

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Colegiado do Curso de Ciência da Computação

José Júnio Barbosa de Jesus

**Plataforma Colaborativa Inteligente "Notelib"  
para Anotações e Organização de Textos com  
Reconhecimento de Imagens e IA**

**Vitória da Conquista  
2024**

José Júnio Barbosa de Jesus

**Plataforma Colaborativa Inteligente "Notelib" para  
Anotações e Organização de Textos com Reconhecimento  
de Imagens e IA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para a obtenção do tí-  
tulo de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Dr. Gidevaldo Novais Dos Santos

Vitória da Conquista  
2024

## Resumo

O presente trabalho aborda o desenvolvimento de uma plataforma colaborativa inteligente voltada para a organização de textos e anotações, integrando reconhecimento de imagens e inteligência artificial (IA). O contexto educacional evidencia limitações nos métodos tradicionais de anotação, que são manuais e individuais, dificultando o compartilhamento de conhecimento e a colaboração. Nesse cenário, a proposta visa criar um sistema que automatize a organização de informações e promova o aprendizado coletivo. Com o objetivo é desenvolver um sistema que integre funcionalidades de IA para recomendação de conteúdos e marcações automáticas, aliado a um ambiente de participação para compartilhamento de anotações. Especificamente, o projeto busca implementar técnicas que permitam captura de imagens, extração e organização de textos, além de funcionalidades de interação entre os usuários, incentivando a troca de conhecimento. A metodologia empregada foi a *Design Science Research (DSR)*, que orientou o desenvolvimento do sistema em etapas estruturadas: identificação do problema, definição de objetivos, design, implementação e avaliação. As tecnologias utilizadas incluem Flutter para o desenvolvimento móvel, *Java Spring* para a *API REST*, e algoritmos de IA para reconhecimento de texto e recomendações personalizadas. Os resultados demonstraram que a plataforma é capaz de reconhecer e organizar trechos de texto captados em imagens, permitindo aos usuários realizar anotações e categorizá-las de forma eficiente. Adicionalmente, o sistema oferece sugestões baseadas na similaridade de conteúdos e possibilita o compartilhamento de informações, promovendo um ambiente de aprendizado dinâmico e coletivo. Conclui-se que o sistema contribui significativamente para a construção de um novo método nos processos de estudo e organização, ao mesmo tempo que fomenta a colaboração entre os usuários. A plataforma desenvolve uma maneira simples para retenção de informações e amplia as possibilidades de aprendizado por meio da cooperação e do acesso a diferentes perspectivas, tornando-se uma ferramenta promissora para o contexto educacional.

Palavras-chave: aprendizado colaborativo; sistemas colaborativos; inteligência artificial; reconhecimento de imagens; *design science research*.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Representação do diagrama <i>DSR</i> da plataforma . . . . .	11
Figura 2 – Fluxograma do sistema . . . . .	26
Figura 3 – Diagrama de caso de uso da plataforma . . . . .	29
Figura 4 – Diagrama de Entidade-Relacionamento da plataforma . . . . .	32
Figura 5 – Protótipo da tela de login . . . . .	34
Figura 6 – Protótipo da tela de cadastro . . . . .	34
Figura 7 – Protótipo da tela de escolha de categorias . . . . .	35
Figura 8 – Protótipo da tela inicial . . . . .	36
Figura 9 – <i>Protótipo</i> da tela de captura . . . . .	37
Figura 10 – Protótipo da tela das notas salvas . . . . .	38
Figura 11 – Protótipo da tela detalhes da nota . . . . .	38

# Sumário

Lista de ilustrações . . . . .	3
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO . . . . . 7</b>
1.1	Justificativa . . . . . 8
1.2	Objetivos . . . . . 9
1.2.1	Objetivos Gerais . . . . . 9
1.2.2	Objetivos Específicos . . . . . 9
1.3	Metodologia . . . . . 10
1.3.1	Objetivos e Justificativa para o Uso de <i>DSR</i> . . . . . 10
1.3.2	Etapas do <i>DSR</i> Aplicadas ao Desenvolvimento do Sistema . . . . . 10
1.3.3	Pesquisa de Fundamentação Teórica . . . . . 13
1.3.3.1	Inteligência Artificial (IA): . . . . . 13
1.3.3.2	Aprendizagem Colaborativa: . . . . . 13
1.3.3.3	Sistemas Colaborativos: . . . . . 13
<b>2</b>	<b>INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL . . . . . 14</b>
2.1	Reconhecimento de Imagens . . . . . 14
2.2	Similaridade de Conjuntos . . . . . 14
2.3	Redes Neurais e <i>Machine Learning</i> . . . . . 15
2.4	Sistemas de Recomendação . . . . . 15
2.5	Processamento de Linguagem Natural ( <i>PLN</i> ) . . . . . 15
2.6	Armazenamento e Indexação de Dados . . . . . 15
2.7	Segurança e Privacidade de Dados . . . . . 16
2.8	Experiência do Usuário ( <i>UX</i> ) e Usabilidade . . . . . 16
<b>3</b>	<b>APRENDIZADO COLABORATIVO . . . . . 17</b>
3.1	Definição e Finalidades . . . . . 17
3.2	Benefícios . . . . . 17
3.3	Características e Implementação . . . . . 18
3.4	Aplicação no Trabalho . . . . . 18
<b>4</b>	<b>SISTEMAS COLABORATIVOS . . . . . 19</b>
4.1	Definição e Propósitos . . . . . 19
4.2	Benefícios . . . . . 19
4.3	Características e Ambientes Colaborativos . . . . . 20
<b>5</b>	<b>NOTELIB . . . . . 21</b>
5.1	Tecnologia utilizadas . . . . . 22
5.1.1	<i>Figma</i> (Prototipação) . . . . . 22

5.1.2	MySQL (Banco de Dados Relacional) . . . . .	22
5.1.3	Flutter (Desenvolvimento Mobile) . . . . .	22
5.1.4	Java <i>Spring</i> (API REST) . . . . .	23
5.1.5	Segurança: Criptografia de Senhas e Dados . . . . .	23
5.1.6	Arquitetura de Pastas ( <i>Model-View-Service-Repository-Controller</i> ) . . . . .	24
5.1.7	Bibliotecas Utilizadas . . . . .	24
5.1.8	Similaridade de Jaccard . . . . .	25
<b>5.2</b>	<b>Fluxograma do sistema</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>5.3</b>	<b>Diagrama de Casos de Uso</b> . . . . .	<b>27</b>
5.3.1	Descrição dos Casos de Uso . . . . .	30
<b>5.4</b>	<b>Diagrama de Entidade-Relacionamento (ERD)</b> . . . . .	<b>31</b>
<b>5.5</b>	<b>Protótipos</b> . . . . .	<b>33</b>
5.5.1	Tela de Abertura ( <i>Splash Screen</i> ) . . . . .	33
5.5.2	Tela de Login e Registro . . . . .	33
5.5.3	Tela Inicial . . . . .	35
5.5.4	Tela de Captura e Anotação de Imagem e Tela de Visualização do Livro . . . . .	36
5.5.5	Tela de Painel de Notas . . . . .	37
5.5.6	Tela de Detalhes das Marcações Salvas . . . . .	38
<b>5.6</b>	<b>Segurança</b> . . . . .	<b>39</b>
5.6.1	Proteção de Dados e Criptografia . . . . .	39
5.6.2	Validação e Tratamento de Erros . . . . .	40
<b>5.7</b>	<b>Plataformas Similares</b> . . . . .	<b>40</b>
5.7.1	<i>Evernote</i> . . . . .	40
5.7.2	<i>Microsoft OneNote</i> . . . . .	41
5.7.3	<i>Google Keep</i> . . . . .	41
5.7.4	<i>Miro</i> . . . . .	41
5.7.5	<i>Obsidian</i> . . . . .	41
5.7.6	<i>Skoob</i> . . . . .	41
5.7.7	<i>Goodreads</i> . . . . .	42
5.7.8	Comparação e Diferenciação . . . . .	42
<b>6</b>	<b>TESTES E VALIDAÇÃO</b> . . . . .	<b>43</b>
<b>6.1</b>	<b>Testes Unitários e de Integração</b> . . . . .	<b>43</b>
<b>6.2</b>	<b>Testes de Usabilidade</b> . . . . .	<b>44</b>
6.2.1	Roteiro de Testes . . . . .	45
6.2.2	Resultados Observados . . . . .	46
<b>6.3</b>	<b>Conclusão dos Testes e Validação</b> . . . . .	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO</b> . . . . .	<b>48</b>
<b>7.1</b>	<b>Principais Desafios Técnicos</b> . . . . .	<b>48</b>

7.2	Limitações e Melhorias Futuras . . . . .	49
8	CONCLUSÃO . . . . .	50
	REFERÊNCIAS . . . . .	52

# 1 Introdução

No contexto educacional, o processo de anotar, marcar e organizar informações de textos, artigos e livros é uma prática essencial na construção do conhecimento. Porém, essas atividades tradicionais geralmente permanecem manuais e fragmentadas, limitando a retenção de informações ao próprio autor das anotações, o que pode restringir o potencial de troca de conhecimento e aprendizado coletivo. Essa abordagem, embora eficaz em alguns aspectos, revela limitações, especialmente no que se refere à colaboração entre indivíduos com interesses ou objetivos de estudo semelhantes.

Com o avanço da tecnologia, surgem novas oportunidades para transformar esses processos e expandir o escopo de acesso ao conhecimento. A Inteligência Artificial (IA), por exemplo, oferece ferramentas para automatizar, organizar e compartilhar o conteúdo de maneira que os usuários possam não apenas construir suas próprias anotações, mas também acessar e interagir com as observações e interpretações de outros. Segundo estudos, como "A Transformação da Educação na Era da Inteligência Artificial: Impactos e Perspectivas" (OLIVEIRA et al., 2024. Educação & Pedagogia), a IA está revolucionando a forma como a educação é conduzida, promovendo ambientes de aprendizado mais eficientes, participativos e conectando os usuários de maneiras antes impossíveis.

Diante desse cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema inteligente de organização e estudo de textos que facilite o processo de anotação e marcação, ao mesmo tempo que permite o compartilhamento de anotações em uma plataforma integrada. O sistema possibilita aos usuários capturar e organizar informações relevantes, identificando trechos de texto e associando anotações e resumos de forma estruturada. Além disso, ele integra técnicas de similaridade para recomendar conteúdo previamente marcado ou anotações semelhantes feitas por outros usuários, incentivando uma experiência de aprendizado compartilhado e multidimensional.

Dessa forma, o principal objetivo deste projeto é desenvolver uma metodologia de estudo e aprendizado colaborativo, baseada em tecnologias avançadas de inteligência artificial com sistemas colaborativos que possibilita tanto a organização quanto a interação entre os usuários. Ao permitir que informações e anotações sejam estruturadas e compartilhadas de maneira intuitiva e acessível, o sistema transforma o estudo em uma experiência coletiva. Com funcionalidades que incentivam a colaboração e o intercâmbio de ideias, a plataforma busca não apenas retenção de conhecimento, mas também promover um ambiente de aprendizado dinâmico, no qual os usuários têm acesso a diversas perspectivas e podem explorar novos métodos de estudo a partir das contribuições de outros.

## 1.1 Justificativa

As práticas convencionais de anotação e marcação de textos, artigos e livros, amplamente adotadas para apoiar a construção do conhecimento, enfrentam desafios significativos devido ao seu caráter manual e individualizado. Com o avanço de tecnologias emergentes, como a inteligência artificial (IA) e os sistemas colaborativos, surgem novas oportunidades para superar essas limitações, oferecendo alternativas mais dinâmicas e coletivas. Este trabalho propõe desenvolver um sistema inteligente capaz de automatizar a criação de anotações e marcações em textos, promovendo um ambiente de estudo que melhora tanto a organização pessoal quanto o compartilhamento de conhecimentos entre usuários.

Um dos principais desafios nos métodos convencionais é a falta de sistemas eficientes de armazenamento e busca de informações. De acordo com o estudo “A Ética no Uso de Inteligência Artificial na Educação: Impactos para Professores e Estudantes”, a eficiência na organização de dados é fundamental para um aprendizado eficaz (FERNANDES et al., 2024). No entanto, os métodos manuais tornam a recuperação de informações complexa e, muitas vezes, lenta. Estudantes podem ter dificuldade em encontrar notas e marcações previamente realizadas, o que leva a uma perda de tempo e prejudica a continuidade do estudo. O sistema proposto automatiza o reconhecimento e a marcação de trechos de textos, oferecendo uma solução para organizar e estruturar o conteúdo de maneira prática. Essa abordagem facilita o acesso a anotações previamente salvas, permitindo que os usuários resgatem informações de forma rápida, aprimorando o fluxo de estudos e evitando o retrabalho.

Outro ponto crítico é a ausência de mecanismos de colaboração e compartilhamento de conhecimento entre usuários. Segundo o capítulo 16 do livro “Sistemas Colaborativos”, a implementação de IA em plataformas colaborativas oferece benefícios significativos ao processo educacional, permitindo que os estudantes troquem ideias e experiências que enriquecem o aprendizado (GARCIA et al., 2011). Atualmente, estudantes que realizam marcações e anotações têm acesso limitado a perspectivas de outros colegas, o que impede a construção de um conhecimento coletivo e diversificado. A falta de compartilhamento limita o acesso a diferentes interpretações e abordagens, que poderiam proporcionar um aprendizado mais abrangente. Ao criar uma plataforma que permite o compartilhamento de anotações e marcações, o sistema estimula a interação entre os usuários, promovendo um ambiente onde diferentes visões e interpretações sobre o mesmo conteúdo se encontram, enriquecendo o processo de aprendizagem.

Além dessas dificuldades, a baixa automação dos processos de estudo representa uma oportunidade de aprimoramento, embora não seja necessariamente um problema em si. Estudos indicam que o uso de IA e outras tecnologias emergentes pode maximizar a produtividade educacional e aprimorar a experiência de aprendizado (PSCHEIDT, 2024). A diversidade de estilos de aprendizado - como visual, auditivo e baseado em leitura e anotação

- também demanda soluções que possibilitem uma adaptação a diferentes preferências dos estudantes. O sistema proposto integra técnicas de recomendação automatizadas, baseando-se nas marcações e anotações realizadas pelos usuários para sugerir conteúdos e trechos de estudo que correspondam aos seus interesses e necessidades. Dessa forma, o sistema se adapta ao perfil de cada usuário, buscando proporcionar uma experiência personalizada e eficiente.

