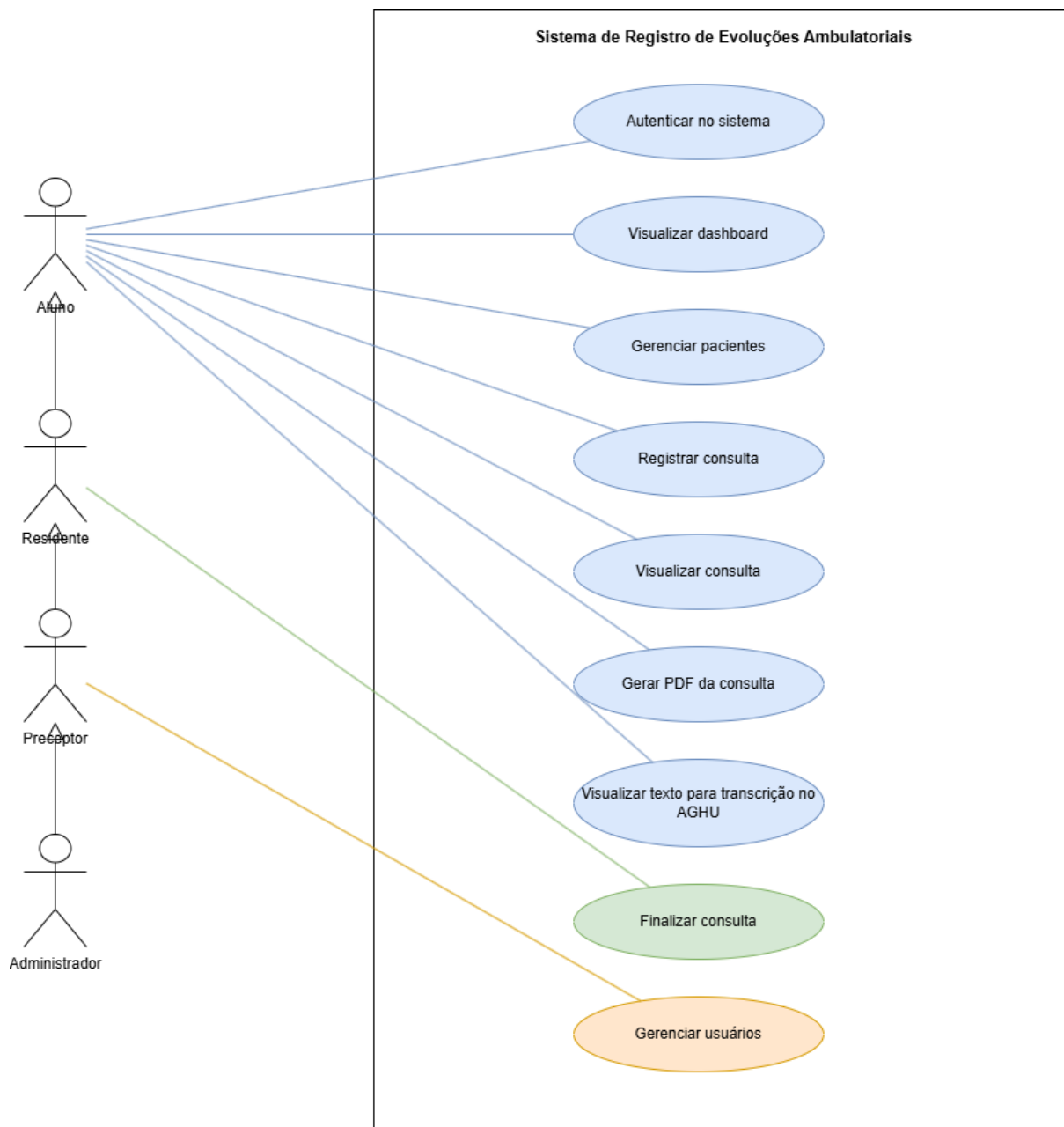


Figura 4.4: Diagrama de casos de uso do sistema.

O Aluno, perfil de base, pode autenticar-se no sistema, visualizar o *dashboard*, gerenciar pacientes, registrar e visualizar consultas, gerar o PDF de consultas finalizadas e acessar o texto para transcrição no AGHU. O Residente herda todas essas funcionalidades e pode, adicionalmente, finalizar consultas. O Preceptor, além disso, gerencia os usuários sob sua responsabilidade, e o Administrador acumula todas as funcionalidades, com permissões ampliadas sobre a gestão do sistema. As regras de permissão específicas de cada funcionalidade, incluindo as restrições aplicadas a cada perfil, são detalhadas na

Seção 4.5.

4.5 Requisitos

Os requisitos do sistema foram levantados de forma iterativa ao longo dos ciclos de desenvolvimento, por meio de reuniões com o médico responsável pelo ambulatório, da análise dos formulários em uso e da validação com o protótipo não funcional. Esta seção apresenta os principais requisitos funcionais e não funcionais identificados.

4.5.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais descrevem as funcionalidades que o sistema deve oferecer. A Tabela 4.8 apresenta os requisitos identificados, organizados por módulo, com as respectivas restrições e regras de negócio associadas. As entidades e os atributos mencionados foram detalhados na Seção 4.3.

Tabela 4.8: Requisitos funcionais do sistema.

ID	Requisito	Restrições e Regras
RF01	Autenticar usuários por nome de usuário e senha.	Acesso negado a contas inativas ou com data de expiração vencida; a sessão é mantida por meio de token em <i>cookie</i> seguro.
RF02	Encerrar a sessão do usuário (<i>logout</i>).	—
RF03	Cadastrar usuários no sistema.	O Administrador cadastra Preceptores; o Preceptor cadastra Residentes e Alunos; o nome de usuário deve ser único.
RF04	Editar e ativar/desativar usuários.	O Administrador edita qualquer usuário; o Preceptor edita apenas Residentes e Alunos; a ativação/-desativação exige a confirmação da senha do usuário autenticado.

continua na próxima página

Tabela 4.8 – *continuação*

ID	Requisito	Restrições e Regras
RF05	Permitir que o usuário edite o próprio perfil.	Restrito aos próprios dados (nome, nome de usuário e senha); a senha deve atender à política definida (RNF01).
RF06	Listar usuários, com busca por nome e filtro por perfil.	Listagem paginada e filtrada conforme a hierarquia do solicitante; acesso restrito a Administrador e Preceptor.
RF07	Cadastrar, editar e buscar pacientes.	Todos os perfis podem cadastrar e visualizar; o Aluno edita apenas pacientes que cadastrou; busca por nome ou número de prontuário.
RF08	Restringir operações sobre dados sensíveis do paciente.	A exclusão de pacientes é restrita ao Administrador e não é permitida caso o paciente possua consultas associadas; entre os dados do paciente, apenas o número de prontuário tem edição restrita ao Administrador, sendo os demais editáveis conforme o RF07.
RF09	Associar comorbidades ao paciente e à consulta.	As comorbidades são selecionadas durante o preenchimento do cadastro do paciente ou da consulta; caso a comorbidade informada ainda não exista, é criada automaticamente e fica disponível para reutilização, sem necessidade de cadastro prévio em tela específica.
RF10	Registrar evoluções por meio de formulário clínico de Pneumologia Geral (PNE).	Formulário estruturado com os campos da consulta e seus registros complementares (sinais vitais, exames e tomografias).
RF11	Registrar evoluções por meio de formulário clínico de Pneumopatias Intersticiais (PDI).	Compartilha a estrutura do formulário de PNE, acrescentando campos clínicos específicos da subespecialidade (como medicações anteriores e medidas adicionais de saturação e oxigênio).
RF12	Distinguir consultas de primeira vez e de retorno.	Permitida apenas uma consulta de primeira vez por paciente em cada subespecialidade.

continua na próxima página

Tabela 4.8 – *continuação*

ID	Requisito	Restrições e Regras
RF13	Salvar a consulta como rascunho.	O salvamento como rascunho não exige validação de campos; a edição e a exclusão são permitidas apenas enquanto a consulta está pendente; o Aluno edita e exclui apenas as consultas que criou.
RF14	Finalizar a consulta.	Não permitido ao perfil Aluno; a finalização valida o preenchimento dos campos obrigatórios — impressão clínica, conduta e sinais vitais essenciais, além de campos adicionais de saturação e oxigênio na subespecialidade PDI —, informando ao usuário eventuais pendências; após finalizada, a consulta torna-se imutável (sem edição ou exclusão).
RF15	Registrar sinais vitais, provas de função pulmonar, tomografias de tórax e exames complementares associados à consulta.	—
RF16	Apresentar o histórico longitudinal de exames nas consultas subsequentes.	Exibido conforme marcação do profissional sobre quais registros devem constar no acompanhamento.
RF17	Pré-carregar informações clínicas do paciente em uma nova consulta.	Diagnósticos, comorbidades e medicações são pré-carregados a partir do cadastro do paciente e atualizados ao final da consulta.
RF18	Gerar documento em PDF padronizado da consulta.	Disponível apenas para consultas finalizadas.
RF19	Apresentar o conteúdo da evolução em texto contínuo para transcrição no AGHU.	Disponível apenas para consultas finalizadas.
RF20	Exibir um painel inicial (<i>dashboard</i>) com visão consolidada do sistema.	Apresenta totais de consultas pendentes, finalizadas e do dia, o total de pacientes e o acesso às consultas recentes.

4.5.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais estabelecem critérios de qualidade que o sistema deve atender, relacionados a segurança, usabilidade, portabilidade e integridade das informações. A Tabela 4.9 apresenta os requisitos identificados.

Tabela 4.9: Requisitos não funcionais do sistema.

ID	Categoria	Descrição
RNF01	Segurança	As senhas dos usuários não devem ser armazenadas em texto puro, sendo protegidas por técnica de <i>hash</i> criptográfico; devem conter no mínimo cinco caracteres, incluindo ao menos uma letra, um número e um caractere especial.
RNF02	Segurança	A autenticação deve ser baseada em token, transmitido de forma que impeça seu acesso por <i>scripts</i> no navegador e restrinja seu envio a conexões seguras, mitigando ataques de XSS e CSRF.
RNF03	Segurança	O acesso às funcionalidades deve ser controlado por um mecanismo de autorização baseado em perfis, validado no servidor antes da execução de operações sensíveis.
RNF04	Usabilidade	A interface deve fornecer retorno imediato ao usuário durante o preenchimento de formulários, incluindo a validação visual das regras de senha e mensagens de erro contextualizadas.
RNF05	Usabilidade	O sistema deve oferecer múltiplos pontos de acesso às funcionalidades mais frequentes, permitindo iniciar o registro de uma consulta e acessar consultas existentes a partir de diferentes contextos de navegação.
RNF06	Usabilidade	A interface deve empregar recursos visuais que facilitem a identificação rápida de informações, como a distinção de perfis e de situações de consulta por meio de elementos gráficos diferenciados.
RNF07	Portabilidade	O sistema deve ser executado em ambiente containerizado, garantindo a reprodutibilidade da configuração entre diferentes máquinas.
RNF08	Integridade	As informações clínicas registradas em uma consulta finalizada devem ser preservadas, tornando-se imutáveis e isoladas de alterações posteriores no cadastro do paciente.
RNF09	Integridade	O sistema deve impedir operações que comprometam a integridade referencial dos dados, como a exclusão de pacientes que possuam consultas associadas.

4.6 Implementação

Esta seção descreve as decisões técnicas e os detalhes de implementação do sistema, organizados por aspecto: arquitetura geral, configuração do ambiente, segurança e detalhamento dos módulos.

4.6.1 Arquitetura Geral

O sistema adota uma arquitetura cliente-servidor, na qual o *front-end*, executado no navegador, consome uma API REST exposta pelo *back-end*. A Figura 4.5 apresenta uma visão geral dessa organização.

O *front-end* foi desenvolvido em React, na forma de uma *Single Page Application* (SPA), e organiza-se em componentes e páginas, com rotas protegidas que verificam a autenticação e o perfil do usuário, um contexto de autenticação que mantém em memória as informações do usuário autenticado, e serviços responsáveis pela comunicação com a API.

