



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia - BICT

Daniel Nunes Duarte
Yasmin Mendes Ferreira
Tiago de Lima Batista
Lucas Emanuel Amaral Gomes
Arlindo Macieira Martins de Melo

Documentação EDULIGN

São Luís
2025

Daniel Nunes Duarte
Yasmin Mendes Ferreira
Tiago de Lima Batista
Lucas Emanuel Amaral Gomes
Arlindo Macieira Martins de Melo

Documentação EDULIGN

Este documento apresenta a documentação oficial do projeto EDULIGN: AI for Academic Assessment, desenvolvido no contexto da disciplina Projeto e Desenvolvimento de Software. O objetivo principal deste projeto é criar uma solução baseada em inteligência artificial capaz de analisar e responder provas acadêmicas, como o ENADE.

Orientador: Prof. Dr. THALES LEVI AZEVEDO VALENTE

São Luís

2025

Daniel Nunes Duarte
Yasmin Mendes Ferreira
Tiago de Lima Batista
Lucas Emanuel Amaral Gomes
Arlindo Macieira Martins de Melo

Documentação EDULIGN

Este documento apresenta a documentação oficial do projeto EDULIGN: AI for Academic Assessment, desenvolvido no contexto da disciplina Projeto e Desenvolvimento de Software. O objetivo principal deste projeto é criar uma solução baseada em inteligência artificial capaz de analisar e responder provas acadêmicas, como o ENADE.

São Luís
2025

*"Não fiques em terreno plano.
Não subas muito alto.
O mais belo olhar sobre o mundo
Está a meia encosta."*

Friedrich Nietzsche, em *"A Gaia Ciência"*

Resumo

O EDULIGN é um sistema projetado para atender às necessidades acadêmicas e personalizar a experiência de aprendizagem de seus usuários, com foco em estudantes e administradores. Desenvolvido como parte da disciplina de Projeto e Desenvolvimento de Software, o EDULIGN combina tecnologia educacional e inteligência artificial para oferecer suporte na realização de simulados personalizados, consulta de provas do ENADE e análise de desempenho.

¹ **Palavras-chave:** Simulados Educacionais, IA Generativa, Diagramação, Inteligência Artificial na Educação, Provas ENADE.

Abstract

EDULIGN is a system designed to meet academic needs and personalize the learning experience for its users, focusing on students and administrators. Developed as part of the Software Design and Development course, EDULIGN combines educational technology and artificial intelligence to provide support for creating personalized simulations, consulting ENADE exams, and performance analysis.

² **Keywords:** Educational Simulations, Generative AI, Layout Design, Artificial Intelligence in Education, ENADE Exams.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Diagrama de Casos de Uso do Sistema para a Gestão de Acesso	15
Figura 2 – Diagrama de Casos de Uso do Sistema para as Funcionalidades do Administrador	16
Figura 3 – Diagrama de Casos de Uso do Sistema para as Funcionalidades do Estudante	17
Figura 4 – Diagrama de Classes do Sistema EDULIGN	18
Figura 5 – Diagrama de Sequência de Cadastro do Usuário	23
Figura 6 – Diagrama de Sequência do Login	24
Figura 7 – Diagrama de Sequência de Redefinição de Senha	25
Figura 8 – Diagrama de Sequência do Usuário	26
Figura 9 – Diagrama de Sequência do Dashboard	27
Figura 10 – Diagrama de Sequência do Administrador	28
Figura 11 – Diagrama de Atividade de Cadastro do Usuário	32
Figura 12 – Diagrama de Atividade Login	33
Figura 13 – Diagrama de Atividade Redefinição de Senha	34
Figura 14 – Diagrama de Atividade do Usuário	35
Figura 15 – Diagrama de Atividade Dashboard	36
Figura 16 – Diagrama de Atividade do Administrador	37
Figura 17 – Diagrama de Atividade de Gerenciamento de Questões	38
Figura 18 – Diagrama de Atividade de Gerenciamento do Usuário	39
Figura 19 – Diagrama de Estado usuário	40
Figura 20 – Diagrama de Estado simulado	40
Figura 21 – Diagrama de Estado questão	41
Figura 22 – Diagrama de Estado explicação	42
Figura 23 – Diagrama de Estado Administrador	43

Lista de tabelas

Tabela 1 – Comparativo entre Sistemas Educacionais	12
Tabela 2 – Requisitos Funcionais	13
Tabela 3 – Requisitos Não Funcionais	14
Tabela 4 – Componentes Principais do Sistema EDULIGN	19

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivos	10
1.1.1	Objetivo Geral	10
1.1.2	Objetivos Específicos	10
1.2	Trabalhos Relacionados	11
1.2.1	Sistemas de Preparação para Exames	11
1.2.2	Aplicações de IA na Educação	11
1.2.3	Análise Comparativa	12
1.3	Organização do Trabalho	12
2	ANÁLISE DE REQUISITOS	13
2.1	Requisitos Funcionais	13
2.2	Requisitos Não Funcionais	13
3	DIAGRAMA DE CASOS DE USO	15
3.1	Visão Geral e Diagramação	15
3.1.1	Diagrama de Casos de Uso para a Gestão de Acesso	15
3.1.2	Diagrama de Casos de Uso para as Funcionalidades do Administrador	16
3.1.3	Diagrama de Casos de Uso para as Funcionalidades do Estudante	17
4	DIAGRAMA DE CLASSES	18
4.1	Visão Geral e Diagramação	18
4.2	Resumo dos Componentes	19
4.3	Estrutura Principal	19
4.4	Componentes Educacionais	20
4.5	Inteligência Artificial e Feedback	20
4.6	Considerações de Design e Implementação	21
5	DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA	22
5.1	Finalidades Principais:	22
5.2	Vantagens da Elaboração Prévia ao Código:	22
5.3	Diagramas de Sequencia	23
6	DIAGRAMA DE ATIVIDADES	30
6.1	Definição e Componentes Estruturais	30
6.2	Finalidades e Relevância Acadêmica	30
6.3	Aplicações no Ambiente Corporativo	31

6.4	Contribuições para a Pesquisa Acadêmica	31
6.5	Diagramas de Atividades Usados no Trabalho	32
7	DIAGRAMA DE ESTADO	40
7.1	Diagramas de Estado	40
7.2	Conclusão	43
7.2.1	Principais Conquistas	43
7.2.2	Impactos e Benefícios	44
7.2.3	Perspectivas Futuras	44
7.2.4	Considerações Finais	44
8	DIREITOS AUTORAIS	46
	REFERÊNCIAS	47

1 Introdução

A evolução tecnológica tem transformado significativamente o cenário educacional, especialmente no contexto do ensino superior. Com a crescente importância do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) na avaliação da qualidade dos cursos de graduação no Brasil (INEP, 2021), surge a necessidade de ferramentas que possam auxiliar efetivamente na preparação dos estudantes para este exame.

O EDULIGN emerge como uma solução inovadora que combina tecnologia educacional e inteligência artificial para criar uma experiência de aprendizado personalizada e eficiente (LUCKIN et al., 2018). Este sistema foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar estudantes em sua preparação para o ENADE, oferecendo não apenas acesso a questões de provas anteriores, mas também incorporando tecnologias avançadas de IA generativa para criar simulados personalizados e fornecer explicações detalhadas.

No cenário atual, onde a tecnologia se torna cada vez mais presente na educação (DABBAGH; MARRA; HOWLAND, 2019), o uso de sistemas de apoio à aprendizagem tem se mostrado fundamental para o desenvolvimento acadêmico dos estudantes. O ENADE, sendo um instrumento de avaliação do desempenho dos concluintes dos cursos de graduação, requer uma preparação adequada e sistemática, que pode ser significativamente aprimorada com o uso de ferramentas tecnológicas especializadas (ZAWACKI-RICHTER et al., 2020).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma plataforma educacional que integre inteligência artificial generativa e um banco de dados abrangente de questões do ENADE, oferecendo aos estudantes uma ferramenta eficaz de preparação através de simulados personalizados e análise de desempenho (BROWN; MCDANIEL; III, 2019).

1.1.2 Objetivos Específicos

- Implementar um sistema de autenticação seguro que diferencie perfis de usuários e administradores, garantindo o acesso apropriado às funcionalidades da plataforma;
- Desenvolver um banco de dados estruturado para armazenar e gerenciar questões de provas anteriores do ENADE;

- Integrar uma API de IA generativa para criar simulados personalizados e gerar explicações detalhadas das questões;
- Criar um sistema de análise de desempenho que forneça estatísticas individuais e feedback personalizado aos estudantes;
- Implementar uma interface responsiva e acessível que permita a utilização eficiente em diferentes dispositivos;
- Garantir a conformidade com as regulamentações de proteção de dados e diretrizes educacionais vigentes.

1.2 Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta uma análise de trabalhos relacionados ao EDULIGN, focando em sistemas que utilizam inteligência artificial na educação e plataformas de preparação para exames. A análise comparativa destes trabalhos auxiliou no desenvolvimento e na identificação de características essenciais para o EDULIGN.

1.2.1 Sistemas de Preparação para Exames

O PrepApp ([SILVA; SANTOS, 2022](#)) é uma plataforma mobile para preparação do ENADE que oferece questões comentadas e simulados. Similar ao EDULIGN, o sistema permite que os usuários pratiquem com questões de anos anteriores. No entanto, diferencia-se por não utilizar IA para personalização do conteúdo ou geração de explicações.

Já o EnadePlus ([OLIVEIRA; LIMA, 2023](#)) foca na análise estatística do desempenho dos estudantes, oferecendo relatórios detalhados por área de conhecimento. Embora apresente funcionalidades robustas de análise, não possui recursos de IA generativa para criação de conteúdo personalizado.

1.2.2 Aplicações de IA na Educação

O sistema AIED ([KUMAR; PATEL, 2021](#)) implementa técnicas de IA para personalizar o processo de aprendizagem, adaptando o conteúdo ao perfil do estudante. Similar ao EDULIGN, utiliza algoritmos de aprendizado de máquina para análise de desempenho, mas não possui foco específico em preparação para exames.

A plataforma SmartTutor ([SANTOS; FERREIRA, 2023](#)) emprega IA generativa para criar explicações personalizadas de conteúdos educacionais. O sistema compartilha características com o EDULIGN na geração de conteúdo, porém não oferece funcionalidades específicas para preparação do ENADE.

1.2.3 Análise Comparativa

A Tabela 1 apresenta uma análise comparativa entre o EDULIGN e os sistemas relacionados, destacando suas principais características.

Tabela 1 – Comparativo entre Sistemas Educacionais

Características	EDULIGN	PrepApp	EnadePlus	AIED	SmartTutor
Foco no ENADE	✓	✓	✓		
IA Generativa	✓				✓
Análise de Desempenho	✓		✓	✓	
Simulados Personalizados	✓	✓	✓		
Explicações com IA	✓				✓
Multiplataforma	✓		✓	✓	✓

O diferencial do EDULIGN em relação aos trabalhos relacionados está na combinação de funcionalidades específicas para o ENADE com recursos avançados de IA generativa. Enquanto outros sistemas focam em aspectos específicos, como análise de desempenho ou geração de conteúdo, o EDULIGN integra estas características em uma única plataforma, oferecendo uma solução mais completa para a preparação dos estudantes.

1.3 Organização do Trabalho

Com base no sumário fornecido, vou elaborar a seção de Organização do Trabalho: O presente trabalho está organizado em 8 capítulos: O Capítulo 1 apresenta a introdução do trabalho, definindo os objetivos gerais e específicos, além desta seção de organização do trabalho. O Capítulo 2 aborda a análise de requisitos do sistema, detalhando tanto os requisitos funcionais quanto os não funcionais que norteiam o desenvolvimento do EDULIGN. O Capítulo 3 apresenta o diagrama de casos de uso, incluindo a visão geral e diagramação que ilustram as interações entre os usuários e o sistema. O Capítulo 4 detalha o diagrama de classes do sistema, apresentando a visão geral e diagramação, o resumo dos componentes, a estrutura principal, os componentes educacionais, a integração com inteligência artificial e feedback, além das considerações de design e implementação. O Capítulo 5 traz o diagrama de sequência, abordando as finalidades principais, as vantagens da elaboração prévia do código e os diagramas de sequência propriamente ditos. O Capítulo 6 descreve o diagrama de atividades, incluindo definição e componentes estruturais, finalidades e relevância acadêmica, aplicações no ambiente corporativo, contribuições para a pesquisa acadêmica e os diagramas de atividades utilizados no trabalho. O Capítulo 7 apresenta o diagrama de estado do sistema, detalhando os diversos estados possíveis do sistema. Por fim, o Capítulo ?? traz a conclusão do trabalho, sintetizando os principais resultados e contribuições do projeto.

2 Análise de Requisitos

2.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais definem o que o sistema deve fazer, ou seja, as funcionalidades específicas que ele precisa executar para atender às necessidades dos usuários. Eles descrevem as ações, comportamentos e interações que o sistema deve realizar. Nesta seção, são apresentados os requisitos funcionais do EDULIGN. Para melhor interpretação e identificação, a Tabela 2 apresenta a síntese dos requisitos funcionais do sistema.