Por fim, a automação e o compartilhamento oferecidos pelo sistema não apenas organizam e otimizam o estudo, mas também criam uma rede de conhecimento coletivo. Como destacado por (VICARI et al., 2024) a integração de IA no ambiente educacional permite que professores e estudantes contribuam com observações e marcações, criando um acervo de conhecimento compartilhado (VICARI et al., 2023). Esse acervo amplia o acesso a informações valiosas e facilita o aprendizado para todos os envolvidos, promovendo um ambiente mais inclusivo e dinâmico. Além disso, a utilização de IA possibilita a personalização da aprendizagem, adaptando conteúdos às necessidades individuais dos estudantes e oferecendo recomendações de materiais com base nos padrões de uso e preferências identificadas. Isso enriquece a experiência educacional e também contribui para a construção de uma comunidade colaborativa de aprendizagem, onde o conhecimento é continuamente atualizado e compartilhado.

Em vista disso, a proposta deste trabalho busca responder à seguinte questão: Como utilizar a tecnologia de inteligência artificial, aprendizagem colaborativa e sistemas colaborativos para buscar diferentes métodos de estudo de textos, marcações e compartilhamento de anotações?

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivos Gerais

Desenvolver um sistema inteligente que ofereça uma diferente forma de estudo por meio da leitura, marcação e organização de textos. O sistema permitirá a criação de anotações e observações, além de possibilitar o compartilhamento de informações em uma plataforma colaborativa.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar e analisar sistemas inteligentes semelhantes ao proposto, destacando as diferenças do novo sistema em termos de funcionalidades para leitura, marcação e organização de textos;
- b) Realizar estudos sobre aprendizagem colaborativa, investigando como o novo sistema proposto oferece abordagens no suporte ao estudo coletivo.

- c) Desenvolver funcionalidades que permitam a colaboração entre usuários, como o compartilhamento de anotações e observações, criando um sistema participativo que permita a troca de informações e ideias;

## 1.3 Metodologia

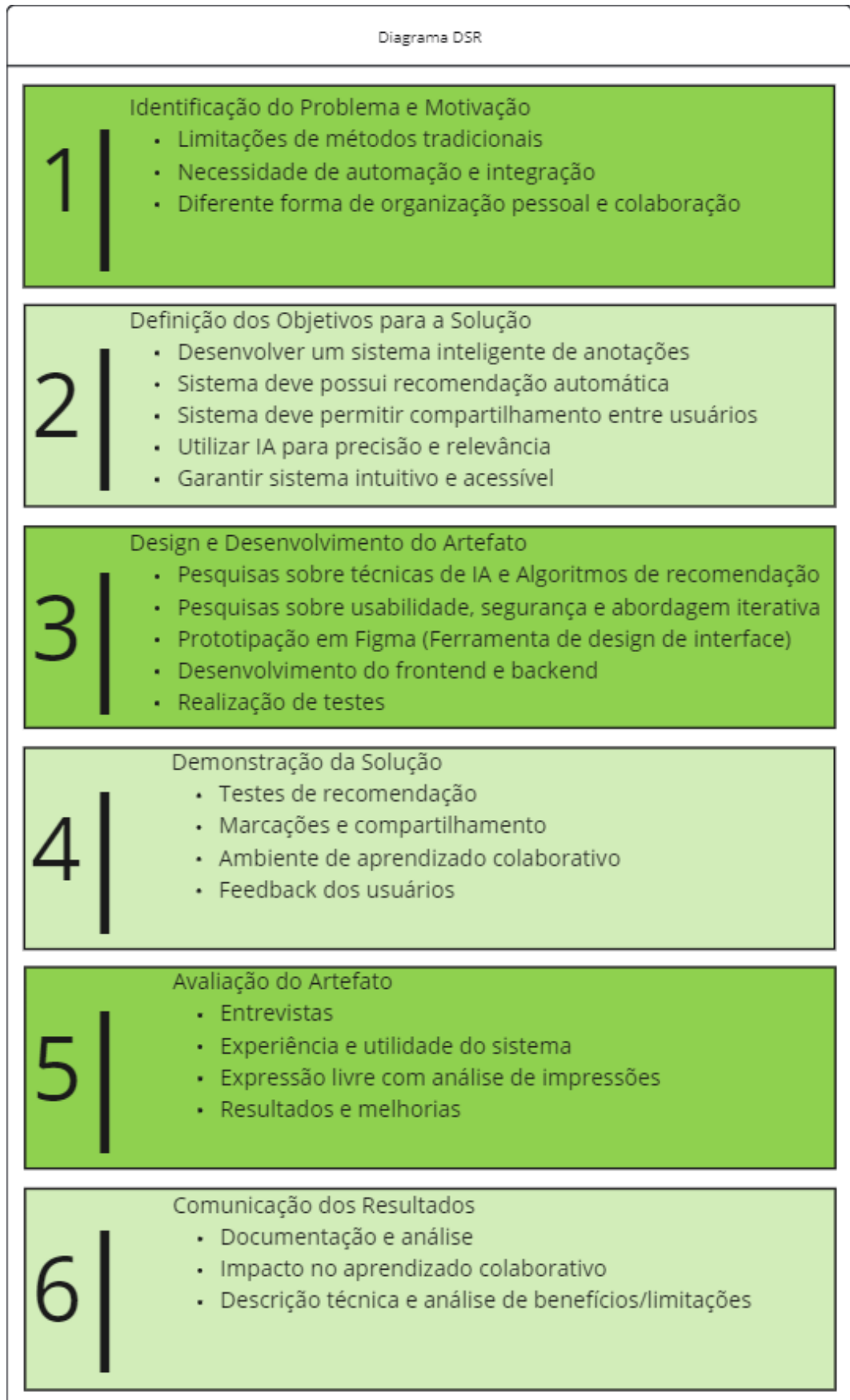
Nesta pesquisa, a metodologia de *Design Science Research (DSR)* foi adotada como estrutura central para a construção do sistema. Possuindo uma abordagem focada em desenvolver artefatos práticos e inovadores que resolvem problemas identificados no campo de estudo. No contexto educacional e tecnológico, o *DSR* é especialmente relevante, pois permite alinhar a criação do sistema com objetivos práticos e mensuráveis, melhorando o processo de aprendizado e interação entre usuários. Utilizando essa metodologia, o objetivo foi construir um sistema que facilite o acesso ao conhecimento, integrando inteligência artificial (IA) para recomendações e marcações automáticas, assim como recursos para compartilhamento de anotações entre usuários.

### 1.3.1 Objetivos e Justificativa para o Uso de *DSR*

O uso de *DSR* foi escolhido por seu foco na resolução de problemas específicos, permitindo desenvolver uma solução que atende à necessidade de otimização do armazenamento, busca e compartilhamento de informações educacionais. A metodologia oferece uma sequência de etapas para guiar a construção do sistema, garantindo que ele não só atenda aos requisitos técnicos, mas também às expectativas dos usuários em relação à usabilidade e funcionalidade colaborativa. A implementação seguiu etapas baseadas nos passos baseados nas etapas tradicionais, que incluem: identificação do problema, proposta de solução, desenvolvimento, implementação e avaliação.

### 1.3.2 Etapas do *DSR* Aplicadas ao Desenvolvimento do Sistema

Neste capítulo, serão detalhadas as etapas de desenvolvimento e validação do sistema proposto. Cada fase do processo foi cuidadosamente planejada e executada para garantir que o produto final atendesse às necessidades dos usuários e cumprisse os objetivos estabelecidos. A seguir, é descrita cada etapa em detalhes, desde a identificação do problema até a comunicação dos resultados. A figura 1 representa o diagrama.

Figura 1 – Representação do diagrama *DSR* da plataforma

Fonte: autoria própria, 2024

1. **Identificação do Problema e Motivação:** A primeira etapa do *DSR* envolve a identificação clara do problema e a compreensão de sua relevância. No contexto educacional, percebe-se que métodos tradicionais de anotação e marcação manual de textos e artigos limitam a eficiência e a colaboração. Além disso, o estudo e a organização de informações se tornam desafiadores quando realizados individualmente. A motivação para este trabalho surge, então, da necessidade de criar um sistema que automatize e integre anotações e marcações, propondo diferentes modos de organização pessoal e a colaboração entre usuários.
2. **Definição dos Objetivos para a Solução:** Nesta etapa, os objetivos da solução foram traçados para direcionar o desenvolvimento do sistema. O objetivo principal foi construir um sistema inteligente de anotações que, utilizando tecnologias de inteligência artificial, possibilite recomendações automáticas, identificação de conteúdos relevantes e compartilhamento entre usuários. Como objetivos específicos, destacam-se:
  - Utilizar IA para promover a precisão e a relevância das marcações marcadas e recomendadas;
  - Implementar funcionalidades colaborativas para a troca de informações entre usuários;
  - Garantir que o sistema seja intuitivo e acessível para uso educacional.
3. **Design e Desenvolvimento do Artefato:** No design do sistema, foram aplicadas técnicas de IA, tais como redes neurais e algoritmos de recomendação, além de princípios de usabilidade e segurança para garantir a eficiência e a privacidade dos dados. O desenvolvimento seguiu uma abordagem iterativa, onde as funcionalidades eram projetadas e implementadas em etapas, permitindo avaliações frequentes e ajustes conforme necessário. No *backend*, técnicas de indexação e armazenamento de dados foram utilizadas para assegurar respostas rápidas às consultas dos usuários.
4. **Demonstração da Solução:** Após o desenvolvimento das primeiras versões do sistema, a demonstração foi realizada para validar suas funcionalidades. A demonstração incluiu testes de recomendação de conteúdos, marcações e compartilhamento em um ambiente de aprendizado. Esses testes foram conduzidos em ambiente simulado com usuários que interagiram com o sistema e forneceram *feedback* sobre a usabilidade e eficácia das funcionalidades.
5. **Avaliação do Artefato:** A avaliação foi conduzida com base em entrevistas qualitativas com os usuários, em que foram colhidos dados sobre a experiência e a utilidade do sistema. Foram utilizadas entrevistas abertas, permitindo aos participantes expressar livremente suas impressões, necessidades e sugestões de melhoria. Os resultados da

avaliação apontaram aspectos positivos em termos de organização e colaboração, e também áreas de melhoria, como ajustes na interface e no desempenho da ferramenta.

6. **Comunicação dos Resultados:** Por fim, os resultados e aprendizados adquiridos com o processo de desenvolvimento foram documentados e analisados, possibilitando uma visão geral do impacto do sistema no contexto de aprendizado colaborativo. Essa comunicação incluiu tanto a descrição técnica do sistema quanto uma análise dos benefícios e limitações observadas durante a validação.

### 1.3.3 Pesquisa de Fundamentação Teórica

As palavras-chave da pesquisa incluíram "Inteligência Artificial", "Sistemas Colaborativos" e "Aprendizagem Colaborativa", com o objetivo de embasar o desenvolvimento do sistema. Dentre as referências consultadas, destacam-se os temas:

#### 1.3.3.1 Inteligência Artificial (IA):

Abrangeu tópicos como reconhecimento de imagens, similaridade de conjuntos, redes neurais e *machine learning*, sistemas de recomendação, processamento de linguagem natural (PLN), armazenamento e indexação de dados, segurança e privacidade, e experiência do usuário (*UX*) e usabilidade. Parte da fundamentação teórica nas obras de (GOODFELLOW; BENGIO; COURVILLE, 2016) sobre *Deep Learning* e de (PSCHEIDT, 2024) sobre o impacto da IA na educação, ambas oferecendo informações essenciais para o desenvolvimento das funcionalidades de IA no sistema.

#### 1.3.3.2 Aprendizagem Colaborativa:

Baseado no trabalho de (DILLENBOURG, 1999) e outros pesquisadores, foram exploradas as vantagens da aprendizagem colaborativa, como a troca de perspectivas e a construção conjunta do conhecimento, que são elementos centrais para a implementação das funcionalidades de compartilhamento no sistema.

#### 1.3.3.3 Sistemas Colaborativos:

Foi focado no uso de ambientes colaborativos para promover a troca de conhecimento. O livro "Sistemas Colaborativos" de (GARCIA et al., 2011) serviu de referência para o entendimento dos benefícios e desafios da colaboração em sistemas educacionais.

## 2 Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial (IA) é um dos pilares do sistema proposto. A IA permite a automação de processos que são tradicionalmente manuais, como a captura e leitura de textos, identificação de trechos relevantes e organização de informações. Estudos como "A Ética no Uso de Inteligência Artificial na Educação: Impactos para Professores e Estudantes" (FERNANDES et al., 2024) destacam a importância da IA na organização eficiente de informações, o que é crucial para o aprendizado efetivo. A IA é utilizada no sistema para:

### 2.1 Reconhecimento de Imagens

O reconhecimento de imagens é uma técnica de processamento de dados visuais que permite a identificação de objetos, textos ou padrões em imagens capturadas. Essa tecnologia é amplamente utilizada em aplicações como reconhecimento facial, leitura de placas de veículos e *OCR (Optical Character Recognition)*, que é essencial para o funcionamento do sistema proposto. O sistema reconhece trechos de texto em imagens capturadas pelo usuário e transforma essas imagens em texto editável. Conforme definido por (GOODFELLOW; BENGIO; COURVILLE, 2016), redes neurais convolucionais (*CNNs*) são frequentemente usadas em reconhecimento de imagens devido à sua capacidade de aprender e identificar padrões complexos em dados visuais.

### 2.2 Similaridade de Conjuntos

A similaridade de conjuntos é uma técnica usada para medir o grau de sobreposição entre dois conjuntos de dados. Neste trabalho, aplica-se o índice de similaridade de Jaccard para avaliar a proximidade entre diferentes textos capturados, permitindo que o sistema recomende anotações e marcações previamente feitas quando novos trechos semelhantes são identificados.