O *back-end*, implementado em Spring Boot, segue o padrão de arquitetura em camadas apresentado na Seção 2.2.1, com responsabilidades distribuídas entre as camadas de *Controller* (exposição dos *endpoints* da API), *Service* (regras de negócio e validações), *Repository* (persistência, por meio do Spring Data JPA) e *Model/Entity* (entidades mapeadas para o banco de dados). A comunicação entre as camadas é unidirecional: a requisição recebida pelo *Controller* é delegada ao *Service*, que utiliza o *Repository* para acessar o banco de dados. Os dados trafegam por meio de DTOs (*Data Transfer Objects*), que isolam a representação interna das entidades da interface exposta pela API.

Toda requisição é interceptada por um filtro de autenticação, que valida o token JWT antes que ela alcance as camadas de aplicação, conforme detalhado na Seção 4.6.3. A persistência é realizada em um banco de dados PostgreSQL.

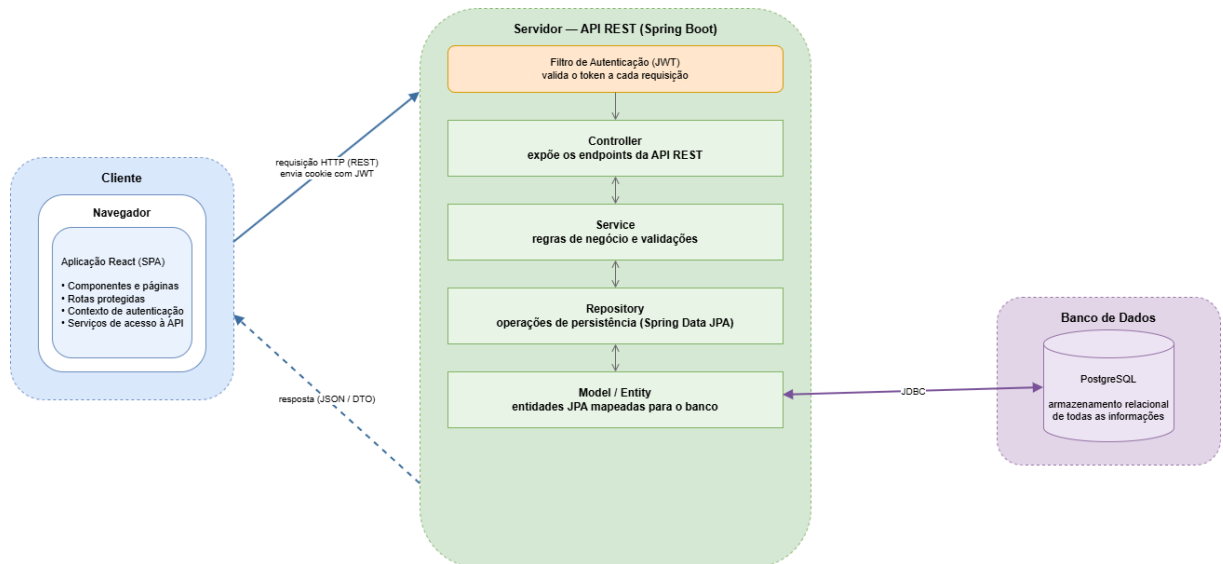


Figura 4.5: Arquitetura geral do sistema.

4.6.2 Ambiente e Infraestrutura (Docker)

O ambiente de desenvolvimento do sistema foi configurado com Docker Compose, que orquestra três contêineres: o banco de dados PostgreSQL, o *back-end* em Spring Boot e o *front-end* em React. Essa configuração torna o ambiente reproduzível e independente da máquina em que é executado.

A containerização também conferiu portabilidade à implantação: o mesmo `Dockerfile` utilizado no desenvolvimento foi reaproveitado para o *deploy* do *back-end* no ambiente de validação, detalhado no Capítulo 5. A implantação definitiva no ambiente de produção do HU-UFJF constitui uma etapa posterior, a ser conduzida em conjunto com a equipe de infraestrutura da instituição, estando fora do escopo deste trabalho.

4.6.3 Segurança

A segurança do sistema foi implementada com Spring Security, abrangendo autenticação e autorização, com base nos conceitos apresentados na Seção 2.3.

Autenticação

No fluxo de autenticação, o usuário envia suas credenciais ao *endpoint* de login. O *back-end* valida a senha, armazenada com *hash* BCrypt, e, em caso de sucesso, gera um token JWT contendo o identificador e o perfil do usuário, retornado ao cliente em um *cookie* com os atributos `HttpOnly`, `Secure` e `SameSite`. A cada requisição seguinte, o *cookie* é enviado automaticamente pelo navegador, e um filtro de autenticação intercepta a requisição, valida o token e estabelece o contexto de segurança para o usuário autenticado.

Para ilustrar o comportamento dinâmico do sistema, foram selecionados os dois fluxos mais representativos: a autenticação, transversal a toda a aplicação, e o registro e finalização de uma evolução, caso de uso central do sistema. A Figura 4.6 detalha o fluxo de autenticação, evidenciando a interação entre as camadas da aplicação, da validação das credenciais ao retorno do *cookie* de sessão, bem como o tratamento de credenciais inválidas, conta inativa ou expirada.

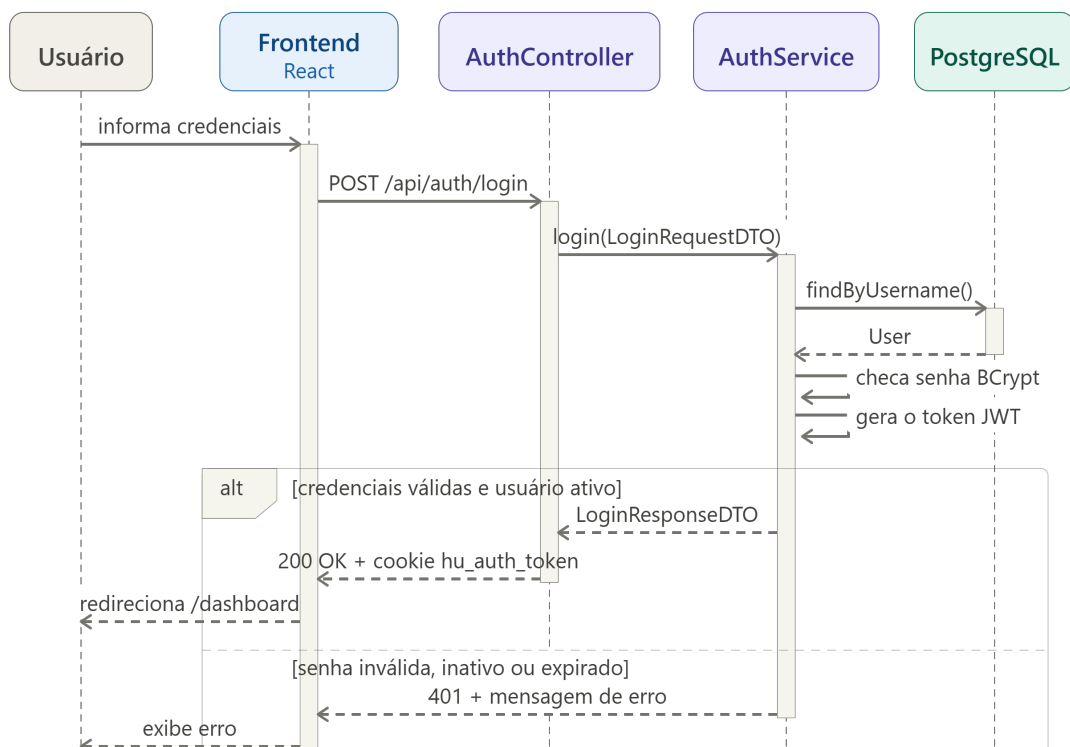


Figura 4.6: Diagrama de sequência da autenticação.

Autorização

O controle de acesso é baseado nos perfis dos usuários e aplicado na camada de *Service*, que verifica as permissões do usuário autenticado antes de executar operações sensíveis. Quando uma operação não é permitida ao perfil, o sistema retorna uma resposta de acesso negado (HTTP 403). Além disso, no *front-end*, as rotas são protegidas por componentes que verificam a autenticação e o perfil antes de renderizar cada página, redirecionando usuários não autenticados para a tela de login e usuários sem permissão para a página principal. Essa verificação no cliente complementa o controle de acesso, que é efetivamente garantido no servidor.

4.6.4 Módulo de Autenticação

Além do fluxo de autenticação e autorização descrito na Seção 4.6.3, o módulo de autenticação trata aspectos operacionais da sessão do usuário. O *logout* expira o *cookie* que contém o token, e uma verificação de estado permite que o *front-end* reconheça o usuário autenticado ao recarregar a aplicação, restaurando a interface conforme seu perfil. O módulo também trata cenários de erro como credenciais inválidas, conta inativa ou conta expirada, retornando mensagens descritivas exibidas ao usuário.

Na inicialização do sistema, um *seeder* cria um usuário administrador padrão caso o banco de dados ainda não possua usuários, garantindo o primeiro acesso.

4.6.5 Módulo de Gerenciamento de Usuários

O módulo de gerenciamento de usuários permite o cadastro, a edição, a visualização e a ativação ou desativação de usuários, sendo acessível aos perfis Administrador e Preceptor, conforme a hierarquia de permissões descrita na Seção 4.6.3.

A listagem de usuários é paginada e filtrada de acordo com o perfil de quem a solicita, com busca por nome e filtro por perfil. No cadastro, o sistema valida a unicidade do nome de usuário e as permissões do solicitante na hierarquia. A ativação ou desativação de uma conta exige a confirmação da senha do usuário autenticado, como medida adicional de segurança.

A política de senhas, estabelecida na Seção 4.5.2, é validada tanto no *back-end* quanto no *front-end*, que apresenta indicadores visuais das regras em tempo real durante o preenchimento. Independentemente do perfil, qualquer usuário autenticado pode editar o próprio perfil, alterando nome, nome de usuário e senha, sem acesso às demais funcionalidades do módulo.

4.6.6 Módulo de Gerenciamento de Pacientes

O módulo de gerenciamento de pacientes permite o cadastro, a edição, a exclusão e a consulta dos pacientes atendidos no ambulatório, constituindo a base sobre a qual são registradas as evoluções clínicas.

O cadastro reúne dados pessoais — prontuário, nome, data de nascimento, sexo, naturalidade, procedência, profissão e telefone — e informações clínicas preliminares, como diagnósticos, medicações e comorbidades. Essas informações funcionam como ponto de partida para o preenchimento das consultas, sendo pré-carregadas nas evoluções do paciente. As comorbidades, modeladas conforme descrito na Seção 4.3, são criadas sob demanda durante o cadastro: caso a comorbidade informada ainda não exista, o sistema a cria automaticamente, tornando-a disponível para reutilização.

Para padronizar o registro de naturalidade e procedência, o módulo integra-se à API de Localidades do IBGE, que fornece a seleção de estados e municípios. Caso a API esteja indisponível, o sistema disponibiliza o preenchimento manual desses campos, garantindo que o cadastro não seja interrompido.

Quanto às permissões, todos os perfis autenticados podem cadastrar e visualizar pacientes, mas a edição é diferenciada: enquanto Administrador, Preceptor e Residente editam qualquer paciente, o Aluno pode editar apenas aqueles que cadastrou. O número de prontuário, por ser um dado crítico de identificação hospitalar, só pode ser alterado pelo Administrador, a quem também é restrita a exclusão de pacientes, não permitida caso o paciente possua consultas associadas.

4.6.7 Módulo de Formulários Clínicos

O módulo de formulários clínicos é o núcleo do sistema, responsável pelo registro estruturado das evoluções ambulatoriais e por disponibilizá-las para o prontuário institucional, seja por meio da geração de um documento em PDF, seja pela apresentação do conteúdo em texto contínuo para transcrição no AGHU. Suas características de estrutura, ciclo de vida e exportação são descritas a seguir.

Estrutura do Formulário e Ciclo de Vida da Consulta

O registro de uma evolução é realizado por meio de um formulário clínico estruturado, organizado em seções: dados do paciente, evolução, sinais vitais, exame físico, exames complementares, impressão clínica e conduta. O formulário de Pneumologia Geral (PNE) constitui a estrutura base, comum a todas as subespecialidades, sobre a qual as demais são construídas por extensão. A subespecialidade de Pneumopatias Intersticiais (PDI), por exemplo, acrescenta a essa base campos específicos, como o registro de medicações anteriores, apresentado com um modelo inicial de preenchimento, e medidas adicionais de saturação de oxigênio. Essa abordagem, em que um formulário base é estendido conforme a subespecialidade, evita a duplicação de formulários e concentra a lógica comum em um único fluxo.