Tabela 2 – Requisitos Funcionais

Módulo	Código	Requisito Funcional
Autenticação	RF01	O sistema deve permitir o registro de novos usuários.
	RF02	O sistema deve autenticar usuários existentes.
	RF03	O sistema deve permitir a recuperação de senha.
	RF04	O sistema deve diferenciar perfis de administrador e usuário comum.
Administrativo	RF05	O sistema deve permitir o gerenciamento de questões.
	RF06	O sistema deve permitir o gerenciamento de usuários.
Usuário	RF07	O sistema deve permitir o acesso às provas anteriores do ENADE.
	RF08	O sistema deve permitir a busca de questões por filtros (área e ano).
	RF09	O sistema deve permitir a criação, o acesso e a resolução de simulados.
	RF10	O sistema deve permitir a criação de simulados com o uso de IA generativa.
	RF11	O sistema deve apresentar a correção após a conclusão do simulado.
Análise e Feedback	RF12	O sistema deve calcular e exibir estatísticas individuais de desempenho do aluno.
	RF13	O sistema deve integrar-se com uma API de IA generativa para gerar explicações das questões e simulados.

2.2 Requisitos Não Funcionais

Já os requisitos não funcionais descrevem como o sistema deve funcionar, ou seja, as propriedades e restrições que afetam seu desempenho, usabilidade, segurança e outros aspectos qualitativos. Eles estão relacionados à qualidade do sistema e ao seu

comportamento em termos de eficiência, confiabilidade e manutenção. A Tabela 3 apresenta todos os requisitos não funcionais do sistema.

Tabela 3 – Requisitos Não Funcionais

Categoria	Requisito Não Funcional
Escalabilidade	Suporte para múltiplos usuários simultaneamente (100.000 ao mesmo tempo).
	Infraestrutura escalável para atender picos de uso, como antes do ENADE.
Segurança	Autenticação segura (OAuth2) e proteção de dados pessoais em conformidade com a LGPD.
	Criptografia de dados sensíveis armazenados na plataforma.
Usabilidade	Interface responsiva e amigável, otimizada para desktop e dispositivos móveis.
	Acessibilidade para pessoas com deficiência, seguindo normas como WCAG.
Desempenho	Respostas rápidas (no máximo 7 segundos de espera) na geração de simulados e explicações com IA Generativa.
	Tempo de carregamento inferior a 5 segundos para páginas principais.
Manutenibilidade	Arquitetura modular e documentação detalhada para facilitar a evolução do sistema.
Conformidade Legal	Atendimento às leis de proteção de dados, como a LGPD, e diretrizes educacionais locais.
Compatibilidade	Suporte para navegadores modernos (Chrome, Firefox, Edge, Safari) e sistemas operacionais variados (Linux, Windows, Android e macOS).

3 Diagrama de Casos de Uso

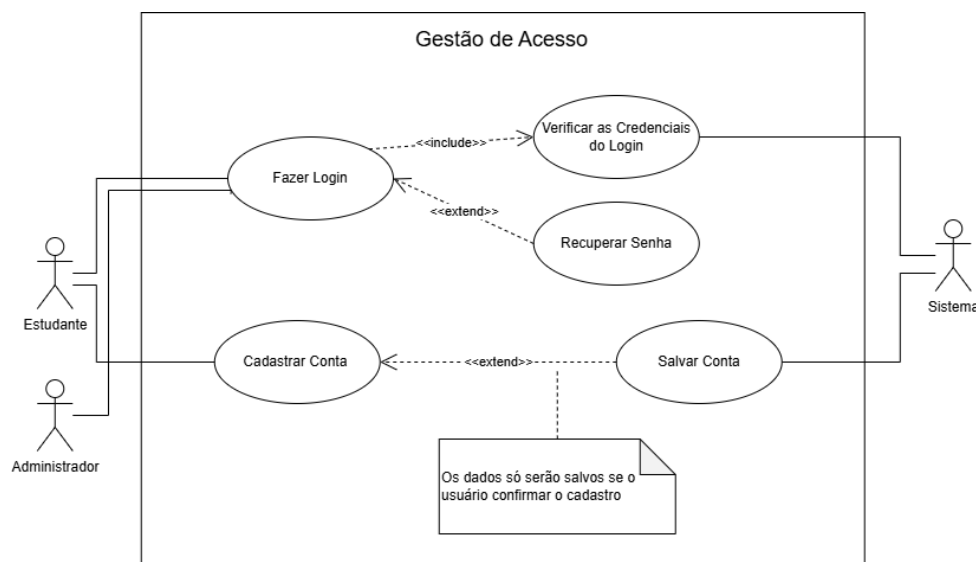
O Diagrama de Casos de Uso é uma ferramenta essencial na modelagem de sistemas, especialmente no contexto de desenvolvimento de software. Ele desempenha um papel crucial no processo de análise e design, pois oferece uma visão clara e concisa de como o sistema interage com seus usuários ou outros sistemas. Sua principal função é descrever as funcionalidades que o sistema deve fornecer a seus usuários, ou "atores", e como essas interações ocorrem. Nessa seção, serão abordados os Diagramas de Caso de Uso para o sistema EDULIGN, bem como a descrição detalhada de cada um.

3.1 Visão Geral e Diagramação

Esta seção apresenta os diagramas de casos de uso que modelam as principais funcionalidades do sistema, detalhando as interações entre os atores e o sistema. O sistema é composto por três principais módulos: gestão de acesso, funcionalidades do administrador e funcionalidades do estudante.

3.1.1 Diagrama de Casos de Uso para a Gestão de Acesso

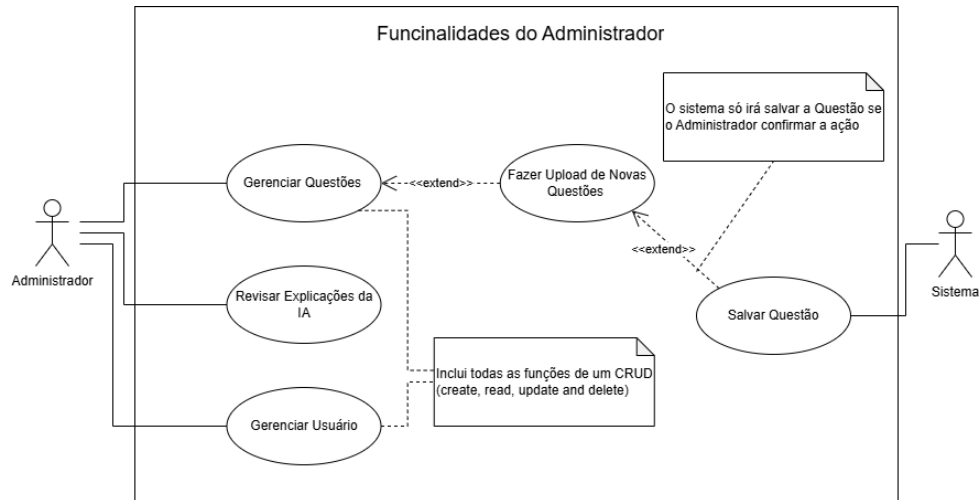
Figura 1 – Diagrama de Casos de Uso do Sistema para a Gestão de Acesso



O diagrama de gestão de acesso define os níveis de acesso e autenticação no sistema, estabelecendo as permissões para cada tipo de usuário.

3.1.2 Diagrama de Casos de Uso para as Funcionalidades do Administrador

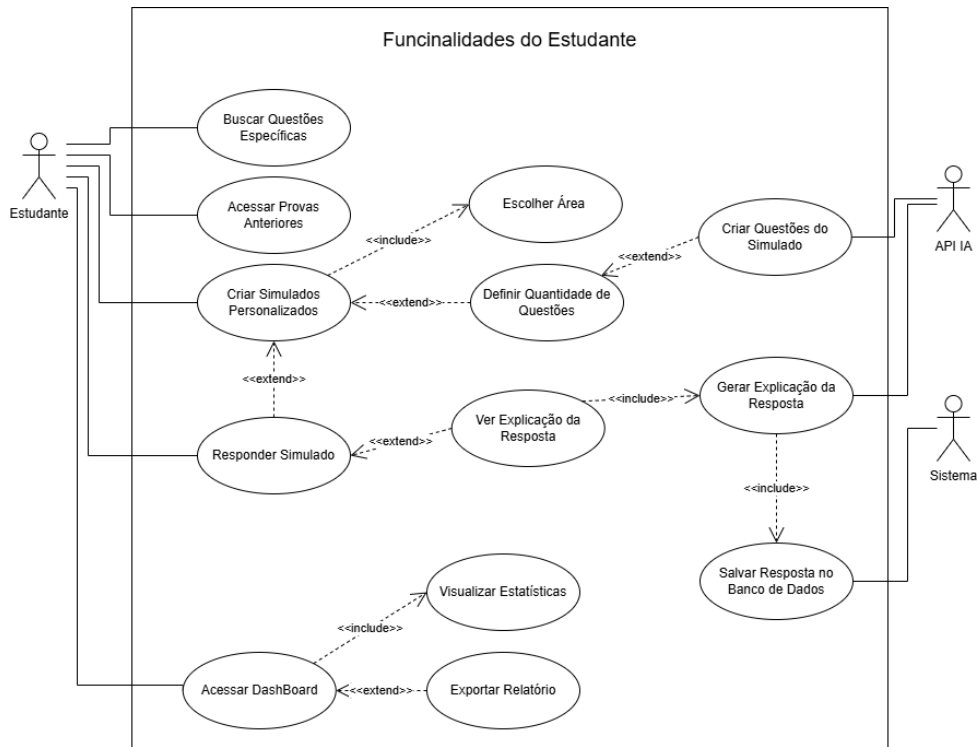
Figura 2 – Diagrama de Casos de Uso do Sistema para as Funcionalidades do Administrador



O administrador possui três funcionalidades principais, como demonstrado no diagrama presente na Figura 2: gerenciamento de questões, revisão das explicações da IA e gerenciamento de usuários. O diagrama demonstra que o gerenciamento de questões inclui a capacidade de fazer upload de novas questões, que só serão salvas após confirmação do sistema. Todas estas funcionalidades incluem operações CRUD (create, read, update and delete).

3.1.3 Diagrama de Casos de Uso para as Funcionalidades do Estudante

Figura 3 – Diagrama de Casos de Uso do Sistema para as Funcionalidades do Estudante



No diagrama presente na Figura 3, O estudante possui um conjunto mais amplo de funcionalidades que incluem busca de questões específicas, acesso a provas anteriores, criação de simulados personalizados, resposta a simulados, visualização de explicações das respostas, acesso a dashboard com estatísticas e exportação de relatórios. O sistema também integra uma API de IA que auxilia na criação de questões simuladas e na geração de explicações para as respostas. Todas as respostas são salvas em banco de dados pelo sistema para posterior análise e acompanhamento do desempenho do estudante.

4 Diagrama de Classes

Como sabemos, no desenvolvimento de software orientado a objetos, o diagrama de classes serve como a espinha dorsal da documentação técnica, fornecendo uma visão estrutural abrangente do sistema. Este diagrama representa não apenas a estrutura estática do sistema, mas também as relações dinâmicas entre seus componentes, capturando a essência de como o sistema gerencia a experiência educacional dos usuários.

4.1 Visão Geral e Diagramação

O diagrama de classes foi desenvolvido seguindo os princípios da Unified Modeling Language (UML), oferecendo uma representação visual clara da arquitetura do sistema. Esta visualização permite compreender como as diferentes partes do sistema se conectam e interagem entre si.

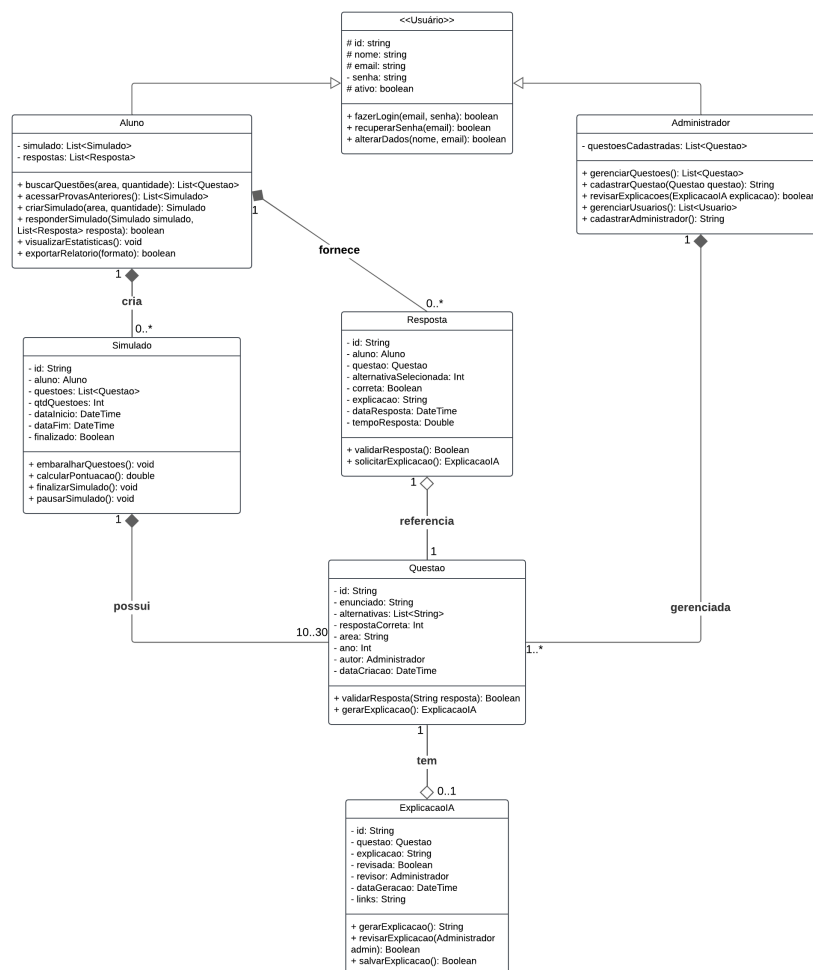


Figura 4 – Diagrama de Classes do Sistema EDULIGN

4.2 Resumo dos Componentes

Para facilitar a compreensão geral do sistema, a Tabela 4 apresenta um resumo dos principais componentes do EDULIGN e suas responsabilidades fundamentais. Esta visão consolidada permite entender rapidamente o papel de cada classe no funcionamento do sistema como um todo.