O índice de Jaccard é calculado pela razão entre a interseção e a união dos conjuntos A e B, conforme a equação a seguir:

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

Ele é amplamente utilizado em sistemas de recomendação e recuperação de informação para comparar documentos ou textos. Sua aplicabilidade em sistemas de anotação facilita a organização de conteúdos já estudados (TAN; STEINBACH; KUMAR, 2018).

## 2.3 Redes Neurais e *Machine Learning*

Redes neurais artificiais e técnicas de aprendizado de máquina têm sido amplamente aplicadas em diversas áreas, incluindo o reconhecimento de padrões e a automação de processos. (GOODFELLOW; BENGIO; COURVILLE, 2016) explicam que redes neurais, particularmente redes convolucionais, são extremamente eficazes para o reconhecimento de imagens e textos. No sistema proposto, essas técnicas são usadas para otimizar o processo de reconhecimento de textos capturados e possibilita futuras melhorias no sistema de similaridade, tornando-o mais preciso à medida que novos dados são inseridos. O aprendizado de máquina permitirá que o sistema melhore continuamente sua capacidade de identificar e classificar trechos de texto.

## 2.4 Sistemas de Recomendação

Sistemas de recomendação são amplamente utilizados em diversas plataformas, desde *streaming* de vídeo até *e-commerce*, e podem ser adaptados para o ambiente educacional. No sistema proposto, as técnicas de recomendação serão aplicadas para sugerir anotações e materiais de estudo relacionados ao conteúdo capturado e salvo pelo usuário. (JANNACH et al., 2010) descrevem como algoritmos de recomendação podem ser usados para identificar padrões de uso e sugerir conteúdo relevante com base em interações anteriores. Esse mecanismo permitirá que os usuários do sistema recebam sugestões personalizadas, aumentando a eficiência no estudo.

## 2.5 Processamento de Linguagem Natural (*PLN*)

O Processamento de Linguagem Natural (*PLN*) é uma área da inteligência artificial que visa a interação entre computadores e linguagem humana. Aplicado ao sistema proposto, o *PLN* auxilia na análise semântica dos textos capturados, identificando trechos e classificando as anotações feitas pelo usuário. Segundo (JURAFSKY; MARTIN, 2000), técnicas de *PLN*, como a extração de entidades e a análise de sentimentos, são ferramentas poderosas que podem ser usadas para melhorar a organização e recuperação de informações textuais. No caso do sistema, essas técnicas auxiliam a tarefa de identificar partes nos textos capturados.

## 2.6 Armazenamento e Indexação de Dados

A organização e recuperação eficiente de informações são fundamentais para o funcionamento do sistema proposto. Técnicas de armazenamento e indexação, como árvores B+ e índices invertidos, são amplamente utilizadas para otimizar a consulta e recuperação

de grandes volumes de dados. (ELMASRI et al., 2015) explicam que estruturas de dados eficientes são essenciais para garantir que o sistema seja capaz de recuperar rapidamente textos e anotações relevantes quando solicitado pelos usuários. A estruturação dos dados no sistema proposto é pensada para garantir que as informações estejam sempre disponíveis e acessíveis de forma rápida e eficiente.

## 2.7 Segurança e Privacidade de Dados

A segurança e a privacidade de dados são tópicos críticos em qualquer sistema que envolva o armazenamento e compartilhamento de informações. No contexto do sistema proposto, é fundamental garantir que as anotações e observações feitas pelos usuários estejam protegidas contra acessos não autorizados. (STALLINGS, 2017) discute a importância da criptografia e do controle de acessos em sistemas de informação para proteger dados sensíveis. No sistema proposto, técnicas de criptografia e autenticação de usuários serão implementadas para assegurar que apenas os usuários autorizados possam acessar e compartilhar anotações.

## 2.8 Experiência do Usuário (*UX*) e Usabilidade

A experiência do usuário (*UX*) e a usabilidade são componentes críticos para o sucesso de qualquer sistema. No desenvolvimento deste sistema, as interfaces foram prototipadas no *Figma*, uma ferramenta que permite a criação de designs interativos focados em uma experiência intuitiva e amigável para o usuário.

De acordo com (NORMAN, 2013), a usabilidade deve ser uma prioridade no design de sistemas interativos, pois afeta diretamente a eficiência com que os usuários podem completar suas tarefas. (NIELSEN; MOLICH, 1990) afirmam que um design centrado no usuário, com interfaces intuitivas e de fácil navegação, melhora significativamente a interação dos usuários com o sistema. No sistema proposto, a usabilidade é tratada como um componente central, garantindo que os estudantes possam facilmente capturar textos, fazer anotações e compartilhar informações com outros usuários sem encontrar barreiras de uso. O objetivo é proporcionar uma experiência fluida e eficiente, com interfaces claras e acessíveis

## 3 Aprendizagem Colaborativa

A aprendizagem colaborativa é uma abordagem educacional que enfatiza a cooperação e a interação entre estudantes, promovendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais e emocionais por meio de atividades conjuntas. Essa prática, amplamente explorada por autores como (DILLENBOURG, 1999), é um processo em que os alunos trabalham juntos para resolver problemas, compartilhar ideias e construir conhecimento de forma coletiva. Esse modelo não apenas reflete as transformações sociais trazidas pela sociedade em rede, mas também promove o engajamento ativo e a responsabilidade compartilhada, essenciais para formar indivíduos preparados para o mundo contemporâneo.

### 3.1 Definição e Finalidades

A aprendizagem colaborativa baseia-se no princípio de que o aprendizado em grupo é mais eficaz do que o individual. Cada membro contribui com suas habilidades e perspectivas únicas, criando um ambiente rico em diversidade intelectual. Isso a torna ideal para contextos acadêmicos e organizacionais, onde a troca de informações é essencial para alcançar metas comuns. Além disso, a prática não se restringe à aquisição de conhecimento, mas também ao desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação e empatia.

O principal objetivo da aprendizagem colaborativa é promover a co-construção do conhecimento, permitindo que os participantes desenvolvam uma visão crítica e reflexiva dos temas abordados. A troca de experiências e a colaboração direta entre os membros do grupo enriquecem o aprendizado e estimulam a inclusão de diferentes vozes, contribuindo para uma compreensão mais ampla e significativa.

### 3.2 Benefícios

Os benefícios da aprendizagem colaborativa transcendem o mero ato de aprender. Do ponto de vista educacional, ela favorece a retenção do conhecimento, pois a interação ativa reforça o conteúdo aprendido. Do ponto de vista social, estimula habilidades interpessoais e emocionais, preparando os alunos para colaborar efetivamente em diferentes contextos, como o trabalho ou a vida comunitária. A prática também promove a inclusão, garantindo que pessoas com diferentes habilidades e experiências possam participar e contribuir com o grupo.

A colaboração ainda estimula a autonomia e a responsabilidade. Cada participante é incentivado a assumir um papel ativo no processo, mas sempre dentro de um contexto em que o sucesso individual está ligado ao coletivo. Isso reflete uma mudança de paradigma em relação aos modelos tradicionais de ensino, onde a competição é muitas vezes priorizada. (GARCIA et al., 2011)

### 3.3 Características e Implementação

A implementação da aprendizagem colaborativa requer planejamento e suporte adequados. Entre as principais características estão a definição de objetivos claros, que orientam o grupo a trabalhar em direção a metas específicas, e a promoção de interdependência positiva, onde o sucesso individual contribui para o avanço coletivo. A comunicação face a face, mesmo em ambientes virtuais, é essencial para fortalecer as conexões interpessoais e o senso de comunidade.

Outro aspecto importante é a responsabilidade individual e coletiva. Cada participante deve ter um papel bem definido, mas o grupo também deve compartilhar a responsabilidade pelo sucesso geral da atividade. Ferramentas de autoavaliação e avaliação por pares são fundamentais para revisar o progresso e garantir que todos estejam engajados e contribuindo de forma equilibrada.

O sistema proposto no contexto deste capítulo busca integrar essas características por meio de uma plataforma digital que facilita a troca entre os estudantes. Ele permite o compartilhamento de anotações, promove discussões sobre os conteúdos estudados e oferece recomendações personalizadas de leituras, alinhando-se às necessidades de cada usuário.

### 3.4 Aplicação no Trabalho

A aprendizagem colaborativa é implementada como parte de uma estratégia para fomentar o intercâmbio entre estudantes e entre diferentes áreas educacionais. O sistema permite que os alunos compartilhem informações, façam anotações colaborativas e participem de debates sobre os conteúdos abordados. Essa abordagem é particularmente útil no ensino de temas complexos, pois promove a troca de perspectivas e estimula uma análise mais aprofundada. Além disso, a personalização do aprendizado baseada nas atividades e interesses dos alunos garante que o processo educativo seja mais eficiente e centrado nas necessidades individuais.

## 4 Sistemas Colaborativos

Os sistemas colaborativos desempenham um papel essencial na criação de ambientes que promovem o aprendizado compartilhado e a troca de conhecimento. Também conhecidos como *groupware* ou *Computer-Supported Cooperative Work (CSCW)*, esses sistemas são ferramentas tecnológicas projetadas para apoiar a comunicação, a coordenação e a cooperação em grupos, seja em contextos presenciais ou remotos. Com o avanço da Revolução da Internet, o ciberespaço tornou-se o palco onde esses sistemas florescem, possibilitando novas formas de interação social e trabalho colaborativo (GARCIA et al., 2011).

### 4.1 Definição e Propósitos

Sistemas colaborativos são plataformas que integram funcionalidades voltadas para facilitar o trabalho em equipe, permitindo que os participantes interajam em tempo real ou de forma assíncrona. Esses sistemas fornecem ferramentas para organização de tarefas, troca de informações e solução de problemas em grupo. No contexto educacional, eles criam ambientes que incentivam a comunicação entre estudantes, professores e materiais didáticos, promovendo um aprendizado mais dinâmico e engajador.

Além do campo educacional, os sistemas colaborativos são amplamente utilizados em organizações empresariais, comunidades e projetos sociais, com o objetivo de melhorar a produtividade, reduzir custos e promover a inovação. Eles possibilitam a superação de barreiras geográficas e culturais, conectando pessoas e ideias em um ambiente virtual integrado.

### 4.2 Benefícios

Os benefícios dos sistemas colaborativos são inúmeros. Em termos de produtividade, esses sistemas automatizam tarefas, melhoram a organização e facilitam a comunicação entre os membros de um grupo. Eles também oferecem flexibilidade, permitindo que as interações ocorram a qualquer hora e lugar, o que é especialmente valioso em um mundo cada vez mais conectado e remoto.

Outros benefícios incluem a redução de custos, pois minimizam a necessidade de deslocamentos e infraestruturas físicas, e a capacidade de documentação e rastreamento, que garantem a transparência e a melhoria contínua dos processos. Esses aspectos tornam os sistemas colaborativos indispensáveis em uma sociedade que valoriza a conectividade e a eficiência.

### 4.3 Características e Ambientes Colaborativos

Os sistemas colaborativos se destacam por sua capacidade de criar ambientes digitais ricos e imersivos, em que a conexão humana é amplificada pela tecnologia. Esses ambientes não apenas armazenam informações, mas também incentivam a criação e o compartilhamento de conhecimento entre os usuários. A integração com tecnologias avançadas, como computação em nuvem e inteligência artificial, torna esses sistemas ainda mais poderosos, personalizando a experiência do usuário e adaptando-se às suas necessidades específicas.

No âmbito educacional, os ambientes colaborativos permitem que múltiplos usuários interajam e compartilhem informações em uma plataforma comum, criando redes de aprendizado que enriquecem o processo educacional. Como apontado por (DILLENBOURG, 1999), esses ambientes ampliam o acesso ao conhecimento e facilitam o contato entre diferentes atores no cenário educacional.

O sistema proposto exemplifica essa abordagem ao permitir que os usuários compartilhem anotações e colaborem em discussões, promovendo uma rede de aprendizado dinâmica e eficaz. A utilização da plataforma ocorre de forma assíncrona, permitindo que um usuário acesse e visualize as contribuições de outros usuários sobre o mesmo documento, texto ou material, enriquecendo o processo de aprendizado coletivo.

Além disso, o sistema utiliza funcionalidades como recomendações personalizadas de conteúdos e integração de dados, alinhando-se às tendências mais modernas de educação e tecnologia. Com futuras atualizações, a plataforma também poderá oferecer suporte para interações síncronas, ampliando as possibilidades de colaboração em tempo real entre os usuários.

Em síntese, os sistemas colaborativos e os ambientes que eles criam não apenas suportam a aprendizagem colaborativa, mas também ajudam a moldar uma sociedade mais conectada e participativa, onde a troca de conhecimento e a inovação estão no centro das interações humanas.

## 5 *Notelib*

A seção de desenvolvimento deste trabalho detalha a estrutura e os passos implementados na criação da plataforma colaborativa inteligente para anotações e organização de textos, utilizando reconhecimento de imagens e inteligência artificial. A plataforma foi projetada com o objetivo de oferecer uma experiência interativa, intuitiva e eficiente, permitindo que os usuários capturem, anotem e organizem conteúdos de maneira dinâmica.

O sistema desenvolvido é uma solução tecnológica voltada para atender à crescente demanda por ferramentas que facilitem o gerenciamento de informações em um ambiente digital. A plataforma permite que os usuários realizem o upload de imagens ou capturas de tela contendo textos, que são automaticamente processados por algoritmos de reconhecimento óptico de caracteres (OCR). Após a extração do texto, o sistema organiza essas informações de forma estruturada, permitindo que o usuário edite, adicione anotações, e categorize os conteúdos de acordo com suas necessidades.

Além disso, a aplicação oferece funcionalidades de inteligência artificial, como a recomendação de categorias para novas anotações. Essas funcionalidades tornam a plataforma uma ferramenta poderosa para ambientes acadêmicos, corporativos ou pessoais, onde a organização de grandes volumes de informação é essencial.

Outra característica central do sistema é a colaboração entre usuários, possibilitando que múltiplos usuários compartilhem informações de livros e textos de forma prática e segura. Isso é complementado por um sistema de busca, que utiliza inteligência artificial para apresentar aos usuários diferentes visões de um mesmo conteúdo.

Para alcançar esses objetivos, foi adotada uma abordagem sistemática que envolveu desde a modelagem do banco de dados até a criação de interfaces intuitivas e responsivas. A plataforma contempla funcionalidades essenciais, como o armazenamento seguro de anotações, categorização e busca de textos e imagens, além de uma integração entre os diferentes módulos do sistema.