Cada consulta possui um ciclo de vida controlado por seu *status*. Ao ser criada, a consulta assume o estado *pendente*, no qual pode ser salva como rascunho quantas vezes forem necessárias, sem exigência de preenchimento completo. Isso permite que o registro seja iniciado durante o atendimento e complementado posteriormente. A edição e a exclusão de uma consulta são permitidas apenas enquanto ela está *pendente*; alunos podem alterar somente as consultas que criaram.

A transição para o estado *finalizado* representa a conclusão definitiva da evolução. Antes de efetivá-la, o sistema valida o preenchimento dos campos obrigatórios: impressão clínica, conduta e os sinais vitais essenciais (pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória, peso e altura); para a subespecialidade PDI, são também exigidas as medidas de saturação de oxigênio em repouso e após o teste de caminhada. Caso algum campo esteja ausente, a finalização é interrompida e as pendências são informadas ao

usuário. Uma vez finalizada, a consulta torna-se imutável, não podendo mais ser editada ou excluída por nenhum perfil, o que preserva a integridade do registro clínico.

Além disso, para cada par paciente e subespecialidade, admite-se uma única consulta classificada como primeira consulta, evitando duplicidade desse registro inicial.

Pré-carga de Informações e Registros Complementares

Para reduzir o esforço de preenchimento e manter a continuidade entre atendimentos, o sistema realiza a pré-carga de informações do paciente no momento da criação da consulta. Os diagnósticos, as vacinações, as medicações e as comorbidades registrados no cadastro do paciente são copiados para a consulta, onde podem ser revisados e ajustados sem que o cadastro original seja imediatamente alterado.

Esses dados são mantidos na consulta na forma de *snapshots*, ou seja, cópias que preservam o estado das informações no momento do atendimento. Esse mecanismo garante que evoluções já registradas não sejam afetadas por alterações posteriores no cadastro do paciente, preservando a fidelidade histórica de cada consulta. Ao final do atendimento, o sistema realiza o caminho inverso: as informações consolidadas na consulta são propagadas de volta ao cadastro do paciente, mantendo-o atualizado com os dados mais recentes. Configura-se, assim, um fluxo bidirecional entre paciente e consulta, no qual o cadastro alimenta a nova consulta e é, em seguida, atualizado por ela.

Cada consulta pode reunir ainda um conjunto de registros complementares: sinais vitais, provas de função pulmonar, tomografias de tórax e exames complementares. Enquanto os sinais vitais correspondem a um único registro por consulta, os demais podem ser cadastrados em quantidade variável, conforme os exames realizados pelo paciente.

Esses registros dão suporte ao acompanhamento longitudinal do paciente. Ao registrar uma prova de função pulmonar, uma tomografia ou um exame complementar, o profissional pode marcá-lo para que seja exibido nos atendimentos seguintes. Dessa forma, ao iniciar uma nova consulta, o sistema reúne os exames previamente marcados, permitindo comparar a evolução do paciente ao longo do tempo sem a necessidade de consultar manualmente cada atendimento anterior.

A Figura 4.7 sintetiza o ciclo de vida de uma evolução, do registro à finalização.

O fragmento alternativo distingue o salvamento como rascunho (*status* PENDING) da finalização imediata (FINISHED), e o fragmento opcional representa a finalização posterior de uma consulta ainda pendente. A atualização do cadastro do paciente, correspondente ao fluxo bidirecional descrito acima, ocorre apenas na finalização.

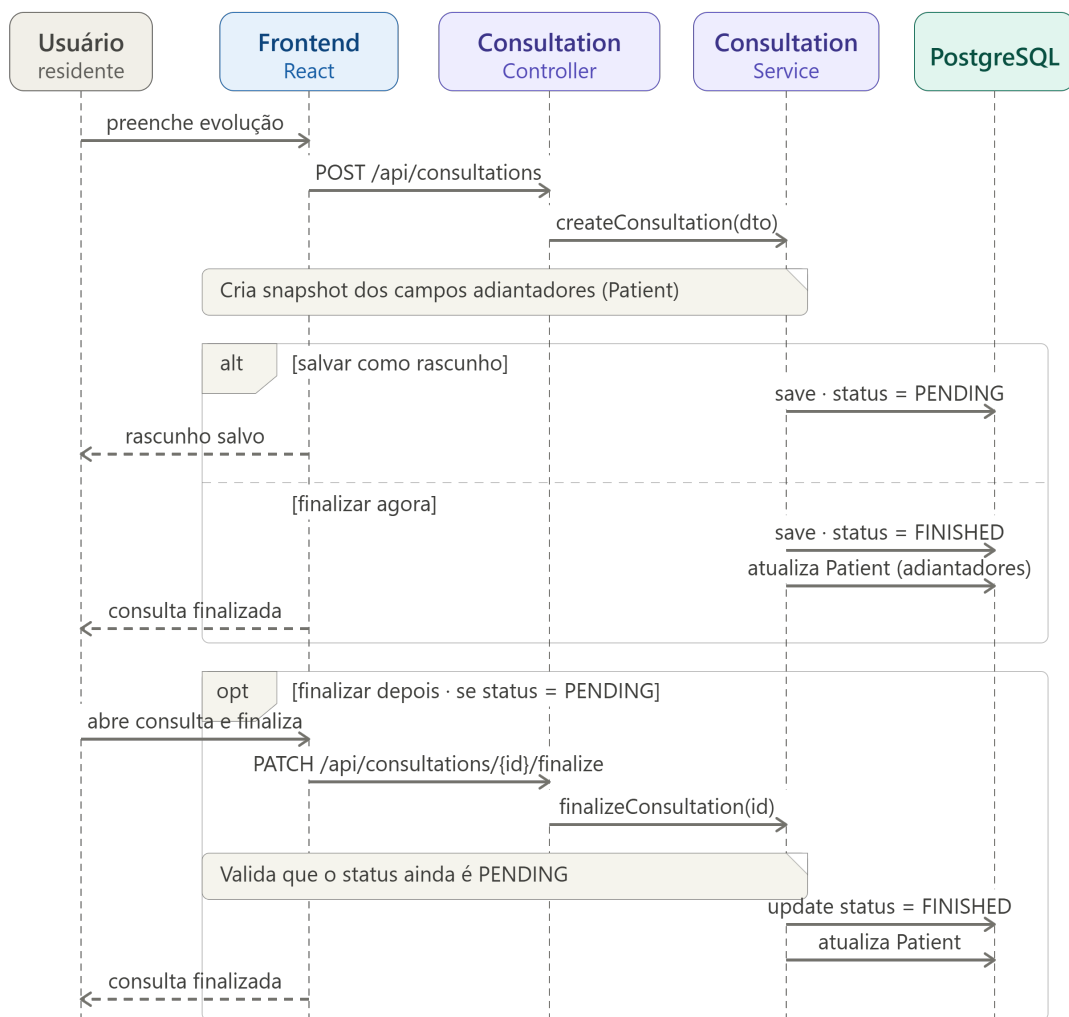


Figura 4.7: Diagrama de sequência do registro e finalização de uma evolução.

Geração do Documento e Exportação para o AGHU

Concluído o registro, o sistema oferece duas formas de levar a evolução para o prontuário eletrônico institucional (AGHU), ambas disponíveis apenas para consultas finalizadas.

A primeira é a geração de um documento em PDF padronizado, que organiza os

dados da consulta em um formato uniforme, adequado ao arquivamento e à impressão. A segunda é a apresentação da evolução em texto contínuo, formatado para ser copiado e colado diretamente nos campos do AGHU. Como o prontuário institucional não dispõe de integração automática com o sistema, essas duas formas de exportação constituem a ponte entre o registro padronizado e o prontuário oficial, reduzindo o esforço de transcrição e os erros associados à digitação manual.

4.7 Apresentação do Sistema

Esta seção apresenta as principais telas do sistema, ilustrando o resultado da implementação dos módulos descritos nas seções anteriores.

4.7.1 Tela de Login

A tela de login (Figura 4.8) é o ponto de entrada do sistema. Apresenta os campos de nome de usuário e senha, com a opção de exibir ou ocultar a senha digitada, e exibe mensagens de retorno ao usuário quando o acesso não é possível.

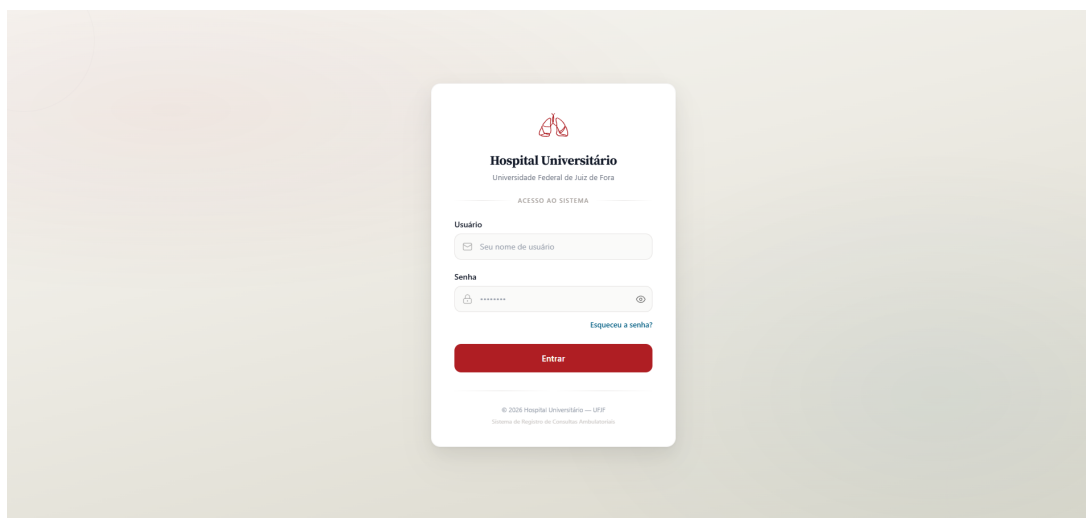


Figura 4.8: Tela de login do sistema.

4.7.2 Painel Inicial (*Dashboard*)

Após a autenticação, o usuário é direcionado ao painel inicial (Figura 4.9), que oferece uma visão consolidada do sistema e funciona como ponto de partida para as principais ati-

vidades. No topo, quatro indicadores resumem a situação do serviço: o total de pacientes cadastrados e os totais de consultas pendentes, finalizadas e registradas no dia.

Abaixo dos indicadores, o painel apresenta duas listagens que dão acesso rápido aos atendimentos: as últimas consultas pendentes e as últimas consultas registradas. Em ambas, cada consulta é exibida com seus dados essenciais, como data, prontuário, paciente, subespecialidade, tipo e situação, destacando-se visualmente a subespecialidade e o estado da consulta. Cada listagem oferece ainda um atalho para a relação completa de consultas correspondente, e um botão de acesso rápido permite iniciar o registro de uma nova consulta.

A navegação pelo sistema é feita por um menu lateral, presente em todas as telas, que dá acesso aos módulos de pacientes, usuários e evoluções, conforme as permissões do perfil autenticado. O cabeçalho, por sua vez, identifica o usuário logado e seu perfil.