Tabela 4 – Componentes Principais do Sistema EDULIGN

Componente	Responsabilidade Principal	Interações Principais
Usuário	Gerenciamento de autenticação e dados básicos de perfil. Classe base abstrata que define comportamentos comuns.	Serve como base para Aluno e Administrador, garantindo consistência nas operações de usuário.
Aluno	Realização de simulados, acesso a questões e acompanhamento de progresso educacional.	Interage com Simulado para realizar avaliações e com Resposta para registrar suas escolhas.
Administrador	Gestão de conteúdo, supervisão do sistema e controle de qualidade das explicações.	Gerencia Questões e revisa ExplicacaoIA, além de administrar outros usuários.
Simulado	Organização e controle da sessão de avaliação, incluindo tempo e progresso.	Agrupar Questões e se relaciona com um Aluno específico, gerenciando o processo avaliativo.
Questão	Armazenamento e gestão do conteúdo das perguntas, incluindo alternativas e resposta correta.	Relaciona-se com Simulado, Resposta e pode ter uma ExplicacaoIA associada.
Resposta	Registro das interações do aluno com as questões e métricas de desempenho.	Conecta Aluno e Questão, registrando a escolha feita e tempo de resposta.
ExplicacaoIA	Geração e gestão de explicações detalhadas usando inteligência artificial.	Associa-se a uma Questão específica e é revisada por um Administrador.

4.3 Estrutura Principal

O núcleo do sistema é construído ao redor de uma hierarquia bem definida de usuários, onde a classe abstrata Usuário serve como base para as especializações Aluno e Administrador. Esta estrutura permite um gerenciamento eficiente de permissões e funcionalidades específicas para cada tipo de usuário, mantendo um conjunto comum de atributos e comportamentos básicos.

A classe Usuário estabelece os fundamentos para autenticação e gestão de perfis, incluindo atributos essenciais como identificação, credenciais de acesso e status da conta. Métodos comuns como login, recuperação de senha e atualização de dados pessoais são implementados neste nível, garantindo consistência em toda a aplicação.

A especialização em Aluno adiciona funcionalidades específicas para a experiência educacional, como a capacidade de criar e participar de simulados, responder questões e acompanhar o próprio progresso. O Aluno pode interagir com múltiplos simulados, cada um contendo um conjunto personalizado de questões, e receber feedback detalhado sobre seu desempenho.

Por outro lado, a classe Administrador incorpora as responsabilidades de gestão do sistema, incluindo o cadastro e manutenção de questões, revisão de explicações geradas por IA e gerenciamento de usuários. Esta separação clara de responsabilidades ajuda a manter a segurança e organização do sistema.

4.4 Componentes Educacionais

O coração do sistema educacional do EDULIGN é representado pelas classes Simulado, Questão e Resposta, que trabalham em conjunto para proporcionar uma experiência de aprendizado efetiva. A classe Simulado atua como um contêiner para um conjunto de questões, gerenciando aspectos como tempo, progresso e avaliação. Cada simulado pode conter entre 10 e 30 questões, um limite estabelecido para garantir uma experiência de avaliação adequada sem sobrecarregar o estudante.

A classe Questão encapsula todo o conteúdo e lógica relacionados a uma pergunta individual, incluindo seu enunciado, alternativas e resposta correta. Além disso, cada questão pode estar associada a uma *ExplicacaoIA*, que fornece esclarecimentos detalhados sobre o tema abordado, auxiliando no processo de aprendizagem.

A classe Resposta serve como ponte entre o Aluno e a Questão, registrando não apenas a alternativa selecionada, mas também metadados importantes como tempo de resposta e solicitações de explicação. Este registro detalhado permite análises posteriores do desempenho e comportamento do estudante.

4.5 Inteligência Artificial e Feedback

Um diferencial importante do EDULIGN é sua integração com inteligência artificial através da classe *ExplicacaoIA*. Esta componente enriquece a experiência educacional gerando explicações detalhadas para as questões, que são posteriormente revisadas por administradores para garantir sua qualidade e precisão. Este processo combina a eficiência da IA com o controle de qualidade humano, resultando em um material educacional mais rico e confiável.

As explicações geradas podem incluir links para recursos adicionais, aprofundando o entendimento do estudante sobre os temas abordados. O sistema de revisão implementado

permite que os administradores avaliem e ajustem as explicações conforme necessário, mantendo um alto padrão de qualidade no conteúdo educacional.

4.6 Considerações de Design e Implementação

A arquitetura do EDULIGN foi projetada com atenção especial aos princípios SOLID e boas práticas de orientação a objetos. O uso de herança é limitado à hierarquia de usuários, enquanto relacionamentos mais complexos são implementados através de associações, promovendo flexibilidade e manutenibilidade.

Na implementação, recomenda-se especial atenção ao tratamento de estados dos simulados, à validação de respostas e à integração com o sistema de IA. A persistência de dados deve considerar a natureza relacionada das entidades, implementando estratégias adequadas para manter a integridade referencial e permitir consultas eficientes.

O sistema de logs e monitoramento deve focar especialmente nas interações com a IA e nas atividades administrativas, garantindo rastreabilidade e segurança. A implementação deve incluir testes abrangentes, com ênfase particular nos fluxos críticos como criação de simulados, validação de respostas e geração de explicações pela IA.

5 Diagrama de Sequência

O diagrama de sequência é uma ferramenta essencial para o projeto Edulign, pois ajuda a modelar e visualizar a interação entre os diferentes componentes do sistema ao longo do tempo. Ele detalha como os objetos e módulos do sistema se comunicam entre si, fornecendo uma visão clara do fluxo de mensagens e das interações necessárias para atender aos requisitos funcionais.

5.1 Finalidades Principais:

1. Visualização Estruturada de Processos: Permite representar de forma hierárquica e temporal a sequência lógica de ações, desde a inicialização até a conclusão de um cenário.
2. Identificação de Dependências: Explicita relações críticas entre componentes (e.g., usuário, serviços, banco de dados), destacando como a falha em um elemento impacta o fluxo global.
3. Comunicação Multidisciplinar: Serve como artefato de comunicação técnico entre desenvolvedores, analistas de sistemas e stakeholders, harmonizando expectativas e requisitos.
4. Validação Pré-Implementação: Antecipa inconsistências de design, como lacunas em tratamentos de erro ou integrações mal definidas, mitigando riscos de falhas estruturais.

5.2 Vantagens da Elaboração Prévia ao Código:

1. Aprimoramento da Clareza dos Requisitos Funcionais: Eliminar ambiguidades ao delimitar responsabilidades específicas para cada entidade (e.g., validação de dados pelo serviço de cadastro), assegurando alinhamento com as especificações do sistema.
2. Redução de Retrabalho no Ciclo de Desenvolvimento: Permite a correção proativa de incongruências, como mensagens de erro não mapeadas ou falhas na persistência de dados, otimizando recursos e tempo.
3. Documentação Técnica Robustecida: Funciona como um guia estruturado para a equipe de desenvolvimento, formalizando padrões de interação e servindo como referência para futuras manutenções ou expansões do sistema.
4. Facilitação da Testabilidade do Sistema: Viabiliza a criação de casos de teste precisos, baseados nas interações mapeadas, garantindo cobertura de cenários críticos (e.g., sucesso, exceções, edge cases).

5. Otimização da Arquitetura de Software: Promove a identificação de acoplamentos excessivos ou violações de princípios SOLID, incentivando a modularidade e a escalabilidade do código.

5.3 Diagramas de Sequência

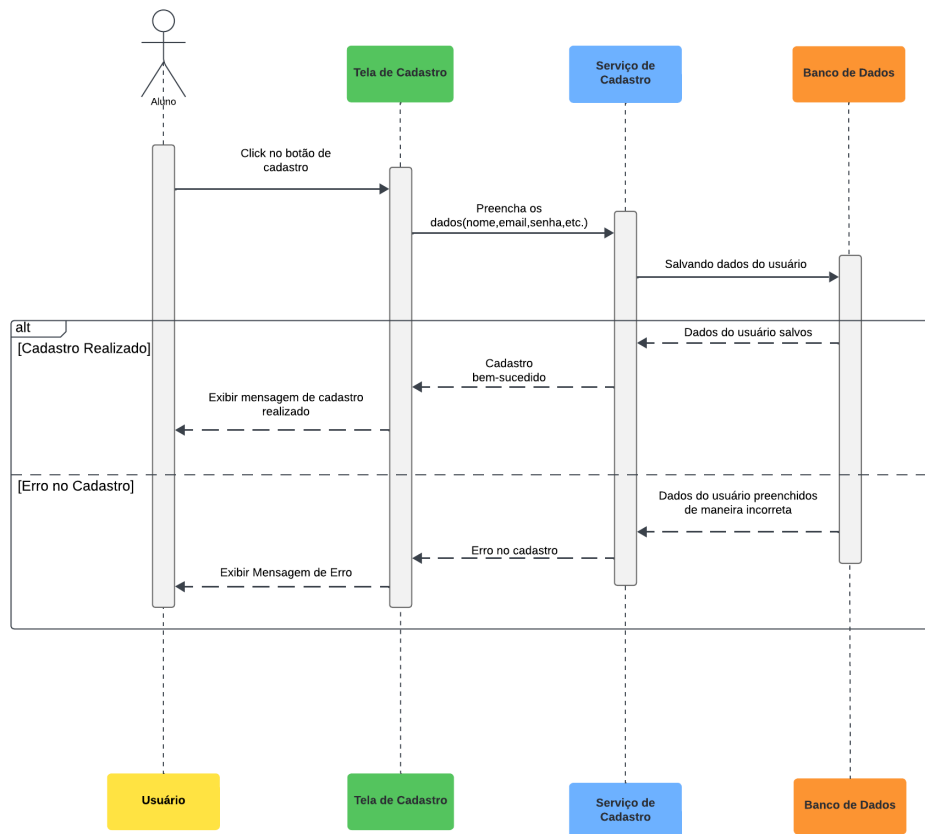


Figura 5 – Diagrama de Sequência de Cadastro do Usuário

Na Figura 5, temos o diagrama da tela de cadastro, onde o processo de cadastro inicia-se com o usuário preenchendo informações como nome, e-mail e senha na interface designada. Ao acionar o botão "Cadastrar", o sistema realiza uma validação automatizada dos dados inseridos, garantindo que atendam aos critérios pré-estabelecidos (ex: formato de e-mail válido, senha com complexidade adequada). Em seguida, os dados são transmitidos ao Banco de Dados por meio de um Serviço de Cadastro dedicado. Caso as informações estejam corretas, o sistema persiste os dados e emite uma mensagem de confirmação ("Cadastro Realizado"). Se houver inconsistências, como campos obrigatórios em branco ou dados mal formatados, uma notificação de erro ("Erro no Cadastro") é exibida, solicitando ajustes ao usuário. Destaca-se, neste fluxo, a importância da validação prévia para evitar entradas inválidas no banco e a clareza no feedback, essencial para a experiência do usuário.

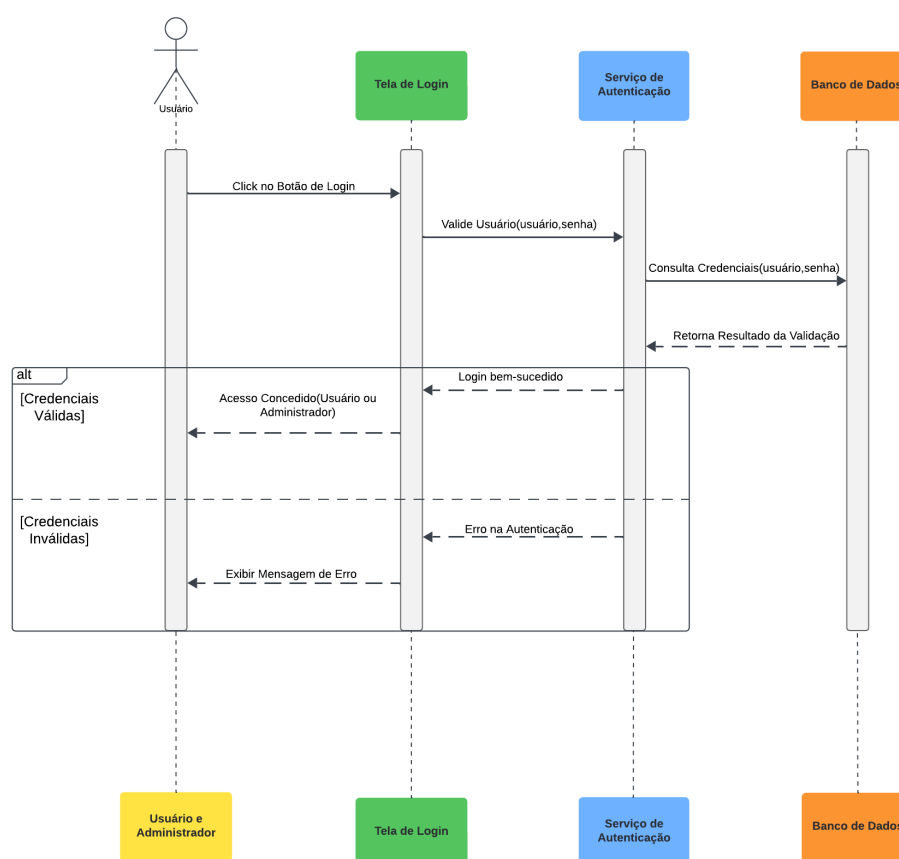


Figura 6 – Diagrama de Sequência do Login

Na Figura 6, temos o diagrama da tela de login, o usuário insere suas credenciais (nome de usuário e senha) e aciona o botão correspondente. O sistema direciona essas informações ao Serviço de Autenticação, que consulta o Banco de Dados para verificar a correspondência. Se as credenciais forem válidas, o usuário é redirecionado para sua área específica (comum ou administrativa), garantindo uma separação de acesso conforme seu perfil. Em caso de falha na autenticação, uma mensagem de "Credenciais Inválidas" é apresentada, evitando tentativas não autorizadas. Este processo reforça a necessidade de tratamento robusto de falhas e a distinção entre níveis de acesso, elementos críticos para a segurança do sistema.