No decorrer desta seção, cada componente do sistema será descrito em detalhe, abordando as ferramentas utilizadas, modelagem inicial das entidades até a implementação de recursos de IA. São apresentados o Diagrama de Entidade-Relacionamento (ERD), que define a estrutura do banco de dados, os fluxos de caso de uso, que ilustram as interações do usuário, e os protótipos das telas principais, juntamente com suas funcionalidades e objetivos, que representam o layout e a experiência visual da plataforma. Cada um desses elementos foi cuidadosamente planejado para assegurar um desenvolvimento coerente e alinhado com os objetivos do projeto.

Por fim, a integração entre os diversos módulos da plataforma será discutida, evidenciando como a aplicação dos métodos e técnicas contribuiu para a criação de uma solução colaborativa que atende às necessidades de organização, anotação e compartilhamento de conteúdos para os usuários. Essa integração não só garante a eficiência do

sistema, mas também reforça sua capacidade de adaptação a diferentes contextos de uso, oferecendo uma ferramenta flexível e inovadora para a gestão de informações.

## 5.1 Tecnologia utilizadas

O sistema desenvolvido utiliza uma combinação de tecnologias modernas que oferecem robustez, escalabilidade e segurança, características essenciais para atender aos requisitos funcionais e não funcionais definidos durante o processo de análise. A escolha das tecnologias foi cuidadosamente embasada em fatores como flexibilidade no desenvolvimento, comunidade ativa, integração com bibliotecas especializadas e adequação à solução proposta. Nesta seção, serão descritas as principais tecnologias empregadas e os motivos que justificam sua seleção.

### 5.1.1 *Figma* (Prototipação)

O *Figma* foi utilizado na etapa de prototipação das interfaces do sistema. Esta ferramenta permite o desenvolvimento colaborativo de interfaces, facilitando a comunicação entre desenvolvedores e designers. A plataforma *Figma* foi crucial para o projeto devido à sua capacidade de criar protótipos interativos. Foi utilizada para realizar testes iniciais das telas do sistema, que foram apresentadas aos usuários para identificar pontos fortes e fracos. Esses testes ofereceram uma visão realista das funcionalidades do aplicativo antes do desenvolvimento efetivo, permitindo testes e *feedbacks* antecipados, reduzindo custos e retrabalho.

### 5.1.2 MySQL (Banco de Dados Relacional)

O MySQL foi selecionado como o banco de dados para este projeto devido à sua natureza de banco de dados relacional, sua confiabilidade, e sua compatibilidade com sistemas de médio a grande porte. O MySQL é amplamente utilizado em sistemas que requerem alta performance e consistência de dados, o que o torna ideal para armazenar as anotações e informações dos usuários de forma segura. A utilização de banco de dados relacional foi escolhida porque facilita o uso de consultas SQL complexas, essenciais para o sistema de recomendação e a organização de dados em categorias inter-relacionadas, como usuários, textos capturados e histórico de atividades.

### 5.1.3 Flutter (Desenvolvimento Mobile)

O Flutter, na sua versão mais recente, foi escolhido como o *framework* de desenvolvimento mobile para este projeto. O Flutter é uma ferramenta de código aberto desenvolvida pelo Google que permite a criação de aplicações nativas para *Android* e

*iOS* com uma única base de código, utilizando a linguagem Dart. Uma das principais razões para a escolha do Flutter foi sua capacidade de criar interfaces de usuário fluidas e responsivas, além de sua performance quase nativa, essencial para um aplicativo que depende de processamento em tempo real, como o reconhecimento de textos a partir de imagens. Além disso, a conectividade com as bibliotecas de maneira quase nativa e muito mais prática ajudaram na escolha.. Sua abordagem de *widgets* reutilizáveis também facilita a prototipação e o desenvolvimento ágil, garantindo maior flexibilidade na criação de interfaces ricas e interativas.

#### 5.1.4 Java *Spring* (API REST)

Para o desenvolvimento da API, foi utilizado o *framework* Java *Spring*, especificamente sua arquitetura *REST*. O Java *Spring* é amplamente reconhecido por sua robustez, escalabilidade e suporte a *microservices*, o que o torna uma escolha sólida para sistemas que exigem alta confiabilidade e segurança. A API *REST* desenvolvida no *Spring* foi responsável por gerenciar as interações entre o aplicativo móvel e o banco de dados, garantindo que as operações de *CRUD* (*Create, Read, Update, Delete*) fossem realizadas de maneira eficiente e segura. Além disso, a vasta gama de bibliotecas e o suporte da comunidade também influenciaram na escolha, pois permitiram a integração fácil de funcionalidades adicionais, como a segurança de dados e a criptografia de informações sensíveis.

Devido ao fato de ser um sistema mobile projetado para diversos dispositivos, a utilização de uma API se mostrou a escolha mais adequada, garantindo maior segurança e eficiência. Com a API, todos os dados são processados no servidor, o que mitiga a carga de processamento nos dispositivos móveis e aumenta a segurança ao centralizar o tratamento das informações sensíveis. Além disso, na etapa de processamento dos dados, é realizado um cálculo complexo com base em vários elementos. Esse cálculo poderia ser oneroso para alguns dispositivos, mas ao utilizar serviços no servidor, essa abordagem se torna mais interessante e viável, assegurando um desempenho consistente e veloz em diferentes plataformas.

#### 5.1.5 Segurança: Criptografia de Senhas e Dados

A segurança da informação é uma prioridade no desenvolvimento deste sistema, uma vez que ele lida com dados sensíveis, como informações de contas de usuários e anotações pessoais. Para garantir a proteção desses dados, foram implementadas técnicas de criptografia para senhas e dados sensíveis. A criptografia assegura que mesmo que os dados sejam interceptados, eles não possam ser lidos ou utilizados sem a devida chave de decodificação. Além disso, a autenticação de usuários é garantida através de *tokens*

*JWT (JSON Web Token)*, que aumentam a segurança no controle de sessões e no acesso ao sistema.

### 5.1.6 Arquitetura de Pastas (*Model-View-Service-Repository-Controller*)

A estruturação do código foi organizada seguindo a arquitetura de pastas *Model-View-Service-Repository-Controller*, bastante comum em aplicações que seguem a arquitetura de *software MVC (Model-View-Controller)* e seus derivados, especialmente em projetos que utilizam *frameworks* como *Spring* (Java). Essa abordagem permite a separação clara de responsabilidades dentro do sistema, o que facilita a manutenção e a escalabilidade do projeto. A camada de *Model* é responsável pelas entidades do banco de dados, a *View* gerencia a interface de usuário, o *Service* contém as regras de negócios, o *Repository* interage diretamente com o banco de dados, e o *Controller* coordena as requisições feitas à *API*, garantindo que todas as operações sejam realizadas corretamente.

### 5.1.7 Bibliotecas Utilizadas

**Google ML Kit (Reconhecimento de Texto)** O Google ML Kit foi utilizado para o reconhecimento de textos nas imagens capturadas. Esta biblioteca, amplamente usada para aplicativos móveis, oferece modelos de aprendizado de máquina já treinados, capazes de realizar *OCR (Reconhecimento Óptico de Caracteres)* de maneira eficiente. A escolha do Google ML Kit deve-se à sua alta taxa de acerto no reconhecimento de textos e à sua capacidade de operar em dispositivos móveis com recursos limitados, permitindo que o reconhecimento seja feito diretamente no dispositivo do usuário sem a necessidade de enviar dados para a nuvem.

***Image Picker e Image Cropper*** As bibliotecas *Image Picker* e *Image Cropper* foram utilizadas para capturar e recortar imagens diretamente do celular. A *Image Picker* permite que o usuário selecione imagens da galeria ou capture fotos diretamente com a câmera, enquanto a *Image Cropper* permite o ajuste da área útil da imagem antes de ela ser processada pelo sistema. Essas bibliotecas são essenciais para garantir que a imagem capturada esteja no formato ideal para ser analisada pelo Google ML Kit.

**Camera (Reconhecimento em Tempo Real)** A biblioteca *Camera* foi empregada para habilitar o reconhecimento em tempo real de textos, utilizando a câmera do dispositivo. Este recurso é vital para a proposta do sistema, permitindo que os usuários identifiquem e capturem trechos de texto enquanto interagem com o ambiente ao redor, sem a necessidade de tirar fotos ou carregar imagens estáticas.

***Path Provider e Permission Handler*** As bibliotecas *Path Provider* e *Permission Handler* foram utilizadas para gerenciar o armazenamento de arquivos e permissões no dispositivo. A *Path Provider* auxilia na criação de diretórios para o armazenamento temporário e permanente de dados, enquanto o *Permission Handler* gerencia as permissões

necessárias para acessar a câmera e o sistema de arquivos do dispositivo. Ambas são essenciais para garantir que o aplicativo funcione de maneira integrada com os recursos nativos do dispositivo, respeitando as permissões de privacidade do usuário.

### 5.1.8 Similaridade de Jaccard

A similaridade de Jaccard é uma técnica utilizada para medir o grau de semelhança entre dois conjuntos de dados. No contexto deste sistema, ela foi aplicada para identificar trechos de texto que já foram marcados em documentos anteriormente capturados pelo usuário. A fórmula da similaridade de Jaccard é definida como a razão entre a interseção e a união dos conjuntos A e B, conforme a equação:

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

Essa técnica foi escolhida devido à sua simplicidade e eficiência na comparação de conjuntos de dados, sendo amplamente utilizada em sistemas de recuperação de informação e análise de texto (TAN; STEINBACH; KUMAR, 2018). Existem outros algoritmos que também podem ser usados para essa finalidade, como a similaridade de Cosine, o índice de Dice, a distância de Hamming e a distância Euclidiana. No entanto, a similaridade de Jaccard foi optada devido à sua facilidade de implementação e desenvolvimento, considerando que o objetivo do trabalho era expressar os aprendizados do curso.

Inicialmente, foi considerado desenvolver alguns algoritmos do zero, mas a falta de dados disponíveis para treinamento levou à descartar essa ideia. Assim, a similaridade de Jaccard foi utilizada por sua facilidade de desenvolvimento e para verificar se uma análise baseada nela funcionaria. Uma limitação da similaridade de Jaccard é que ela não leva em consideração a frequência dos elementos, porém no trabalho atual essa limitação não se mostrou tão relevante no contexto em que foi utilizada.

Além disso, a técnica de *BERT* (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers*) pode ser uma alternativa interessante para análises textuais mais avançadas. *BERT* utiliza modelos de transformadores para entender o contexto das palavras em uma frase, permitindo uma comparação mais sofisticada e contextualizada de textos. Com base no trabalho projetado e no caráter sofisticado dessa técnica, sua utilização não demonstrou ser de grande valia, porém é uma possibilidade de implementação para futuras melhorias ou em trabalhos futuros.

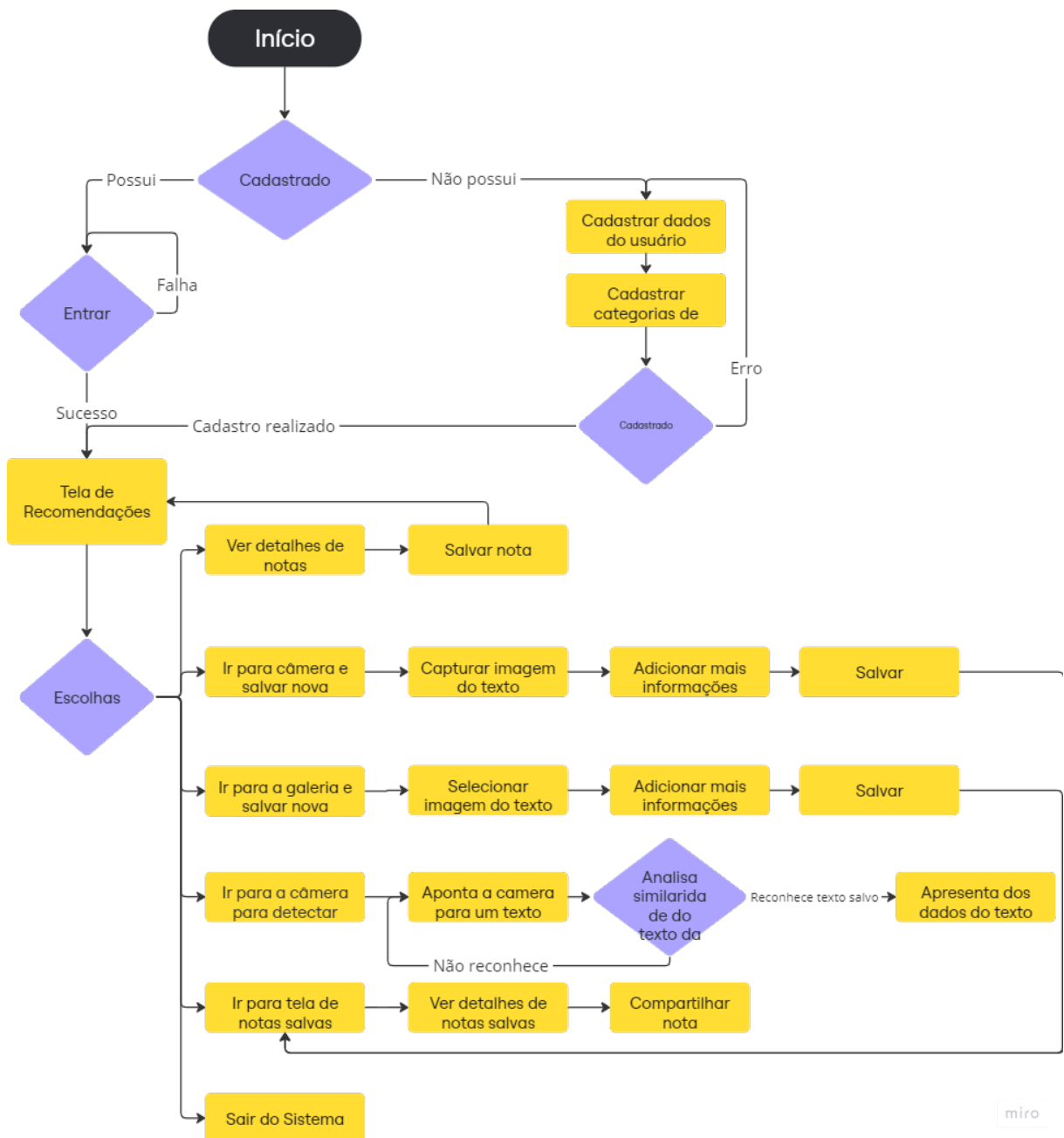
## 5.2 Fluxograma do sistema

O fluxograma, apresentado na figura 2, ilustra o funcionamento detalhado do sistema desenvolvido, destacando os principais fluxos de interação do usuário com a aplicação. Desde o cadastro inicial até o uso das funcionalidades principais, como a

captura, salvamento e recomendação de notas, o diagrama descreve o caminho lógico percorrido pelo usuário. A abordagem visa garantir uma navegação intuitiva e otimizada, promovendo uma experiência fluida e eficiente.