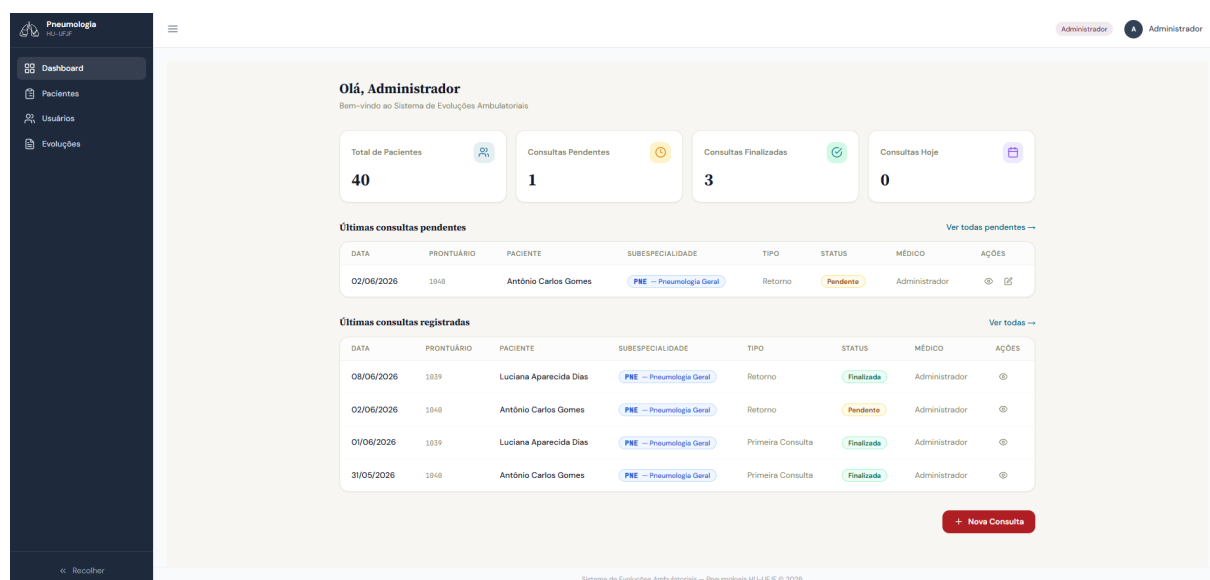


Figura 4.9: Painel inicial (*dashboard*) do sistema.

4.7.3 Gerenciamento de Usuários

A tela de gerenciamento de usuários (Figura 4.10) reúne, em uma visão única, os usuários cadastrados no sistema, sendo acessível aos perfis responsáveis pela administração de contas. As informações são organizadas em uma tabela paginada, na qual cada linha apresenta os dados principais do usuário, como nome e nome de acesso, acompanhados de

marcadores coloridos que indicam, de forma imediata, o perfil e a situação da conta, se ativa ou inativa. No topo da listagem, um campo de busca por nome e um filtro por perfil permitem localizar usuários de forma ágil mesmo quando o número de cadastros cresce. A relação exibida respeita a hierarquia do usuário autenticado, apresentando apenas os usuários que ele está autorizado a gerenciar. A partir dessa tela, é possível cadastrar um novo usuário, editar os dados de um usuário existente e ativar ou desativar sua conta, sempre respeitando as permissões associadas ao perfil do usuário autenticado.

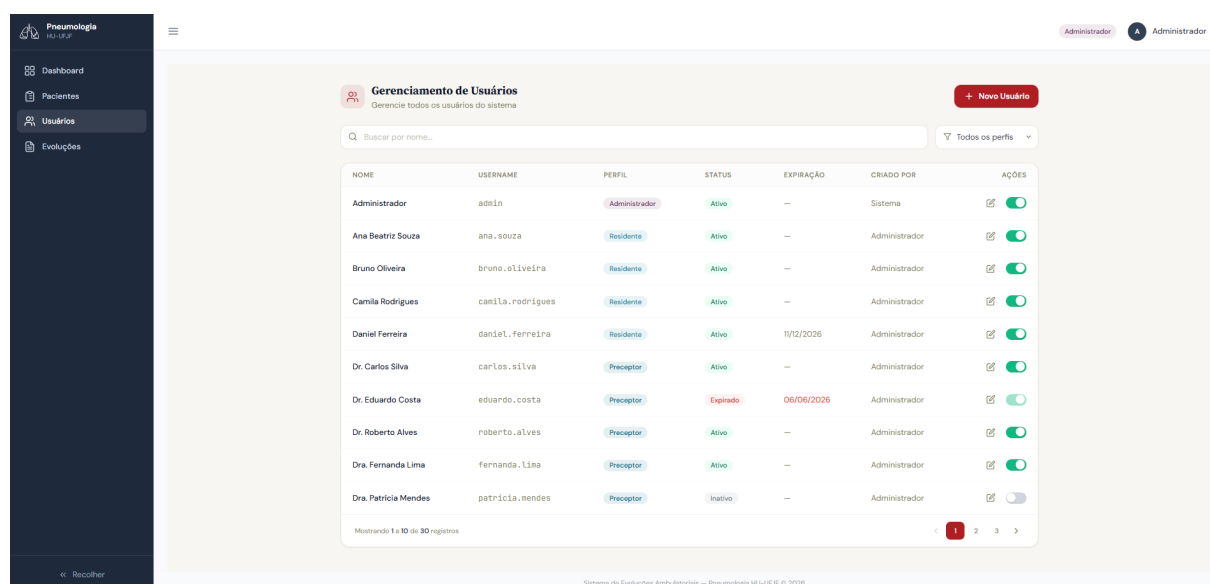


Figura 4.10: Tela de gerenciamento de usuários.

O cadastro de um novo usuário é realizado por meio de um formulário apresentado em uma janela sobreposta (Figura 4.11), na qual são informados o nome, o nome de acesso, a senha, o perfil e, opcionalmente, uma data de expiração da conta. Durante o preenchimento da senha, o sistema apresenta indicadores visuais que sinalizam, em tempo real, o atendimento aos critérios exigidos. A lista de perfis disponíveis para seleção é ajustada conforme a hierarquia do usuário que realiza o cadastro.

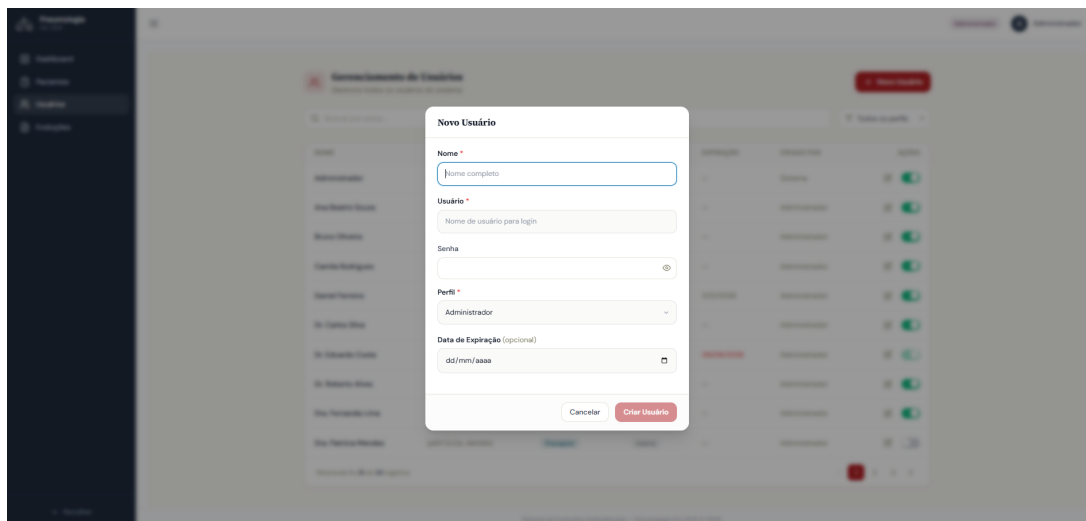
A imagem mostra uma interface web com um formulário modal para criar um novo usuário. O formulário, intitulado "Novo Usuário", contém campos para: "Nome" (com o placeholder "Nome completo"), "Usuário" (com o placeholder "Nome de usuário para login"), "Senha" (com ícone para alternar visibilidade), "Perfil" (menu suspenso com "Administrador" selecionado) e "Data de Expiração (opcional)" (formato dd/mm/aaaa). Botões "Cancelar" e "Criar Usuário" estão na base do modal. O fundo desfocado mostra uma tabela de usuários.

Figura 4.11: Formulário de criação de usuário.

Independentemente de seu perfil, todo usuário autenticado dispõe de uma página dedicada à edição do próprio perfil (Figura 4.12), na qual pode atualizar seu nome, nome de acesso e senha, sem acesso às demais funcionalidades de gerenciamento de usuários.

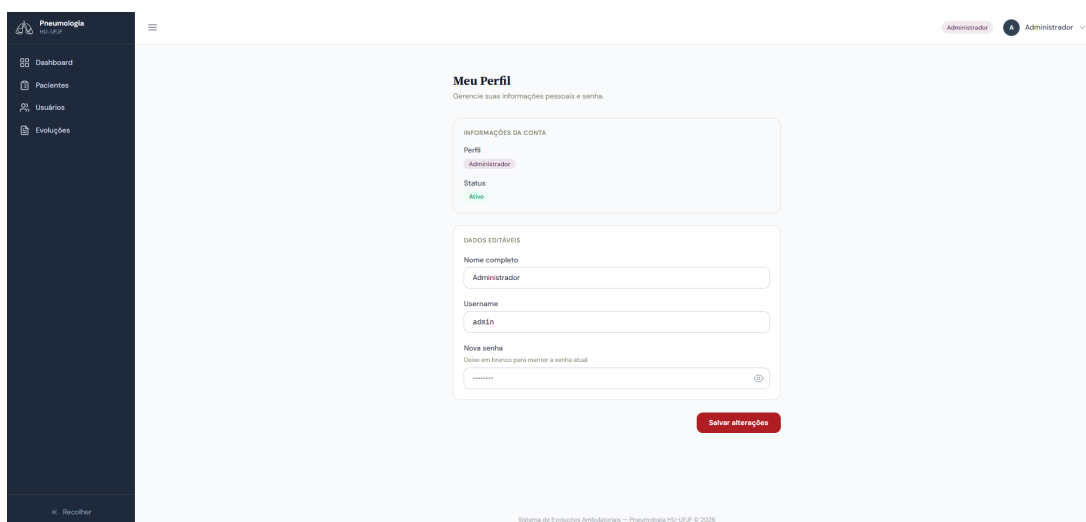
A imagem mostra a tela "Meu Perfil" de um sistema web. No topo, há uma barra de navegação com o nome "Pneumologia" e um menu suspenso de usuário com o nome "Administrador". O conteúdo principal é dividido em duas seções: "INFORMAÇÕES DA CONTA", que mostra o perfil "Administrador" e o status "Ativo", e "DADOS EDITÁVEIS", que contém campos para "Nome completo" (preenchido com "Administrador"), "Username" (preenchido com "admin") e "Nova senha" (com o placeholder "Deixe em branco para manter a senha atual"). Um botão "Salvar alterações" está na base da seção de dados editáveis. No rodapé, há o texto "Sistema de Evoluções Ambulatoriais - Pneumologia HU-UFPA © 2018".

Figura 4.12: Tela de edição do próprio perfil.

4.7.4 Gerenciamento de Pacientes

A tela de gerenciamento de pacientes (Figura 4.13) apresenta a relação dos pacientes atendidos no ambulatório, organizada em uma tabela paginada com campo de busca por nome ou número de prontuário. Além da busca, a listagem dispõe de filtros que refinam segundo a situação clínica dos pacientes: um filtro por subespecialidade, que

restringe a relação aos pacientes acompanhados em uma determinada subespecialidade, e um filtro que destaca os pacientes com consultas pendentes, facilitando a localização de atendimentos em aberto. Cada linha exibe os dados de identificação do paciente, como prontuário, nome, idade, sexo e profissão, e as ações disponíveis, que se ajustam ao perfil do usuário. A partir dessa tela é possível cadastrar um novo paciente, bem como acessar os detalhes de um paciente já existente.

