

Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade UnB Gama – FGA  
Engenharia de Software

**Desenvolvimento de uma Inteligência Artificial  
para Aprimoramento da Avaliação Individual em  
Disciplinas de Software na Universidade de  
Brasília**

**Autores: Caio César Oliveira, Vitor Eduardo Kühl Rodrigues**  
**Orientador: Prof. Dr. George Marsicano**

**Brasília, DF**  
**2023**



Caio César Oliveira, Vitor Eduardo Kühl Rodrigues

# **Desenvolvimento de uma Inteligência Artificial para Aprimoramento da Avaliação Individual em Disciplinas de Software na Universidade de Brasília**

Monografia submetida ao curso de graduação  
em Engenharia de Software da Universidade  
de Brasília, como requisito parcial para ob-  
tenção do Título de Bacharel em Engenharia  
de Software.

Universidade de Brasília – UnB

Faculdade UnB Gama – FGA

Orientador: Prof. Dr. George Marsicano

Brasília, DF

2023

---

Caio César Oliveira, Vitor Eduardo Kühl Rodrigues

Desenvolvimento de uma Inteligência Artificial para Aprimoramento da Avaliação Individual em Disciplinas de Software na Universidade de Brasília/ Caio César Oliveira, Vitor Eduardo Kühl Rodrigues. – Brasília, DF, 2023-  
70 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. George Marsicano

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade UnB Gama – FGA , 2023.

1. Construção. 2. feedback. 3. relevante. I. Prof. Dr. George Marsicano. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Desenvolvimento de uma Inteligência Artificial para Aprimoramento da Avaliação Individual em Disciplinas de Software na Universidade de Brasília

CDU 02:141:005.6

---

Caio César Oliveira, Vitor Eduardo Kühl Rodrigues

# **Desenvolvimento de uma Inteligência Artificial para Aprimoramento da Avaliação Individual em Disciplinas de Software na Universidade de Brasília**

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia de Software da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Software.

Trabalho aprovado. Brasília, DF, x de y de 202z:

---

**Prof. Dr. George Marsicano**  
Orientador

---

Convidado 1

---

Convidado 2

---

Convidado 3

Brasília, DF  
2023

# Agradecimentos

## Caio César Oliveira

Gostaria de expressar meu mais profundo agradecimento a Deus, cuja graça e orientação têm sido fundamentais em minha jornada. Também não posso deixar de agradecer meus amados pais, Rozana Maria de Oliveira e Fábio Batista Oliveira, por seu apoio inabalável, encorajamento constante e amor incondicional. Suas palavras de sabedoria e exemplo de dedicação têm sido uma fonte de inspiração para mim. Além disso, desejo expressar minha gratidão à minha amada namorada, Nicole Soares dos Santos, que tem sido meu porto seguro, meu apoio emocional e minha maior incentivadora. Suas presenças na minha vida têm sido um verdadeiro presente, trazendo alegria e motivação em todos os momentos. Uma gratidão especial à Universidade de Brasília, as experiências adquiridas ao longo do curso de Engenharia de Software foram enriquecedoras e fundamentais para o meu crescimento pessoal, acadêmico e profissional. Agradeço a todos os professores, colegas e funcionários que contribuíram para o meu aprendizado e desenvolvimento, a todo o corpo docente, que possui toda uma estrutura de qualidade para uma boa educação. Por fim, agradeço meu orientador, o doutor George Marsicano Corrêa, por toda sua disponibilidade, dedicação, orientação sábia e conselhos valiosos, que foram cruciais para o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

## Vitor Eduardo Kühl Rodrigues

Gostaria de iniciar expressando minha imensa gratidão a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria durante esta jornada, iluminando meu caminho nos momentos de dúvida e incerteza. A minha família, pilar fundamental da minha vida, meu mais sincero agradecimento. Aos meus pais, Cláudio Eduardo da Silva Rodrigues e Helen Kühl Rodrigues, por todo amor, apoio e compreensão, que foram essenciais para que eu pudesse perseguir meus sonhos. Agradeço também aos meus amigos, por estarem ao meu lado, compartilhando tanto as dificuldades quanto as alegrias, e por todos os momentos de descontração que foram vitais para manter o equilíbrio durante esta jornada. Um agradecimento especial ao meu orientador, o doutor George Marsicano Corrêa, cuja sabedoria, paciência e dedicação foram fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico e pessoal. Suas orientações foram cruciais para a realização deste trabalho. Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação e para a conclusão deste trabalho. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio, cada momento compartilhado teve um valor imensurável nesta caminhada.

# Resumo

O contexto desse trabalho se refere ao ambiente educacional da Universidade de Brasília, nas disciplinas requisitos de *software* e métodos de desenvolvimento de *software*, onde são realizadas avaliações individuais dessas matérias, utilizando a plataforma Microsoft Forms.

O objetivo desse trabalho é desenvolver uma Inteligência Artificial capaz de aprimorar as avaliações individuais das disciplinas, permitindo que os alunos compreendam seus erros e saibam como evoluir em futuras avaliações por meio de *feedbacks* formativos.

Para atingir os objetivos delineados, foi implementada uma metodologia de pesquisa mista, incorporando elementos quantitativos e qualitativos. Além disso, para o desenvolvimento da IA será utilizada as metodologias de desenvolvimento de software Kanban e scrum.

Por fim, espera-se ter como resultado, uma ferramenta de IA, capaz de analisar as informações das respostas dos questionários de avaliação individual dos estudantes (realizados na plataforma Microsoft Forms), e gerar *feedbacks* formativos.

**Palavras-chave:** *Feedback*. qualitativos. quantitativos. Inteligência Artificial. Microsoft Forms. questionários.

# Abstract

This work revolves around the educational environment at the University of Brasília, specifically focusing on the disciplines of Software Requirements and Software Development Methods, where individual assessments are conducted using the Microsoft Forms platform.

The aim of this study is to develop an Artificial Intelligence system capable of enhancing individual assessments in these disciplines, enabling students to comprehend their mistakes and understand how to evolve in future assessments through formative feedback.

To achieve the outlined objectives, a mixed research methodology was implemented, incorporating quantitative and qualitative elements. Furthermore, Kanban and Scrum software development methodologies will be used for the development of AI.

Finally, the result is expected to be an AI tool, capable of analyzing information from the responses of students' individual assessment questionnaires (carried out on the Microsoft Forms platform), and generating formative *feedbacks*.

**Key-words:** *Feedback*. qualitative. quantitative. Artificial Intelligence. Microsoft Forms. tests.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Questão 1 . . . . .	31
Figura 2 – Questão 2 . . . . .	31
Figura 3 – Questão 3 . . . . .	31
Figura 4 – Questão 4 . . . . .	32
Figura 5 – Questão 5 . . . . .	32
Figura 6 – Questão 6 . . . . .	32
Figura 7 – Questão 7 . . . . .	33
Figura 8 – Questão 8 . . . . .	33
Figura 9 – Questão 9 . . . . .	33
Figura 10 – Questão 10 . . . . .	34
Figura 11 – Questão 11 . . . . .	34
Figura 12 – Questão 12 . . . . .	34
Figura 13 – Mapa de calor das correlações entre os formatos de feedback . . . . .	36
Figura 14 – Gráfico representando a relação entre gênero e a avaliação do formato de feedback. . . . .	37
Figura 15 – Correlações entre a presença de transtornos neurológicos nos res- pondentes e suas preferências por diferentes formatos de feedback . . . .	38
Figura 16 – Modelo de Banco de Dados - Primeira Fase . . . . .	53
Figura 17 – Modelo de Banco de Dados - Segunda Fase . . . . .	54
Figura 18 – Modelo de Banco de Dados - Terceira Fase . . . . .	55
Figura 19 – Exemplo de Feedback Formativo - Questão Errada . . . . .	61
Figura 20 – Exemplo de Feedback Formativo - Questão Correta . . . . .	62



# Lista de tabelas

Tabela 1 – Tabela de objetivos e técnicas referentes ao TCC 1 . . . . .	15
Tabela 2 – Tabela de objetivos, técnicas e resultados referentes ao TCC 1 . . . . .	22
Tabela 3 – Resumo das Análises dos Dados Quantitativos do Formulário . . . . .	39
Tabela 4 – Tabela de siglas de atividades do TCC1 . . . . .	44
Tabela 5 – Tabela de atividades por período do TCC1 . . . . .	45
Tabela 6 – Tabela de siglas de atividades do TCC2 . . . . .	46
Tabela 7 – Tabela de atividades por período do TCC2 . . . . .	46

# Lista de abreviaturas e siglas

REQ	Requisitos de Software
MDS	Métodos de Desenvolvimento de Software
IA	Inteligência Artificial
NLP	Processamento de Linguagem Natural
UnB	Universidade de Brasília
TCC1	Trabalho de Conclusão de Curso 1
TCC2	Trabalho de Conclusão de Curso 2

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Contexto</b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Problema</b>	<b>13</b>
<b>1.3</b>	<b>Justificativa</b>	<b>13</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos</b>	<b>14</b>
<b>1.5</b>	<b>Metodologias</b>	<b>14</b>
<b>1.6</b>	<b>Estrutura do Trabalho</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Conceitos Fundamentais</b>	<b>17</b>
2.1.1	Avaliação Acadêmica	17
2.1.2	Feedback Formativo	17
2.1.3	Avaliação Individual	17
2.1.4	Inteligência Artificial	18
2.1.5	Processamento de Linguagem Natural	18
2.1.6	Plataforma Microsoft Forms	19
2.1.7	Plataforma Microsoft Power Automate	19
2.1.8	OpenAI API	19
<b>2.2</b>	<b>Modelos e Teorias Relacionadas</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Trabalhos Correlatos</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIAS</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Kanban</b>	<b>22</b>
3.1.1	Introdução ao Kanban	22
3.1.2	Etapas do Kanban	23
<b>3.2</b>	<b>Coleta de Dados</b>	<b>23</b>
3.2.1	Survey	23
3.2.2	Validação com Grupo Focal	24
3.2.3	Avaliação da confiabilidade	24
3.2.4	Análise de dados	25
<b>3.3</b>	<b>Pesquisa em Artigos</b>	<b>25</b>
3.3.1	Snowballing	25
<b>4</b>	<b>EXECUÇÃO DA PESQUISA E RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>Execução da Pesquisa</b>	<b>27</b>
4.1.1	Kanban	27

4.1.2	Validação com o orientador . . . . .	27
4.1.3	Grupo Focal . . . . .	27
4.1.4	Seleção de artigos . . . . .	29
4.2	<b>Execução da Pesquisa</b> . . . . .	30
5	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> . . . . .	35
5.1	<b>Avaliação da confiabilidade</b> . . . . .	35
5.2	<b>Interpretação dos dados</b> . . . . .	35
5.3	<b>Discussão</b> . . . . .	39
6	<b>ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA</b> . . . . .	41
6.1	<b>Introdução</b> . . . . .	41
6.2	<b>Objetivos Técnicos</b> . . . . .	41
6.3	<b>Requisitos da Ferramenta</b> . . . . .	41
6.4	<b>Tecnologias Idealizadas</b> . . . . .	41
7	<b>PLANEJAMENTO</b> . . . . .	43
7.1	<b>Trabalho de Conclusão de Curso 1</b> . . . . .	43
7.2	<b>Trabalho de Conclusão de Curso 2</b> . . . . .	45
8	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS DA PESQUISA</b> . . . . .	47
8.1	<b>Resumo das Descobertas</b> . . . . .	47
8.2	<b>Implicações</b> . . . . .	47
8.3	<b>Trabalhos Futuros Após Pesquisa</b> . . . . .	47
8.4	<b>Conclusão da Pesquisa</b> . . . . .	48
9	<b>DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA DE FEEDBACK FOR-</b> <b>MATIVO - FEEDFOR</b> . . . . .	49
9.1	<b>Visão Geral do Projeto</b> . . . . .	49
9.2	<b>Metodologia de Desenvolvimento</b> . . . . .	50
9.3	<b>Tecnologias Utilizadas</b> . . . . .	50
9.4	<b>Principais Endpoints</b> . . . . .	51
9.5	<b>Banco de Dados e Modelagem</b> . . . . .	52
9.5.1	Primeira Fase . . . . .	52
9.5.2	Segunda Fase . . . . .	53
9.5.3	Terceira Fase . . . . .	54
9.5.4	Explicação das Tabelas . . . . .	55
9.6	<b>Arquitetura do Sistema</b> . . . . .	56
9.7	<b>Custos do Projeto</b> . . . . .	57
9.7.1	Custo da OpenAI API . . . . .	57
9.7.2	Custo de Hospedagem . . . . .	57