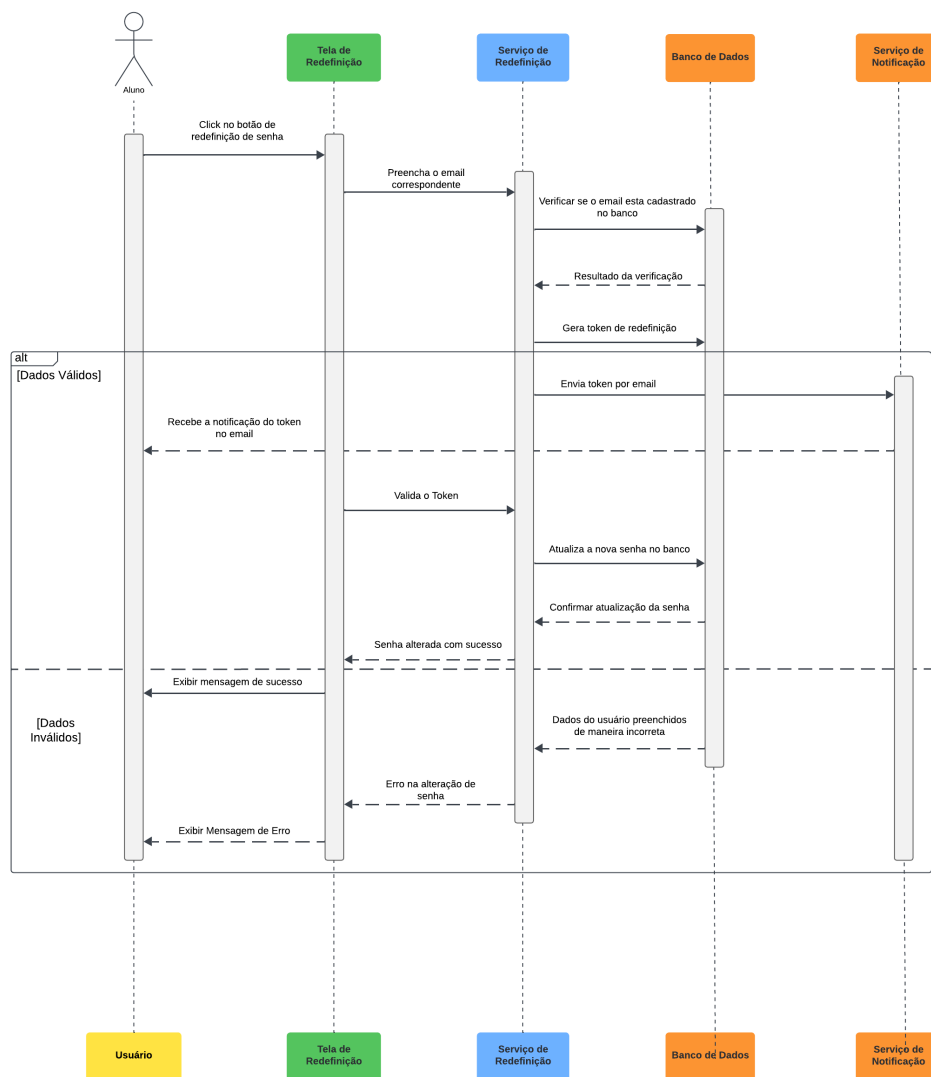


Figura 7 – Diagrama de Sequência de Redefinição de Senha

Na Figura 7, temos a redefinição de senha iniciada quando o usuário solicita a alteração via e-mail. O sistema verifica se o e-mail fornecido está registrado no Banco de Dados e, se confirmado, gera um token de segurança temporário. Esse código é enviado ao usuário por meio de um Serviço de Notificação integrado, assegurando que apenas o titular do e-mail possa prosseguir. Ao inserir o token e a nova senha, o sistema valida o código e atualiza a senha no banco. Em cenários de token expirado ou inválido, uma mensagem de "Erro na alteração de senha" é exibida. O uso de tokens e a integração com serviços externos (como envio de e-mails) destacam-se como mecanismos fundamentais para garantir segurança e confiabilidade.

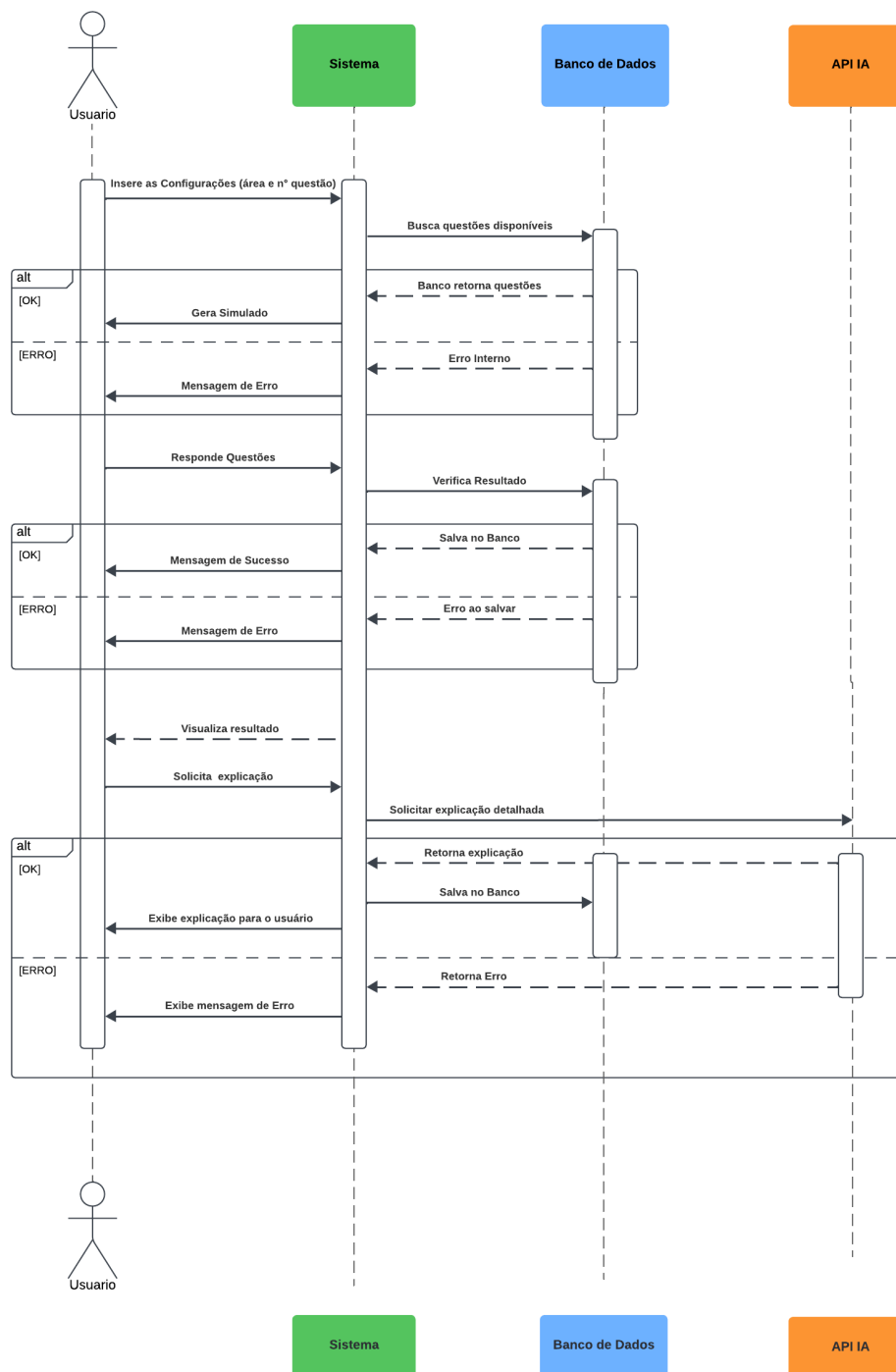


Figura 8 – Diagrama de Sequência do Usuário

Na Figura 14, temos, o usuário configura o simulado definindo parâmetros como área de conhecimento e número de questões. O sistema recupera as questões correspondentes do Banco de Dados e gera uma prova personalizada. Durante a execução, as respostas são validadas e armazenadas em tempo real no banco, prevenindo perda de dados em interrupções. Caso ocorram erros técnicos (ex: falha na conexão), mensagens de erro são exibidas para orientar o usuário. Após a conclusão, o usuário visualiza seu desempenho e pode solicitar explicações detalhadas por meio de uma API de IA, que analisa padrões de

respostas. A integração com inteligência artificial e o salvamento contínuo são aspectos inovadores que elevam a utilidade e a confiabilidade do módulo.

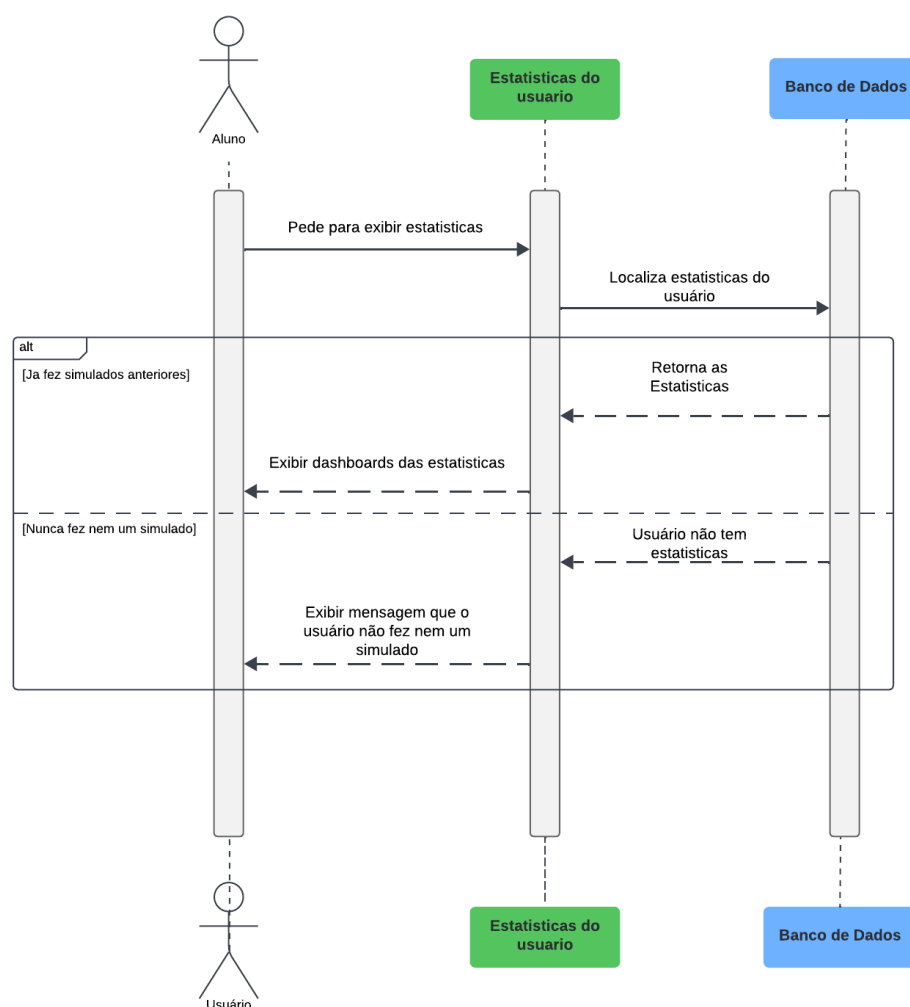


Figura 9 – Diagrama de Sequência do Dashboard

Na Figura 15, temos o dashboard quando o usuário solicita estatísticas de desempenho. O sistema consulta o histórico de simulados no Banco de Dados e, caso existam dados, exibe gráficos e métricas personalizadas (ex: taxa de acertos, tempo médio por questão). Se o usuário nunca realizou simulados, uma mensagem informativa ("Usuário não tem estatísticas") é apresentada, incentivando a interação com o sistema. A personalização do conteúdo conforme o histórico do usuário e o tratamento de cenários sem dados evidenciam a adaptabilidade da interface, garantindo uma experiência relevante para todos os perfis.