O sistema organiza suas funcionalidades em etapas claras, facilitando o acesso tanto para novos usuários quanto para aqueles já cadastrados. Cada decisão no fluxo reflete uma preocupação com a usabilidade, desde a verificação de credenciais até a entrega de resultados personalizados, assegurando que as informações sejam armazenadas e manipuladas de maneira estruturada.

Figura 2 – Fluxograma do sistema



Fonte: autoria própria, 2024

- Cadastro e Login

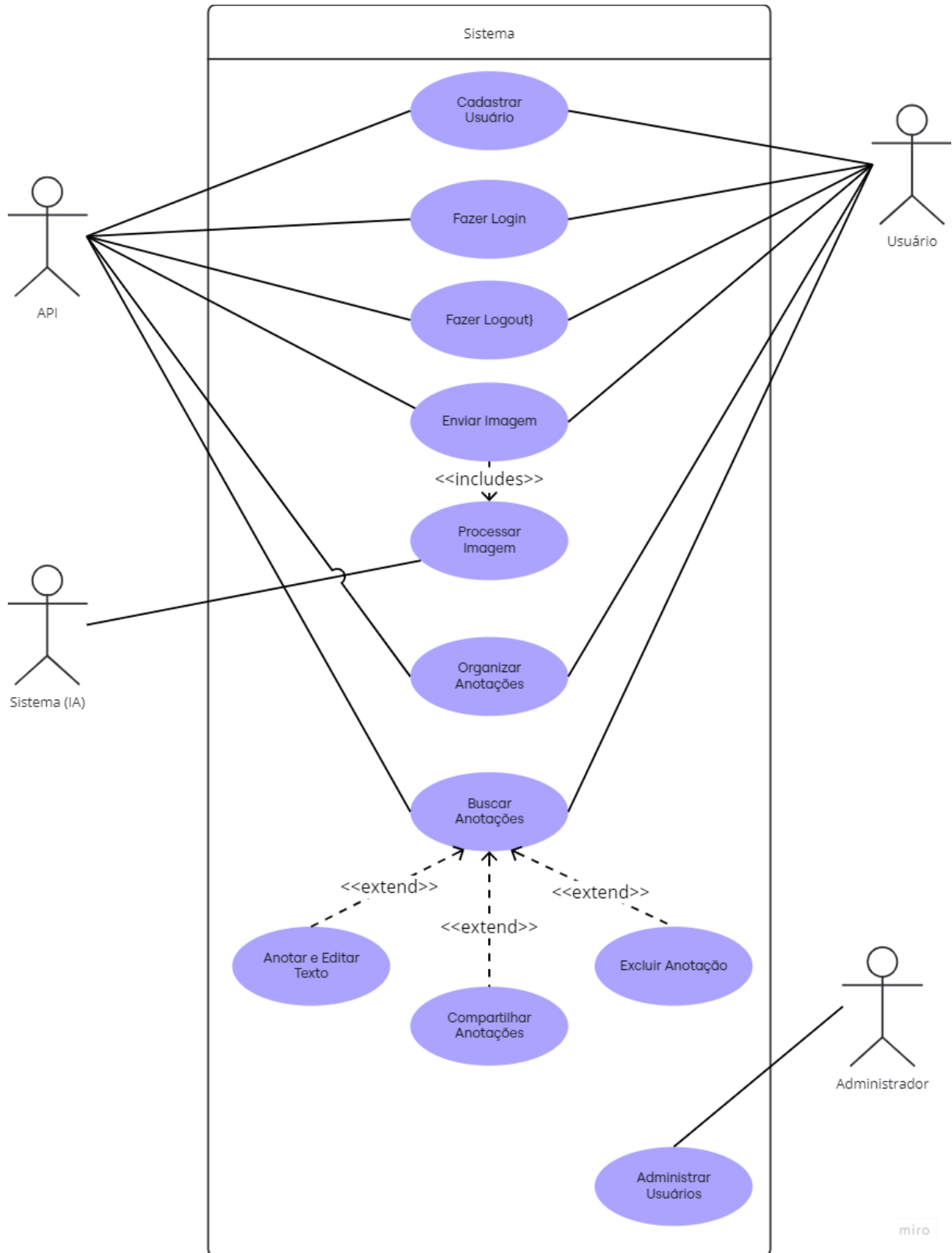
- O sistema verifica se o usuário já possui cadastro. Caso não possua, é necessário inserir dados pessoais e inserir categorias de interesse antes de acessar o restante das funcionalidades.
- Tela de Recomendações
  - Após o login, o usuário é direcionado à Tela de Recomendações, que exibe notas sugeridas com base nas interações anteriores ou nas categorias inseridas no cadastro.
- Gerenciamento de Notas
  - Visualização de Detalhes e Salvamento
    - \* Na página inicial, de notas recomendadas, usuário pode acessar informações detalhadas de uma nota ou salvar uma nova nota diretamente.
  - Captura de Imagens ou Seleção da Galeria
    - \* O sistema permite capturar imagens de textos com a câmera ou selecionar imagens armazenadas na galeria do dispositivo. Após o *upload*, o usuário pode adicionar informações às notas antes de salvá-las.
  - Análise de Similaridade de Texto
    - \* Ao apontar a câmera para um texto, o sistema realiza uma análise de similaridade para verificar se aquele conteúdo já existe nas notas salvas.
    - \* Se o texto for reconhecido, o sistema apresenta as informações relacionadas ao usuário. Caso contrário, é possível registrar o texto como uma nova entrada.
  - Notas Salvas
    - \* O usuário pode acessar a lista de notas previamente salvas, visualizar os detalhes ou compartilhar informações com outros usuários diretamente pelo sistema.
- Finalização
  - O sistema oferece uma opção para sair da aplicação de maneira segura, encerrando a sessão ativa.

### 5.3 Diagrama de Casos de Uso

Para a Plataforma Colaborativa Inteligente para Anotações e Organização de Textos com Reconhecimento de Imagens e IA, os casos de uso foram definidos com base nas funcionalidades centrais que buscam atender as necessidades dos usuários finais e

permitir um gerenciamento eficiente por parte do administrador do sistema. Cada caso de uso ilustra um fluxo de interação essencial entre os atores do sistema, como o usuário comum e o administrador, e a própria plataforma, que possui inteligência artificial para reconhecimento de textos em imagens.

Figura 3 – Diagrama de caso de uso da plataforma



Fonte: autoria própria, 2024

### 5.3.1 Descrição dos Casos de Uso

A plataforma, representada no caso de uso da figura 3, oferece uma série de funcionalidades que abrangem desde o cadastro de usuários até o compartilhamento e organização colaborativa de anotações, passando por um módulo de reconhecimento de imagem para extração de textos. Abaixo está a descrição dos principais casos de uso, segmentados por ações de usuários e de administração.

- **Cadastrar Usuário** Permite que novos usuários se registrem na plataforma, fornecendo dados pessoais básicos para criar um perfil e ter acesso às funcionalidades do sistema.
- **Fazer Login:** Autentica o usuário, validando suas credenciais e permitindo o acesso seguro às anotações, recursos de IA e funcionalidades de colaboração.
- **Enviar Imagem:** Esta funcionalidade possibilita que o usuário envie uma imagem para a plataforma, que será processada pela inteligência artificial para extração e conversão de texto.
- **Processar Imagem:** Ao receber a imagem, o sistema utiliza algoritmos de IA para reconhecer e extrair o texto contido na imagem, disponibilizando-o para anotações e edições pelo usuário.
- **Organizar Anotações:** Após a extração de texto, o usuário pode organizar suas anotações, categorias ou com o uso de tags, facilitando a busca e organização.
- **Anotar e Editar Texto:** Permite que o usuário adicione, edite ou exclua anotações sobre os textos extraídos ou digitados, promovendo uma organização personalizada.
- **Buscar Anotações:** Facilita a localização de anotações específicas por meio de uma busca por palavras-chave, tags ou categorias.
- **Compartilhar Anotações:** Funcionalidade de compartilhamento de anotações com outros usuários, promovendo a colaboração entre diferentes pessoas.
- **Excluir Anotação:** Funcionalidade que permite ao usuário excluir anotações de sua conta, mantendo o sistema organizado e atualizado.
- **Fazer Logout:** Permite que o usuário encerre sua sessão na plataforma de maneira segura, protegendo suas informações pessoais.
- **Administrar Usuários:** Um caso de uso exclusivo do administrador do sistema, que permite gerenciar usuários, incluindo ações de exclusão e suspensão de contas para manter o ambiente seguro.

O diagrama de caso de uso descreve visualmente as interações entre os diferentes atores e as funcionalidades principais da plataforma. Nele, destacam-se três atores principais:

- **Usuário:** Este ator representa os usuários gerais da plataforma que desejam registrar e gerenciar anotações. Suas interações incluem ações como envio de imagens, organização de anotações, compartilhamento e busca.
- **Sistema (IA):** É representado como um processo automatizado que recebe as imagens enviadas e utiliza técnicas de inteligência artificial para realizar o reconhecimento e extração de textos. Este ator não interage diretamente com o usuário, mas realiza tarefas essenciais que suportam o uso da plataforma.
- **Administrador:** Este ator possui privilégios para gerenciar os usuários da plataforma, garantindo o bom funcionamento e a segurança dos dados. Suas atividades incluem moderação e gestão de contas de usuário.
- **API:** Este ator atua como intermediário técnico da plataforma, responsável por gerenciar a comunicação entre o *frontend* e o *backend* do sistema. Suas funções incluem autenticação de usuários, encaminhamento de requisições para o reconhecimento de imagens e recuperação de anotações e informações armazenadas. A API facilita o acesso seguro e eficiente às funcionalidades, conectando usuários e processos internos da plataforma.

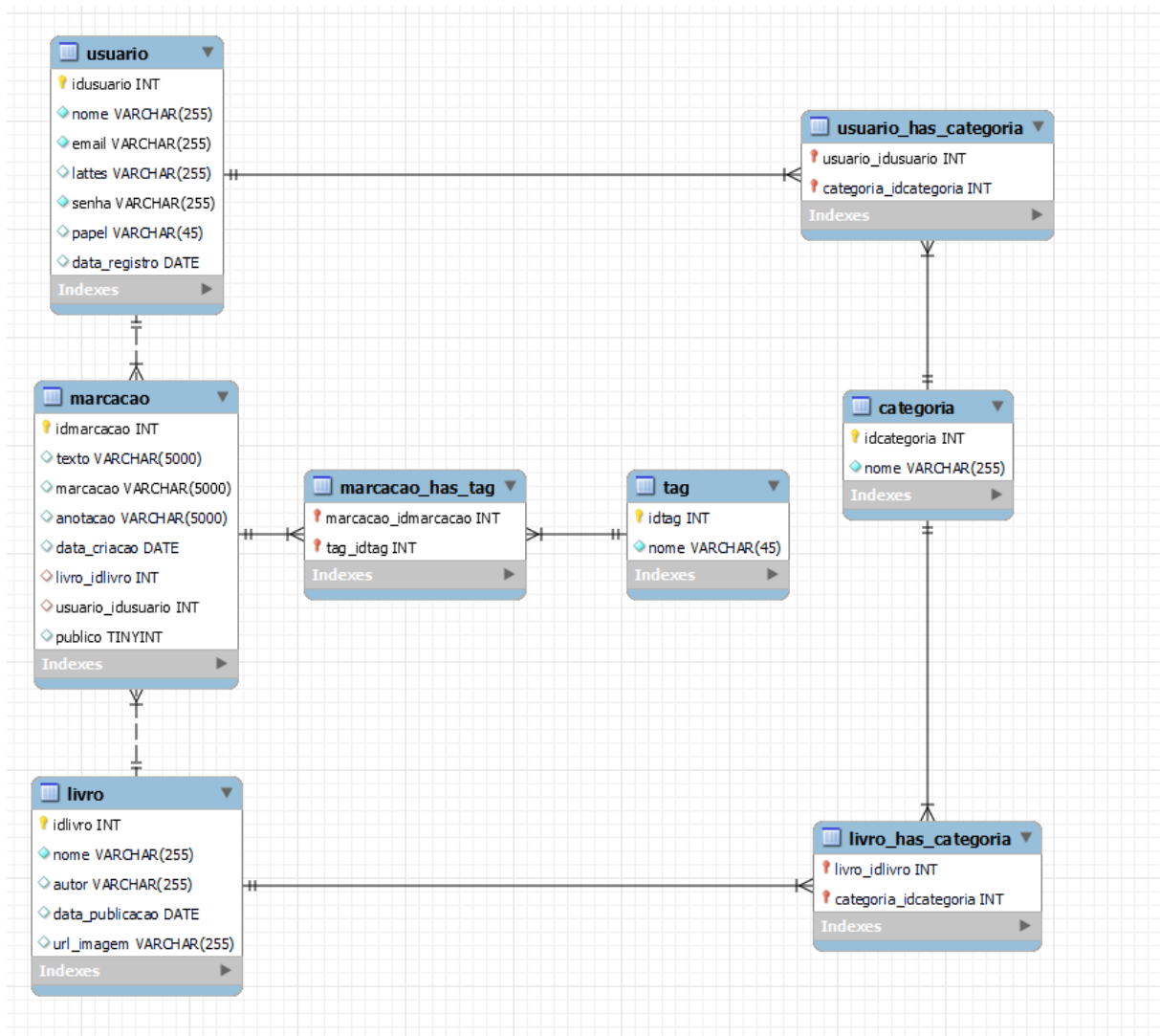
Cada caso de uso foi projetado para atender a necessidades específicas, promovendo a funcionalidade da plataforma como uma ferramenta prática, intuitiva e colaborativa para anotações e organização de textos. Além disso, o uso de inteligência artificial para o reconhecimento de imagens adiciona um diferencial, permitindo que a plataforma extraia informações diretamente de imagens e automatize o processo de anotação, contribuindo para a eficiência dos usuários.