9.7.3	Resumo dos Custos . . . . .	58
<b>9.8</b>	<b>Uso da OpenAI API . . . . .</b>	<b>58</b>
9.8.1	Geração de Feedbacks . . . . .	58
9.8.1.1	Questões de Múltipla Escolha e Abertas . . . . .	58
9.8.1.2	Questões com Múltiplas Respostas Corretas . . . . .	59
9.8.2	Escolha de Modelos . . . . .	59
9.8.3	Configurações e Desafios . . . . .	59
<b>9.9</b>	<b>Definição do Template do Feedback Formativo . . . . .</b>	<b>60</b>
9.9.1	Exemplos de Feedback Formativo . . . . .	60
9.9.2	Design e Cores do Feedback . . . . .	62
9.9.3	Estrutura do Feedback . . . . .	63
<b>9.10</b>	<b>Conexão com Aplicações Externas e Automação . . . . .</b>	<b>63</b>
<b>9.11</b>	<b>Ideias Descartadas e Potenciais para Evolução . . . . .</b>	<b>64</b>
9.11.1	Utilização de Assistentes da OpenAI API . . . . .	64
9.11.2	Implementação e Configuração dos Assistentes . . . . .	65
9.11.3	Potenciais para Futuras Versões . . . . .	65
<b>9.12</b>	<b>Riscos e Impactos . . . . .</b>	<b>65</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>67</b>
<b>10.1</b>	<b>Lições Aprendidas . . . . .</b>	<b>67</b>
<b>10.2</b>	<b>Trabalhos Futuros . . . . .</b>	<b>67</b>
<b>10.3</b>	<b>Conclusão do Projeto . . . . .</b>	<b>67</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>69</b>

# 1 Introdução

## 1.1 Contexto

No âmbito educacional da Universidade de Brasília, questionários aplicados nas disciplinas requisitos de software e métodos de desenvolvimento de software serão administrados através da plataforma Microsoft Forms. Serão aplicados regularmente ao longo do semestre e mensuram o desempenho dos discentes por meio de resultados quantitativos, ou seja, escalas numéricas, além de apresentar a quantidade de respostas certas e erradas visando avaliar o conhecimento dos alunos.

## 1.2 Problema

Frequentemente os estudantes enfrentam dificuldades ao receberem resultados de avaliações que utilizam apenas classificações numéricas, pois essas designações, por si só, não fornecem uma compreensão clara do desempenho ou das áreas a serem aperfeiçoadas. Essas mensurações, embora forneçam uma noção geral, não oferecem informações específicas sobre os erros cometidos ou os tópicos que o estudante precisa revisar e consolidar. Isso pode resultar em frustrações e desafios para o estudante, por não entender claramente o resultado de uma avaliação.

Portanto, o resultado das avaliações individuais apresentadas nas disciplinas requisitos de software e métodos de desenvolvimento de software é apenas quantitativo, uma solução limitada para os estudantes, uma vez que dá ênfase a um *feedback* voltado para avaliações positivas ou negativas do que para um formato formativo. O qual poderia contribuir mais significativamente para a formação do discente e seu desenvolvimento dentro das matérias especificadas.

## 1.3 Justificativa

O presente trabalho beneficiará diretamente os estudantes ao oferecer *feedbacks* formativos, os quais proporcionam uma análise aprofundada e construtiva do desempenho individual, orientando de maneira mais eficaz para o aprimoramento contínuo. Além disso, os professores e a instituição de ensino também se beneficiarão, podendo aprimorar suas práticas pedagógicas com base nos pontos levantados nos *feedbacks*.

A literatura educacional enfatiza a importância de avaliações detalhadas e direcionadas para um *feedback* formativo, visando promover uma aprendizagem significativa. As

discussões no artigo "The Power of Feedback" de Hattie e Timperley ([HATTIE; TIMPERLEY, 2007](#)), ressaltam a importância crucial do *feedback* como um elemento fundamental no processo educacional ao apontar seu impacto significativo no desempenho dos alunos, conforme evidenciado por Hattie ([HATTIE; TIMPERLEY, 2007](#)). Esse autor realizou uma síntese abrangente de mais de 500 meta-análises, envolvendo um impressionante contingente de 20 a 30 milhões de estudantes, elucidando o impacto substancial que o *feedback* exerce sobre o progresso acadêmico.

## 1.4 Objetivos

O objetivo geral do trabalho é aprimorar o processo de avaliação acadêmica, no que diz respeito às avaliações individuais das disciplinas, requisitos de software e métodos de desenvolvimento de software, utilizando inteligência artificial para construir *feedbacks* formativos individualizados com base no desempenho dos estudantes.

Os objetivos específicos são:

1. Identificar as necessidades existentes no atual processo avaliativo individual de estudantes nas disciplinas de requisitos de software e métodos de desenvolvimento de software, em relação aos *feedbacks* recebidos.
2. Avaliar quais são as necessidades mais relevantes para os discentes.
3. Desenvolver uma ferramenta utilizando inteligência artificial que seja capaz de analisar o desempenho dos discentes e gerar *feedbacks* formativos personalizados para cada aluno conforme as necessidades levantadas.
4. Complementar o processo avaliativo individual dos estudantes com *feedbacks* formativos gerados por essa ferramenta, visando aprimorar seu progresso e aprendizado nessas disciplinas.

O objetivo 3, se alinha ao Capítulo 6, o qual analisa a viabilidade técnica do desenvolvimento de uma Inteligência Artificial para aprimorar a avaliação individual nas disciplinas de requisitos de software e métodos de desenvolvimento de software na Universidade de Brasília. Este capítulo explora as tecnologias e ferramentas necessárias para analisar o desempenho dos alunos e fornecer *feedbacks* formativos.

## 1.5 Metodologias

O estudo combina elementos qualitativos e quantitativos para alcançar uma compreensão abrangente do processo avaliativo acadêmico na Universidade de Brasília. A

Fase do Trabalho	Objetivos Específicos	Métodos e Técnicas
TCC 1	Identificar percepções, sentimentos, atitudes e idéias dos participantes a respeito de um determinado assunto, produto ou atividade	Grupo Focal
	Coletar dados sobre características, comportamentos ou opiniões de um grupo específico	Survey
	Encontrar materiais relevantes sobre as metodologias utilizadas	Snowballing
	Melhorar a eficiência, qualidade e fluxo de trabalho	Kanban
	Medir a consistência interna dos itens do questionário	Alfa de Cronbach

Tabela 1 – Tabela de objetivos e técnicas referentes ao TCC 1

coleta de dados será realizada por meio de análise de resultados em formulários e entrevistas em grupos focais. Os participantes serão estudantes das disciplinas de requisitos de *software* e métodos de desenvolvimento de *software*, que serão selecionados com base em critérios predefinidos para garantir uma representação diversificada e relevante para os objetivos da pesquisa.

As entrevistas em grupos focais com os discentes, permitirão uma compreensão mais aprofundada das percepções dos estudantes, acerca dos desafios enfrentados, ao receberem resultados rasos sobre os questionários realizados. Além disso, serão uma fonte valiosa de *insights* sobre suas sugestões para aperfeiçoar os feedbacks recebidos.

Essa abordagem mista, combinando pesquisa *survey* e entrevistas em grupos focais de discentes nas disciplinas de requisitos de software e métodos de desenvolvimento de software, será essencial para obter uma visão holística das dificuldades enfrentadas pelos estudantes. Os dados coletados fornecerão uma base sólida para aprimorar o processo de avaliação, possibilitando a implementação da Inteligência Artificial, para oferecer feedbacks mais personalizados e eficazes.

## 1.6 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado em uma estrutura que visa oferecer uma análise detalhada e progressiva sobre o tema proposto. A seguir, são apresentados os principais



capítulos que compõem esta pesquisa:

- **Capítulo 1 - Introdução:** Apresenta uma visão geral do tema, os objetivos da pesquisa, a justificativa e a metodologia adotada.
- **Capítulo 2 - Referencial Teórico:** Constrói as bases teóricas do estudo, abrangendo desde conceitos fundamentais até modelos e teorias relacionadas ao tema específico.
- **Capítulo 3 - Metodologias:** Detalha o design da pesquisa, métodos e submétodos escolhidos, explicando a coleta e análise de dados.
- **Capítulo 4 - Execução da Pesquisa e Resultados:** Apresenta o processo de execução da pesquisa, incluindo cronograma e etapas do estudo, além da exposição dos resultados brutos.
- **Capítulo 5 - Análise dos Resultados:** Interpreta os resultados brutos, transformando-os em percepções e discutindo-os em relação aos objetivos e hipóteses do estudo.
- **Capítulo 6 - Análise de Viabilidade Técnica:** Enfoca a viabilidade prática da aplicação baseada em inteligência artificial para promover *feedbacks* formativos, abordando objetivos técnicos, requisitos da ferramenta e tecnologias idealizadas.
- **Capítulo 7 - Planejamento:** Apresenta o planejamento das atividades realizado no primeiro período do trabalho, e o planejamento previsto para o segundo período.
- **Capítulo 8 - Considerações Finais da Pesquisa:** Apresenta um resumo das descobertas, implicações, sugestões para estudos futuros e a conclusão do trabalho de pesquisa.
- **Capítulo 9 - Desenvolvimento da Ferramenta de Feedback Formativo - FeedFor:** Apresenta um aglomerado de informações sobre o desenvolvimento do projeto.
- **Capítulo 10 - Conclusão:** Apresenta um aglomerado de informações sobre o desenvolvimento do projeto.

Cada capítulo foi estrategicamente organizado para oferecer uma análise progressiva e abrangente sobre o tema proposto, contribuindo para a compreensão e o avanço neste campo específico.

## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Conceitos Fundamentais

#### 2.1.1 Avaliação Acadêmica

Segundo Aline Oliva em "Avaliação Educacional: O que é e Importância" (OLIVA, 2023), a avaliação acadêmica é um componente central no processo educacional, fornecendo informações sobre o desempenho dos estudantes e, conseqüentemente, reorientando as estratégias pedagógicas dos professores. Tradicionalmente, ela tem sido vista como uma forma de medir a aprendizagem e atribuir notas, mas abordagens modernas a veem como uma ferramenta poderosa para promover a aprendizagem significativa. O *feedback* educacional, por sua vez, é um componente crucial da avaliação, proporcionando informações detalhadas sobre o desempenho dos alunos, orientando avanços e estimulando a autorreflexão.

#### 2.1.2 Feedback Formativo

Conforme o artigo "Um Estudo sobre o Feedback Formativo na Avaliação em Matemática e sua Conexão com a Atribuição de Notas" (VAZ, 2021), o *feedback* formativo assume um papel vital no panorama educacional, diferenciando-se da avaliação somativa ao direcionar-se para a regulação da aprendizagem dos alunos. Enquanto a avaliação somativa busca certificar e classificar os estudantes, o feedback formativo oferece orientação contínua para impulsionar o desenvolvimento acadêmico. Essa abordagem visa identificar lacunas de compreensão e oferecer sugestões específicas para aprimorar o desempenho dos alunos ao longo do processo de aprendizagem, indo além das notas e buscando a construção contínua do conhecimento e das habilidades dos estudantes.

#### 2.1.3 Avaliação Individual

Nas disciplinas de requisitos de software e métodos de desenvolvimento de software, a avaliação individual dos alunos desempenha um papel fundamental no acompanhamento do progresso e na verificação da compreensão dos conteúdos lecionados. Essas avaliações são realizadas periodicamente ao longo do semestre para medir o conhecimento adquirido pelos estudantes nos tópicos apresentados em aula.

Essas avaliações tradicionalmente se baseiam em resultados numéricos, destacando as notas obtidas pelos alunos, bem como a quantidade de questões respondidas correta e incorretamente. Os formatos de perguntas variam entre múltipla escolha, verdadeiro ou

falso, ou inserir sentenças nas lacunas corretas. Esse modelo de avaliação permite uma análise mais ampla das habilidades e conhecimentos adquiridos, além de oferecer uma visão objetiva do desempenho individual de cada estudante ao longo do curso.

#### 2.1.4 Inteligência Artificial

Segundo o artigo "O que é IA? Saiba mais sobre inteligência artificial" (O..., 2023a), a inteligência artificial (IA) engloba aplicações capazes de realizar tarefas complexas anteriormente executadas por interação humana, como comunicação online com clientes e jogos de xadrez. Embora seja comumente confundida com subcampos como *machine learning* (ML) e *deep learning*, a IA representa um termo mais amplo.