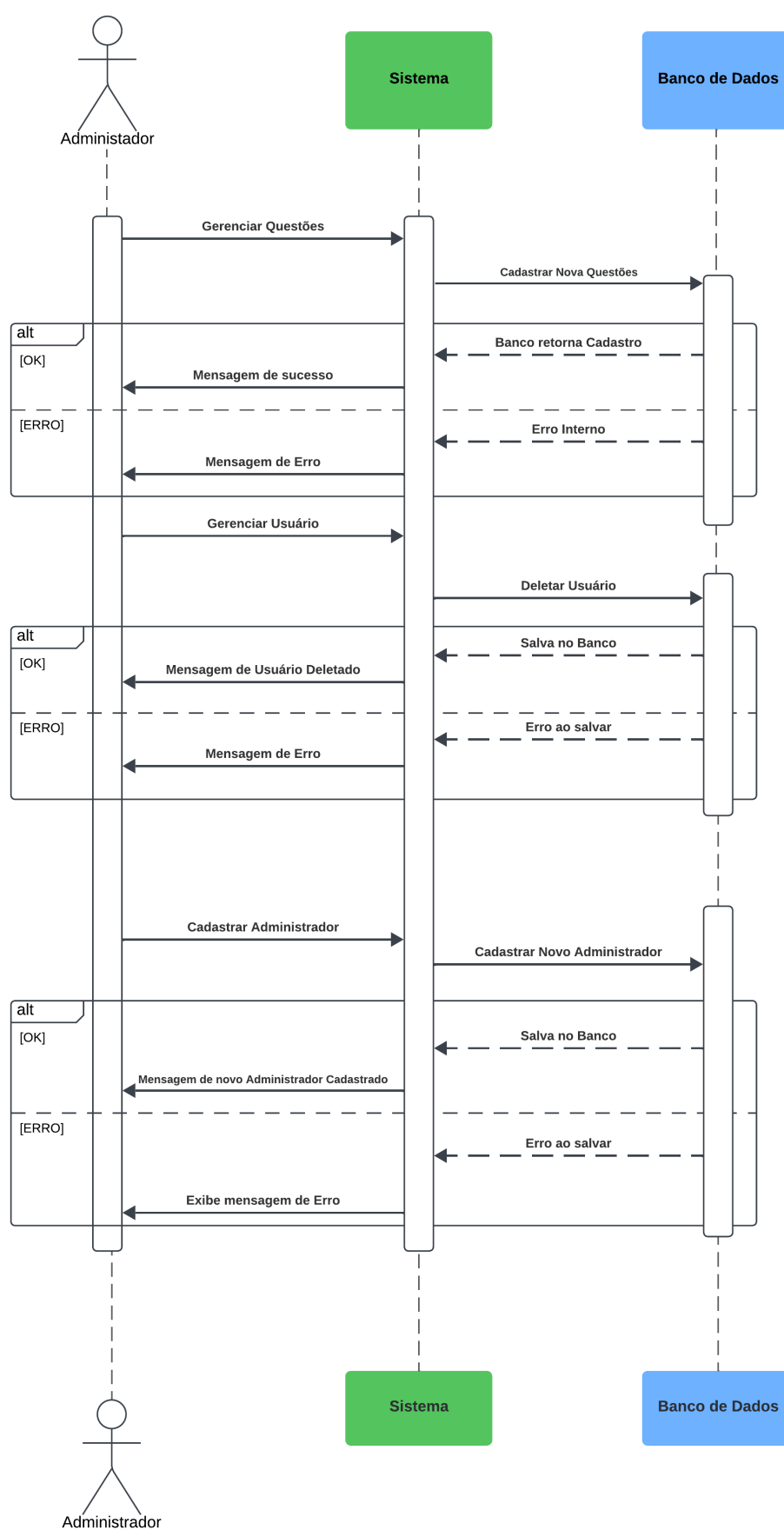


Figura 10 – Diagrama de Sequência do Administrador

Na Figura 16 , nesta tela temos o administrador que possui acesso a funções críticas, como gerenciamento de questões (cadastro, edição e exclusão) e controle de usuários (exclusão de contas ou promoção a administrador). Cada ação é validada pelo Banco de Dados: operações bem-sucedidas geram mensagens de confirmação ("Mensagem de sucesso"), enquanto falhas (ex: erro de conexão) retornam notificações como "Erro Interno" ou "Erro ao salvar". O controle de acesso restrito e a auditoria de operações sensíveis (ex: exclusões) são pilares para a segurança e a integridade do sistema, assegurando que apenas usuários autorizados realizem alterações significativas.

6 Diagrama de Atividades

6.1 Definição e Componentes Estruturais

Os diagramas de atividades, conforme estabelecido pela Unified Modeling Language (UML), constituem-se como instrumentos de modelagem comportamental voltados à representação gráfica de fluxos de trabalho, processos operacionais e interações sistêmicas (RUMBAUGH; JACOBSON; BOOCH, 2004). Sua estrutura incorpora elementos semânticos específicos, tais como:

1. Ações (representadas por retângulos arredondados): Correspondem a etapas executáveis dentro do fluxo, como "Validar credenciais" ou "Persistir dados".
2. Decisões (simbolizadas por losangos): Denotam bifurcações condicionais, como verificações do tipo "sim/não" ou "válido/inválido".
3. Barras de sincronização: Indicam paralelismo entre atividades, permitindo a modelagem de processos concorrentes.
4. Nós iniciais e finais: Delimitam o início e término do fluxo, garantindo clareza na sequência lógica.

Conforme destacado por (FOWLER, 2003), esses diagramas são essenciais para "mapear a dinâmica de sistemas complexos, transcendendo a mera descrição estática de componentes".

6.2 Finalidades e Relevância Acadêmica

A utilização de diagramas de atividades transcende a representação visual, assumindo papel estratégico em diversas dimensões:

1. Visualização de Processos: Permitem a decomposição de operações em etapas sequenciais, facilitando a compreensão de cenários multifacetados, como autenticação de usuários ou ciclos de aprovação (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2005).
2. Identificação de Gargalos: Ao expor redundâncias ou etapas críticas, tornam-se ferramentas para otimização de workflows (Object Management Group, 2017).
3. Padronização de Operações: Servem como documentação técnica para treinamento de equipes ou auditorias, alinhando práticas a padrões organizacionais.

4. Facilitação da Comunicação Interdisciplinar: Atuam como artefatos de bridge, harmonizando linguagens técnicas e de negócio entre desenvolvedores, gestores e stakeholders.

6.3 Aplicações no Ambiente Corporativo

No contexto empresarial, os diagramas de atividades são empregados em múltiplos cenários, destacando-se:

1. Otimização de Workflows: Empresas de logística utilizam-nos para redesenhar cadeias de suprimentos, eliminando etapas redundantes ([WHITE, 2004](#)).
2. Desenvolvimento de Software: Na engenharia de requisitos, guiam a implementação de funcionalidades críticas, como módulos de pagamento ou integração com APIs externas ([GAMMA et al., 1995](#)).
3. Gestão de Projetos: Empregados no mapeamento de dependências entre tarefas, como em metodologias ágeis.
4. Conformidade Regulatória: Organizações financeiras os utilizam para assegurar que processos sigam normas como LGPD ou Basel III.

6.4 Contribuições para a Pesquisa Acadêmica

Na academia, os diagramas de atividades são objetos de estudo em disciplinas como Engenharia de Software e Gestão de Processos. Pesquisas recentes ([PEFFERS et al., 2007](#)) exploram sua integração com técnicas de Business Process Management (BPM) para modelagem de sistemas complexos, enquanto outros estudos focam em sua adaptação para low-code platforms, democratizando o acesso à modelagem técnica.

6.5 Diagramas de Atividades Usados no Trabalho

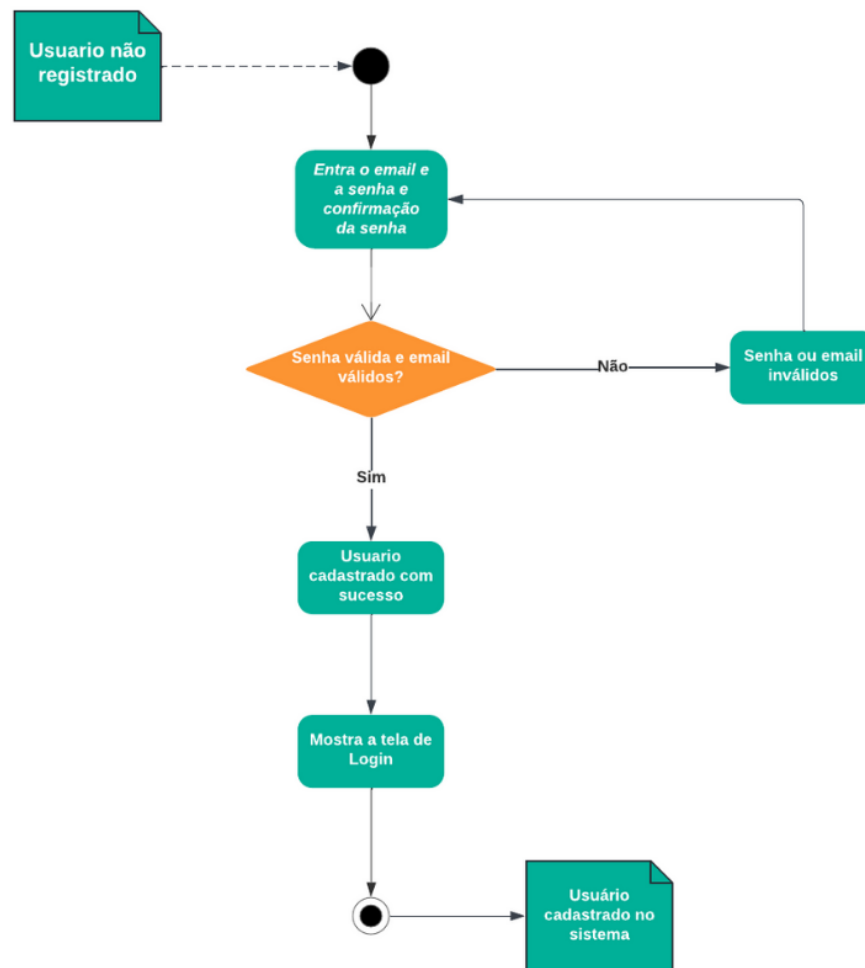


Figura 11 – Diagrama de Atividade de Cadastro do Usuário

Na Figura 11, temos o cadastro de um novo usuário, onde ele vai inserir um e-mail, senha e confirmação de senha. O sistema valida se o e-mail tem formato válido e se a senha atende critérios de complexidade. Se válidos, os dados são salvos no banco, e o usuário é redirecionado à tela de login. Caso contrário, exibe-se "Senha ou e-mail inválidos".

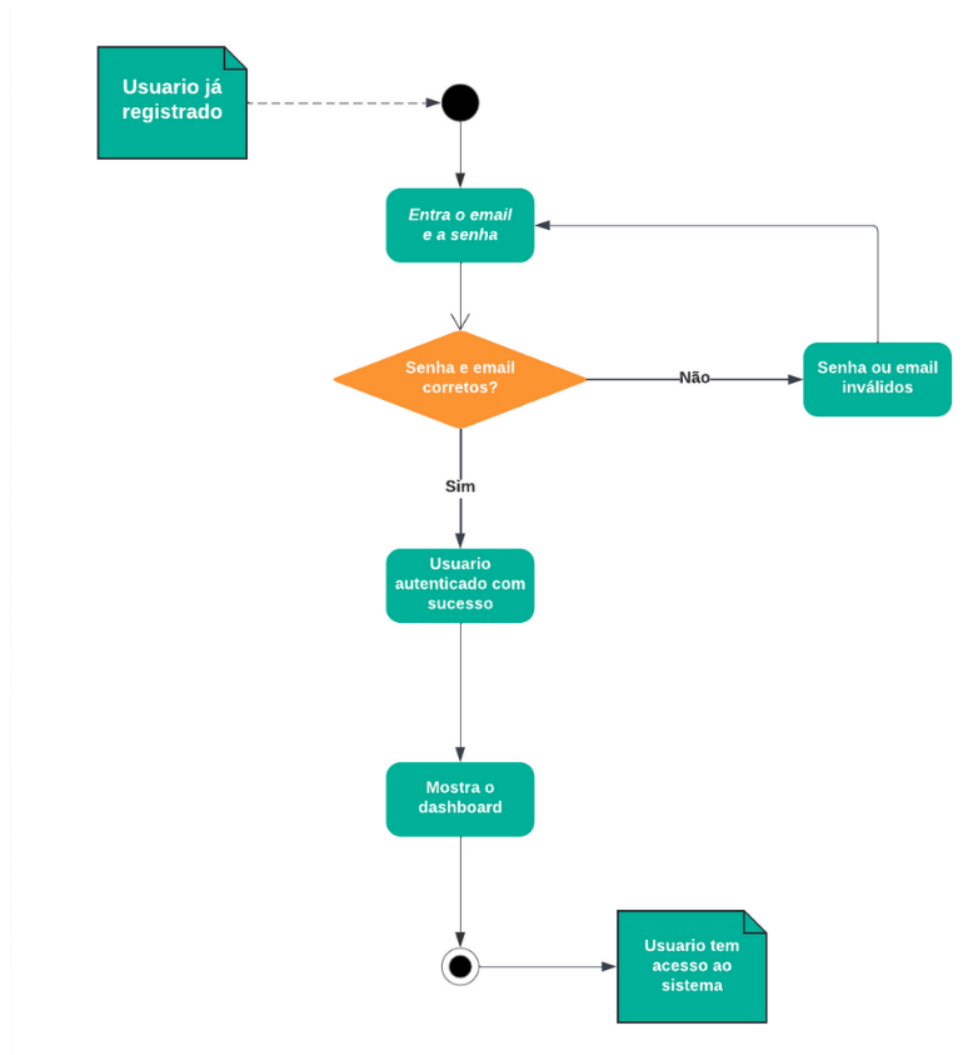


Figura 12 – Diagrama de Atividade Login

Na Figura 12, temos a tela de login do usuário, onde devem ser inseridos e-mail e senha. O sistema irá validar as credenciais no banco de dados. Se corretas, redireciona ao dashboard; se incorretas, exibe "Senha ou e-mail inválidos".