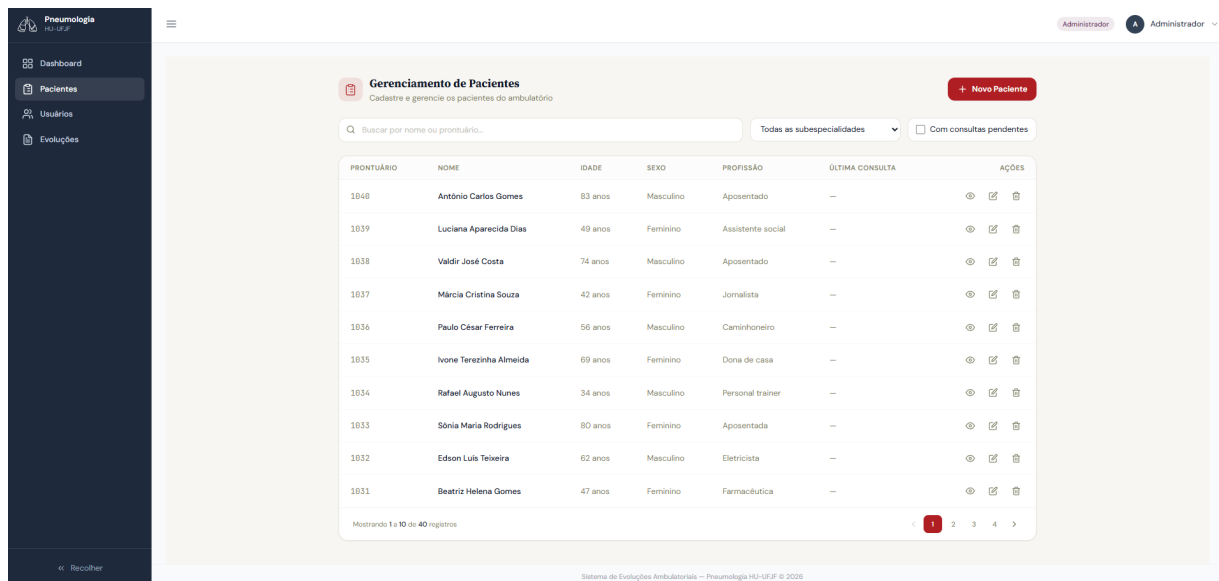


Figura 4.13: Tela de gerenciamento de pacientes.

O cadastro de um paciente é realizado em uma janela sobreposta (Figura 4.14), que reúne os dados pessoais do paciente — como prontuário, nome, data de nascimento, sexo, naturalidade, procedência, profissão e telefone — e suas informações clínicas preliminares, como diagnósticos, medicações e comorbidades. Os campos são organizados de forma a orientar o preenchimento, agrupando os dados de identificação e as informações clínicas.

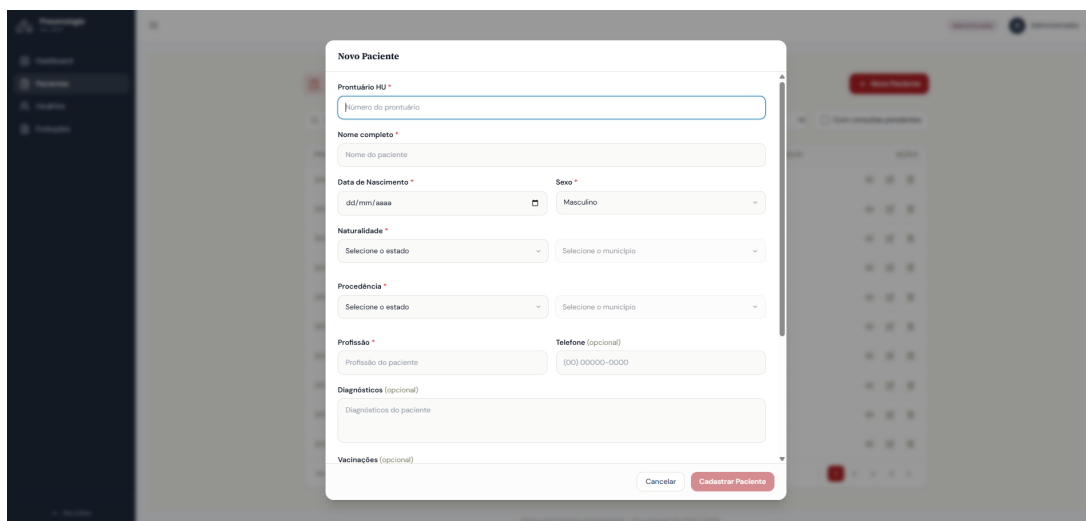
A imagem mostra uma interface web com um formulário de cadastro de paciente. O formulário é intitulado "Novo Paciente" e está centralizado na tela. À esquerda, há um menu lateral escuro com ícones para "Pacientes", "Consultas", "Medicamentos" e "Vacinas". À direita, parte de uma tela de "Novo Paciente" é visível, mostrando uma grade de checkboxes. O formulário principal contém os seguintes campos: "Prontuário HU" (campo de texto com placeholder "Número do prontuário"), "Nome completo" (campo de texto com placeholder "Nome do paciente"), "Data de Nascimento" (campo de data com máscara dd/mm/aaaa), "Sexo" (botão de seleção para "Masculino"), "Naturalidade" (dois campos de dropdown para "Selecione o estado" e "Selecione o município"), "Procedência" (dois campos de dropdown para "Selecione o estado" e "Selecione o município"), "Profissão" (campo de texto com placeholder "Profissão do paciente"), "Telefone (opcional)" (campo de texto com máscara (xx) 00000-0000), "Diagnósticos (opcional)" (campo de texto com placeholder "Diagnósticos do paciente") e "Vacinações (opcional)". No canto inferior direito do formulário, há dois botões: "Cancelar" e "Cadastrar Paciente".

Figura 4.14: Formulário de cadastro de paciente.

Ao acessar um paciente específico, o sistema apresenta a tela de detalhes (Figura 4.15), que consolida em uma única página todas as informações relacionadas a ele. No topo, são exibidos a identificação do paciente e as ações de edição e exclusão, apresentadas conforme as permissões do usuário. As informações são então organizadas em seções: os *dados pessoais*, com os dados de identificação e contato; as *informações clínicas*, reunindo diagnósticos, vacinações, comorbidades e medicações em uso; e as *informações do registro*, que indicam quem cadastrou o paciente e as datas de criação e atualização.

A tela apresenta ainda o histórico de consultas do paciente, no qual seus atendimentos são listados com data, subespecialidade, tipo, situação e médico responsável. Esse histórico dispõe dos mesmos filtros por subespecialidade e por situação presentes na listagem de pacientes, e também é possível iniciar uma nova consulta a partir dele.

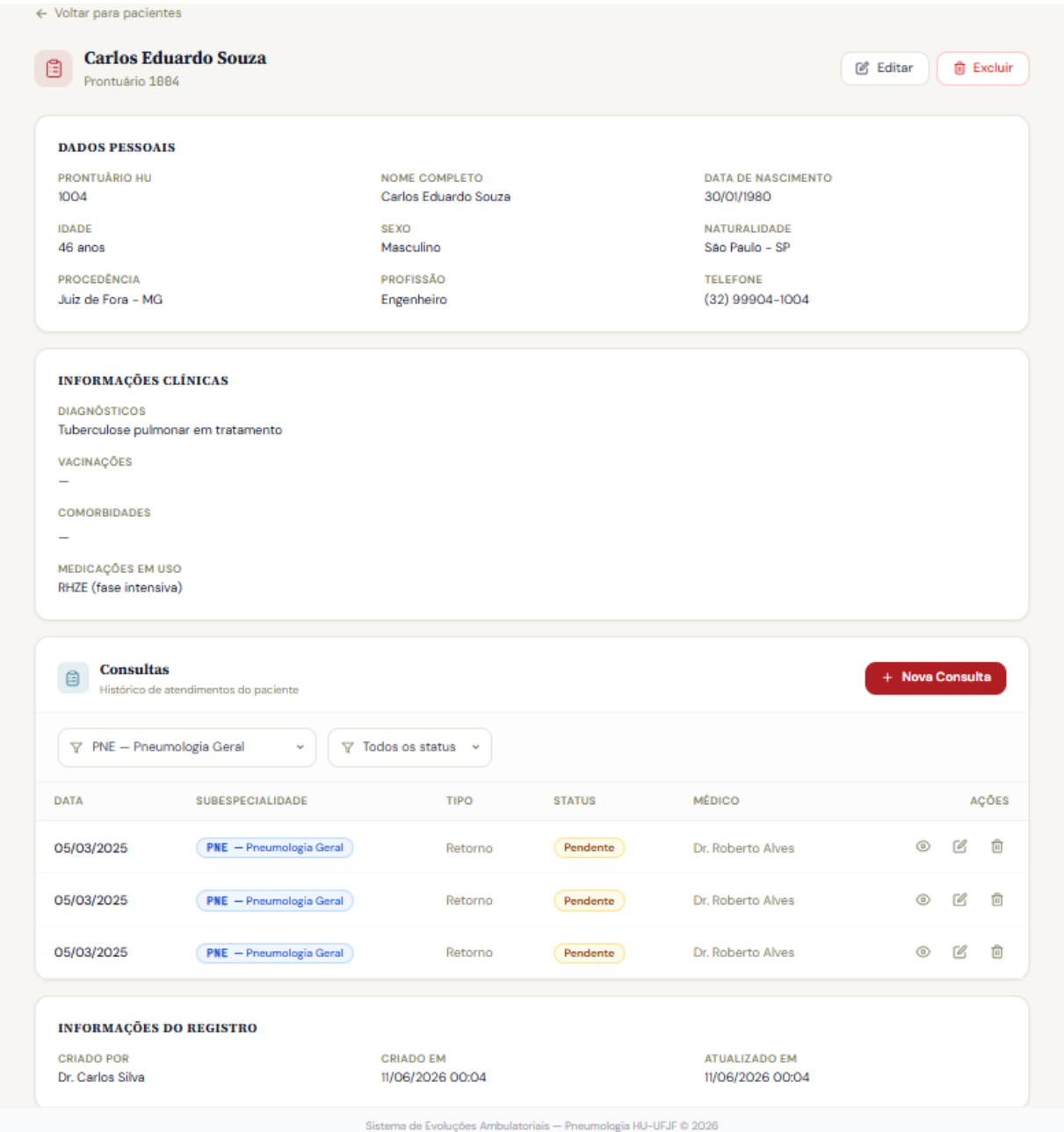


Figura 4.15: Tela de detalhes do paciente.

4.7.5 Formulários Clínicos

Esta seção apresenta o fluxo central do sistema, desde o registro de uma evolução ambulatorial até sua disponibilização para o prontuário institucional.

Registro de uma Evolução

O registro de uma nova evolução é conduzido por um fluxo guiado, organizado em três etapas sucessivas: seleção do paciente, escolha da subespecialidade e preenchimento do formulário clínico, indicadas por um marcador no topo da tela que orienta o usuário ao longo do processo.

Na primeira etapa (Figura 4.16), o paciente é localizado por meio de busca por nome ou número de prontuário. Caso ainda não esteja cadastrado, é possível registrá-lo sem interromper o fluxo, por meio de um atalho para o cadastro.

Figura 4.16: Primeira etapa do registro de uma evolução: seleção do paciente.

Na segunda etapa (Figura 4.17), o usuário escolhe a subespecialidade do atendimento entre as opções disponíveis: Pneumologia Geral (PNE) e Pneumopatias Intersticiais (PDI). A partir dessa escolha, o sistema consulta o histórico do paciente naquela subespecialidade e auxilia a definição do tipo de consulta: quando já existem atendimentos anteriores, a consulta é automaticamente classificada como retorno; caso contrário, o usuário seleciona entre primeira consulta e retorno. O sistema também alerta quando o paciente já possui uma consulta pendente na subespecialidade, oferecendo acesso direto a esse atendimento em aberto e prevenindo registros duplicados. Concluída essa etapa, o usuário prossegue para o preenchimento do formulário.

A interface do sistema de evolução ambulatorial, intitulada "Pneumologia HU-UFJF", apresenta uma barra lateral esquerda com opções: Dashboard, Pacientes, Usuários e Evoluções. O topo direito mostra o perfil do usuário "Administrador". O conteúdo principal, sob o título "Nova Consulta", indica o progresso em três etapas: 1. Paciente (concluído), 2. Subespecialidade (atual) e 3. Formulário. A seção "Escolha a subespecialidade" para o paciente "Pedro Henrique Alves - prontuário 1898" oferece duas opções: "PNE: Pneumologia Geral" e "PDI: Pneumopatia Intersticiais", sendo esta última selecionada. Abaixo, a seção "Tipo de consulta - Pneumopatia Intersticiais" informa que já existem consultas registradas e define o tipo como "Retorno", com um botão "RETORNO". Um alerta amarelo indica: "Este paciente já possui uma consulta pendente nesta subespecialidade. Ver consulta pendente -->". Um botão vermelho "Criar nova mesmo assim" está no canto inferior direito. O rodapé menciona "Sistema de Evoluções Ambulatoriais - Pneumologia HU-UFJF © 2026".