Empresas têm investido em equipes de ciência de dados para extrair valor de várias fontes de dados por meio da IA, visando automatizar tarefas complexas e melhorar a experiência do usuário. Desenvolvedores utilizam a IA para conectar-se com clientes, identificar padrões e resolver problemas, embora seja necessário conhecimento em matemática e algoritmos para seu uso. Projetos iniciais de IA, como a criação de aplicativos simples, podem ajudar a compreender seus conceitos básicos e potenciais.

A IA tornou-se um pilar da inovação, fornecendo compreensão detalhada de dados, automação de tarefas complexas e aprimoramento do desempenho das empresas (O..., 2023a). Seu uso tem sido direcionado para diversas finalidades, desde segurança até análises preditivas. Apesar dos desafios computacionais e de expertise, as empresas estão priorizando sua implementação, reconhecendo sua capacidade de otimizar operações e impulsionar resultados comerciais.

#### 2.1.5 Processamento de Linguagem Natural

O Processamento de Linguagem Natural (PLN) é uma vertente do *machine learning* que confere aos computadores a habilidade de interpretar e compreender a linguagem humana (O..., 2023b). Essa tecnologia permite a análise de grandes volumes de dados de voz e texto de múltiplos canais de comunicação, como e-mails, mensagens, redes sociais, áudio e vídeo. Com o PLN, é viável processar esses dados, identificar intenções ou sentimentos nas mensagens e fornecer respostas em tempo real.

O PLN desempenha um papel crucial na análise eficiente de dados textuais e falados, lidando com variações linguísticas, gírias e irregularidades gramaticais típicas das interações diárias (O..., 2023b). Empresas utilizam-no para diversas tarefas automatizadas, desde processamento de documentos extensos e análise de *feedback* de clientes até a implementação de chatbots para atendimento ao cliente automatizado.

A integração do PLN em aplicações voltadas para o cliente possibilita uma comunicação mais eficaz com os clientes (O..., 2023b). Um exemplo é o uso de chatbots para

analisar e responder automaticamente a questões comuns dos clientes, o que reduz custos, libera os agentes de tarefas redundantes e melhora a satisfação do cliente.

O PLN envolve técnicas de pré-processamento, treinamento de modelos e implantação para ser eficaz (O... , 2023b). Começando pela coleta e preparação de dados, passando pelo pré-processamento e treinamento dos algoritmos, até sua implementação para inferência em situações reais.

As tarefas de PLN incluem marcação de parte do discurso, desambiguação do sentido das palavras, reconhecimento de voz, tradução automática, reconhecimento de entidades nomeadas e análise de sentimento (O... , 2023b). Cada uma destas tarefas desempenha um papel específico na compreensão e análise do texto e da fala humana.

### 2.1.6 Plataforma Microsoft Forms

O Microsoft Forms é uma ferramenta online que permite a criação de formulários, questionários e pesquisas. Esta plataforma se destaca pela facilidade de uso e integração com outros serviços da Microsoft, como o OneDrive, Excel e Microsoft Automate, permitindo uma coleta e análise de dados eficaz. Professores podem utilizar o Microsoft Forms para criar avaliações, questionários e pesquisas, facilitando a entrega e avaliação de trabalhos. Além disso, os dados coletados podem ser facilmente compartilhados e analisados para acompanhar o rendimento dos alunos ao longo do curso.

### 2.1.7 Plataforma Microsoft Power Automate

O Microsoft Power Automate, anteriormente conhecido como Microsoft Flow, é uma plataforma de automação que permite criar fluxos de trabalho automáticos entre aplicativos e serviços para sincronizar arquivos, coletar dados, receber notificações, enviar requisições e muito mais. Com a integração do Power Automate e o Excel, é possível automatizar a coleta, análise e compartilhamento de dados. Por exemplo, os professores podem configurar fluxos que transferem automaticamente as respostas dos formulários do Microsoft Forms para planilhas do Excel, onde os dados podem ser organizados, analisados e visualizados de maneira prática e eficiente.

### 2.1.8 OpenAI API

A OpenAI API é uma poderosa ferramenta que oferece acesso a modelos avançados de inteligência artificial da empresa OpenAI, permitindo a criação de aplicações que podem compreender e gerar texto de maneira sofisticada. Esta API pode ser utilizada para diversos fins educacionais, como a criação de assistentes virtuais para ajudar alunos com dúvidas, a geração automática de conteúdo educacional e a análise de dados textuais. Por exemplo, professores podem utilizar a OpenAI API para desenvolver chatbots

que auxiliem os alunos em tempo real, respondendo perguntas e fornecendo explicações adicionais sobre o material do curso.

## 2.2 Modelos e Teorias Relacionadas

No âmbito desta pesquisa, destacamos a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel ([MOREIRA,](#) ) e a Teoria da Avaliação Formativa de Paul Black e Dylan Wiliam ([FERNANDES, 2006](#)) como fundamentais para embasar nosso estudo relacionado a avaliação acadêmica e *feedbacks* formativos.

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel ([MOREIRA,](#) ), sugere que a aprendizagem é mais eficaz quando os novos conhecimentos se ancoram em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, relacionando-se com *feedbacks* formativos ao indicarem como o estudante pode se aperfeiçoar em uma área de estudos, que, por realizar uma avaliação, pressupõe que são conceitos previamente estabelecidos.

A Teoria da Avaliação Formativa, desenvolvida por Paul Black e Dylan Wiliam ([FERNANDES, 2006](#)), ressalta a importância de *feedbacks* formativos no processo educacional. Essa teoria enfatiza que a avaliação não deve ser apenas um meio de medir o desempenho, mas também uma ferramenta para orientar e consolidar a aprendizagem.

Essas teorias são essenciais para o embasamento teórico deste estudo, são apresentados conceitos valiosos para aprimorar o processo de avaliação acadêmica, como a aprendizagem significativa segundo Ausubel ([MOREIRA,](#) ) e a avaliação formativa por Black e Wiliam ([FERNANDES, 2006](#)). Sua aplicação e entendimento aprofundado serão fundamentais para o desenvolvimento de práticas mais eficazes de avaliação.

## 2.3 Trabalhos Correlatos

A literatura existente abrange uma gama significativa de estudos relacionados ao papel dos *feedbacks* no processo de construção da aprendizagem significativa e na interação positiva da inteligência artificial com a formação acadêmica dos estudantes. Ao investigar pesquisas publicadas nesta área, é evidente o reconhecimento do impacto fundamental dos *feedbacks* na educação. Os estudos apresentados a seguir não apenas destacam a importância crucial desses mecanismos de retroalimentação no contexto educacional, mas também exploram como a aplicação da inteligência artificial tem contribuído para aprimorar o desenvolvimento e desempenho dos estudantes ao longo de sua jornada acadêmica.

O artigo "O *feedback* como recurso para a motivação e avaliação da aprendizagem na educação a distância", de 2009 ([FLORES, 2009](#)), apresenta o recurso do *feedback* como instrumento de motivação e avaliação da aprendizagem na educação à distância. O trabalho enfatiza o papel desse recurso como ferramenta capaz de estimular o estu-

dante a construir e reconstruir sua aprendizagem, num exercício constante de reflexão. Assim sendo, nosso trabalho busca ampliar essa visão e inserir a Inteligência Artificial como ferramenta tecnológica capaz de facilitar esse processo, aliando os dois recursos no aperfeiçoamento do processo avaliativo.

Em "Inteligência Artificial e Feedback: novo desafio em avaliação", de 2023 (BOAS, 2023), é possível aprender com o relato de estudos sobre o uso da inteligência artificial para gerar *feedbacks* dos estudante sobre a atuação dos docentes nos EUA. Os docentes receberiam *feedbacks* dos estudantes sobre seu trabalho, visando aperfeiçoar suas práticas. O que o trabalho não mostra é o uso desse recurso para favorecer a aprendizagem dos estudantes, justamente o que a nossa pesquisa procura explorar.

Por fim, no trabalho "*Artificial intelligence in constructing personalized and accurate feedback systems for students*"(XU JUN MENG; DEVI, 2023), encontramos o uso da inteligência artificial na elaboração de *feedbacks* aos estudantes no contexto educacional e o impacto positivo sobre a aprendizagem. O estudo vem ao encontro deste trabalho no sentido de demonstrar que o uso de *feedbacks* na avaliação pode favorecer a aprendizagem significativa e o aperfeiçoamento dos processos avaliativos.

## 3 Metodologias

Fase do Trabalho	Objetivos Específicos	Métodos e Técnicas	Resultados
TCC 1	Identificar percepções, sentimentos, atitudes e idéias dos participantes a respeito de um determinado assunto, produto ou atividade	Grupo Focal	Lista de melhorias e feedbacks
	Coletar dados sobre características, comportamentos ou opiniões de um grupo específico	Survey	Obter dados quantitativos para realizar análises
	Encontrar materiais relevantes sobre as metodologias utilizadas	Snowballing	Obtenção de materiais relevantes para o trabalho
	Melhorar a eficiência, qualidade e fluxo de trabalho	Kanban	Melhor organização e gerenciamento do trabalho
	Medir a consistência interna dos itens do questionário	Alfa de Cronbach	Estimativa de confiabilidade do questionário

Tabela 2 – Tabela de objetivos, técnicas e resultados referentes ao TCC 1

### 3.1 Kanban

#### 3.1.1 Introdução ao Kanban

Originário do Japão, o Kanban foi inicialmente uma metodologia associada à Toyota na produção industrial, visando melhorar a eficiência, qualidade e fluxo de trabalho. Hoje, sua aplicação se estende a áreas diversas, como a gestão de projetos acadêmicos, por exemplo, na produção de TCCs ([CORONA; PANI et al., 2013](#)).

O sistema Kanban se baseia em quadros visuais onde tarefas são representadas por cartões. Estes, por sua vez, transitam por etapas (ou colunas) no quadro, tornando transparente o progresso, identificação de gargalos e desafios. Segundo Erika Corona, o

kanban utiliza a taxa de demanda para controlar a taxa de produção (CORONA; PANI et al., 2013).

### 3.1.2 Etapas do Kanban

Para Corona(CORONA; PANI et al., 2013), o Kanban, normalmente, segue alguns passos:

1. Mapear o fluxo, encontrando as atividades.
2. Expressar os requisitos através de um conjunto de características.
3. A depender das atividades e da equipe, deve-se estabelecer um limite máximo para finalizar as versões em andamento.
4. Configurar o quadro Kanban.
5. Elaborar a política para atribuir as atividades e tarefas e também para lidar com questões relacionadas ao fluxo.
6. Decidir o formato e a programação das reuniões.
7. Planejar o lançamento das versões do projeto.

Neste trabalho, o Kanban será utilizado para gerenciar e controlar as atividades a serem feitas e entregues, do início ao fim. A elaboração do quadro deve ser a primeira etapa do trabalho.

## 3.2 Coleta de Dados

### 3.2.1 Survey

Segundo Pinsonneault (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993), a abordagem de pesquisa por levantamento pode ser definida como o processo de coleta de dados ou informações sobre as características, comportamentos ou opiniões de um grupo específico de pessoas designado para representar uma população-alvo. Isso é geralmente realizado por meio de um instrumento de pesquisa, frequentemente na forma de um questionário.

Para Pinsonneault (PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993) a survey é apropriada quando:

1. As questões centrais de interesse sobre os fenômenos são “o que está acontecendo?”, e “como e por que isso está acontecendo?”.
2. O controle das variáveis independentes e dependentes não é possível ou não é desejável.
3. Os fenômenos de interesse devem ser estudados em seu ambiente natural.



4. Os fenômenos de interesse ocorrem no tempo atual ou no passado recente.

Neste trabalho, utilizaremos o Survey para elaborar um questionário a fim de realizar análises quantitativas e qualitativas com o propósito de entender as preferências, quanto ao formato de feedback, dos discentes que participarão do questionário.

Nesta etapa é esperado criar o protótipo do questionário, para, posteriormente, passar pela validação por parte do professor orientador.

### 3.2.2 Validação com Grupo Focal

Para Caplan ([CAPLAN, 1990](#)), os grupos focais são “pequenos grupos de pessoas reunidos para avaliar conceitos ou identificar problemas”.