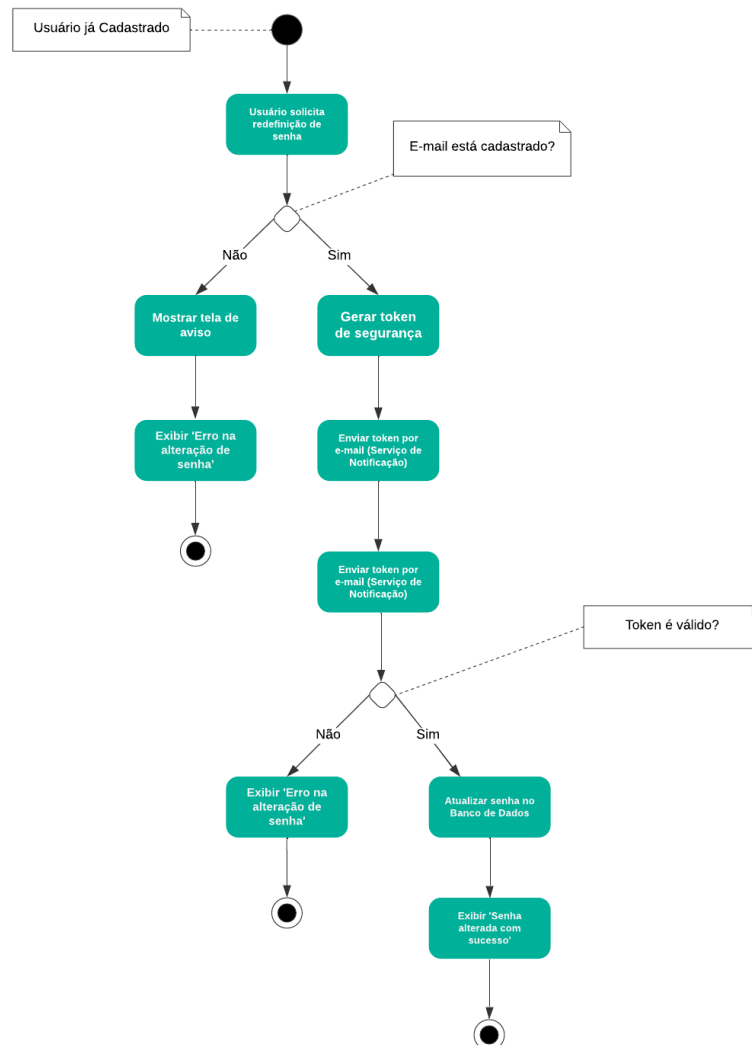


Figura 13 – Diagrama de Atividade Redefinição de Senha

Na Figura 13, temos a redefinição de senha feita pelo usuário, onde o mesmo solicita a mudança de senha. O sistema verifica se o e-mail está cadastrado. Se sim, gera um token e o envia por e-mail. O usuário insere o token e a nova senha. Se válido, a senha é atualizada; se não, exibe "Erro na alteração".

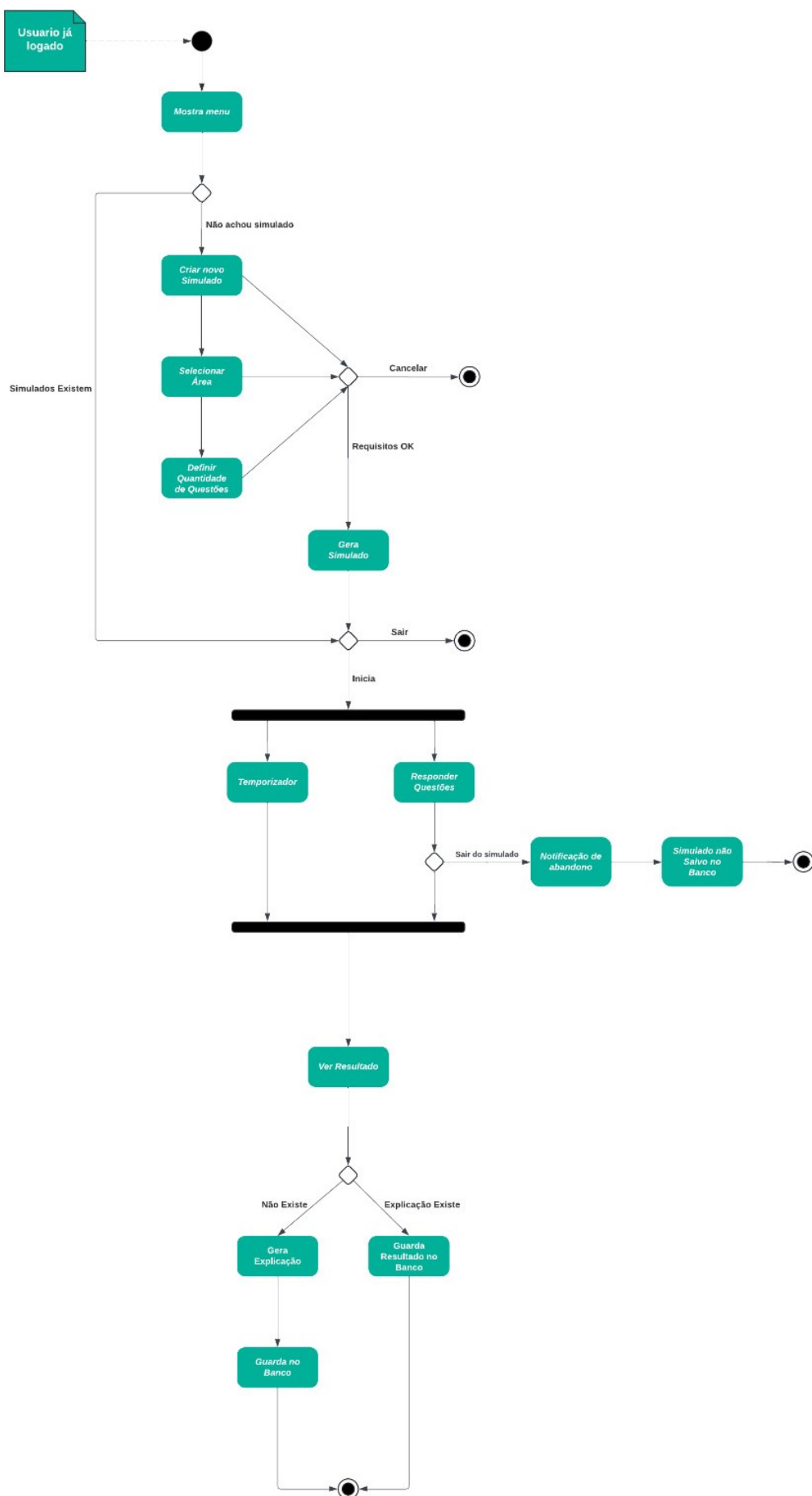


Figura 14 – Diagrama de Atividade do Usuário

Na Figura 14, temos a tela do usuário configurando um simulado por área e número de questões. O sistema gera o teste com base no banco de dados. Durante a execução, respostas são salvas automaticamente. Ao final, resultados são exibidos, e o usuário pode solicitar explicações via IA.

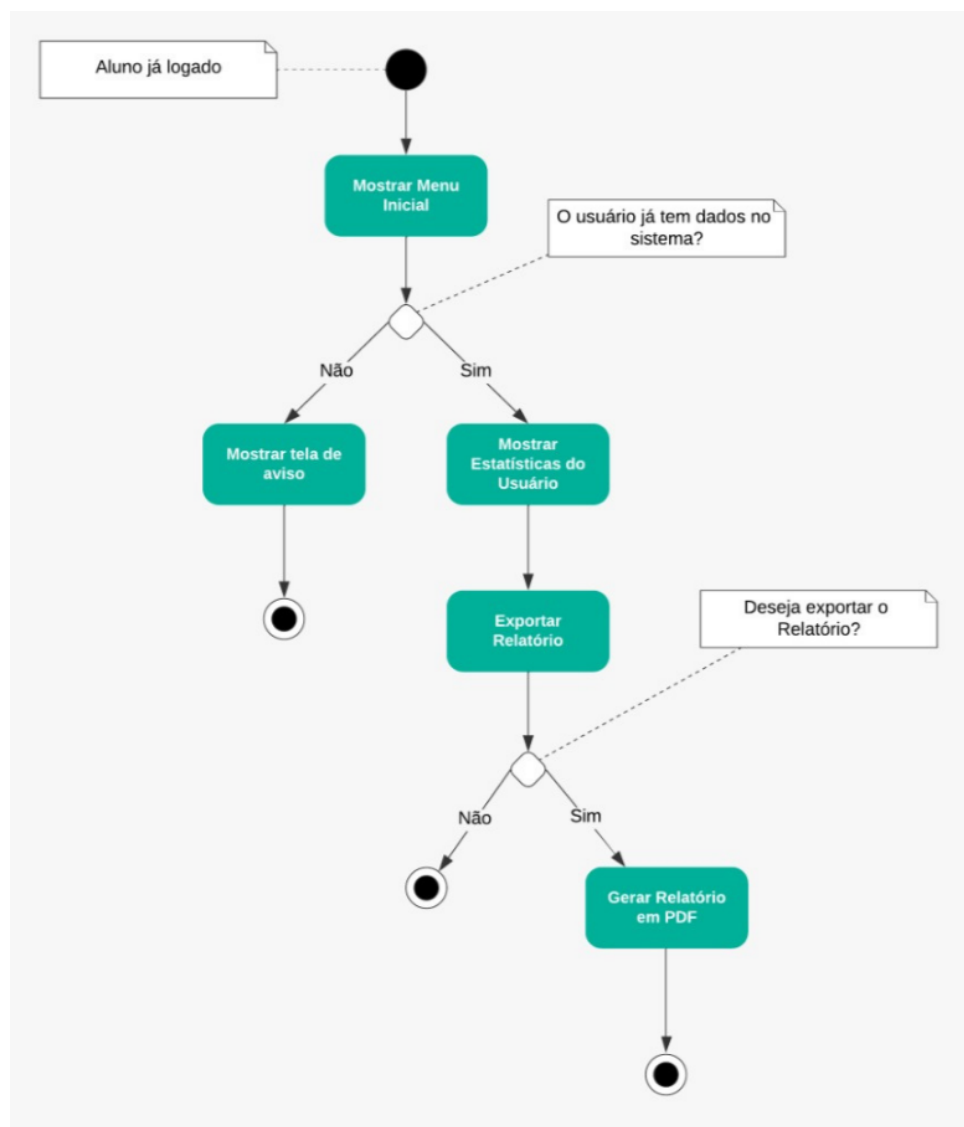


Figura 15 – Diagrama de Atividade Dashboard

Na Figura 15, temos a página do usuário, onde o aluno logado solicita estatísticas. Se já realizou simulados, o sistema exibe gráficos de desempenho. Caso contrário, mostra "Usuário não tem estatísticas". Opcionalmente, o usuário pode exportar um relatório em PDF.