Figura 4.17: Segunda etapa do registro de uma evolução: escolha da subespecialidade, com classificação automática do tipo de consulta e alerta de consulta pendente.

Definidos o paciente e a subespecialidade, o sistema apresenta o formulário clínico de preenchimento, organizado em seções sucessivas (Figura 4.18). Seu topo identifica o paciente e contextualiza o atendimento, exibindo a subespecialidade, o tipo de consulta e os dados pessoais, além de indicar quais campos são obrigatórios para a finalização. Logo abaixo, a seção de dados clínicos reúne as informações pré-carregadas a partir do cadastro do paciente, que podem ser revisadas e ajustadas no contexto daquele atendimento.

**Nova Consulta**
Preencha as seções abaixo. Você pode salvar como rascunho a qualquer momento.

* Campos obrigatórios para finalizar a consulta

Luciana Aparecida Dias
Prontuário 1839

PDI – Pneumopatias Intersticiais [Retorno](#)

DATA DE NASCIMENTO	IDADE	SEXO
19/12/1976	49 anos	Feminino
NATURALIDADE	PROCEDÊNCIA	PROFISSÃO
Além Paraíba - MG	Juiz de Fora - MG	Assistente social

1ª CONSULTA NESTA SUBESPECIALIDADE
14/06/2026

DATA DA CONSULTA

16/06/2026 

DADOS CLÍNICOS

Diagnóstico da pneumopatia

Esclerose sistêmica com acometimento pulmonar (PINE)
DPOC
Tabagismo

Vacinações

Pneumo 23
Influenza 2026

Medicações de uso continuado

Micofenolato 1,5g 2x/dia; Nintedanibe 150mg 2x/dia
Umeclidínio + Vilanterol

Comorbidades

Doença do Refluxo Gastroesofágico ✕

Tabagismo ✕

Asma

Nenhuma encontrada

+ Adicionar "Asma"

Figura 4.18: Topo do formulário de evolução: identificação do paciente, contexto do atendimento e dados clínicos pré-carregados.

Quando a consulta pertence à subespecialidade de Pneumopatias Intersticiais, o formulário incorpora campos específicos, ausentes na Pneumologia Geral. É o caso da seção de medicações de uso prévio (Figura 4.19), apresentada com um modelo inicial que organiza o registro por categorias relevantes ao acompanhamento dessas condições. Logo abaixo, a seção de evolução acolhe a descrição do quadro clínico em texto livre.

The image shows a digital form interface with two main sections. The top section is titled 'MEDICAÇÕES DE USO PRÉVIO' and contains a sub-header 'Preencha cada categoria abaixo.' followed by three input fields labeled 'Imunossupressores:', 'Pulsoterapia:', and 'Antifibróticos:'. The bottom section is titled 'EVOLUÇÃO' and contains a single large input field with the placeholder text 'Descreva a evolução do quadro clínico...'.

Figura 4.19: Seção de medicações de uso prévio, específica da subespecialidade de Pneumopatias Intersticiais.

Um aspecto central do formulário é o suporte ao acompanhamento longitudinal do paciente. Na seção de sinais vitais (Figura 4.20), além dos campos de registro do atendimento atual, o sistema apresenta uma tabela comparativa com as medidas das consultas anteriores, dispostas lado a lado, o que permite visualizar a evolução de parâmetros como pressão arterial, frequência cardíaca e saturação de oxigênio ao longo do tempo. Para a subespecialidade de Pneumopatias Intersticiais, são também solicitadas as medidas de saturação em repouso e após o teste de caminhada, refletindo as particularidades do acompanhamento dessas condições.

SINAIS VITAIS

SINAL VITAL	13/06/2026	14/06/2026	ATUAL
PA (mmHg)	120/70	100/60	—
FC (bpm)	77	103	—
FR (irpm)	23	25	—
Temp (°C)	—	—	—
SpO ₂ (%)	94	92	—
SpO ₂ pós-cam (%)	91	não detectada	—
SpO ₂ c/O ₂ (%)	—	—	—
SpO ₂ s/O ₂ (%)	—	—	—
O ₂ (L/min)	—	—	—
Peso (kg)	76	70	—
Altura (m)	1.7	1.7	—
IMC	26.3	24.22	—

PA Sistólica *
 mmHg

PA Diastólica *
 mmHg

FC *
 bpm

FR *
 irpm

Temperatura
 °C

SpO₂ em repouso *
 %

SpO₂ pós-caminhada *
 %

Peso *
 kg

Altura *
 m

IMC
 kg/m²

SpO₂ com O₂
 %

SpO₂ sem O₂
 %

Litros de O₂
 L/min

Figura 4.20: Seção de sinais vitais, com a tabela comparativa entre atendimentos e os campos do registro atual.

Esse mesmo princípio se estende aos demais registros complementares, como as provas de função pulmonar, as tomografias de tórax e os exames complementares, todos acompanhados do histórico dos resultados anteriores. A Figura 4.21 ilustra a seção de provas de função pulmonar, na qual os exames registrados em consultas passadas são exibidos em conjunto com o espaço para um novo registro. Ao cadastrar um exame, o profissional pode indicar que ele seja exibido nos atendimentos seguintes, definindo quais resultados compõem o acompanhamento contínuo do paciente.

PROVAS DE FUNÇÃO PULMONAR

PARÂMETRO	19/05/2026	ATUAL
FEV1	1.9	—
FEV1 (%)	75	—
FVC	3.9	—
FVC (%)	92	—
FEV1/FVC	0.49	—
DLCO (%)	67	—

PROVA 1

FEV1

FEV1 % previsto

FVC (L)

FVC % previsto

FEV1/FVC

0.00 ou texto livre

DLCO (%)

Data do exame

dd/mm/aaaa

☐ Exibir nas próximas consultas

+ Adicionar Prova

Remover

Figura 4.21: Seção de provas de função pulmonar, com o histórico de exames e a opção de exibição nos próximos atendimentos.

As seções finais reúnem a impressão clínica e a conduta, ambas obrigatórias para a finalização, seguidas de um campo para pendências. Assim como na seção de medicações de uso prévio, a impressão clínica da subespecialidade de Pneumopatias Intersticiais é apresentada com um modelo que orienta o registro segundo os eixos de avaliação pertinentes. Ao final do formulário, o usuário dispõe das ações de salvar o atendimento como rascunho, preservando-o como pendente para complementação posterior, ou de finalizá-lo definitivamente (Figura 4.22).

The screenshot displays the final sections of a medical form. It is organized into three main sections, each with a title and a text input area:

- IMPRESSÃO CLÍNICA ***: This section contains four lines of text input fields:
 - Evolução clínica:
 - Evolução funcional respiratória:
 - Evolução radiológica:
 - Compreensão do diagnóstico e gravidade:
- CONDUTA ***: This section contains one line of text input field:
 - Plano terapêutico e condutas...
- PENDÊNCIAS**: This section contains one line of text input field:
 - Pendências e itens para acompanhamento...

At the bottom right of the form, there are two buttons:

- Salvar Rascunho**: A light blue button with the text "Salva como pendente. Você poderá continuar editando depois."
- Finalizar Consulta**: A red button with the text "Conclui definitivamente. Não será possível editar após finalizar."

At the bottom center, there is a small footer text: "Sistema de Evoluções Ambulatoriais — Pneumologia HU-UFJF © 2026".

Figura 4.22: Seções finais do formulário: impressão clínica, conduta e as ações de salvamento e finalização.

Geração do Documento e Exportação para o AGHU

Concluído o registro e finalizada a consulta, o sistema disponibiliza a evolução para transcrição no prontuário eletrônico institucional. A partir da consulta finalizada, o usuário acessa uma tela de exportação (Figura 4.23) que oferece duas formas de aproveitamento do registro. A primeira é a apresentação da evolução em texto contínuo, organizado em seções e formatado para ser copiado integralmente e colado nos campos do AGHU. A segunda é a geração de um documento em PDF padronizado, adequado ao arquivamento e à impressão, cujo resultado é apresentado no Apêndice A.

Pneumologia
HU-UFJF

Administrador

Administrador

Dashboard

Pacientes

Usuários

Evoluções

Recolher

← Voltar para a consulta

Copiar dados para AGHU

Prontuário: 1839 | Luciana Aparecida Dias | Pneumopatia Intersticiais | 14/06/2026 | Primeira Consulta

Copiar tudo

Baixar PDF

CONTEÚDO PARA COLAR NO AGHU

177 linhas

EVOUÇÃO AMBULATORIAL - Pneumopatia Intersticiais
Data: 14/06/2026 | Tipo: Primeira Consulta | Status: Finalizada
Médico: Célio de Barros | Finalizada por: Célio de Barros

=====

DADOS DO PACIENTE:
Paciente: Luciana Aparecida Dias | Prontuário: 1039
Data de Nascimento: 19/12/1976 | Idade: 49 anos | Sexo: Feminino
Naturalidade: Além Paraíba - MG | Procedência: Juiz de Fora - MG | Profissão: Assistente social

=====

DIAGNOSTICOS:
Esclerose sistêmica com acometimento pulmonar (PNE)
DPOC
Tabagismo

VACINAÇÕES:
Pneumo 23
Influenza 2026

MEDICAÇÕES DE USO CONTINUADO:
Meclofenolato 1,5g 2x/dia; Nintedanibe 150mg 2x/dia
Umecclidinio + Vilanterol

COMORBIDADES:

Sistema de Evoluções Ambulatoriais - Pneumologia HU-UFJF © 2026

Figura 4.23: Tela de exportação da evolução para o AGHU, com o conteúdo em texto contínuo e as opções de cópia e de geração do PDF.

5 Resultados e Validação

Este capítulo apresenta os resultados do trabalho e o processo de validação do sistema. A Seção 5.1 descreve a validação contínua realizada ao longo do desenvolvimento, junto ao médico responsável pelo ambulatório. A Seção 5.2 apresenta o ambiente em que o sistema foi disponibilizado para uso e avaliação. Por fim, a Seção 5.3 descreve o instrumento de avaliação aplicado e discute os resultados obtidos.

5.1 Validação Contínua ao Longo do Desenvolvimento

Coerentemente com a abordagem iterativa e incremental adotada, a validação do sistema não se restringiu a uma etapa final, mas ocorreu de forma contínua ao longo de todo o desenvolvimento. A cada ciclo, o módulo em construção era apresentado ao médico responsável pelo ambulatório em reuniões de acompanhamento, nas quais se verificavam as funcionalidades acordadas, coletavam-se ajustes e levantavam-se os requisitos para o ciclo seguinte.

Esse processo aproximou o desenvolvimento das necessidades reais do serviço, permitindo que decisões de modelagem e de interface fossem tomadas em conjunto com o profissional. Diversos refinamentos resultaram diretamente desse retorno, como a inclusão e o ajuste de campos clínicos e a definição de quais informações seriam estruturadas em campos com tópicos predefinidos, que orientam o preenchimento, e quais permaneceriam como campos de texto livre. Cada uma dessas decisões foi avaliada quanto à sua adequação à rotina do ambulatório, equilibrando padronização e flexibilidade.

Dessa forma, ao final de cada ciclo o sistema já incorporava um incremento validado, e o retorno obtido orientava a continuidade do trabalho. Essa validação progressiva reduziu o risco de divergências entre o sistema e as expectativas do serviço, e constituiu a base sobre a qual se realizou a avaliação final descrita nas seções seguintes.

5.2 Ambiente de Validação

Para que a avaliação não se limitasse à apresentação das telas, mas envolvesse o uso efetivo do sistema, este foi disponibilizado em um ambiente acessível remotamente. O *front-end* foi hospedado na plataforma Vercel e o *back-end*, juntamente com o banco de dados PostgreSQL, na plataforma Railway. Para a implantação do *back-end*, foi reaproveitado o mesmo `Dockerfile` utilizado no ambiente de desenvolvimento, o que reforça, na prática, a portabilidade proporcionada pela containerização (RNF07).