O objetivo central do grupo focal é identificar percepções, sentimentos, atitudes e idéias dos participantes a respeito de um determinado assunto, produto ou atividade. Seus objetivos específicos variam de acordo com a abordagem de pesquisa. Em pesquisas exploratórias, seu propósito é gerar novas idéias ou hipóteses e estimular o pensamento do pesquisador, enquanto que, em pesquisas fenomenológicas ou de orientação, é aprender como os participantes interpretam a realidade, seus conhecimentos e experiências. ([DIAS, 2000](#))

A primeira etapa do grupo focal é o seu planejamento. Nessa etapa deve ser definido o objetivo da pesquisa, isto é, o que se pretende e quais as metas específicas a serem alcançadas ([DIAS, 2000](#)).

Segundo Dias ([DIAS, 2000](#)), "... o moderador é responsável pela elaboração do guia de entrevista, a condução da discussão, a análise e o relato de seus resultados. Em certos casos, atua inclusive no recrutamento dos participantes".

Ainda na fase de planejamento, é escolhido o local mais apropriado para a realização da reunião. A fim de facilitar a interação entre os participantes, é recomendável um ambiente agradável, tranquilo, sem quaisquer objetos que possam desviar a atenção do grupo ou interromper a discussão, como telefones, por exemplo. A localização das pessoas na sala deve facilitar o contato visual entre todos. Para isso, é comum a disposição de cadeiras em círculo ou em torno de uma grande mesa redonda ([DIAS, 2000](#)).

Neste trabalho, o grupo focal será realizado após a validação do questionário pelo professor orientador e tem como objetivo aprimorar o questionário, por meio de insights e novas ideias de questões e de formatos de feedback, providos pelos participantes.

### 3.2.3 Avaliação da confiabilidade

Apresentado por Lee J. Cronbach em 1951, o coeficiente  $\alpha$  de Cronbach (assim como é cientificamente conhecido) é uma das estimativas da confiabilidade de um quesiti-

onário que tenha sido aplicado em uma pesquisa, dado que todos os itens de um questionário utilizam a mesma escala de medição (FREITAS; RODRIGUES, 2005).

A fórmula para encontrar o  $\alpha$  foi definida por Lee J. Cronbach:

$$\frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right) \quad (3.1)$$

Freitas e Rodrigues (FREITAS; RODRIGUES, 2005), sugerem a classificação da confiabilidade do coeficiente alfa de Cronbach de acordo com os seguintes limites:

- A.  $\alpha \leq 0,30$  – Muito baixa
- B.  $0,30 < \alpha \leq 0,60$  - Baixa
- C.  $0,60 < \alpha \leq 0,75$  - Moderada
- D.  $0,75 < \alpha \leq 0,90$  - Alta
- E.  $\alpha > 0,90$  – Muito alta

Neste trabalho, após a obtenção das respostas do questionário, será realizado o cálculo do alfa de Cronbach com o propósito de medir a consistência interna dos itens do questionário.

### 3.2.4 Análise de dados

Os dados obtidos com a realização da survey devem ser analisados por meio de ferramental estatístico para a obtenção das informações desejadas, devendo-se, para tanto, considerar o tipo de análise estatística aplicável às variáveis em estudo. As variáveis podem ser qualitativas, que têm como resultado atributos ou qualidades, ou quantitativas, que têm como resultado números de determinada escala (FREITAS et al., 2000).

Neste trabalho, a análise de dados será feita de forma quantitativa e qualitativa, utilizando gráficos com o propósito de realizar uma análise profunda dos dados coletados, correlacionando-os com os objetivos e hipóteses do trabalho.

Através da análise de dados

## 3.3 Pesquisa em Artigos

### 3.3.1 Snowballing

Segundo Wohlin (WOHLIN, 2014), o método de Snowballing refere-se ao uso da lista de referências bibliográficas de um artigo ou das citações de um artigo para identificar documentos adicionais. O snowballing pode ser dividido em "backward snowballing" e "forward snowballing".

Nas pesquisas em bases de dados, o primeiro passo é identificar palavras-chave e formular strings de pesquisa. Ao aplicar uma abordagem de snowballing, o primeiro desafio é identificar um conjunto inicial de documentos a serem usados para o procedimento de snowballing (WOHLIN, 2014).

O backward snowballing consiste em utilizar a lista de referências para identificar novos artigos a serem incluídos (WOHLIN, 2014).

Para Wohlin (WOHLIN, 2014), as iterações no backward snowballing possuem os seguintes passos:

1. Olhar para o título na lista de referências.
2. Verificar o local da referência.
3. Olhar para o resumo do artigo referenciado.
4. Olhar para o artigo completo das referências

O forward snowballing envolve a identificação de novos artigos com base naqueles que citam o artigo em análise (WOHLIN, 2014).

Para Wohlin (WOHLIN, 2014), as iterações no forward snowballing possuem os seguintes passos:

1. Olhar para o título do artigo que cita.
2. Verificar o resumo do artigo que cita.
3. Observar o local da citação no artigo.
3. Ler o artigo completo citado.

Ainda de acordo com Wohlin (WOHLIN, 2014), caso nenhum novo artigo seja encontrado, então o processo de snowballing terminou.

Neste trabalho, a técnica de snowballing será utilizada com o propósito de encontrar materiais relevantes ao trabalho, principalmente referente as metodologias utilizadas TCC 1.

## 4 Execução da Pesquisa e Resultados

### 4.1 Execução da Pesquisa

#### 4.1.1 Kanban

Na primeira semana, foi elaborado um quadro kanban para podermos gerenciar e termos melhor controle sobre as atividades a serem feitas.

O quadro foi montado possuindo as seguintes colunas: Backlog, A fazer, em andamento, revisão por pares, revisão, correção e concluído.

Primeiramente foi mapeado o fluxo, elencando as atividades a serem feitas e entregues. Estas atividades foram colocadas na coluna de "Backlog". Logo após, os requisitos foram separados por conteúdo e prioridade, sendo as atividades de maior prioridade as que estavam no topo da coluna de backlog.

Ao terminar de montar o backlog, as atividades que começaram a serem feitas foram para a coluna de "A fazer", com o prazo de uma semana para a conclusão dos artefatos presentes nesta coluna.

#### 4.1.2 Validação com o orientador

Após a elaboração inicial do questionário, foi realizado uma validação por parte do docente em que foram identificadas oportunidades de melhorias e correção de incongruências ou questões que estivessem desconexas com o propósito do formulário.

#### 4.1.3 Grupo Focal

Como referenciado no capítulo de Metodologias, a primeira etapa do grupo focal deve ser o planejamento e a definição do objetivo do grupo focal. O objetivo da atividade foi discutir como melhorar os feedbacks nas avaliações individuais na plataforma do Moodle usando Inteligência Artificial, em que o foco foi em decidir como fornecer feedbacks mais úteis e construtivos aos alunos, com o objetivo de aprimorar a aprendizagem e o envolvimento na plataforma.

O moderador foi o responsável por montar o roteiro que guiou todo o grupo focal, assim como pelo recrutamento dos participantes.

O local selecionado para a realização do grupo focal foi a sala S6, localizada na Universidade de Brasília no campus do Gama, uma sala grande, em que foi possível

organizar as cadeiras em formato semi-circular, facilitando, assim, o contato visual entre todos os presentes.

As personas que participaram do grupo focal foram alunos da Universidade de Brasília do campus do Gama que cursam ou cursaram as disciplinas de Métodos de Desenvolvimento de Software ou Requisitos de Software com o professor George Marsicano Correa.

Para a obtenção de voluntários, foi passada uma lista em que os alunos que desejassem participar deveriam colocar seu nome e número de celular. Após a coleta das informações dos voluntários, foi criado um grupo na plataforma do WhatsApp para verificar a disponibilidade dos participantes, e assim, encontrar um dia e hora em que fosse possível a participação da maior quantidade de voluntários, com isso, conseguimos a confirmação de dez estudantes que se comprometeram a participar do grupo focal no dia e no horário combinados.

No dia da execução do grupo focal, nenhum dos dez estudantes, que haviam se comprometido, compareceram, mesmo mediante diversas mensagens de lembrança e pedidos para que avisassem caso não pudessem estar presentes. Três dos dez alunos avisaram no dia em questão que não poderiam ir, e os demais nem sequer avisaram, mesmo após o horário.

Mediante este problema, foram convidados alguns alunos para participarem do grupo focal, e dentre estes, quatro aceitaram o convite e participaram, sendo todos estes ex-estudantes das disciplinas de MDS ou RS com o professor George Marsicano.

No início, foi distribuído, para cada participante, um termo de consentimento para gravação da reunião em questão, e após todos assinarem, a gravação foi iniciada, tendo, no final, uma duração de quarenta minutos. O grupo focal foi guiado mediante um roteiro previamente elaborado contendo as seguintes etapas:

1. Introdução: Nesta parte ocorreram as saudações e boas-vindas aos participantes, apresentação do objetivo da entrevista e contexto do tema, e a realização de um quebra-gelo para que os estudantes se sentissem mais confortáveis.

2. Conhecendo os Participantes: Breve apresentação de cada participante.

3. Experiências passadas: Nesta etapa os dicentes foram questionados sobre experiências passadas em avaliações individuais e o feedback recebido. Além disso, foi explorado como o feedback recebido influenciou o desenvolvimento pessoal e profissional.

4. Percepções sobre o Feedback Atual: Foi perguntado sobre a eficácia do feedback fornecido em avaliações individuais.

5. Identificação de Desafios: Questionamento sobre os principais desafios enfrentados ao receber feedback em avaliações individuais. Também foi explorado se os desafios

estão relacionados à clareza, relevância, ou outro aspecto do feedback.

6. Sugestões para Aprimoramento: Nesta etapa foi solicitado sugestões dos participantes sobre como o feedback poderia ser aprimorado para ser mais útil e eficaz. Também foi incentivado a discussão sobre métodos inovadores ou abordagens que possam melhorar o processo de feedback.

7. Compreensão das Preferências: Perguntar sobre as preferências individuais em relação à entrega do feedback.

8. Encerramento: Agradecimento a participação dos entrevistados e também foi oferecido oportunidade para os participantes adicionarem quaisquer comentários finais.

Após a conclusão do grupo focal, foi percebido que a quantidade de participantes e a amostra da população presente não foram as ideias, O esperado era a participação de no mínimo seis participantes, e foram obtidos apenas quatro, além disso, os participantes deveriam ser estudantes das disciplinas de MDS e RS no semestre vigente, porém, os discentes que participaram eram todos alunos que já haviam concluído estas disciplinas.

Tendo em vista os problemas citados, foi realizada uma nova tentativa para a realização de um novo grupo focal com os estudantes que não puderam comparecer, porém, apenas quatro pessoas foram voluntárias, não sendo possível atingir o mínimo de participantes desejados na grupo focal.

Após o grupo focal, foram feitas correções e adições no formulário, o qual passou novamente por uma validação com o docente para confirmação das alterações.

Com as validações concluídas, o formulário foi liberado para que a população amostral escolhida respondesse as perguntas. Os participantes foram todos alunos das disciplinas de Métodos de Desenvolvimento de Software, de código FGA0138, e Requisitos de Software, de código FGA0172, ambas ministradas pelo professor George Marsicano Corrêa. No total foram obtidas setenta e duas respostas.

#### 4.1.4 Seleção de artigos

Para a elaboração do formulário foram aplicadas diversas técnicas com embasamento teórico e acadêmico. Para encontrar estes estudos, foram seguidas as seguintes práticas:

1. Identificação de Bases de Dados e Repositórios: Seleção de bases de dados acadêmicas reconhecidas, como Scopus, Web of Science, Google Scholar, entre outras.

2. Definição de Palavras-chave e Categorias: Palavras como "feedback", "aprendizagem", "feedback formativo", "feedback somativo", "feedback descritivo", entre outras, foram utilizadas para filtrar pesquisas relevantes.

3. Seleção Preliminar de Artigos: Os títulos, resumos dos artigos e quantidade de citações foram analisadas para determinar sua relevância para o estudo.

4. Leitura e Análise Detalhada: Artigos selecionados foram lidos integralmente para extração de insights e práticas pertinentes.

5. Síntese e Categorização: As informações coletadas foram sintetizadas e categorizadas para facilitar sua aplicação prática na definição de feedbacks no Microsoft Forms. Baseando-se nas descobertas da pesquisa em artigos, os feedbacks no Microsoft Forms foram estruturados de forma a maximizar a eficácia e o impacto positivo no aprendizado dos alunos. A decisão sobre qual tipo de feedback priorizar foi tomada com base na literatura e adaptada ao contexto específico do TCC.