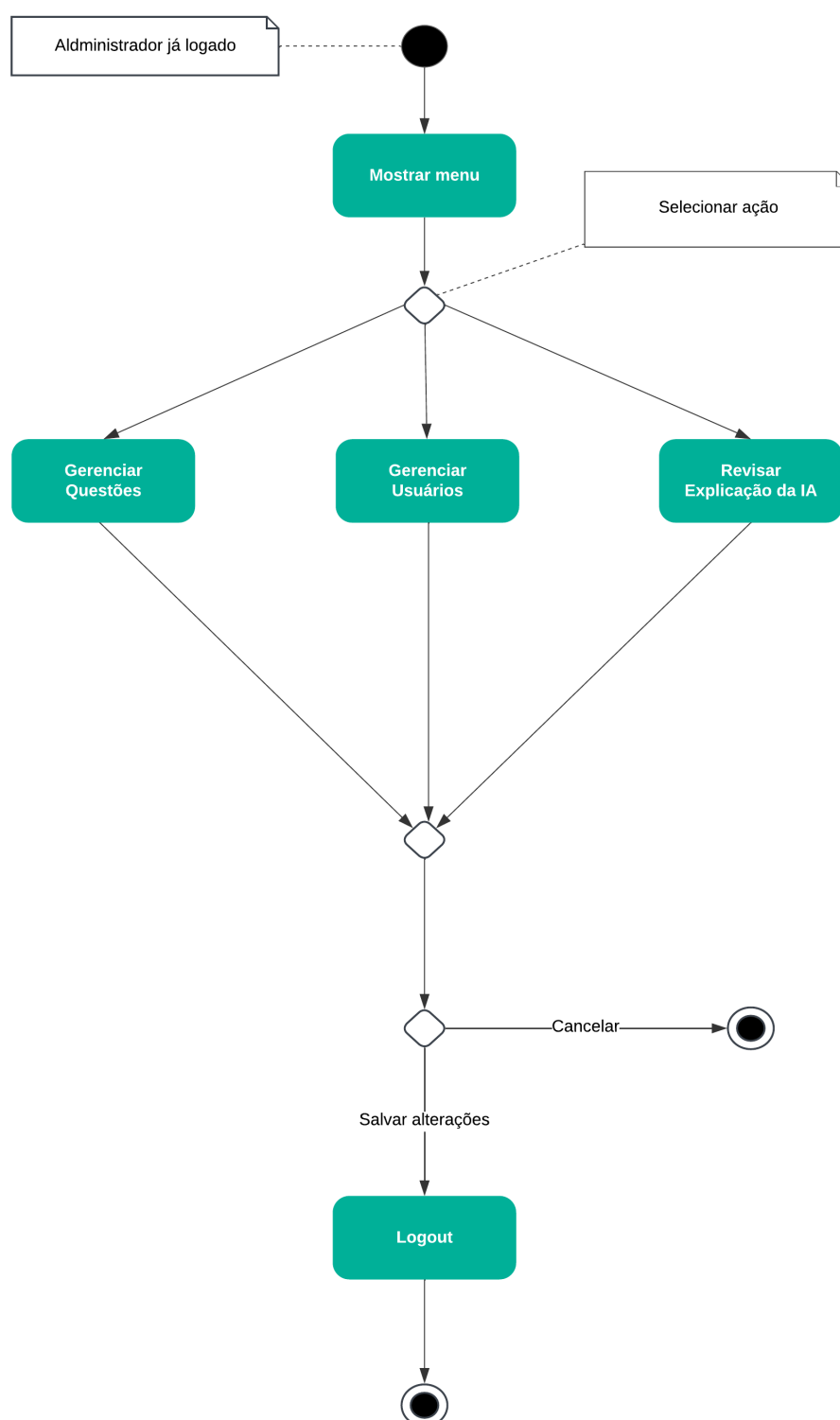


Figura 16 – Diagrama de Atividade do Administrador

Na Figura 16, temos que após o login, o administrador acessa um menu central com opções como Gerenciar Questões, Gerenciar Usuários, Revisar Explicações da IA, além de funcionalidades adicionais como Salvar Alterações e Logout. A seleção de qualquer opção direciona o administrador à tela correspondente, onde pode executar ações específicas

(excluir, editar ou adicionar conteúdo). A opção Salvar Alterações garante que todas as modificações sejam persistidas no Banco de Dados antes do logout, evitando perda de dados. O Logout encerra a sessão de forma segura, redefinindo as permissões de acesso.

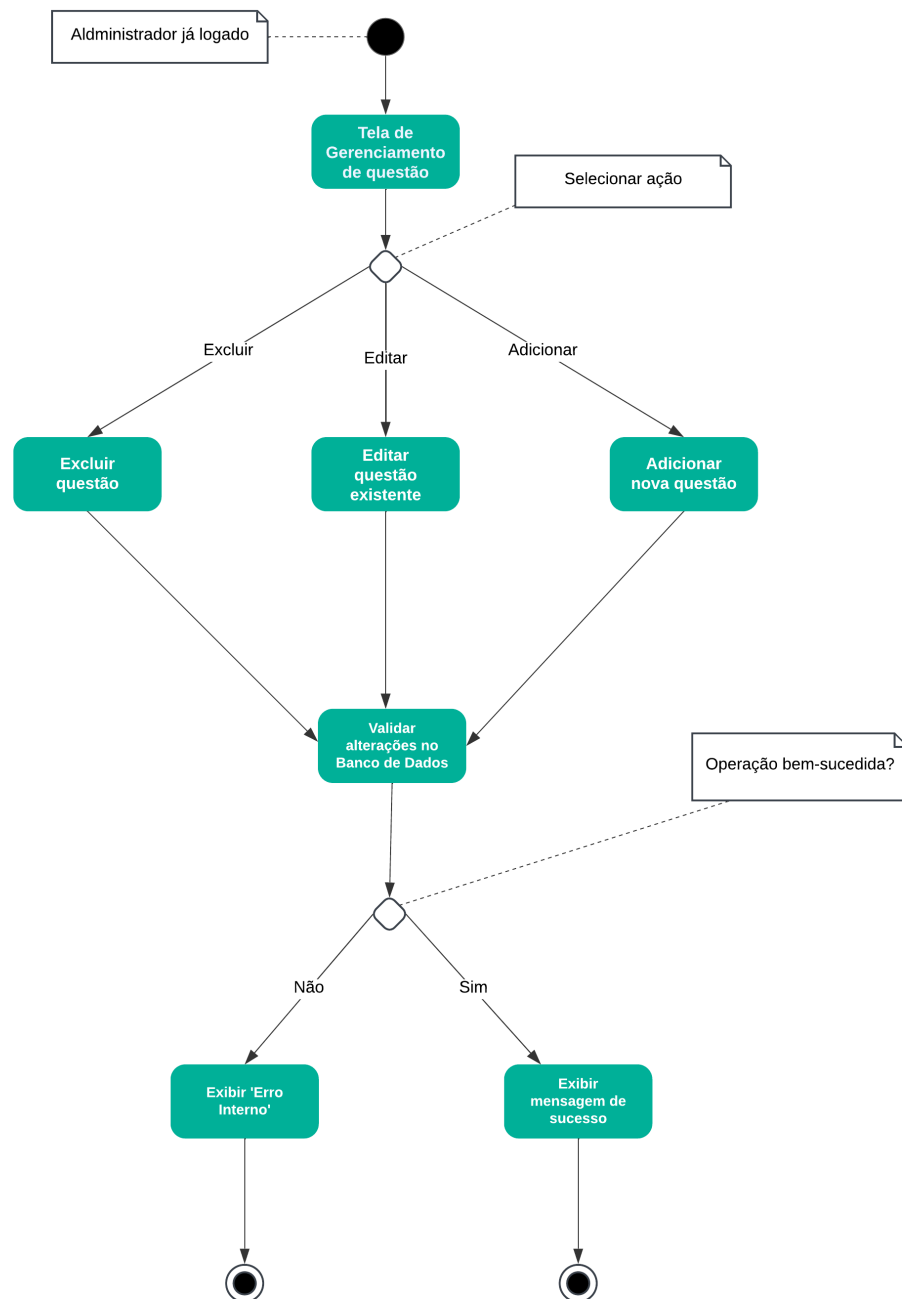


Figura 17 – Diagrama de Atividade de Gerenciamento de Questões

Na Figura 17, temos a tela de gerenciamento de questões do administrador onde, após login, o administrador pode selecionar entre excluir, editar ou adicionar questões. A ação é validada no banco de dados. Se bem-sucedida, exibe "mensagem de sucesso"; se falhar, mostra "Erro Interno".

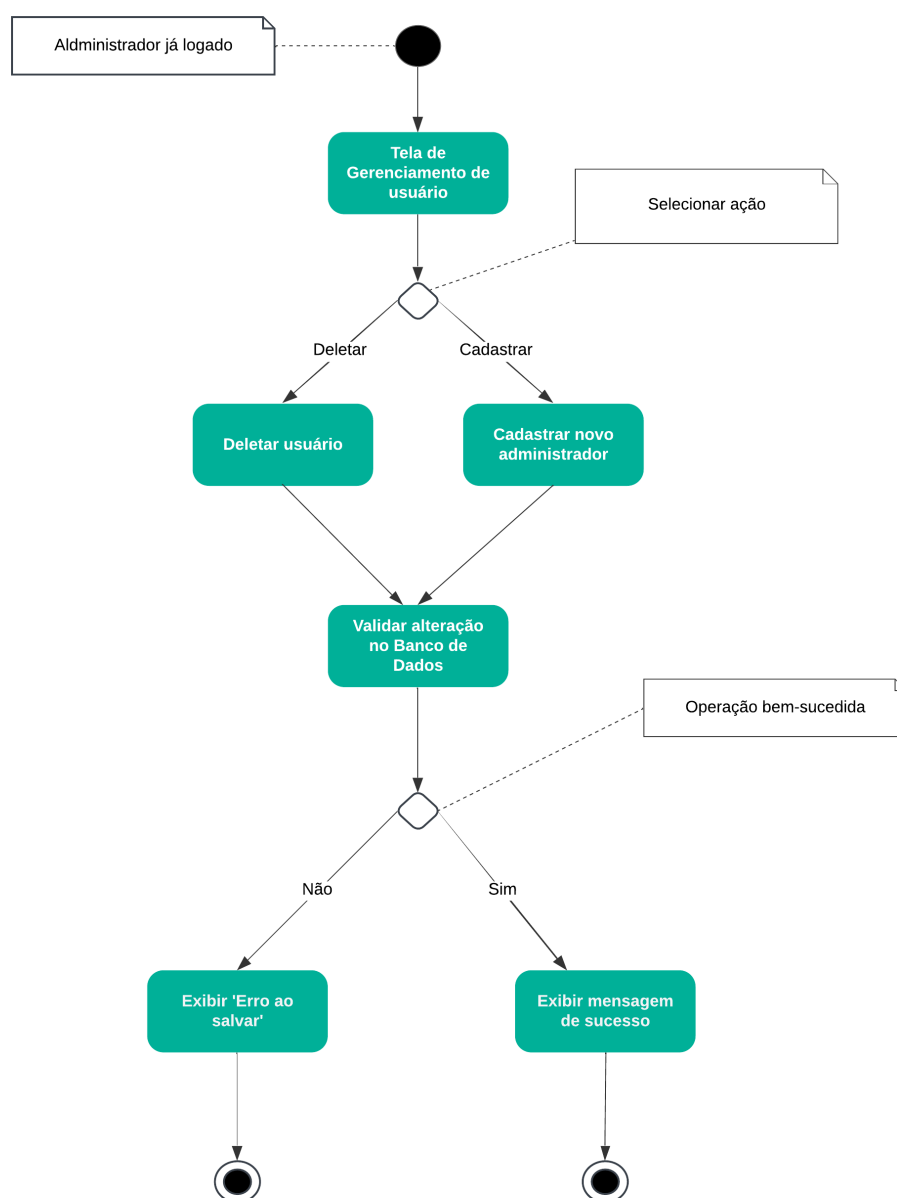


Figura 18 – Diagrama de Atividade de Gerenciamento do Usuário

Na Figura 18, temos o administrador, após autenticação no sistema, acessa a tela de gerenciamento de usuários, onde seleciona entre Deletar Usuário ou Cadastrar Novo Administrador. Ao escolher uma ação, o sistema valida a operação no Banco de Dados. Se a exclusão ou cadastro for bem-sucedido, uma mensagem de confirmação é exibida, como "Operação concluída com sucesso". Em caso de falha como tentativa de deletar um usuário inexistente ou cadastrar um administrador com e-mail já registrado, o sistema retorna "Erro ao salvar", indicando a necessidade de revisão.

7 Diagrama de Estado

Um diagrama de estados é uma ferramenta gráfica que exibe todas as fases ou estados pelas quais um sistema, objeto ou processo pode passar ao longo do tempo. Essa representação visual é eficaz na modelagem de sistemas complexos, incluindo software, processos industriais, etc.

7.1 Diagramas de Estado

O diagrama de estados foi desenvolvido com base nos princípios da Unified Modeling Language (UML), oferecendo uma representação clara e concisa das fases e estados pelos quais o sistema transita. Essa abordagem facilita a visualização do fluxo do sistema, demonstrando de maneira intuitiva e objetiva seu funcionamento em diferentes contextos.

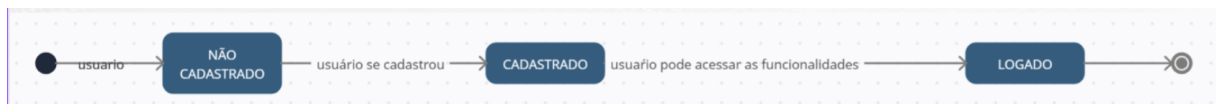


Figura 19 – Diagrama de Estado usuário

- Estados:
 - **Não Cadastrado**: O usuário ainda não possui uma conta no sistema.
 - **Cadastrado**: O usuário possui uma conta, mas ainda não está logado.
 - **Logado**: O usuário está autenticado no sistema e tem acesso às funcionalidades.
- Transições: O nome do time, sem o estado.
 - **Cadastrado**: O usuário realiza o processo de cadastro, transitando do estado "Não Cadastrado" para "Cadastrado"

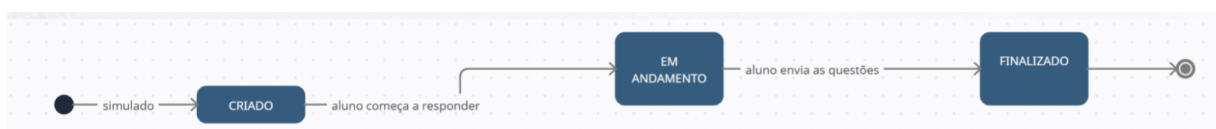


Figura 20 – Diagrama de Estado simulado

- Estados:
 - **Criado**: O simulado foi criado, mas ainda não foi iniciado por nenhum aluno.

- **Em Andamento:** Um ou mais alunos estão respondendo ao simulado.
 - **Finalizado:** Todos os alunos que deveriam responder ao simulado já o finalizaram.
- **Transições:**
 - **Criar Simulado:** O sistema inicia no estado "Criado" quando um novo simulado é criado.
 - **Iniciar Simulado:** Um aluno começa a responder ao simulado, transitando para o estado "Em Andamento".
 - **Finalizar Simulado:** Quando todos os alunos que deveriam responder ao simulado já o finalizaram, o simulado transita para o estado "Finalizado".