Esses casos de uso, junto ao diagrama de caso de uso, fornecem uma visão abrangente das operações do sistema, oferecendo uma base sólida para o desenvolvimento e implementação das funcionalidades descritas.

## 5.4 Diagrama de Entidade-Relacionamento (*ERD*)

O Diagrama de Entidade-Relacionamento (*ERD*) da plataforma colaborativa foi projetado para otimizar o armazenamento e a organização de informações, considerando tanto as anotações dos usuários quanto as funcionalidades de reconhecimento de imagem e inteligência artificial (IA). A plataforma centraliza as anotações, dividindo-as entre conteúdo textual e visual, e permitindo a categorização inteligente e análise com IA. A representação das entidades estão apresentadas na figura 4.

Figura 4 – Diagrama de Entidade-Relacionamento da plataforma



Fonte: autoria própria, 2024

A entidade "**Usuário**" representa os indivíduos cadastrados na plataforma, cada um dos quais pode criar diversas anotações e organizar essas anotações. A ligação entre o usuário e a entidade "**Categoria**" ocorre por meio da entidade "**Usuário\_has\_Categoria**", que registra as categorias de interesse definidas pelo usuário no momento de seu cadastro. Esse vínculo permite que, ao acessar o sistema, as recomendações de leitura sejam personalizadas com base nas preferências previamente informadas, otimizando a experiência do usuário.

A entidade "**Marcação**" armazena o conteúdo principal das notas dos usuários, permitindo associar *tags*, que são indicadores sobre o tema ou sentimento relacionado à anotação. As "**Tags**" representam uma espécie de metadado que descreve características adicionais das marcações, como o sentimento do usuário ao ler o trecho ou tópicos relevantes associados. A entidade "**Marcação\_has\_Tag**" conecta as marcações às suas respectivas *tags*, facilitando a organização, busca e o aprimoramento do sistema de recomendação.

A entidade "**Livro**" está associada a "**Marcações**", permitindo que cada livro tenha múltiplas anotações e seja comentado por diferentes usuários. Adicionalmente, a entidade "**Livro\_has\_Categoria**" associa livros às categorias, possibilitando classificá-los por temas e tópicos gerais, o que auxilia tanto na organização como no mecanismo de recomendações personalizadas da plataforma.

Esse modelo relacional, que inclui as entidades "**Tag**", "**Livro\_has\_Categoria**" e "**Marcação\_has\_Tag**", reflete uma estrutura que vai além do simples armazenamento de dados, integrando funcionalidades colaborativas, personalizadas e automáticas. Ele otimiza o processo de anotação, organização e busca de informações, além de oferecer recomendações baseadas em preferências e sentimentos do usuário, promovendo uma experiência rica e interativa na plataforma.

## 5.5 Protótipos

A plataforma colaborativa desenvolvida para este projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo apresentar um novo método para anotação e organização de textos, integrando tecnologias de reconhecimento de imagem e inteligência artificial para potencializar a captura e a gestão de informações. Com uma interface amigável e acessível, a plataforma deve oferecer ao usuário um ambiente integrado em que ele possa facilmente capturar, organizar e categorizar textos e imagens de forma colaborativa. Dessa forma, as telas a seguir serão apresentadas e descritas, destacando-se as principais funcionalidades que ajudam cada uma delas a atingir seus objetivos.

### 5.5.1 Tela de Abertura (*Splash Screen*)

- **Objetivo:** Apresentar a plataforma de maneira clara e profissional.
- **Descrição:** Exibe o nome e logotipo da plataforma, com uma breve animação enquanto carrega as configurações iniciais.

### 5.5.2 Tela de Login e Registro

- **Objetivo:** Permitir ao usuário criar uma nova conta ou acessar sua conta existente.
- **Descrição:** A tela de login, apresentada na figura 5, oferece campos de entrada para e-mail e senha, botão de “Esqueceu a senha?”, que ajuda os usuários a recuperar o acesso rapidamente. Já a tela de registro, figura 6 apresenta campos básicos para o cadastro do usuário, bem como uma seção para a seleção de categorias listadas, figura 7, de modo que o usuário, ao entrar no aplicativo, já possua recomendações iniciais.

Figura 5 – Protótipo da tela de login

O protótipo da tela de login do aplicativo NoteLib apresenta o seguinte layout:

- Logo "NoteLib" no topo, dentro de um cabeçalho verde arredondado.
- Título "Login" centralizado.
- Campos de entrada para "E-mail" e "Senha".
- Botão "Entrar" em um fundo verde.
- Link "Esqueci a Senha" centralizado.
- Seperador "ou" centralizado.
- Botão "Cadastrar" em um fundo verde.

Fonte: autoria própria, 2024

Figura 6 – Protótipo da tela de cadastro

O protótipo da tela de cadastro do aplicativo NoteLib apresenta o seguinte layout:

- Logo "NoteLib" no topo, dentro de um cabeçalho verde arredondado.
- Título "Cadastro" centralizado.
- Campos de entrada para "Nome", "E-mail", "URL Lattes", "Senha" e "Confirmar senha".
- Botão "Cadastrar" em um fundo verde.

Fonte: autoria própria, 2024

Figura 7 – Protótipo da tela de escolha de categorias

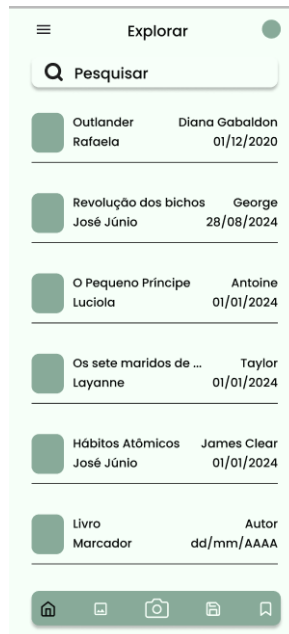


Fonte: autoria própria, 2024

### 5.5.3 Tela Inicial

- Objetivo: Proporcionar uma análise das anotações e oferecer recomendações baseadas em IA.
- Descrição: A tela inicial, apresentada na figura 8, exibe marcações e livros com base nas recomendações para o usuário, seja ela inicial pelas categorias de cadastro ou através das categorias analisadas dos livros nos quais o usuário faz suas marcações no aplicativo ou salva de outros usuários. A tela possui também uma parte de pesquisa em que os usuários podem encontrar arquivos de quaisquer usuários que os deixaram públicos.

Figura 8 – Protótipo da tela inicial

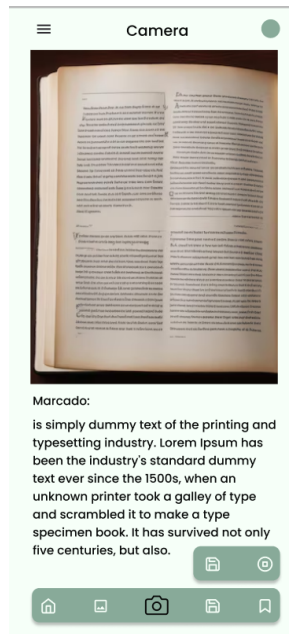


Fonte: autoria própria, 2024

#### 5.5.4 Tela de Captura e Anotação de Imagem e Tela de Visualização do Livro

- **Objetivo:** Capturar imagens e permitir que o usuário faça anotações diretamente sobre o conteúdo.
- **Descrição:** Duas telas dentro do aplicativo serão similares: a tela de cadastro das marcações e a tela de visualização dessas marcações, seguindo o protótipo da figura 9. Na tela de cadastro, a câmera do dispositivo permite capturar documentos, e a IA identifica o texto, permitindo ao usuário fazer recortes na imagem e anotações sobre o texto. Na tela de visualização, o aplicativo utiliza a câmera do dispositivo em tempo real para reconhecer os textos onde ela é apontada. Ao reconhecer, por similaridade, algum texto previamente salvo, o sistema retorna o texto reconhecido, a parte marcada e as anotações feitas no texto. Como o sistema reconhece textos em tempo real, é possível utilizar um botão para pausar o que a câmera reconheceu e deixar as anotações na tela.

Figura 9 – Protótipo da tela de captura



Fonte: autoria própria, 2024

### 5.5.5 Tela de Painel de Notas

- Objetivo: Centralizar todas as anotações do usuário em uma visualização clara e organizada.
- Descrição: Todas as notas salvas pelo usuário ou baixadas de outros usuários são apresentadas como cartões, contendo visualizações de texto e imagem, conforme o protótipo da figura 10. Ferramentas de filtro e pesquisa por *tags* ou palavras-chave são oferecidas para facilitar a navegação.

Figura 10 – Protótipo da tela das notas salvas

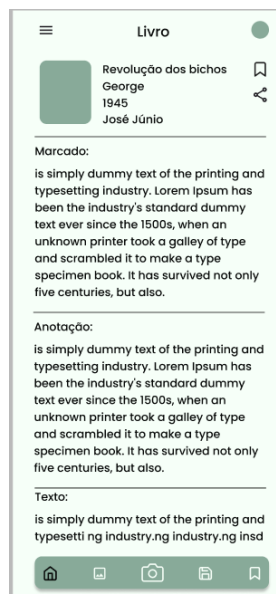


Fonte: autoria própria, 2024

### 5.5.6 Tela de Detalhes das Marcações Salvas

- Objetivo: Detalhar as informações das marcações que foram salvas.
- Descrição: Ao salvar uma nota, o usuário tem a oportunidade de visualizar suas anotações e marcações sem utilizar a câmera do dispositivo. A figura 11 apresenta a tela com detalhes da nota, como o autor, título e ano do texto.

Figura 11 – Protótipo da tela detalhes da nota



Fonte: autoria própria, 2024

Cada tela da plataforma foi cuidadosamente projetada para maximizar a usabilidade, eficiência e segurança. A Tela de Abertura e a Tela de Login e Registro oferecem uma introdução suave e segura para o usuário, com autenticação baseada em *tokens JWT (JSON Web Token)* para garantir que a sessão seja validada e protegida contra acessos não autorizados. A autenticação via *JWT* utiliza algoritmos *HMAC* ou *RSA* para criptografia, assegurando a integridade e a segurança do *token* durante toda a sessão (JONES; BRADLEY; SAKIMURA, 2015).

O Painel de Notas organiza as anotações de forma acessível, com funcionalidades de pesquisa e filtros que facilitam a localização de informações específicas. Na Tela de Captura e Anotação de Imagem, a plataforma aplica IA para identificar e converter textos em documentos e imagens em conteúdo editável, permitindo ao usuário realizar marcações diretamente sobre o material visualizado. Esse recurso é complementado pela Tela de Visualização do Livro, onde o usuário pode utilizar a câmera do celular para identificar e visualizar anotações e marcações em tempo real, promovendo uma experiência de leitura interativa.

A Tela Inicial é um *hub* central de recomendações e descobertas personalizadas. Utilizando um algoritmo de similaridade, como a métrica de Jaccard, o sistema sugere livros com base nas preferências e no histórico de leitura do usuário. Essas recomendações não apenas refletem interesses individuais, mas também promovem a colaboração, exibindo anotações públicas e opiniões de leitores com afinidades similares. Esse sistema colaborativo incentiva a reflexão sobre diferentes perspectivas e aumenta o engajamento dos usuários (ASHBY; JOHNSON, 2013).

A interface principal oferece uma visão geral de livros recomendados e recentemente adicionados, onde a disposição estratégica das informações na tela inicial contribui para a retenção e o engajamento do usuário. Ao integrar as funcionalidades de recomendação e IA, a plataforma conecta o usuário a um repertório de conteúdos relevantes e enriquecedores, promovendo uma experiência de leitura interativa e personalizada.

## 5.6 Segurança

### 5.6.1 Proteção de Dados e Criptografia

A plataforma adota um protocolo de segurança robusto para proteção de dados e controle de acesso. A autenticação do usuário é gerenciada via *JWT (JSON Web Token)*, com validade de 30 dias, oferecendo uma autenticação sem estado que evita a necessidade de armazenamento de sessão no *backend*. O *token* é criptografado e processado no *backend* por uma *API* Java, assegurando que o usuário não tenha acesso direto a informações sensíveis do sistema, como *tokens* ou dados confidenciais. *JWTs* possuem cabeçalho, *payload* e uma assinatura que garantem integridade e autenticidade, impedindo modificações externas

sem detecção (HARDT, 2012)(JONES; BRADLEY; SAKIMURA, 2015).

Para dados privados, como marcações e anotações, o sistema pede consentimento do usuário antes de sincronizar as informações com a nuvem. Essas informações são armazenadas localmente por padrão e apenas enviadas ao servidor quando o usuário opta por compartilhar suas anotações publicamente.

### 5.6.2 Validação e Tratamento de Erros

A aplicação em Java *Spring* utiliza recursos avançados para tratamento de erros e segurança. Exceções específicas, como *SQLException* e *HttpClientErrorException*, permitem identificar e corrigir falhas antes que estas afetem a experiência do usuário. *Spring* verifica rigorosamente os dados recebidos para evitar ataques, como *SQL Injection*, padronizando todos os dados em modelos pré-definidos. Cada solicitação inclui uma validação do *token JWT*, assegurando que apenas usuários autenticados possam acessar funcionalidades sensíveis do sistema. Essa abordagem garante a confiabilidade e a segurança no acesso aos dados e nas operações executadas pela *API*.

## 5.7 Plataformas Similares

Este trabalho propõe uma plataforma voltada para a aprendizagem colaborativa, com ênfase no compartilhamento de anotações, marcação de textos, discussões críticas e recomendações personalizadas de leitura. Essa abordagem visa criar um ambiente educativo dinâmico e interativo, que estimula a reflexão crítica e a co-construção do conhecimento. A seguir, são apresentados exemplos de plataformas já existentes que possuem funcionalidades similares, destacando suas características, aplicações e limitações em comparação com a proposta deste trabalho.