6. Snowballing: A técnica de snowballing foi utilizada no trabalho para encontrar novos estudos relevantes a partir da análise de referências em trabalhos já existentes.

Aplicando as etapas de iteração do backward snowballing, citadas no capítulo de Metodologias, os seguintes artigos utilizados como referência neste trabalho foram encontrados:

1. "Survey research methodology in management information systems: an assessment"([PINSONNEAULT; KRAEMER, 1993](#)).

2. "A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de cronbach"([FREITAS; RODRIGUES, 2005](#)).

3. "Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas"([DIAS, 2000](#)).

4. "Using focus group methodology for ergonomic design"([CAPLAN, 1990](#)).

Aplicando as etapas de iteração do forward snowballing, citadas no capítulo de Metodologias, os seguintes artigos utilizados como referência neste trabalho foram encontrados:

1. "A review of lean-kanban approaches in the software development"([CORONA; PANI et al., 2013](#)).

2. "Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering"([WOHLIN, 2014](#)).

## 4.2 Execução da Pesquisa

Com a obtenção dos resultados do formulário, os seguintes dados brutos foram gerados:

1. Qual é a sua identidade de gênero?

Os resultados da pesquisa sugerem que dos setenta e dois participantes, sessenta

são do sexo masculino e doze do sexo feminino, sendo notado que a grande maioria dos participantes são do sexo masculino.

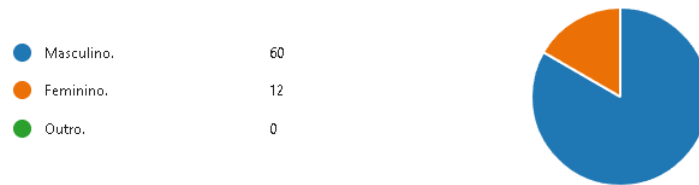


Figura 1 – Questão 1

## 2. Qual disciplina você está cursando?

Nesta questão, sessenta e dois participantes responderam que estão cursando a disciplina de Requisitos de Software, enquanto apenas dez estão cursando a disciplina de Métodos de Desenvolvimento de Software.

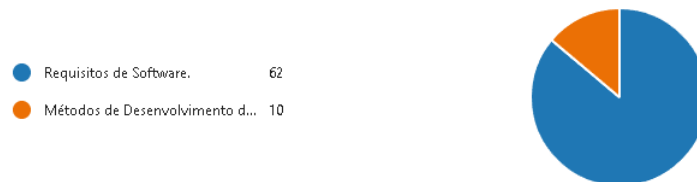


Figura 2 – Questão 2

## 3. É sua primeira vez cursando a disciplina?

Dos setenta e dois participantes, sessenta e oito responderam que essa é a primeira vez que estão fazendo a mesma disciplina, enquanto apenas quatro estão refazendo a matéria.



Figura 3 – Questão 3

## 4. Você apresenta algum transtorno neurológico? (TDAH, TEA, distúrbios da aprendizagem, entre outros)

Nesta questão, nove participantes responderam que possuem algum tipo de transtorno neurológico, enquanto trinta e quatro responderam que não. Entretanto, também possui uma parcela significativa de vinte e nove estudantes que não souberam responder sobre sua condição.



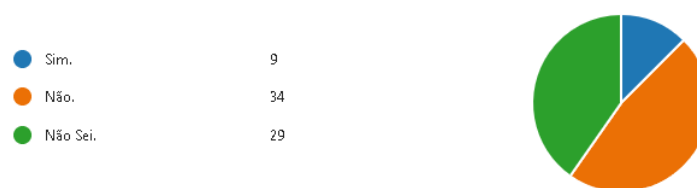


Figura 4 – Questão 4

#### 5. Menções (Exemplo: MM ou MS).

Referente ao retorno do feedback através apenas de menções, 56.9% dos participantes votaram no valor 5, 29.4% no valor 4, 11.1% no valor 3, 1.4% no valor 2 e 1.4% no valor 1.



Figura 5 – Questão 5

#### 6. Visualizar o gabarito de cada questão.

Referente a visualização do gabarito de cada questão, 80.6% dos participantes votaram no valor 5, 12.5% no valor 4 e 6.9% no valor 3, não existindo votos nos valores inferiores a 3, notando, assim, uma grande importância em saber qual é a resposta de determinada questão.



Figura 6 – Questão 6

#### 7. Exibir a explicação correspondente ao gabarito de cada questão.

Nesta questão, 75% dos participantes votaram no valor 5, 16.7% no valor 4, 6.9% no valor 3 e 1.4% no valor 2, não tendo respostas para o valor 1. Nota-se, então, um grande interesse na exibição de uma explicação para cada questão do questionário.

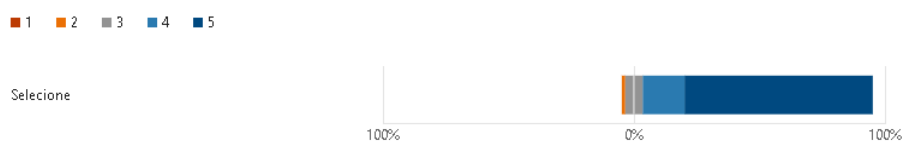


Figura 7 – Questão 7

#### 8. Indicação do material de estudo necessário para revisões do conteúdo.

Referente a indicação de material para estudo, 66.7% dos participantes votaram no valor 5, 15.3% no valor 4, 9.7% no valor 3, 5.6% no valor 2 e 2.8% no valor 1. Com esses dados, é perceptível o interesse por parte dos participantes na indicação de matérias de estudo como complemento.

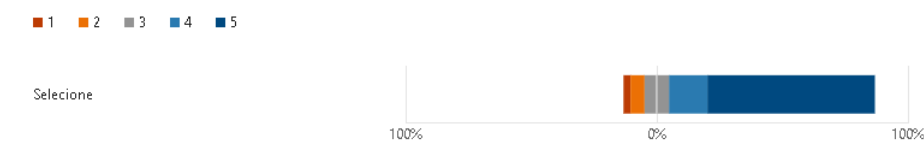


Figura 8 – Questão 8

#### 9. Visualizar os temas dos conteúdos que tiveram baixa taxa de acerto por meio de indicações textuais.

Referente a esta questão, 50% dos participantes votaram no valor 5, 26.4% no valor 4, 15.3% no valor 3, 6.9% no valor 2 e 1.4% no valor 1.



Figura 9 – Questão 9

#### 10. Visualizar um gráfico com uma divisão por temas em um conteúdo informando o desempenho na avaliação.

Quanto a este formato de feedback, 34.7% dos participantes votaram no valor 5, 26.4% no valor 4, 25% no valor 3, 11.1% no valor 2 e 2.8% no valor 1. Nota-se que, comparado com as questões anteriores, não existe um grande interesse neste formato de feedback, podendo servir como feedback secundário.



Figura 10 – Questão 10

11. Reunião com o professor da disciplina para discutir sobre o resultado na avaliação e receber um Feedback humano.

Nesta questão, 22.2% dos participantes votaram no valor 5, 19.4% no valor 4, 43.1% no valor 3, 8.3% no valor 2 e 6.9% no valor 1. Percebe-se um maior desinteresse por parte dos participantes neste formato de feedback, visto que mais de 50% dos participantes votaram em um valor menor ou igual a três.



Figura 11 – Questão 11

12. Relatório no formato PDF com um feedback descritivo do desempenho do aluno na avaliação.

Para esta questão, 30.6% dos participantes votaram no valor 5, 20.8% no valor 4, 31.9% no valor 3, 9.7% no valor 2 e 6.9% no valor 1.



Figura 12 – Questão 12

## 5 Análise dos Resultados

### 5.1 Avaliação da confiabilidade

Primeiramente, foi executado uma avaliação de confiabilidade para o formulário proposto. O método de avaliação utilizado foi o alfa de Cronbach. Para encontrar o  $\alpha$  foi utilizada a fórmula definida no capítulo de Metodologias.

O cálculo foi aplicado somente as questões de escala de classificação em que a escala de avaliação varia entre 1 e 5.

O cálculo do  $\alpha$  de Cronbach gerou um valor exato de 0.753268, e este valor é classificado como "Alto", segundo os valores referenciados no capítulo de Metodologias.

### 5.2 Interpretação dos dados

O mapa de calor a seguir, gerado pelo ChatGPT, representa as correlações entre diferentes formatos de feedback com base nas preferências dos alunos. Cada célula representa a correlação entre dois formatos de feedback, com valores variando de -1 a 1. Um valor de correlação próximo de 1 indica uma forte correlação positiva, significando que quando a preferência por um formato aumenta, a preferência pelo outro também tende a aumentar. Um valor próximo de -1 indicaria uma forte correlação negativa, o que não é observado neste conjunto de dados. Valores próximos de 0 indicam pouca ou nenhuma correlação.

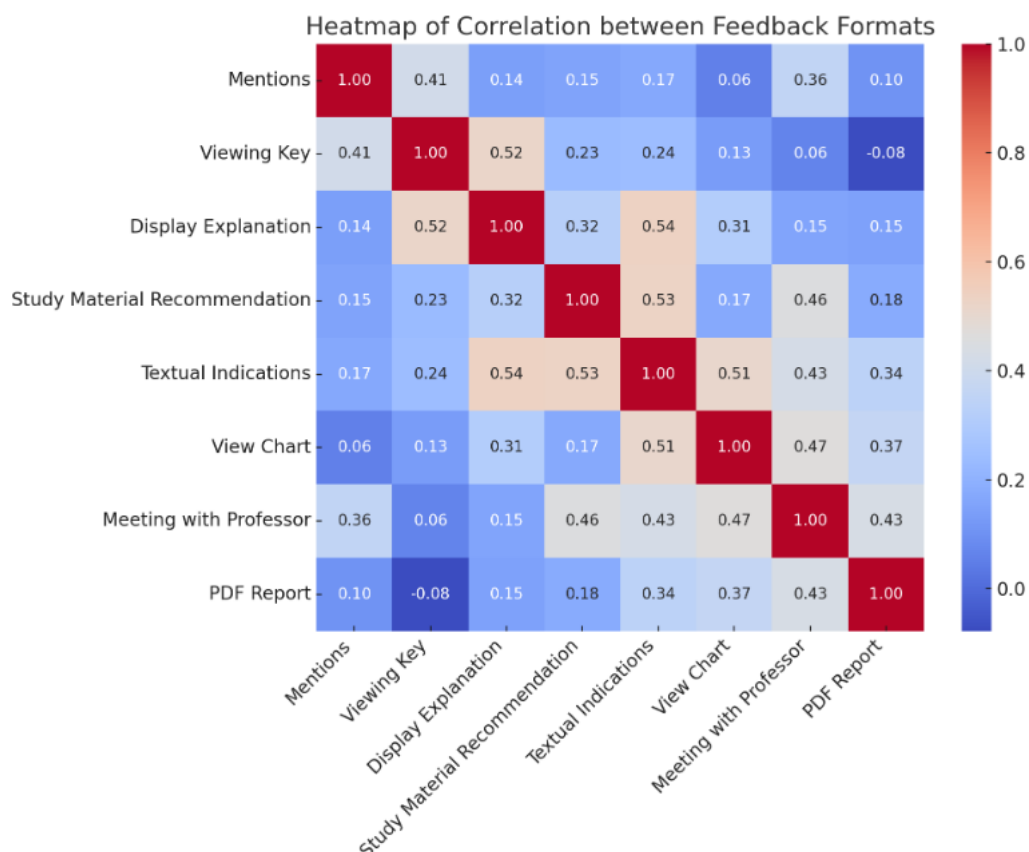


Figura 13 – Mapa de calor das correlações entre os formatos de feedback

A partir dos dados quantitativos, obtidos através do formulário, é possível extrair diversas informações qualitativas relevantes, tais como:

1. Explicação do gabarito de cada questão: Esse aspecto parece ser bastante valorizado, com muitos 5's, indicando que os respondentes veem grande importância em entender o porquê de suas respostas estarem certas ou erradas.

2. Indicação do material de estudo: Este item parece ter uma importância moderada a alta, com uma variação nas respostas, mas com muitos participantes ainda atribuindo a nota máxima.

3. Correlações mais fortes entre certos formatos, como explicação de gabarito e indicação de material de estudo, podem sugerir que os alunos veem esses métodos como complementares e eficazes em conjunto.