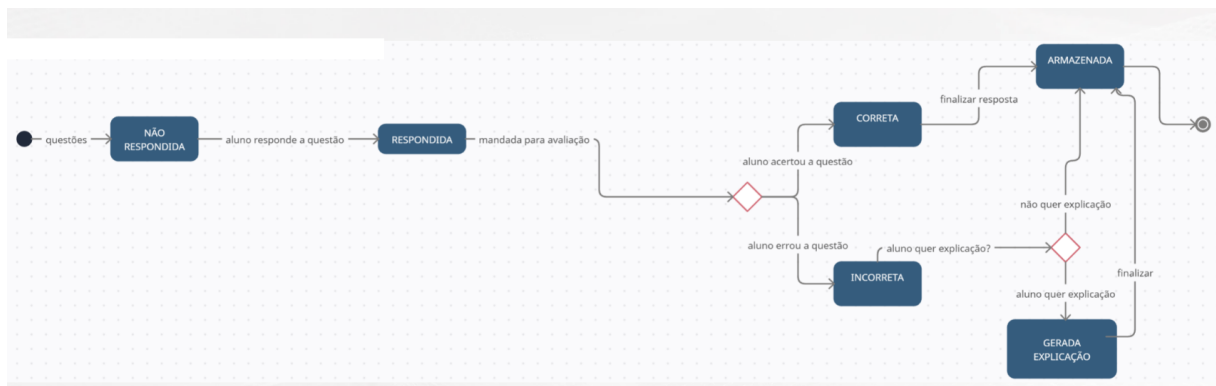


Figura 21 – Diagrama de Estado questão

- **Estados:**
 - **Não Respondida:** A questão foi criada, mas ainda não recebeu uma resposta do aluno.
 - **Respondida:** A questão foi respondida pelo aluno e aguarda correção.
 - **Correta:** A questão foi avaliada como correta pelo sistema ou professor.
 - **Incorreta:** A questão foi avaliada como incorreta pelo sistema ou professor.
 - **Gerada Explicação:** O sistema gerou uma explicação para a questão incorreta.
 - **Armazenada:** A questão, juntamente com sua resposta e, se aplicável, a explicação, foi armazenada no banco de dados.
- **Transições:**
 - **Criar Questão:** O sistema inicia no estado "Não Respondida" quando uma nova questão é criada.

- **Responder Questão:** Ao fornecer uma resposta, a questão transita para o estado "Respondida".
- **Avaliar Questão:** O sistema avalia a resposta e direciona a questão para o estado "Correta" ou "Incorreta".
- **Solicitar Explicação:** Se a questão estiver incorreta, o aluno pode solicitar uma explicação, levando a questão para o estado "Gerada Explicação".
- **Armazenar Questão:** Após a avaliação e, se necessário, a geração da explicação, a questão é armazenada no banco de dados, transitando para o estado "Armazenada".

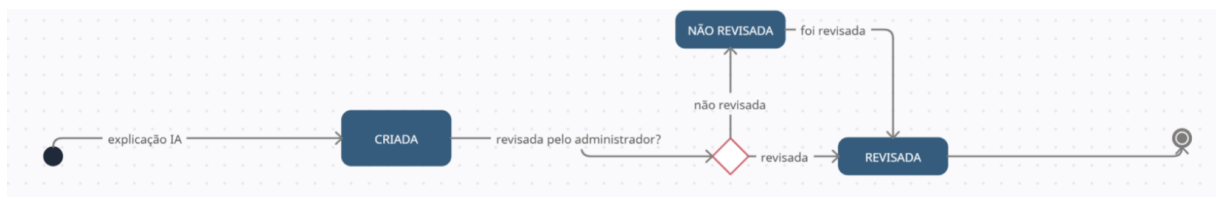


Figura 22 – Diagrama de Estado explicação

- **Estados:**

- **Não Respondida:** A questão foi criada, mas ainda não foi respondida pelo aluno.
- **Respondida:** A questão foi respondida pelo aluno e está aguardando avaliação.
- **Corrigida - Correta:** A questão foi avaliada como correta pelo professor.
- **Corrigida - Incorreta:** A questão foi avaliada como incorreta pelo professor.
- **Com Explicação:** A questão incorreta recebeu uma explicação do sistema.

- **Transições:**

- **Criar Questão:** O aluno cria uma nova questão, transitando do estado inicial para "Não Respondida".
- **Responder Questão:** O aluno responde à questão, transitando para o estado "Respondida".
- **Avaliar Questão:** O professor avalia a resposta, transitando para "Corrigida - Correta" ou "Corrigida - Incorreta".
- **Solicitar Explicação:** O aluno solicita uma explicação para uma questão incorreta, transitando para "Com Explicação".



Figura 23 – Diagrama de Estado Administrador

- **Estados:**

- **Sem Revisão:** O item foi criado, mas ainda não passou por nenhuma revisão.
- **Revisar Explicação:** O item está em processo de revisão e uma explicação ou justificativa pode ser necessária.
- **Não Revisada:** O item foi revisado, mas não foi aprovado.
- **Revisada:** O item foi revisado e aprovado.

- **Transições:**

- **Criar Item:** O item é criado e entra no estado "Sem Revisão".
- **Solicitar Revisão:** O item é enviado para revisão, transitando para o estado "Revisar Explicação".
- **Aprovar:** Se a revisão for aprovada, o item passa para o estado "Revisada".
- **Reprovar:** Se a revisão não for aprovada, o item retorna para o estado "Não Revisada".

7.2 Conclusão

O desenvolvimento do protótipo da plataforma Edulign representa uma contribuição significativa para a modernização do ensino superior brasileiro, especialmente no contexto da preparação para o ENADE. A integração bem-sucedida entre tecnologias educacionais inovadoras e necessidades práticas dos estudantes resultou em uma ferramenta que não apenas cumpre seus objetivos iniciais, mas também estabelece novos paradigmas para o desenvolvimento de soluções educacionais tecnológicas.

7.2.1 Principais Conquistas

O projeto alcançou marcos importantes em diferentes aspectos:

- **Inovação Tecnológica:** A implementação bem-sucedida da Inteligência Artificial Generativa para criar explicações personalizadas e gerar questões similares demonstra o potencial transformador da tecnologia na educação.

- **Democratização do Conhecimento:** A plataforma estabelece um novo padrão de acessibilidade a recursos educacionais de alta qualidade, oferecendo suporte personalizado e adaptativo aos estudantes.
- **Desenvolvimento Técnico:** A implementação de 10 dos 15 requisitos funcionais propostos, com funcionalidades críticas como autenticação, simulados personalizados e análise de desempenho, demonstra a robustez da solução desenvolvida.

7.2.2 Impactos e Benefícios

O Edulign proporcionou benefícios significativos em múltiplas dimensões:

- **Para Estudantes:** Acesso a uma ferramenta moderna de preparação para o ENADE, com recursos adaptativos e feedback personalizado.
- **Para Desenvolvedores:** Experiência prática com tecnologias emergentes e desenvolvimento de competências técnicas e transversais essenciais.
- **Para Instituições:** Disponibilidade de uma plataforma que contribui para a melhoria dos indicadores de qualidade e preparo dos estudantes.

7.2.3 Perspectivas Futuras

O sucesso do protótipo abre caminhos promissores para:

- **Expansão de Funcionalidades:** Implementação dos requisitos pendentes, como sistema de recomendação de estudos e personalização avançada do dashboard.
- **Pesquisa e Desenvolvimento:** Aprofundamento em áreas como aprendizagem adaptativa e metodologias educacionais baseadas em tecnologia.
- **Escalabilidade:** Potencial para expansão do alcance da plataforma e adaptação para outros contextos educacionais.

7.2.4 Considerações Finais

O Edulign consolida-se como um exemplo bem-sucedido da integração entre tecnologia e educação, demonstrando como a inovação tecnológica pode ser aplicada de forma efetiva para melhorar a qualidade do ensino superior. O projeto não apenas atende às demandas atuais de preparação para o ENADE, mas também estabelece bases sólidas para futuras iniciativas que visem à modernização e democratização da educação superior no Brasil.

Os resultados alcançados e o potencial de expansão indicam que o Edulign tem condições de continuar evoluindo e contribuindo significativamente para o cenário educacional brasileiro, servindo como inspiração e referência para projetos similares que busquem unir tecnologia e educação em prol do desenvolvimento acadêmico e profissional dos estudantes.

8 Direitos Autorais

Reconhecimentos e Direitos Autorais @autor: [Daniel Duarte, Tiago de Lima, Yasmin Mendes, Lucas Emanuel Amaral, Arlindo Macieira] @data última versão: [21/02/2025] @versão: 1.0 @Agradecimentos: Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Professor Doutor Thales Levi Azevedo Valente, e colegas de curso. Copyright/License Este material é resultado de um trabalho acadêmico para a disciplina PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE, sob a orientação do professor Dr. THALES LEVI AZEVEDO VALENTE, semestre letivo 2024.2, curso Engenharia da Computação, na Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Todo o material sob esta licença é software livre: pode ser usado para fins acadêmicos e comerciais sem nenhum custo. Não há papelada, nem royalties, nem restrições de "copyleft" do tipo GNU. Ele é licenciado sob os termos da Licença MIT, conforme descrito abaixo, e, portanto, é compatível com a GPL e também se qualifica como software de código aberto. É de domínio público. Os detalhes legais estão abaixo. O espírito desta licença é que você é livre para usar este material para qualquer finalidade, sem nenhum custo. O único requisito é que, se você usá-los, nos dê crédito. Licenciado sob a Licença MIT. Permissão é concedida, gratuitamente, a qualquer pessoa que obtenha uma cópia deste software e dos arquivos de documentação associados (o "Software"), para lidar no Software sem restrição, incluindo sem limitação os direitos de usar, copiar, modificar, mesclar, publicar, distribuir, sublicenciar e/ou vender cópias do Software, e permitir pessoas a quem o Software é fornecido a fazê-lo, sujeito às seguintes condições: Este aviso de direitos autorais e este aviso de permissão devem ser incluídos em todas as cópias ou partes substanciais do Software. O SOFTWARE É FORNECIDO "COMO ESTÁ", SEM GARANTIA DE QUALQUER TIPO, EXPRESSA OU IMPLÍCITA, INCLUINDO MAS NÃO SE LIMITANDO ÀS GARANTIAS DE COMERCIALIZAÇÃO, ADEQUAÇÃO A UM DETERMINADO FIM E NÃO INFRINGÊNCIA. EM NENHUM CASO OS AUTORES OU DETENTORES DE DIREITOS AUTORAIS SERÃO RESPONSÁVEIS POR QUALQUER RECLAMAÇÃO, DANOS OU OUTRA RESPONSABILIDADE, SEJA EM AÇÃO DE CONTRATO, TORT OU OUTRA FORMA, DECORRENTE DE, FORA DE OU EM CONEXÃO COM O SOFTWARE OU O USO OU OUTRAS NEGOCIAÇÕES NO SOFTWARE. Para mais informações sobre a Licença MIT: <https://opensource.org/licenses/MIT>.

Referências

- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. *The unified modeling language user guide*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2005. Citado na página 30.
- BROWN, P. C.; MCDANIEL, M. A.; III, H. L. R. *Make It Stick: The Science of Successful Learning*. [S.l.]: Harvard University Press, 2019. ISBN 978-0674729018. Citado na página 10.
- DABBAGH, N.; MARRA, R. M.; HOWLAND, J. L. *Meaningful Online Learning: Integrating Strategies, Activities, and Learning Technologies for Effective Designs*. [S.l.]: Routledge, 2019. ISBN 978-1138694842. Citado na página 10.
- FOWLER, M. *UML distilled: a brief guide to the standard object modeling language*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2003. Citado na página 30.
- GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; VLISSIDES, J. *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 1995. Citado na página 31.
- INEP. Diretrizes para o ENADE. *Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira*, 2021. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/enade>>. Citado na página 10.
- KUMAR, R.; PATEL, D. Aied: An intelligent tutoring system with machine learning capabilities. In: IEEE. *International Conference on Educational Technology*. [S.l.], 2021. p. 178–189. Citado na página 11.
- LUCKIN, R.; HOLMES, W.; GRIFFITHS, M.; FORCIER, L. B. Intelligence unleashed: An argument for AI in education. *Pearson Education*, 2018. Citado na página 10.
- Object Management Group. *OMG Unified Modeling Language (OMG UML) Version 2.5.1*. [S.l.], 2017. Citado na página 30.
- OLIVEIRA, C. A.; LIMA, P. M. Enadeplus: Sistema de análise estatística para avaliação de desempenho no enade. *Tecnologias na Educação*, v. 15, n. 1, p. 45–58, 2023. Citado na página 11.
- PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M. A.; CHATTERJEE, S. A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, Taylor & Francis, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007. Citado na página 31.
- RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; BOOCH, G. *The unified modeling language reference manual*. [S.l.]: Pearson Higher Education, 2004. Citado na página 30.
- SANTOS, A. B.; FERREIRA, R. M. Smarttutor: Plataforma educacional com geração de conteúdo por ia. *Revista de Sistemas e Computação*, v. 13, n. 3, p. 89–102, 2023. Citado na página 11.

SILVA, M. R.; SANTOS, J. P. Prepapp: Uma plataforma mobile para preparação do enade. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 30, n. 2, p. 512–525, 2022. Citado na página [11](#).

WHITE, S. A. Introduction to bpmn. *BPTrends*, v. 2, n. 1, p. 1–11, 2004. Citado na página [31](#).

ZAWACKI-RICHTER, O.; MARÍN, V. I.; BOND, M.; GOUVERNEUR, F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, v. 17, n. 1, p. 1–42, 2020. Citado na página [10](#).