### 5.7.1 *Evernote*

O *Evernote* é uma ferramenta amplamente utilizada para organização e anotação de conteúdos. Ele permite a criação de notas, como textos, imagens e áudio, e oferece funcionalidades de sincronização em tempo real e pesquisa avançada. Além disso, facilita a colaboração por meio de edições simultâneas e compartilhamento de notas. Apesar de sua popularidade, o *Evernote* é voltado principalmente para produtividade individual ou em equipe, sem o foco educacional aprofundado e personalizado que caracteriza a plataforma proposta neste trabalho

### 5.7.2 *Microsoft OneNote*

O *OneNote*, parte do ecossistema *Microsoft*, funciona como um bloco de notas digital para anotações escritas, desenhos e marcações de texto. Amplamente adotado na educação, permite que professores organizem materiais didáticos e estudantes façam anotações colaborativas. No entanto, embora ofereça suporte para colaboração e transcrição de voz, sua funcionalidade carece de um mecanismo integrado de recomendação de leituras e de ferramentas que incentivem diretamente a discussão crítica e reflexiva, elementos centrais na proposta deste trabalho

### 5.7.3 *Google Keep*

O *Google Keep* é uma ferramenta simples e acessível para anotações rápidas, integrada ao ecossistema Google. Ele permite a criação de notas curtas, listas e lembretes, com sincronização automática entre dispositivos. Embora sua simplicidade e acessibilidade sejam pontos positivos, o *Google Keep* não atende às necessidades de uma plataforma educacional robusta, carecendo de recursos para discussões colaborativas e personalização de conteúdo educativo, como propõe este trabalho

### 5.7.4 *Miro*

A plataforma *Miro* é uma ferramenta visual colaborativa que oferece um ambiente de quadro branco digital para *brainstorming* e organização de ideias. É utilizada principalmente em contextos corporativos e educacionais para projetos de grupo. Apesar de sua utilidade em promover a colaboração visual, a *Miro* não possui funcionalidades específicas para marcação de textos, personalização de leituras ou um sistema voltado para promover a reflexão crítica, diferenciais claros do sistema apresentado neste trabalho

### 5.7.5 *Obsidian*

O *Obsidian* é uma ferramenta de anotações interligadas que permite criar e visualizar conexões entre ideias e notas. Sua abordagem de organização em gráficos é valiosa para aprendizado estruturado e pesquisas acadêmicas. No entanto, o *Obsidian* não é projetado para a colaboração em tempo real ou para o compartilhamento ativo de anotações, limitando-se a funcionalidades mais introspectivas, enquanto este trabalho foca em uma plataforma que integra colaboração, personalização e interatividade educativa

### 5.7.6 *Skoob*

O *Skoob* é uma das maiores redes sociais literárias do Brasil. Ele permite aos usuários organizar seus livros em categorias como "Lidos", "Quero Ler" e "Abandonei", além

de marcar títulos favoritos. A conexão entre usuários acontece por meio de resenhas e comentários sobre os livros. No entanto, o *Skoob* é mais focado no compartilhamento social e no gerenciamento de estantes virtuais, sem funcionalidades específicas para anotações profundas, discussões críticas relacionadas aos conteúdos dos livros ou recuperação de anotações pela câmera, como propõe este trabalho.

### 5.7.7 *Goodreads*

Semelhante ao *Skoob*, o *Goodreads* é uma plataforma internacional voltada para leitores, oferecendo funcionalidades como organização de livros, metas de leitura e resenhas. Ele também permite interagir com outros leitores e acompanhar autores. Apesar de ser uma ferramenta robusta para o gerenciamento de leituras, seu foco está na experiência social e na recomendação de livros, enquanto este trabalho propõe ferramentas de anotação e marcação que fomentam discussões e personalização de conteúdos educativos.

### 5.7.8 Comparação e Diferenciação

As plataformas analisadas apresentam contribuições significativas para a produtividade, organização de informações e, em alguns casos, colaboração em ambientes educacionais. No entanto, diferem substancialmente do objetivo deste trabalho. A proposta aqui apresentada destaca-se ao integrar ferramentas de compartilhamento de anotações, recomendações personalizadas de leitura e espaços para discussões críticas e reflexivas, configurando um ambiente educacional específico.

Enquanto plataformas como *Evernote* e *OneNote* oferecem suporte para anotações e colaboração, elas carecem de um foco voltado para o desenvolvimento crítico e a personalização educacional. Da mesma forma, ferramentas como *Miro* e *Obsidian*, apesar de úteis em contextos específicos, não atendem à necessidade de promover um aprendizado colaborativo aprofundado e dinâmico, como busca a proposta deste trabalho. Observando que *Skoob* e *Goodreads* se concentram no gerenciamento de estantes e na interação social, este trabalho propõe uma abordagem mais robusta e direcionada para fins educacionais, promovendo a co-construção do conhecimento de maneira interativa e colaborativa. Além disso, a plataforma proposta possui automações no resgate das anotações através da câmera do dispositivo e outras funcionalidades de recomendação.

Ao explorar as limitações dessas plataformas e propor uma alternativa que aborda diretamente as lacunas identificadas, este trabalho contribui para o desenvolvimento de soluções educacionais mais inclusivas e eficazes, alinhadas às demandas contemporâneas de ensino e aprendizado.

## 6 Testes e Validação

A etapa de testes e validação foi essencial para garantir a qualidade, funcionalidade e usabilidade da aplicação proposta neste trabalho. Diversos níveis de testes foram realizados, abrangendo desde o *backend* até a experiência do usuário final. Esses testes permitiram identificar problemas, implementar soluções e avaliar o desempenho do sistema, assegurando sua adequação às necessidades dos usuários.

### 6.1 Testes Unitários e de Integração

Os testes unitários focaram na validação de métodos e funções individuais do *backend*. A metodologia AAA (Arrange, Act, Assert) foi utilizada para organizar os cenários de teste, garantindo uma análise sistemática e confiável. Entre os resultados observados:

- **Manipulação de Dados:** Os métodos de CRUD para usuários, anotações e fluxos retornaram os resultados esperados, como criação, leitura, atualização e exclusão de registros no banco de dados. Por exemplo, ao criar um novo usuário, os testes verificaram corretamente a inserção dos dados e a consistência ao recuperá-los.
- **Validação de Entradas:** Testes com dados inválidos (como e-mails incorretos ou campos obrigatórios ausentes) acionaram os erros esperados. Esses cenários confirmaram que as validações implementadas no *backend* estavam corretas e preveniam entradas inadequadas.

Nos testes de integração, o foco esteve no fluxo de dados entre o *frontend* e o *backend*. Os resultados foram positivos nos seguintes cenários:

- **Fluxo de Cadastro de Usuário:** As informações do formulário preenchido no *frontend* foram processadas corretamente pelo *backend*, com validação das entradas e confirmação da criação de novos usuários no banco de dados.
- **Sincronização em Tempo Real:** Alterações feitas por um usuário, como a edição de uma anotação, foram refletidas em tempo real na interface de outros usuários conectados. Esse resultado validou a implementação do sistema de eventos no *backend*.
- **Criação de Anotações:** As novas anotações criadas pelo usuário foram corretamente salvas no banco de dados, com suporte a diferentes tipos de conteúdo, como texto, anotações e marcações.
- **Compartilhamento de Anotações:** O compartilhamento de anotações com outros usuários foi bem-sucedido, com permissões adequadas de leitura e edição. As anotações compartilhadas foram imediatamente acessíveis aos usuários autorizados, validando a funcionalidade de compartilhamento e colaboração.

- **Listagem de Anotações:** A listagem de anotações foi apresentada de forma organizada e de fácil navegação, com opções de filtros e buscas para facilitar a localização de informações específicas.

Ferramentas como *JUnit* e *Postman* foram utilizadas para automatizar e validar os testes, assegurando consistência nos resultados.

## 6.2 Testes de Usabilidade

Os testes de usabilidade, baseados no método de (NIELSEN, 1994), tiveram como objetivo avaliar a experiência do usuário final. O processo foi conduzido em várias etapas, resultando em observações importantes sobre a interação dos participantes com a aplicação.

- **Planejamento:** foram definidos os objetivos dos testes de usabilidade e selecionamos as tarefas que os participantes deveriam realizar. As tarefas foram escolhidas para serem representativas do uso real da aplicação.
- **Seleção dos Participantes:** Foi recrutado um grupo diversificado de usuários que representam o público-alvo da aplicação, composto por pessoas com interesse em leitura. Os participantes incluíram duas estudantes jovens de graduação, uma usuária já graduada e dois adultos que, embora não tenham relação direta com a área acadêmica, demonstram interesse por leitura. Essa diversidade permitiu avaliar a usabilidade do sistema em diferentes contextos de uso, identificando necessidades e dificuldades variadas. Foram escolhidos 5 participantes com o objetivo de identificar a maioria dos problemas de usabilidade de forma eficiente.
- **Preparação do Ambiente:** O ambiente foi configurado de teste, através do *figma*, que simula as condições reais de uso, incluindo ferramentas necessárias para registrar as marcações.
- **Condução do Teste:** Os participantes realizaram tarefas específicas enquanto pensavam em voz alta, permitindo-nos entender seu processo de pensamento. Foram observados e anotados comportamentos, dificuldades e comentários dos participantes.
- **Análise dos Resultados:** Revisando e categorizando as observações feitas durante os testes, foram identificados padrões e problemas recorrentes. Relacionando os problemas encontrados com as heurísticas de usabilidade de Nielsen para priorizar correções.
- **Relatório e Recomendações:** Um relatório detalhado com os achados do teste foi realizado, propondo soluções e melhorias com base nos problemas identificados, planejar as próximas ações.

- **Iteração:** Melhorias foram realizadas e os testes de usabilidade foram repetidos para verificar se os problemas foram resolvidos e para identificar novos problemas.

Os cenários de avaliação incluíram tarefas como registrar uma anotação, compartilhar um conteúdo e visualizar recomendações geradas pela IA. O *feedback* coletado foi analisado em termos de dificuldade percebida, tempo para concluir as tarefas e comentários sobre o design das interfaces. Com base no *feedback*, ajustes foram feitos na aplicação, como reorganização de botões, melhorias na hierarquia visual das informações e ajustes no texto das mensagens. Esses testes basearam-se em métodos descritos por (NIELSEN, 1994), que destaca a importância de iterar o design com base no *feedback* do usuário.

### 6.2.1 Roteiro de Testes

Para garantir a consistência e abrangência dos testes de usabilidade, foi definido um roteiro estruturado que guiou os participantes em suas interações com o sistema. Esses testes foram realizados em formato de roteiro estruturado e entrevistas, conduzidas de forma online simultânea, utilizando os protótipos da plataforma *Figma*. O roteiro foi desenvolvido para simular cenários reais de uso e avaliar os principais fluxos da aplicação. Abaixo estão as etapas detalhadas do roteiro utilizado:

- 1. Introdução e Orientação
  - Apresentação inicial sobre o objetivo do teste.
  - Explicação de que o foco é avaliar o sistema, não o desempenho do participante.
  - Solicitação para que o participante pense em voz alta durante as tarefas.
- 2. Tarefas a Serem Realizadas
  - As tarefas foram selecionadas para cobrir os principais fluxos de interação do sistema:
    - \* Registrar uma nova anotação
    - \* Salvar a anotação com uma categoria específica.
    - \* Compartilhar uma anotação existente
    - \* Selecionar uma anotação previamente salva.
    - \* Enviar a anotação para outro usuário com permissões adequadas.
    - \* Capturar texto com a câmera
    - \* Utilizar a funcionalidade de captura de imagem para identificar texto e transformá-lo em uma anotação.
    - \* Salvar a anotação gerada.
    - \* Visualizar recomendações personalizadas.

- \* Acessar a tela de recomendações e explorar os conteúdos sugeridos pela aplicação.
- \* Localizar uma anotação específica.
- 3. Coleta de Dados Durante a Execução
  - Anotação de dificuldades encontradas pelos participantes, como localização de botões, tempo necessário para completar tarefas e erros cometidos.
  - Registro de comentários verbais sobre o design e a funcionalidade da aplicação.
- 4. Encerramento do Teste
  - Perguntas abertas para coletar feedback geral sobre a experiência de uso.
  - Solicitação de sugestões de melhorias na interface e funcionalidades.
- 5. Métricas Avaliadas
  - Tempo para concluir tarefas: Medição do tempo gasto em cada etapa.
  - Taxa de sucesso: Verificação se o participante conseguiu completar a tarefa proposta.
  - Comentários qualitativos: Observações sobre problemas encontrados e aspectos positivos destacados.

Esse roteiro foi essencial para identificar pontos fortes e fracos da aplicação, fornecendo uma base sólida para ajustes e melhorias no sistema.

### 6.2.2 Resultados Observados

- Facilidade de Uso: A maioria dos participantes considerou a interface intuitiva, completando tarefas como criar anotações, compartilhar conteúdos e acessar recomendações sem dificuldades significativas.
- Problemas Identificados:
  - Alguns usuários apresentaram dificuldade em localizar a funcionalidade de compartilhamento de conteúdos, sugerindo a necessidade de reposicionar o botão de compartilhamento para uma área mais visível na interface ou aumentar seu tamanho.
  - A hierarquia visual de informações em algumas telas foi considerada confusa, especialmente em casos com itens na área de visualização.

- Duas paletas de cores foram apresentadas, uma com predominância de amarelo, remetendo a um marcador de texto, e outra mais simplificada, em tons de verde. A paleta amarela não foi bem recebida, enquanto a com tons de verde foi elogiada.
- Retorno Positivo:
  - Os participantes elogiaram a clareza dos textos explicativos.
  - A paleta de cores selecionada, em tons de verde, recebeu elogios por contribuir para uma interface mais limpa e agradável visualmente.
  - A funcionalidade de recomendações personalizadas foi bem recebida, com comentários positivos sobre sua relevância para os interesses dos usuários.
  - A hierarquia visual de informações das telas, de modo geral, foi considerada compreensível.
- Ajustes Realizados:
  - O botão de compartilhamento foi reajustado para um maior tamanho e redesenhado para maior visibilidade.
  - A hierarquia visual foi ajustada, priorizando informações mais relevantes na interface.
  - Pequenas alterações nos textos de *feedback* foram feitas para maior clareza.