4. As respostas às questões visualizar gabarito de cada questão, explicação do gabarito, e indicação de material de estudo indicam uma preferência dos alunos por feedbacks que fornecem detalhes específicos e orientações claras. Isso sugere que os alunos valorizam feedbacks que não apenas apontam os erros, mas também orientam sobre como corrigi-los e melhorar.

5. As preferências mais baixas para temas com baixa taxa de acerto e gráfico de

desempenho) podem indicar que, embora a visualização de dados seja útil, ela deve ser complementada com feedbacks mais explicativos e detalhados para ser eficaz.

6. As correlações observadas entre diferentes formatos de feedback sugerem que um sistema de IA para feedback formativo deve ser capaz de identificar padrões nos erros dos alunos e fornecer explicações detalhadas, juntamente com recursos e orientações para melhoria.

7. A IA poderia ser programada para reconhecer áreas problemáticas comuns entre os alunos e sugerir recursos específicos ou estratégias de estudo.

8. Visualizar Gabarito e Explicação do Gabarito: A alta preferência por esses formatos indica que os alunos valorizam não só saber as respostas corretas, mas também entender o raciocínio por trás delas. Isso sugere a importância de um sistema de IA que não se limite a apontar erros, mas forneça explicações claras e métodos para corrigi-los.

9. As correlações entre diferentes formatos de feedback apontam para a preferência dos alunos por um sistema holístico que integre múltiplos tipos de feedback. Por exemplo, a combinação de visualização de desempenho com explicações detalhadas pode ser particularmente eficaz.

10. Variação Mínima: As variações nas preferências de feedback com base no gênero são mínimas para a maioria dos formatos, indicando que ambos os gêneros têm preferências similares por esses tipos de feedback.

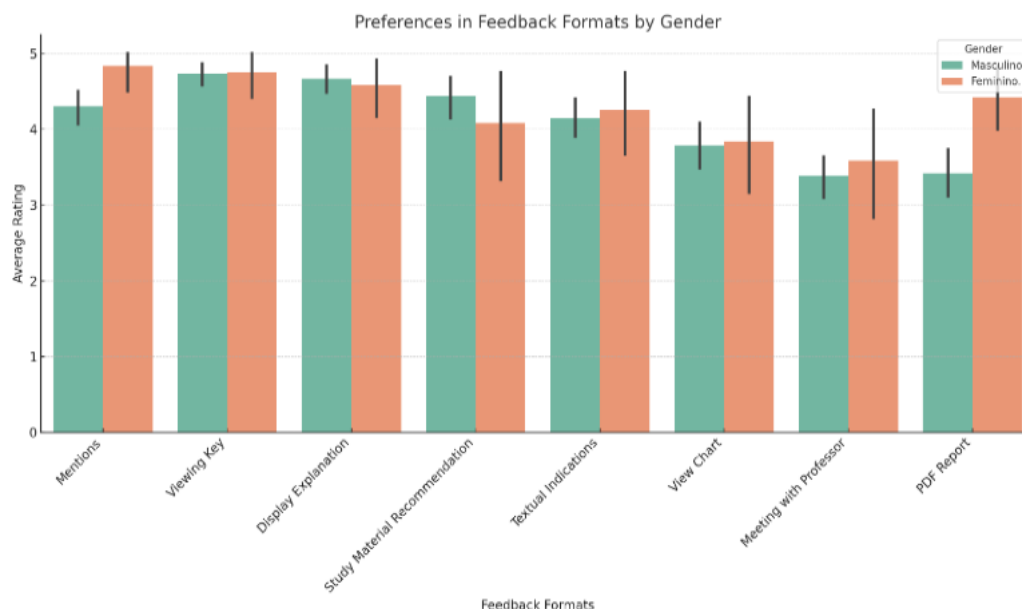


Figura 14 – Gráfico representando a relação entre gênero e a avaliação do formato de feedback.

11. Algumas correlações entre diferentes formatos de feedback foram moderadamente altas, indicando que os alunos que preferem um tipo de feedback também tendem

a preferir outros tipos similares. Por exemplo, a correlação entre Explicação do Gabarito e Indicação de Material de Estudo foi particularmente notável.

12. Foi observada correlações moderadas entre a presença de transtornos neurobiológicos e a preferência por certos tipos de feedback, como "Visualizar Gabarito" e "Reunião com o Professor". Essas correlações sugerem que alunos com transtornos neurobiológicos podem ter preferências específicas por feedbacks mais detalhados e interativos.

O gráfico a seguir, gerado pela ferramenta ChatGPT, mostra as correlações entre a presença de transtornos neurobiológicos nos respondentes e suas preferências por diferentes formatos de feedback:

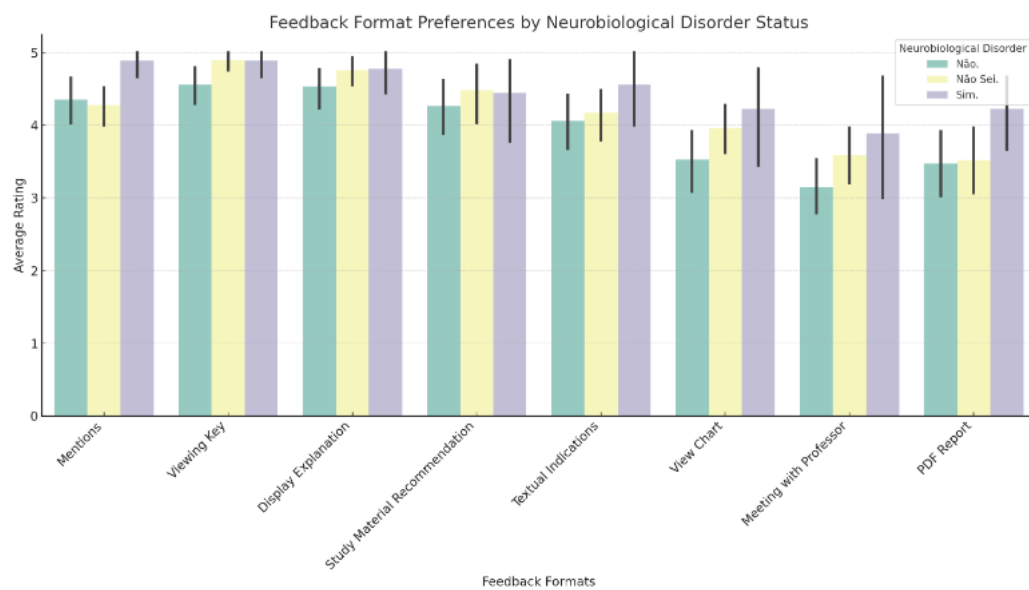


Figura 15 – Correlações entre a presença de transtornos neurobiológicos nos respondentes e suas preferências por diferentes formatos de feedback

Nº	Aspecto Analisado	Observações e Conclusões
1	Explicação do Gabarito de Cada Questão	Alta valorização com muitos 5's, indicando a importância de entender as respostas certas ou erradas.
2	Indicação do Material de Estudo	Importância moderada a alta, com variação nas respostas.
3	Correlação entre Explicação de Gabarito e Material de Estudo	Sugere que os alunos veem esses métodos como complementares.
4	Preferência por Feedbacks Detalhados e Orientações Claras	Alunos valorizam feedbacks que orientam sobre como corrigir erros e melhorar.
5	Preferências mais Baixas para Temas com Baixa Taxa de Acerto	Indica que feedbacks devem ser complementados com detalhes explicativos.
6	Correlações entre Formatos de Feedback	Sistema de IA deve identificar padrões nos erros e fornecer explicações detalhadas e recursos para melhoria.
7	IA para Reconhecimento de Áreas Problemáticas	Sugerir recursos específicos ou estratégias de estudo.
8	Visualizar Gabarito e Explicação do Gabarito	Alta preferência indica a valorização do entendimento do raciocínio por trás das respostas.
9	Correlações entre Diferentes Formatos de Feedback	Preferência por um sistema holístico que integre múltiplos tipos de feedback.
10	Variação Mínima com Base no Gênero	Preferências similares entre os gêneros para a maioria dos formatos de feedback.
11	Correlações entre Diferentes Tipos de Feedback	Alunos que preferem um tipo de feedback tendem a preferir outros similares.
12	Correlações e Transtornos Neurobiológicos	Alunos com transtornos neurobiológicos podem preferir feedbacks mais detalhados e interativos.

Tabela 3 – Resumo das Análises dos Dados Quantitativos do Formulário

### 5.3 Discussão

A partir dos dados apresentados, os três formatos de feedback com maior dominância de importância foram: "Visualizar o gabarito de cada questão", "Exibir a explicação correspondente ao gabarito de cada questão" e "Indicação do material de estudo necessário para revisões do conteúdo". Estes três formatos corroboram com a ideia de feedback formativo, que, segundo Shute (SHUTE, 2008), é definido como a informação comunicada ao aluno que pretende modificar seu pensamento ou comportamento com o propósito de melhorar o aprendizado, ou seja, consiste em toda informação que permite ao aluno identificar o que falta fazer e como fazer para alcançar o esperado.

Também é importante considerar as limitações deste estudo. Primeiramente, a amostra foi limitada a alunos de duas disciplinas específicas, o que pode restringir a



generalização dos resultados para outros contextos educacionais ou disciplinas. Além disso, o estudo focou principalmente em correlações entre preferências de feedback e certos fatores demográficos, como gênero e a presença de transtornos neurobiológicos, mas não explorou outras variáveis importantes que podem influenciar as preferências de feedback, como o contexto cultural, o histórico educacional prévio ou o estilo de aprendizagem individual.

## 6 Análise de Viabilidade Técnica

### 6.1 Introdução

Neste capítulo, discutiremos a viabilidade técnica do desenvolvimento de uma Inteligência Artificial para aprimorar a avaliação individual nas disciplinas de requisitos de software e métodos de desenvolvimento de software na Universidade de Brasília. Exploraremos as tecnologias e ferramentas necessárias para analisar o desempenho dos alunos, e fornecer *feedbacks* formativos.

### 6.2 Objetivos Técnicos

Os objetivos técnicos deste trabalho refletem em analisar o desempenho dos alunos em avaliações individuais das disciplinas requisitos de software e métodos de desenvolvimento de software, para gerar *feedbacks* formativos por meio de uma inteligência artificial.

Existindo uma comunicação externa à plataforma utilizada nas disciplinas, o Microsoft Forms, sendo executada por meio de uma automação com a ferramenta Microsoft Power Automate, que provê a comunicação entre os dados das avaliações individuais dos alunos e os *feedbacks* formativos gerados pela inteligência artificial.

### 6.3 Requisitos da Ferramenta

A implementação para alcançar o objetivo técnico desejado pode exigir o uso de diversas ferramentas de inteligência artificial e *frameworks*. Algumas considerações incluem:

- Processamento de Linguagem Natural (PLN): para que, após a compreensão e análise de desempenho, possamos gerar *feedback* textual de forma coerente e compreensível.
- Integração com API Externa: considerando a possibilidade de enviar dados para uma API externa que receberá os resultados das avaliações individuais dos estudantes e retornará o *feedback* gerado pela IA.

### 6.4 Tecnologias Idealizadas

Levando em consideração os requisitos da ferramenta a ser construída, foi planejada a utilização das seguintes tecnologias em cada ambiente:

- PLN: biblioteca NLTK (*Natural Language Toolkit*), SpaCy, modelos de linguagem pré-treinados como BERT e ferramentas da OpenAI, como o modelo GPT (*Generative Pre-trained Transformer*).
- API Externa: utilizar o *framework* FastAPI, para desenvolver uma API em Python que se comunique com o modelo de inteligência artificial.

Além disso, será desenvolvido um fluxo de trabalho que integra o Microsoft Forms e a API externa. Os dados das avaliações individuais realizadas pelos discentes serão enviados automaticamente para a API por meio do Microsoft Power Automate. Após o processamento das informações, o feedback formativo gerado será disponibilizado para os alunos em um arquivo no formato PDF, acessível diretamente através da plataforma de e-mail.