Por meio desse ambiente, o médico responsável pôde acessar o sistema a partir de seu próprio computador e utilizá-lo de forma autônoma, ciente de que se tratava de um ambiente destinado à validação. Para esse fim, foram empregados os planos gratuitos da Vercel e uma versão de avaliação (*trial*) da Railway, adequados a esse propósito. O sistema foi inicializado com um conjunto de dados fictícios gerados automaticamente, incluindo usuários, entre eles o do próprio avaliador, e pacientes. Tanto esses dados quanto os registros produzidos pelo médico durante a validação foram inteiramente fictícios, de modo que nenhum dado real de paciente foi utilizado.

Esse ambiente teve finalidade exclusivamente de validação. A implantação do sistema na infraestrutura do HU-UFJF é uma etapa posterior e independente deste trabalho, conduzida pela própria instituição, por meio de seu setor de tecnologia da informação. O escopo deste trabalho contempla o desenvolvimento e a validação do sistema, cabendo à instituição a sua eventual implantação, retomada como perspectiva futura na conclusão.

5.3 Avaliação do Sistema

Concluído o desenvolvimento e disponibilizado o sistema no ambiente de validação, realizou-se uma avaliação estruturada com o objetivo de verificar sua utilidade, sua facilidade de uso e sua adequação às necessidades do ambulatório. Esta seção descreve o instrumento utilizado e o perfil do avaliador, e apresenta os resultados obtidos.

5.3.1 Instrumento de Avaliação

Para a avaliação, foi elaborado um questionário estruturado, fundamentado no *Technology Acceptance Model* (TAM) (DAVIS, 1989), modelo amplamente empregado para avaliar a aceitação de sistemas de informação a partir da percepção dos usuários. Do TAM derivam dois dos construtos avaliados: a **utilidade percebida**, que mede o quanto o sistema contribui para o trabalho, e a **facilidade de uso percebida**, que mede o quanto o sistema é fácil de aprender e operar. A esses dois construtos acrescentou-se uma dimensão de **adequação funcional**, cujos itens foram derivados diretamente dos requisitos levantados ao longo do desenvolvimento, de modo a verificar se o sistema contemplou as funcionalidades acordadas para o serviço.

As afirmações do questionário foram respondidas segundo uma escala Likert (LIKERT, 1932) de cinco pontos, com as opções “discordo totalmente”, “discordo”, “neutro”, “concordo” e “concordo totalmente”. O instrumento foi complementado por questões abertas, destinadas a coletar observações qualitativas sobre os aspectos positivos, os pontos de melhoria e eventuais funcionalidades não contempladas.

Na elaboração do questionário, adotaram-se cuidados para reduzir vieses de resposta. Os itens foram ordenados das questões mais abrangentes para as mais específicas, e foram incluídos, de forma parcimoniosa, itens de redação reversa, ou seja, afirmações cuja concordância indica avaliação negativa, recurso utilizado para mitigar o viés de aquiescência, isto é, a tendência do respondente a concordar automaticamente com as afirmações (SCHRIESHEIM; HILL, 1981).

5.3.2 Perfil do Avaliador

A avaliação foi conduzida com o médico responsável pelo ambulatório de Pneumopatias Intersticiais do HU-UFJF, que atua também como supervisor do Programa de Residência Médica em Pneumologia e preceptor dos residentes. Esse profissional foi a principal referência para o levantamento de requisitos e acompanhou todo o desenvolvimento do sistema, o que o caracteriza como o especialista do domínio mais adequado para avaliar a aderência da solução às necessidades do serviço.

Trata-se, portanto, de uma avaliação qualitativa conduzida com um único espe-

cialista, coerente com a natureza de estudo de caso deste trabalho, voltado a um serviço específico. Reconhece-se que a avaliação com um único avaliador constitui uma limitação quanto à generalização dos resultados; a ampliação dessa avaliação a outros perfis de usuários, como residentes e demais médicos do serviço, é apontada como trabalho futuro no Capítulo ??.

5.3.3 Resultados da Avaliação

O questionário foi respondido pelo médico responsável pelo ambulatório, e suas respostas são apresentadas na Tabela 5.1, organizadas segundo as dimensões avaliadas. De modo geral, a avaliação foi positiva, com a maioria dos itens recebendo concordância ou concordância total.

Tabela 5.1: Respostas do avaliador ao questionário, por dimensão.

Afirmação	Resposta
<i>Utilidade</i>	
De forma geral, considero o sistema útil para o trabalho no ambulatório.	Concordo totalmente
O sistema melhora a padronização dos registros clínicos.	Concordo totalmente
O sistema torna o registro das evoluções ambulatoriais mais ágil.	Concordo
O sistema facilita o acompanhamento longitudinal dos pacientes ao longo das consultas.	Concordo totalmente
O sistema reduz o risco de omissão de informações clínicas relevantes.	Concordo totalmente
O sistema facilita a transcrição das evoluções para o prontuário institucional (AGHU).	Concordo
<i>Facilidade de uso</i>	
De forma geral, considero o sistema fácil de usar.	Concordo totalmente
A navegação entre as telas é clara e intuitiva.	Concordo

continua na próxima página

Tabela 5.1 – *continuação*

Afirmação	Resposta
As informações são apresentadas de forma organizada e compreensível.	Concordo totalmente
Tive dificuldade para realizar algumas tarefas no sistema.	Concordo
O preenchimento dos formulários clínicos é simples.	Concordo totalmente
Foi fácil aprender a utilizar o sistema.	Concordo totalmente
<i>Adequação funcional</i>	
De forma geral, o sistema atende às necessidades acordadas para o ambulatório.	Concordo totalmente
Os formulários de Pneumologia Geral (PNE) contemplam os campos clínicos necessários ao atendimento.	Concordo totalmente
Os formulários de Pneumopatias Intersticiais (PDI) contemplam os campos específicos da subespecialidade.	Concordo totalmente
O registro de sinais vitais, exames e tomografias atende às necessidades do acompanhamento.	Concordo
A exibição do histórico de exames nas consultas subsequentes é adequada ao acompanhamento.	Concordo
Senti falta de funcionalidades importantes para a rotina do ambulatório.	Concordo
O documento em PDF gerado é adequado ao arquivamento e à documentação.	Concordo
O texto contínuo para o AGHU está adequado à transcrição no prontuário.	Concordo
O controle de acesso por perfis (administrador, preceptor, residente, aluno) é adequado à realidade do ambulatório.	Concordo totalmente

Na dimensão de utilidade, todas as respostas situaram-se nos níveis mais altos da escala, com destaque para a padronização dos registros, o acompanhamento longitudinal

dos pacientes e a redução do risco de omissão de informações, todos avaliados com concordância total. Esse resultado é coerente com os objetivos centrais do sistema e indica que a proposta atende às necessidades que motivaram o trabalho.

Na dimensão de facilidade de uso, as respostas também foram majoritariamente positivas, indicando que o sistema é considerado simples de aprender e de operar. O avaliador concordou, contudo, com a afirmação de ter encontrado dificuldade para realizar algumas tarefas, o que reforça a necessidade de um acompanhamento mais próximo dos usuários finais durante o uso do sistema, seja por meio de treinamento, seja pela identificação de eventuais ajustes na interface a partir desse acompanhamento.

Na dimensão de adequação funcional, os formulários das subespecialidades de Pneumologia Geral e Pneumopatas Intersticiais foram considerados adequados aos campos clínicos necessários, assim como o controle de acesso por perfis. O avaliador concordou, por outro lado, com a afirmação de ter sentido falta de funcionalidades importantes para a rotina do ambulatório. Esse retorno, somado às observações abertas, aponta para a relevância de uma etapa de uso prático do sistema, capaz de revelar necessidades que só emergem na rotina real do serviço.

As questões abertas complementaram a avaliação quantitativa e reforçaram essa leitura. Quanto aos aspectos considerados mais positivos, o avaliador destacou a “objetividade da coleta das informações em padrão pré-determinado e a possibilidade de avaliação dos dados numéricos longitudinalmente”, justamente os diferenciais que orientaram a concepção do sistema. Como ponto a ser melhorado, indicou o “transporte dos dados em formatação original para o AGHU”.

Em relação a funcionalidades que poderiam não ter sido contempladas, o avaliador ponderou que “aquilo que foi solicitado inicialmente foi atendido”, acrescentando que “a realização de um piloto de aplicação em atividades práticas poderá contribuir com a melhor validação da ferramenta”. Essa observação foi reiterada nos comentários gerais, nos quais recomendou que “a observação da implementação da ferramenta, através de um projeto piloto, poderá trazer informações adicionais muito úteis para sua formatação final”. O avaliador sugeriu ainda que aspectos relativos à segurança, à compatibilidade com sistemas de informação, a atualizações potenciais e a direitos autorais sejam considerados

antecipadamente, de modo a dar suporte aos usuários e a evitar impedimentos futuros à aplicabilidade do sistema.

Em síntese, a avaliação indicou que o sistema atende ao que foi proposto, com destaque para a padronização e o acompanhamento longitudinal dos registros. Os pontos de atenção identificados não se referem a falhas estruturais, mas convergem para a necessidade de uma validação em uso prático no ambulatório, com os usuários finais. Essa etapa não foi contemplada no escopo deste trabalho, tanto pela limitação de tempo inerente a um trabalho de conclusão de curso quanto por depender da implantação do sistema na infraestrutura do hospital, conduzida pela própria instituição. Tais aspectos são retomados como trabalhos futuros no Capítulo ??.

6 Conclusão

O registro das evoluções ambulatoriais no serviço de Pneumologia do HU-UFJF é realizado de maneira heterogênea, sem um padrão comum entre os profissionais e sujeito à dispersão e à perda de informações ao longo do acompanhamento dos pacientes. Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um sistema web para a padronização e o registro digital dessas evoluções, adequado à realidade do serviço e às suas diferentes subespecialidades.

Ao longo do trabalho, o sistema foi concebido, modelado, implementado e validado. A partir do levantamento de requisitos realizado junto ao profissional responsável pelo ambulatório, definiu-se a estrutura de dados, a arquitetura da aplicação e os formulários clínicos. O sistema foi então implementado com tecnologias atuais de desenvolvimento web, contemplando o controle de acesso por perfis, o gerenciamento de pacientes e usuários e, sobretudo, os formulários clínicos estruturados para o registro das evoluções, com geração de documento padronizado e exportação do conteúdo para transcrição no prontuário institucional. Das sete subespecialidades inicialmente apresentadas, o trabalho concentrou-se na implementação e validação das de Pneumologia Geral e Pneumopatias Intersticiais, adotadas como ponto de partida.

Os objetivos específicos estabelecidos no início do trabalho foram atendidos. As necessidades do serviço foram mapeadas e traduzidas em requisitos; a arquitetura da aplicação foi projetada de forma a atender a esses requisitos; o sistema foi implementado de acordo com o que foi especificado; e sua validação foi conduzida de forma contínua ao longo do desenvolvimento, complementada por uma avaliação estruturada junto ao especialista do domínio, cujos resultados foram favoráveis e indicaram que o sistema atende às necessidades para as quais foi proposto.

O desenvolvimento do sistema foi conduzido de forma a aplicar, de maneira sistemática, as práticas de Engenharia de Software estudadas e recomendadas ao longo da graduação. Mais do que a construção de um sistema funcional, buscou-se seguir um processo estruturado de desenvolvimento: a abordagem iterativa e incremental orientou os

ciclos de levantamento de requisitos, modelagem, implementação e validação; um protótipo não funcional descartável foi empregado como apoio à elicitação de requisitos; a modelagem conceitual foi documentada por meio de diagramas de casos de uso e de um modelo entidade-relacionamento, refinados progressivamente; e o acompanhamento das tarefas e o controle de versão foram apoiados, respectivamente, por um quadro Kanban na ferramenta Jira e pelo Git. Dessa forma, o trabalho consolidou, na prática, a aplicação de técnicas e ferramentas consagradas de desenvolvimento de software, articulando os conhecimentos construídos ao longo do curso.

Como principal contribuição, o sistema oferece uma melhoria no fluxo de trabalho do ambulatório: a padronização e a digitalização dos registros conferem maior agilidade à recuperação das informações clínicas, reduzem o risco de perda de dados ao longo do acompanhamento e organizam o histórico do paciente de forma estruturada e consultável. Além disso, ao uniformizar o registro das evoluções, o sistema oferece também um apoio ao contexto de ensino e à formação dos residentes, ao orientar o preenchimento segundo um padrão comum. Ao final deste trabalho, o sistema encontra-se desenvolvido e validado, apto a ser implantado no ambiente institucional do HU-UFJF, etapa que, por envolver critérios de segurança e de infraestrutura próprios do hospital, fica a cargo da instituição, por meio de seu setor de tecnologia da informação.