Após as melhorias, os testes foram repetidos, e os usuários confirmaram que as alterações atenderam às dificuldades iniciais. Um novo ciclo de observações não identificou problemas críticos adicionais.

### 6.3 Conclusão dos Testes e Validação

Os testes realizados confirmaram a funcionalidade técnica e a experiência positiva do usuário com a aplicação. A validação bem-sucedida reforça que o sistema está adequado às necessidades propostas, embora mantenha a importância de ajustes contínuos, especialmente no módulo de IA, para atender às demandas futuras e adaptar-se a novos padrões de uso.

Esses resultados não apenas atestam a eficácia da aplicação, mas também destacam a importância de um processo iterativo de desenvolvimento, no qual o *feedback* do usuário desempenha um papel central na evolução do sistema.

## 7 Discussão

O desenvolvimento da aplicação consolidou a proposta de criar um ambiente que combina leitura colaborativa e personalização, utilizando tecnologias de inteligência artificial como motor principal. A integração entre sistemas colaborativos e algoritmos de recomendação mostrou-se interessante ao promover a trocas entre os usuários e adaptar os conteúdos às suas preferências individuais. Essa abordagem reflete tendências contemporâneas em sistemas de aprendizado colaborativo, em que o engajamento é amplificado pela personalização de conteúdos e pela comunicação direta entre os participantes.

Os testes realizados, descritos anteriormente, foram cruciais para a validação do sistema e trouxeram informações valiosas sobre a experiência do usuário e a funcionalidade da aplicação. A avaliação demonstrou que a interface foi bem recebida, com destaque para sua organização e clareza. No entanto, também levantou pontos importantes para melhoria, como dificuldades de localização de algumas funcionalidades, que foram prontamente ajustadas com base no *feedback* dos participantes.

Por exemplo, durante os testes de usabilidade, um dos entrevistados destacou a necessidade de revisar a paleta de cores utilizada na interface, apontando que algumas combinações poderiam dificultar a leitura. Como já mencionado anteriormente, foram desenvolvidas duas opções de paletas, sendo a decisão final baseada no *feedback* obtido durante a avaliação. Essa abordagem iterativa, que prioriza a opinião do usuário, reforçou a importância de capturar percepções reais para guiar as melhorias do projeto.

### 7.1 Principais Desafios Técnicos

Durante o desenvolvimento da plataforma, um dos desafios mais significativos foi a limitação de recursos para o treinamento de um modelo de inteligência artificial personalizado. A adoção de ferramentas externas, como o Google ML Kit, ofereceu uma solução viável para implementar funcionalidades de reconhecimento de texto, mas trouxe limitações consideráveis, especialmente na posição da leitura de palavras. Isso impactou diretamente uma funcionalidade planejada de realidade aumentada, que deveria permitir aos usuários destacar palavras em tempo real através da câmera. Apesar de atender parcialmente às expectativas, essa limitação revelou a necessidade de mais pesquisa e desenvolvimento para superar os desafios técnicos.

Além disso, garantir a integração fluida entre os componentes da aplicação foi um processo desafiador. A combinação de algoritmos de IA com funcionalidades colaborativas exigiu esforço adicional para assegurar consistência e estabilidade, o que foi alcançado por meio de testes iterativos e melhorias contínuas.

## 7.2 Limitações e Melhorias Futuras

Com base nos desafios enfrentados, algumas melhorias foram identificadas para futuras versões da plataforma. Um dos principais objetivos é desenvolver um modelo de IA personalizado, ajustado às demandas específicas do sistema. Essa personalização permitirá um controle mais refinado sobre o reconhecimento de texto, garantindo maior precisão e ampliando as possibilidades de interação.

Uma evolução prevista para a plataforma inclui o aprimoramento do sistema de realidade aumentada, oferecendo aos usuários a capacidade de destacar palavras em tempo real por meio da câmera do dispositivo. Essa funcionalidade não apenas enriquece a experiência de leitura, mas também abre caminho para a criação de um ambiente mais interativo e imersivo.

Adicionalmente, a inclusão de um recurso de chat integrado é uma prioridade nas melhorias futuras. Com essa funcionalidade, os usuários poderão trocar ideias e compartilhar perspectivas diretamente na plataforma, promovendo uma colaboração mais rica e engajadora. Esse recurso visa fortalecer o senso de comunidade entre leitores com interesses similares, ampliando as interações e incentivando o compartilhamento de conhecimento.

Essas melhorias otimizam a experiência do usuário e também reforçam o potencial da plataforma como um modelo de inovação no campo dos sistemas colaborativos. Pesquisas indicam que interações personalizadas e uma experiência inicial positiva são fatores determinantes para o aumento do engajamento e da retenção em plataformas digitais (KOUFARIS, 2002), validando a importância de investir nesses avanços.

Com essas estratégias, a plataforma se consolida como uma ferramenta flexível e em constante evolução, pronta para atender às demandas emergentes de seus usuários, ao mesmo tempo em que explora novas fronteiras de intercâmbio digital.

## 8 Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema inteligente voltado para a leitura, marcação e organização de textos, integrando funcionalidades colaborativas e personalizadas para enriquecer o processo de estudo. A motivação surgiu das limitações encontradas em métodos tradicionais de anotação, que, além de serem manuais e fragmentados, restringem a comunicação e o compartilhamento de conhecimentos. Nesse contexto, a proposta do sistema foi baseada no uso de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e sistemas colaborativos, para promover uma experiência de aprendizado mais dinâmica, eficiente e inclusiva.

O problema identificado foi a dificuldade em transformar anotações e marcações de textos em ferramentas colaborativas e acessíveis. Métodos manuais, apesar de úteis, falham em conectar estudantes e em criar um espaço coletivo de aprendizado. A solução proposta neste trabalho envolveu o desenvolvimento de um sistema que permite aos usuários capturar, organizar e compartilhar informações de forma estruturada, promovendo a interação entre diferentes perspectivas.

A partir dessa solução, buscou-se não apenas superar as limitações dos métodos tradicionais, mas também incentivar novas formas de aprendizado. A plataforma desenvolvida oferece funcionalidades como marcação de textos, anotações compartilhadas e recomendações personalizadas, integrando técnicas de inteligência artificial para proporcionar uma experiência de aprendizado colaborativo e adaptado às necessidades dos usuários.

O primeiro objetivo específico foi identificar e analisar sistemas inteligentes semelhantes ao proposto, como plataformas já consolidadas no mercado. Essa análise permitiu destacar as funcionalidades que mais se aproximavam do propósito deste trabalho, ao mesmo tempo em que identificou lacunas que foram abordadas pela proposta. A partir disso, foi possível fundamentar a criação de um sistema que se diferencia ao integrar leitura, marcação e organização de textos em um ambiente colaborativo. O segundo objetivo envolveu o desenvolvimento de funcionalidades que permitissem a colaboração entre os usuários, como o compartilhamento de anotações e observações. Esse recurso foi projetado para criar um espaço que promove a troca de ideias e a troca direta entre os participantes, garantindo uma experiência mais rica e diversificada. Já o terceiro objetivo focou em realizar estudos sobre aprendizagem colaborativa, investigando como o sistema proposto poderia oferecer suporte a práticas de estudo coletivo. Esses estudos foram fundamentais para embasar a aplicação de algoritmos de inteligência artificial, os quais fornecem recomendações personalizadas e incentivam a co-construção do conhecimento entre os usuários.

A integração desses objetivos levou ao alcance do objetivo geral, que era desenvolver um sistema inteligente capaz de oferecer uma nova forma de estudo. A aplicação demonstrou sua capacidade de unir leitura colaborativa e personalização, criando um ambiente interativo

que organiza informações e promove a interação social e o aprendizado coletivo.

Os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento e validação da aplicação demonstram sua capacidade de atender aos objetivos propostos, criando um ambiente colaborativo e inteligente que estimula a troca de ideias e a personalização de conteúdos. A plataforma foi projetada para unir tecnologias emergentes, como algoritmos de recomendação e inteligência artificial, a uma abordagem centrada no usuário, promovendo um espaço de leitura mais interativo e engajador. Por meio de testes técnicos e avaliações com usuários reais, o sistema conseguiu validar a sua usabilidade, destacando pontos fortes e revelando aspectos a serem aprimorados.

A integração de sistemas colaborativos com IA proporcionou uma experiência de uso personalizada, permitindo que os usuários não apenas interajam com o conteúdo, mas também colaborem de forma mais eficiente com outros participantes. Essa funcionalidade reflete uma tendência crescente no desenvolvimento de plataformas digitais, em que a personalização e o engajamento se tornam elementos essenciais para a retenção e satisfação dos usuários. Além disso, o sistema se posiciona como uma solução moderna para o aprendizado colaborativo, ao combinar tecnologias de recomendação com um ambiente voltado à conexão social.

No entanto, o projeto também revelou desafios e limitações importantes, como a dependência de ferramentas externas para o reconhecimento de texto e a necessidade de maior refinamento nos algoritmos de recomendação. Esses desafios foram enfrentados com soluções viáveis no contexto atual, mas também abriram espaço para melhorias futuras. Um dos principais objetivos para as próximas etapas é desenvolver um modelo de IA personalizado, que possibilite maior controle sobre o reconhecimento de texto e permita a implementação de funcionalidades mais interativas, como o uso de realidade aumentada para destacar palavras diretamente na interface.

Além disso, a inclusão de novas funcionalidades, como um chat integrado para troca de ideias entre os usuários, representa uma evolução significativa para a plataforma. Esse recurso não apenas ampliará a colaboração, mas também incentivará a formação de comunidades em torno de interesses comuns, criando um ecossistema ainda mais rico e dinâmico. Essas inovações, aliadas a melhorias contínuas no sistema de recomendação, têm o potencial de transformar a aplicação em uma referência no campo de sistemas colaborativos e aprendizado interativo.

Por fim, o projeto reafirma a importância de aliar tecnologia à educação e à colaboração, demonstrando como ferramentas digitais podem enriquecer o processo de aprendizado e criar experiências significativas para os usuários. Com um olhar voltado para o futuro, o sistema se propõe a evoluir continuamente, alinhando-se às necessidades dos seus usuários e às tendências tecnológicas emergentes. Assim, ele não apenas cumpre o papel de resolver problemas atuais, mas também de inspirar novas formas de engajamento e aprendizado no cenário digital.

## Referências

- ASHBY, M.; JOHNSON, K. *Materiais e design: A arte e ciência da seleção de materiais no projeto do produto*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2013. ISBN 9788535268270.
- DILLENBOURG, P. *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches. advances in learning and instruction series*. Leeds, England: Emerald Publishing Limited, 1999. ISBN 0080430732.
- ELMASRI, R. et al. *Fundamentals of Database Systems*. 7. ed. Hoboken. USA: Pearson, 2015. ISBN 0133970779.
- FERNANDES, A. B. et al. A ética no uso de inteligência artificial na educação: Implicações para professores e estudantes. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, São Paulo, v. 10, p. 346–361, 04 mar. 2024. Disponível em: <<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/13056>>. Acesso em: 1 dez. 2024.
- GARCIA, A. C. B. et al. *Sistemas Colaborativos*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2011. ISBN 978-85-352-4669-8.
- GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. *Deep Learning*. Cambridge, MA: MIT Press, 2016. ISBN 0262035618.
- HARDT, D. *The OAuth 2.0 Authorization Framework*. Marina del Rey, California, USA: RFC Editor, 2012. Disponível em: <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc6749>>. Acesso em: 2 nov. 2024.
- JANNACH, D. et al. *Recommender Systems: An Introduction*. New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2010. ISBN 9781139492591.
- JONES, M.; BRADLEY, J.; SAKIMURA, N. *JSON Web Token (JWT)*. Marina del Rey, California, USA: RFC Editor, 2015. Disponível em: <<https://www.rfc-editor.org/info/rfc7519>>. Acesso em: 15 nov. 2024.
- JURAFSKY, D.; MARTIN, J. H. *Speech and language processing*. New Jersey: Prentice-Hall, 2000. ISBN 9780131873216.
- KOUFARIS, M. Applying the technology acceptance model and flow theory to online consumer behavior. *Information Systems Research*, New York, NY USA, v. 13, n. 2, 1 Jun. 2002. Disponível em: <<https://EconPapers.repec.org/RePEc:inm:orisre:v:13:y:2002:i:2:p:205-223>>. Acesso em: 01 nov. 2024.
- NIELSEN, J. *Usability Engineering*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1994. ISBN 978-0-08-052029-2.
- NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY USA: Association for Computing Machinery, 1990. p. 249–256. ISBN 0201509326.
- NORMAN, D. *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. New York, NY, USA: Basic Books, 2013. ISBN 9780465072996.

OLIVEIRA, R. L. de et al. A transformação da educação na era da inteligência artificial: Impactos e perspectivas. *Revista ft*, Rio de Janeiro, v. 28, 14 maio 2024. Educação & Pedagogia. Disponível em: <<https://revistaft.com.br/a-transformacao-da-educacao-na-era-da-inteligencia-artificial-impactos-e-perspectivas/>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

PSCHEIDT, A. *Inteligência artificial na sala de aula: Como a tecnologia está revolucionando a educação*. São Paulo: Matrix, 2024. ISBN 9786556164625.

STALLINGS, W. *Cryptography and network security: principles and practice*. London, England: Pearson Education Limited, 2017. ISBN 9781292158587.

TAN, P.-N.; STEINBACH, M.; KUMAR, V. *Introduction to data mining*. London, England: Pearson Education Limited, 2018. ISBN 9781292026152.

VICARI, R. et al. *Inteligência Artificial na Educação Básica*. São Paulo: Novatec Editora Ltda., 2023. ISBN 9788575228708.

VICARI, R. M. et al. *Inteligência Artificial na Educação Básica: Novas Aplicações e Tendências para o Futuro*. São Paulo: Centro de Inovação Para Educação Brasileira – CIEB, 2024. ISBN 978-85-93710-07-0.