## 7 Planejamento

### 7.1 Trabalho de Conclusão de Curso 1

Para o planejamento do TCC1, as atividades levantadas serão descritas na tabela a seguir, para facilitar no entendimento, as siglas levarão em consideração a ordem cronológica do desenvolvimento de cada atividade:

Sigla	Descrição
A1	Criar estrutura do relatório do TCC1 no Overleaf
A2	Criar planejamento
A3	Desenvolver o Resumo
A4	Estudar documentação técnica do Moodle
A5	Desenvolver o capítulo 1
A6	Desenvolver o capítulo 2
A7	Criar formulário de pesquisa sobre tipos de feedbacks
A8	Desenvolver o capítulo 3
A9	Criar roteiro para entrevista em grupo focal
A10	Encontrar participantes para entrevista em grupo focal
A11	Realizar entrevista em grupo focal
A12	Adaptar formulário de pesquisa com dados coletados na entrevista em grupo focal
A13	Divulgar formulário de pesquisa para as disciplinas REQ e MDS
A14	Desenvolver o capítulo 4
A15	Desenvolver o capítulo 5
A16	Pesquisar tecnologias para viabilizar a ferramenta
A17	Desenvolver o capítulo 6
A18	Desenvolver o capítulo 7
A19	Desenvolver o capítulo 8
A20	Corrigir relatório baseando-se na revisão do orientador
A21	Preparar apresentação do TCC1 para a banca avaliadora
A22	Apresentar o TCC1 para a banca avaliadora
A23	Realizar retrospectiva sobre o TCC1

Tabela 4 – Tabela de siglas de atividades do TCC1

A tabela a seguir ligará as atividades com os seus respectivos períodos:

Período	Atividade
05/09/2023 - 12/09/2023	A1, A2
13/09/2023 - 19/09/2023	A2, A3
20/09/2023 - 26/09/2023	A3, A4, A5
27/09/2023 - 03/10/2023	A4, A5, A6
04/10/2023 - 10/10/2023	A4, A6, A7
11/10/2023 - 17/10/2023	A7, A8
18/10/2023 - 24/10/2023	A7, A8
25/10/2023 - 31/10/2023	A8, A9, A10, A11
01/11/2023 - 07/11/2023	A12, A13
08/11/2023 - 14/11/2023	A14, A15
15/11/2023 - 21/11/2023	A16, A17, A18, A19
22/11/2023 - 28/11/2023	A20
29/11/2023 - 05/12/2023	A20
06/12/2023 - 12/12/2023	A21
13/12/2023 - 19/12/2023	A22
20/12/2023 - 23/12/2023	A23

Tabela 5 – Tabela de atividades por período do TCC1

## 7.2 Trabalho de Conclusão de Curso 2

Para o planejamento do TCC2, as atividades levantadas serão descritas na tabela a seguir, para facilitar no entendimento, as siglas levarão em consideração a ordem cronológica do desenvolvimento de cada atividade:

Sigla	Descrição
A1	Pesquisar e desenvolver prova de conceito
A2	Estudar a conexão da API com a plataforma Microsoft Forms e Automate
A3	Desenvolver a API
A4	Desenvolvimento a ferramenta de IA
A5	Documentar o desenvolvimento
A6	Testar a API
A7	Testar a ferramenta de IA
A8	Conectar a API ao Microsoft Automate
A9	Testar a conexão da API com o Microsoft Automate e a ferramenta de IA
A10	Realizar teste em produção nas disciplinas MDS e REQ
A11	Corrigir qualquer erro que existir na ferramenta
A12	Corrigir o trabalho baseando-se na revisão do orientador
A13	Preparar apresentação do TCC2 para a banca avaliadora
A14	Apresentar o TCC2 para a banca avaliadora

Tabela 6 – Tabela de siglas de atividades do TCC2

A tabela a seguir ligará as atividades com os seus respectivos períodos:

Período	Atividade
01/01/2024 - 14/01/2024	A1, A2, A5
15/01/2024 - 28/01/2024	A1, A2, A5
29/01/2024 - 11/02/2024	A1, A2, A5
12/02/2024 - 25/02/2024	A1, A2, A5
26/02/2024 - 10/03/2024	A3, A4, A5
11/03/2024 - 24/03/2024	A3, A4, A5
25/03/2024 - 07/04/2024	A4, A5, A6
08/04/2024 - 21/04/2024	A4, A5, A6, A8
22/04/2024 - 05/05/2024	A5, A7, A8
06/05/2024 - 19/05/2024	A5, A9
20/05/2024 - 02/06/2024	A11
03/06/2024 - 16/06/2024	A11
17/06/2024 - 31/07/2024	A11, A12, A13
01/08/2024 - 31/08/2024	A13, A14

Tabela 7 – Tabela de atividades por período do TCC2

## 8 Considerações Finais da Pesquisa

### 8.1 Resumo das Descobertas

Este estudo buscou aprimorar o processo de avaliação acadêmica na Universidade de Brasília, com foco nas disciplinas de requisitos de software e métodos de desenvolvimento de software. As principais descobertas incluem a necessidade de feedbacks formativos detalhados e personalizados, em vez de simples avaliações numéricas. Utilizando ferramentas de Inteligência Artificial (IA) para a análise de dados, o estudo revelou que os alunos preferem feedbacks que oferecem explicações detalhadas, indicações de material de estudo e visualização clara dos gabaritos. A confiabilidade desses achados foi validada pelo coeficiente alfa de Cronbach, que obteve uma classificação alta. Adicionalmente, a análise da viabilidade técnica confirmou a possibilidade de implementar a solução de IA proposta, usando tecnologias como PLN e integração com APIs externas.

### 8.2 Implicações

As implicações destas descobertas são significativas para o campo da educação em ciências da computação. Ao enfatizar a importância de feedbacks formativos ricos em informações, este estudo sugere uma mudança de paradigma nas práticas avaliativas, movendo-se de uma abordagem quantitativa para uma mais qualitativa e enriquecedora. Essa mudança pode levar a um melhor engajamento dos alunos, facilitando uma compreensão mais profunda do conteúdo e incentivando a autorreflexão. Além disso, a implementação de soluções baseadas em IA na avaliação acadêmica levanta considerações importantes sobre a privacidade dos dados dos alunos e a necessidade de alinhamento ético nas práticas educacionais.

### 8.3 Trabalhos Futuros Após Pesquisa

No desenvolvimento subsequente, especificamente para o Trabalho de Conclusão de Curso 2, a atenção será voltada para a implementação técnica de uma solução de Inteligência Artificial que ofereça feedbacks formativos detalhados e personalizados, mais especificamente, é proposto, para o TCC 2, que os formatos de feedbacks a serem trabalhados sejam "Exibir a explicação correspondente ao gabarito de cada questão" e "Visualizar os temas dos conteúdos que tiveram baixa taxa de acerto por meio de indicações textuais". Como foi descrito no capítulo 6, este próximo passo envolverá a construção e integração de um sistema de IA, com a plataforma do Moodle, que analise as avaliações dos alunos



com eficiência e gere feedbacks formativos, mergulhando mais profundamente em tecnologias de Processamento de Linguagem Natural (PLN) e utilizando modelos avançados de linguagem.

A fase seguinte abrangerá testes abrangentes do sistema para validar sua eficácia. Esses testes irão verificar a precisão do feedback gerado, a usabilidade da interface e a integração com a plataforma de aprendizado existente. Paralelamente, será conduzido um estudo piloto em contextos reais de aprendizado, utilizando a solução de IA para coletar dados sobre a receptividade dos alunos, a eficácia do feedback e o impacto na aprendizagem e no engajamento dos estudantes.

Após a coleta desses dados, uma análise detalhada será realizada para entender a eficácia do sistema e identificar áreas para melhorias. Ajustes no sistema de IA poderão ser feitos com base no feedback dos usuários e na análise de desempenho. Além disso, será dada atenção especial à personalização e customização dos feedbacks, a fim de atender às necessidades individuais dos alunos, considerando diferentes estilos de aprendizagem e níveis de compreensão.

Também será essencial explorar as implicações éticas e de privacidade relacionadas ao uso de IA na educação, garantindo que a solução seja não apenas eficiente, mas também segura e ética. Por fim, a possibilidade de expandir a aplicação da solução de IA para outras disciplinas e contextos educacionais será avaliada, explorando sua adaptabilidade e eficácia em diferentes áreas de estudo.

Portanto, o TCC2 visa não apenas desenvolver uma solução tecnológica para feedbacks formativos, mas também contribuir significativamente para o campo da educação tecnológica, melhorando a experiência de aprendizado dos alunos e fornecendo insights valiosos para futuras inovações educacionais.

## 8.4 Conclusão da Pesquisa

Em conclusão, este estudo ressalta a importância do feedback formativo no contexto educacional, demonstrando que a inclusão de feedback detalhado e personalizado, apoiado por tecnologias de IA, pode significativamente enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos. As descobertas deste trabalho servem como um ponto de partida para pesquisas futuras e para o desenvolvimento de práticas avaliativas mais eficazes e inclusivas na educação superior.

## 9 Desenvolvimento da Ferramenta de Feedback Formativo - FeedFor

### 9.1 Visão Geral do Projeto

O Projeto FeedFor é uma API desenvolvida para funcionar como uma ferramenta para disciplinas ou organizações que desejam uma integração maior com seus estudantes, fornecendo feedbacks formativos que indicam o motivo das respostas estarem erradas e o que pode ser aperfeiçoado na área de aprendizagem. O projeto não se compromete com a correção das questões, mas sim com a revisão das respostas, mostrando os motivos dos erros e as ações necessárias para melhorar nas próximas avaliações sobre aquele assunto.

A função principal dessa ferramenta é fornecer feedbacks formativos, inicialmente planejados para servir apenas às disciplinas de Métodos de Desenvolvimento de Software e Requisitos de Software. No entanto, durante o desenvolvimento, o escopo foi ampliado, tornando a ferramenta genérica o suficiente para atender qualquer disciplina que deseje utilizá-la.

Dentro da ferramenta, é possível criar disciplinas, associar professores e estudantes, e fornecer o contexto da matéria para o modelo de inteligência artificial. Além disso, é possível personalizar as configurações do chat de comunicação com a OpenAI API, permitindo feedbacks mais individualizados.

O projeto FeedFor suporta diferentes tipos de questões, incluindo:

- **Questões de Múltipla Escolha:** Onde os estudantes selecionam uma única resposta correta entre várias opções.
- **Questões de Múltiplas Respostas Corretas:** Onde os estudantes podem selecionar várias respostas corretas entre várias opções.
- **Questões Abertas:** Onde os estudantes fornecem respostas discursivas, que são analisadas para gerar feedback formativo detalhado.

Com o escopo ampliado, outras funcionalidades secundárias foram adicionadas, incluindo:

- **Autenticação:** A necessidade de autenticar os usuários para utilizar os serviços do FeedFor.

- **Reenvio de Feedback:** A possibilidade de reenviar feedbacks formativos recebidos ou enviá-los para outra pessoa.
- **Relatórios de Desempenho:** Um recurso gerencial que permite aos professores receber relatórios sobre o desempenho da turma e estatísticas sobre as questões criadas.

Para visualizar melhor o funcionamento do projeto basta acessar o vídeo de demonstração pelo link: [FeedFor - Explicação e Demonstração de Funcionamento do Projeto](#).

## 9.2 Metodologia de Desenvolvimento

Para o desenvolvimento da ferramenta FeedFor, utilizou-se a metodologia Kanban, uma abordagem ágil que se mostrou eficaz para o gerenciamento do projeto. A escolha do Kanban visou garantir uma visão clara das atividades em andamento e permitir uma gestão eficiente das tarefas e prazos. A plataforma Jira foi empregada como ferramenta de apoio para a implementação do Kanban. No Jira, as atividades foram organizadas em quadros Kanban, facilitando a visualização do fluxo de trabalho e o controle do progresso das tarefas.

## 9.3 Tecnologias Utilizadas

Durante o desenvolvimento do projeto FeedFor, diversas tecnologias foram empregadas para atender às necessidades específicas e melhorar a eficiência do sistema. Inicialmente, havia a intenção de utilizar o framework FastAPI, devido à sua alta performance e simplicidade. No entanto, ao longo do desenvolvimento, optou-se pelo framework Django, por oferecer configurações prontas que facilitaram o gerenciamento do projeto. Entre as vantagens do Django, destacam-se:

- **Gerenciamento de Usuários:** Django vem com um sistema de autenticação e gerenciamento de usuários robusto e seguro, o que simplificou a implementação dessas funcionalidades.
- **Configurações Prontas:** O Django oferece uma estrutura pré-configurada que agiliza o desenvolvimento de aplicações web, incluindo roteamento, middleware e templates.
- **Biblioteca ORM:** A biblioteca de ORM (Object-Relational Mapping) do Django é robusta e flexível, facilitando a modelagem e o gerenciamento do banco de dados.