Reconhecem-se algumas limitações. O escopo deste trabalho concentrou-se em duas das sete subespecialidades do ambulatório, de modo que as demais ainda não dispõem de formulários específicos. O levantamento de requisitos foi conduzido exclusivamente com o médico responsável pelo ambulatório, o que, embora tenha garantido o alinhamento com a perspectiva do especialista, não contemplou a visão dos demais usuários do serviço. De forma análoga, a avaliação do sistema foi realizada com um único especialista, o que, ainda que coerente com o caráter de estudo de caso, limita a generalização dos resultados.

Cabe destacar, em particular, que a realização da avaliação com um único avaliador configura uma ameaça à sua validade externa: os resultados refletem a perspectiva de um respondente e não podem ser estendidos, sem novas evidências, aos demais usuários do serviço nem a outros contextos assistenciais. Esse risco foi parcialmente mitigado pelo perfil do avaliador, que é o especialista do domínio responsável pelo ambulatório e acom-

panhou todo o desenvolvimento, e pela adoção de um instrumento estruturado, baseado no Technology Acceptance Model, com itens de redação reversa para reduzir o viés de aquiescência. Ainda assim, a ampliação da avaliação a residentes e a outros médicos do serviço, bem como o uso do sistema na rotina real, permanece necessária para confirmar os achados e é retomada entre os trabalhos futuros.

Como trabalhos futuros, destaca-se a implementação das demais subespecialidades do ambulatório e a validação do uso do sistema na prática, em ambiente de produção, por meio de um projeto piloto, conforme recomendado pelo próprio avaliador. Essa etapa de uso efetivo poderá ser conduzida no âmbito de um projeto de extensão vinculado à universidade, dando continuidade ao trabalho junto ao serviço e, eventualmente, a outras instituições de saúde interessadas, de modo complementar à eventual implantação do sistema na infraestrutura do HU-UFJF, que, conforme destacado, permanece a cargo da instituição. Essa continuidade já era antecipada desde a concepção do trabalho, uma vez que a incorporação do sistema à rotina assistencial depende de uma fase de implantação e acompanhamento que extrapola o escopo de um trabalho de conclusão de curso. Esse uso efetivo permitiria a coleta de retorno dos demais usuários do serviço e o acompanhamento próximo necessário para identificar eventuais necessidades de treinamento ou ajustes. Esse acompanhamento abrange também a observação de como ocorre, na prática, a transcrição das evoluções para o AGHU, de modo a aprimorar essa etapa, aspecto apontado pelo avaliador como passível de melhoria. A partir desse retorno, o sistema poderia ser progressivamente aprimorado e ampliado com novas funcionalidades, de acordo com as necessidades que emergirem do uso real no ambulatório.

Somam-se a essas direções dois encaminhamentos de natureza técnica e metodológica. O primeiro é a adoção de técnicas de teste de software, com a construção de uma suíte de testes automatizados nos níveis unitário, de integração e de sistema, de modo a aumentar a confiabilidade da aplicação, prevenir regressões e dar suporte seguro à sua evolução, especialmente diante de uma futura implantação em ambiente de produção. O segundo é a realização de uma avaliação de usabilidade dedicada, com os usuários finais do serviço, complementando a avaliação de aceitação já conduzida. Essa avaliação poderia empregar técnicas como testes de usabilidade com tarefas representativas, avaliação

heurística e instrumentos padronizados de mensuração da usabilidade percebida, permitindo identificar dificuldades de interação e orientar refinamentos da interface a partir de evidências.

No âmbito da segurança, as decisões técnicas adotadas foram orientadas pelos princípios da LGPD, como o controle de acesso baseado em perfis, a confidencialidade e a integridade das informações. Não foi conduzida, entretanto, uma análise detalhada que verificasse o pleno atendimento a esses princípios e a normas setoriais específicas para sistemas de registro eletrônico em saúde e que propusesse eventuais adequações. Tal análise coloca-se como trabalho futuro, especialmente diante de uma implantação em ambiente de produção.

Conclui-se que o trabalho cumpriu o propósito a que se destinou, entregando um sistema funcional e aderente às necessidades do serviço de Pneumologia do HU-UFJF, considerando as condições em que foi desenvolvido, e estabelecendo uma base sólida sobre a qual as evoluções futuras poderão ser construídas.

Referências

- BERSON, A. *Client/Server Architecture*. 2. ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 1996.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. *The Unified Modeling Language User Guide*. 2. ed. Boston: Addison-Wesley Professional, 2005.
- BRASIL. *Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)*. Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014.
- Brasil. Ministério da Saúde. *Política Nacional de Informação e Informática em Saúde*. Brasília, 2016.
- Conselho Nacional de Secretários de Saúde. *Sistemas de Informação em Saúde*. Brasília: CONASS, 2011. v. 1. (Coleção Para Entender a Gestão do SUS, v. 1).
- DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, v. 13, n. 3, p. 319–340, 1989.
- EBBERS, T. et al. The impact of structured and standardized documentation on documentation quality: A multicenter, retrospective study. *Journal of Medical Systems*, v. 46, n. 7, p. 46, 2022.
- FEITOSA, A. C. R.; ÁVILA, A. N. d. Uso do prontuário eletrônico na assistência pré-natal às portadoras de diabetes na gestação. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, v. 38, n. 1, p. 9–19, 2016.
- GOLBUREAN, O. et al. Exploring physicians' dual perspectives on the transition from free text to structured and standardized documentation practices: interview and participant observational study. *JMIR Formative Research*, v. 9, p. e63902, 2025.
- HARRIS, P. A. et al. Research electronic data capture (REDCap): a metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 42, n. 2, p. 377–381, 2009.
- HEUSER, C. A. *Projeto de Banco de Dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- JONES, M.; BRADLEY, J.; SAKIMURA, N. *JSON Web Token (JWT)*. 2015. RFC 7519. Internet Engineering Task Force (IETF).
- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, v. 140, p. 1–55, 1932.
- NIELSEN, H. F.; FIELDING, R. T.; BERNERS-LEE, T. *Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.0*. 1996. RFC 1945.
- OWASP Foundation. *OWASP Top Ten – 2021*. 2021. <<https://owasp.org/Top10/>>.
- PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. *Engenharia de Software: uma abordagem profissional*. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2021.

REIS, A. *Interoperabilidade em sistemas de saúde: o que o Brasil pode aprender das experiências internacionais?* São Paulo, 2022.

RICHARDS, M. *Software Architecture Patterns*. [S.l.]: O'Reilly Media, 2015.

SCHRIESHEIM, C. A.; HILL, K. D. Controlling acquiescence response bias by item reversals: The effect on questionnaire validity. *Educational and Psychological Measurement*, v. 41, n. 4, p. 1101–1114, 1981.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2019.

WIEGERS, K.; BEATTY, J. *Software Requirements*. 3. ed. Redmond: Microsoft Press, 2013.

World Health Organization. *Medical Records Manual: A Guide for Developing Countries*. Manila: WHO Western Pacific Regional Office, 2001.

A Documento PDF gerado pelo sistema

Este apêndice apresenta um exemplo do documento em PDF gerado pelo sistema a partir de uma evolução finalizada. O documento foi produzido com dados fictícios, utilizados durante a etapa de validação.

Evolucao Ambulatorial — Pneumopatias Intersticiais

Data: 14/06/2026 | Tipo: Primeira Consulta | Status: Finalizada
Medico: Célio de Barros | Finalizada por: Célio de Barros

PACIENTE

Paciente: Luciana Aparecida Dias | Prontuario: 1039
Data de Nascimento: 19/12/1976 | Idade: 49 anos | Sexo: Feminino
Naturalidade: Além Paraíba - MG | Procedencia: Juiz de Fora - MG | Profissao: Assistente social

DIAGNOSTICOS: Esclerose sistêmica com acometimento pulmonar (PINE)

DPOC
Tabagismo

VACINACOES: Pneumo 23
Influenza 2026

MEDICACOES DE USO CONTINUADO: Micofenolato 1,5g 2x/dia; Nintedanibe 150mg 2x/dia
Umeclidinio + Vilanterol

COMORBIDADES: Doença do Refluxo Gastroesofágico, Tabagismo

MEDICACOES DE USO PREVIO: Imunossupressores: Micofenolato de mofetila - início em 2024

Pulsoterapia: Ciclofosfamida - 6 pulsos em 2025

Antifibróticos:

EVOLUCAO: Acompanhada pela Reumato HU UFJF desde 2021 devido a Esclerose sistêmica. Há 3 meses com palpitações e dois episódios de pré síncope. Evoluindo com dispneia mMRC2 neste mesmo período. Apresenta tosse seca diária ao caminhar rapidamente, nega expectoração, hemoptise, dor torácica.

Nega febre vou palpitação..

Informa perda de peso de 3 Kg e anorexia nos últimos 6 meses

SINAIS VITAIS

—	13/06/2026	14/06/2026
PA (mmHg)	120/70	100/60
FC (bpm)	77	103
FR (irpm)	23	25
SpO2 rep (%)	94	92

SpO2 caminhada (%)	91	não detectada
Peso (kg)	76.00	70.00
Altura (m)	1.70	1.70
IMC (kg/m2)	26.30	24.22
Temp (C)	—	—
SpO2 c/ O2 (%)	—	—
SpO2 s/ O2 (%)	—	—
O2 (L/min)	—	—

EXAME FISICO: ECTOSCOPIA (pele/mucosas/fâneros): Bom estado geral, apresenta fenômeno de Raynaud em mão, úlceras nas pontas dos dedos indicadores e microstomia. Sem baqueteamento digital.

CABEÇA E PESCOÇO: SEM linfonodos palpáveis, presença de turgência jugular patológica

ACV: RCR 2T hiperfonese de B2 em foco Pulmonar. sem sopros.

AP RESP: crepitações em bases, MV U reduzido.

ABDOME: hepatomegalia dolorosa.

NEURO: NDN

MMII : edema 2+/4+ até joelhos

EXAMES COMPLEMENTARES

Sangue e Materiais Biológicos — BNP de 670 | Data: — | Local: HU

Sangue e Materiais Biológicos — Hemograma normal | Data: — | Local: HU

Exames de Imagem — TC de tórax | Data: 01/05/2026 | Local: HU

Descricao: opacidades lineares bibasais e áreas de vidro fosco em 1/3 inferior bilateralmente

PROVAS DE FUNCAO PULMONAR SERIADAS

—	—
FEV1 (L)	1.90
FEV1 (% prev)	75.00

FVC (L)	3.90
FVC (% prev)	92.00
FEV1/FVC	0.49
DLCO (%)	67.00

IMPRESSAO CLINICA: Evolução clínica: Paciente com Dx de Esc. Sist há 5 anos evoluindo com dia intersticial pulmonar e Hip Pulmonar + cor pulmonar

Evolução funcional respiratória: Sem parâmetros de acompanhamento, há hipoxemia em repouso

Evolução radiológica:

Compreensão do diagnóstico e gravidade: Paciente será abordada sobre a gravidade da doença em próxima consulta após avaliação dos exames de seguimento - BNP, TC6m, Espiro co DLCO e TC (estratificação da HAP grupo I).

CONDUTA: Solicito exames para LME de HAP
Manter micofenolato e Anoro.

HISTORICO — TOMOGRAFIA DE TORAX

Data: — | Opacidades reticulares bibasais com spared lung a direita. Áreas de enfisema centrolobular discretas em lobos superiores

HISTORICO — EXAMES COMPLEMENTARES

Sangue e Materiais Biológicos — BNP de 670 | Data: — | —
Sangue e Materiais Biológicos — Hemograma normal | Data: — | —
Exames de Imagem — TC de tórax | Data: 01/05/2026 | opacidades lineares bibasais e áreas de vidro fosco em 1/3 inferior bilateralmente

Esta consulta:

Sangue e Materiais Biológicos — BNP de 670 | Data: — | —
Sangue e Materiais Biológicos — Hemograma normal | Data: — | —
Exames de Imagem — TC de tórax | Data: 01/05/2026 | opacidades lineares bibasais e áreas de vidro fosco em 1/3 inferior bilateralmente