Além do Django, a ferramenta OpenAI API foi utilizada para gerar os feedbacks formativos. Foi integrada ao sistema para processar as respostas dos questionários e fornecer feedbacks personalizados aos estudantes.

Para lidar com múltiplas tarefas e evitar o bloqueio da API devido ao grande número de requisições à API do GPT, foram utilizadas as seguintes tecnologias:

- **Celery:** Uma biblioteca de gerenciamento de tarefas distribuídas que permitiu a execução assíncrona de tarefas, como o processamento das respostas e o envio de feedbacks.
- **Redis:** Um banco de dados em memória que foi usado como broker para o Celery, armazenando e gerenciando as filas de tarefas.

Além dessas tecnologias principais, outras bibliotecas específicas foram utilizadas para funcionalidades adicionais:

- **Pandas:** Utilizada para a criação de relatórios detalhados sobre o desempenho da turma, facilitando a análise por parte dos professores.
- **WeasyPrint:** Uma biblioteca que converte HTML e CSS em PDFs, usada para gerar os relatórios de feedback que são enviados aos estudantes por e-mail.

Para facilitar o desenvolvimento, implantação e gerenciamento do projeto, todo o sistema foi containerizado utilizando Docker e Docker Compose. Esses containers permitem uma configuração consistente e um ambiente isolado para a execução e lançamento (deploy) do projeto, simplificando a gestão e a escalabilidade do sistema.

A combinação dessas tecnologias permitiu a criação de uma ferramenta eficiente e eficaz para a geração de feedbacks formativos, garantindo um sistema robusto e escalável.

## 9.4 Principais Endpoints

Neste projeto, foram desenvolvidos seis endpoints principais, cada um com uma função específica para garantir o funcionamento adequado da ferramenta FeedFor. A seguir, detalhamos cada um desses endpoints:

- **/admin/:** O endpoint padrão do Django Admin, que já vem configurado no projeto Django. Este endpoint fornece acesso à página de administração, permitindo o gerenciamento do banco de dados e a administração do sistema.

- **/api/token/**: Endpoint para recuperação do token de acesso. O usuário deve fornecer suas credenciais (usuário e senha) para obter um token de acesso, que é necessário para autenticar e acessar os serviços do projeto.
- **/api/token/refresh/**: Endpoint para atualização do token de acesso. Quando o token de acesso expira ou está próximo de expirar, este endpoint pode ser utilizado para renovar o token, garantindo que o usuário mantenha o acesso aos serviços.
- **/api/feedback/**: O principal endpoint deste projeto. Este endpoint recebe os dados de um questionário preenchido por um estudante, processa esses dados, gera o feedback formativo e envia um e-mail com o feedback para o estudante correspondente.
- **/api/feedback/resend/**: Endpoint para reenvio de feedback formativo. Este endpoint permite que um feedback formativo previamente gerado seja reenviado, mediante a especificação do questionário e das pessoas que devem receber o feedback.
- **/api/reports/**: Endpoint para envio de relatórios sobre o desempenho da turma de um professor. Com base em um questionário específico, este endpoint gera e envia um relatório detalhado, incluindo notas dos estudantes, porcentagem de acertos por questão e outras estatísticas relevantes.

Além desses endpoints principais, foi implementado um endpoint adicional para documentação técnica:

- **/swagger/**: Endpoint que fornece uma documentação técnica detalhada de todos os endpoints disponíveis no projeto. Através deste endpoint, é possível visualizar os parâmetros esperados e os possíveis responses para cada endpoint, facilitando a compreensão e integração com a API.

Cada um desses endpoints desempenha um papel crucial no fluxo de funcionamento da ferramenta FeedFor, garantindo desde a administração do sistema até a geração e envio de feedbacks e relatórios detalhados. A documentação técnica acessível pelo endpoint `/swagger/` auxilia na integração e uso da API por terceiros.

## 9.5 Banco de Dados e Modelagem

Durante o processo de desenvolvimento do projeto FeedFor, o banco de dados passou por três fases distintas, refletindo a evolução e a ampliação do escopo da ferramenta.

### 9.5.1 Primeira Fase

Na primeira fase do projeto, o banco de dados era limitado a três tabelas: Estudante, Questionário e Item. Nesta fase, o projeto estava direcionado às disciplinas de Métodos de Desenvolvimento de Software e Requisitos de Software. Devido ao contexto restrito de usabilidade, o banco de dados foi desenvolvido de forma muito situacional.

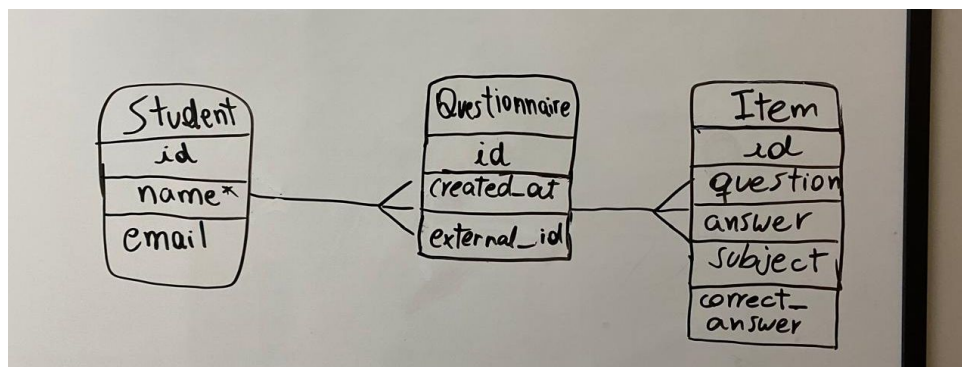


Figura 16 – Modelo de Banco de Dados - Primeira Fase

O principal problema da primeira fase era a não reutilização dos feedbacks para cada questão. Quando uma resposta errada era recebida, uma nova requisição era feita à API da OpenAI para gerar o feedback, o que resultava em múltiplas requisições idênticas para a mesma questão em uma sala com muitos estudantes.

### 9.5.2 Segunda Fase

Na segunda fase, foi criada uma tabela adicional de Respostas para armazenar os feedbacks gerados para respostas incorretas, evitando requisições redundantes à API da OpenAI. Além disso, alguns relacionamentos foram ajustados para suportar essa nova funcionalidade.

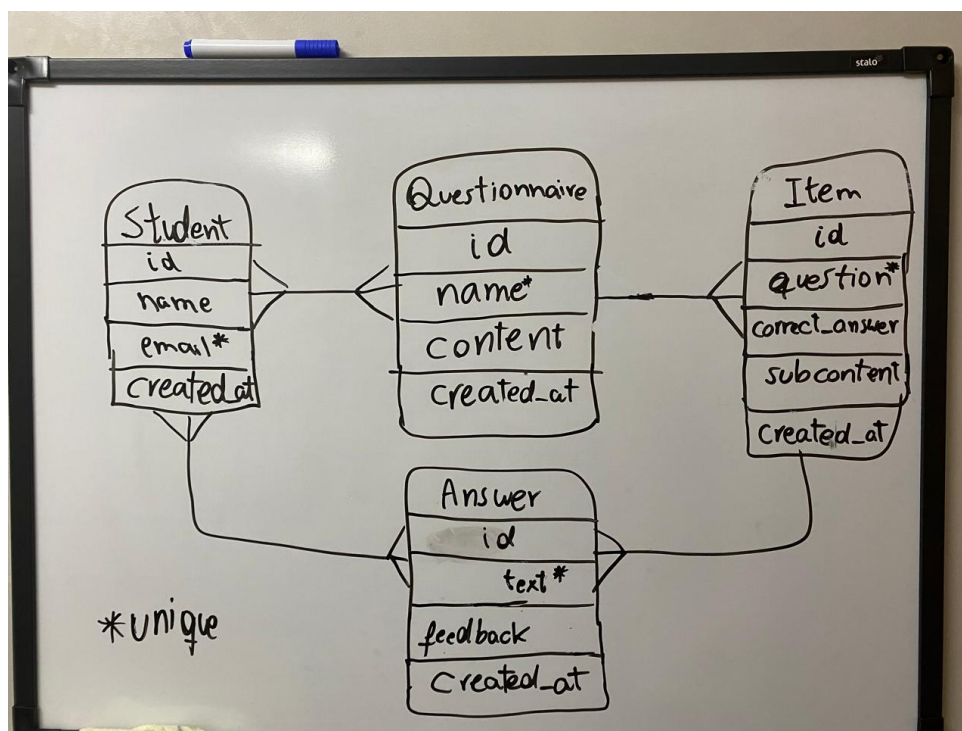


Figura 17 – Modelo de Banco de Dados - Segunda Fase

Nesta versão, o banco de dados já atendia bem às disciplinas inicialmente desejadas. No entanto, devido ao tempo maior de desenvolvimento e ao entusiasmo do desenvolvedor com o projeto, decidiu-se ampliar o escopo para torná-lo mais genérico e aceitar múltiplas disciplinas trabalhando em conjunto.

### 9.5.3 Terceira Fase

Na terceira fase, foram feitos ajustes nos relacionamentos e adicionadas novas tabelas de Resultados, Matérias, Professores e Configurações do Chat. Isso permitiu um gerenciamento mais robusto e a divisão de questionários por matérias e professores, além de permitir que cada turma tivesse um chat personalizado com configurações específicas.

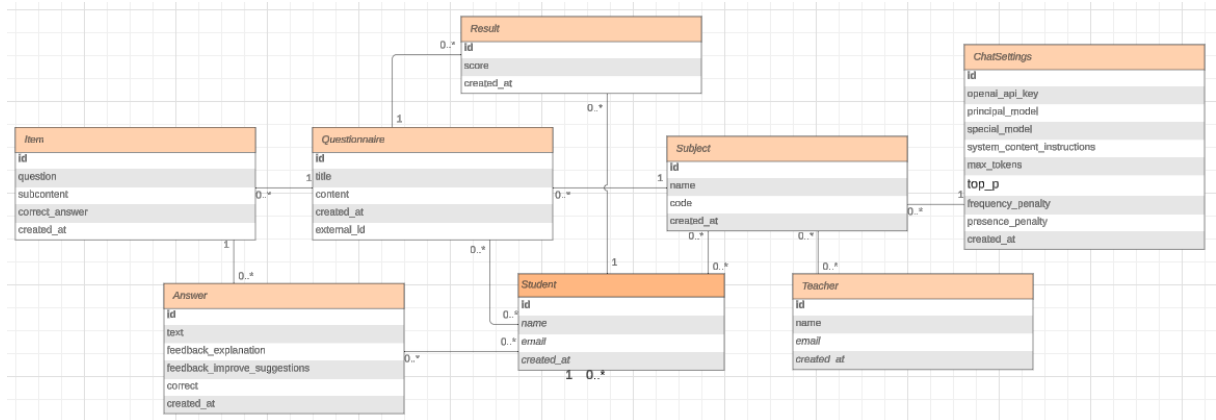


Figura 18 – Modelo de Banco de Dados - Terceira Fase

Para acessar o modelo dessa terceira fase basta acessar o link: [Modelo de Banco de Dados - Terceira Fase](#).

#### 9.5.4 Explicação das Tabelas

- **Estudante (Student):** Armazena informações dos estudantes, sendo crucial o email para o envio dos feedbacks formativos.
- **Professor (Teacher):** Armazena informações dos professores, incluindo o email para receber relatórios de questionários e visualizar os feedbacks recebidos pelos estudantes.
- **Matéria (Subject):** Armazena informações das matérias, ajudando a separar os contextos dos questionários e relacionando-se com as configurações do chat para determinar como os feedbacks serão gerados para aquela matéria.
- **Questionário (Questionnaire):** Armazena informações sobre os questionários realizados, incluindo o ID externo usado para regenerar feedbacks específicos.
- **Item (Item):** Armazena informações sobre as perguntas das questões, incluindo o conteúdo e a resposta correta, essenciais para contextualizar o feedback gerado pela API da OpenAI.
- **Resposta (Answer):** Armazena informações sobre as respostas dos estudantes, indicando se estão corretas ou não e, se incorretas, os feedbacks gerados, permitindo a reutilização futura do feedback.
- **Resultado (Result):** Armazena a pontuação obtida por um estudante em um questionário.



- **Configurações do Chat (ChatSettings):** Armazena configurações do modelo requisitado na API da OpenAI, como a versão do modelo, temperatura, token de acesso à API e outras configurações técnicas.

## 9.6 Arquitetura do Sistema

Inicialmente, o projeto FeedFor foi planejado para utilizar a Arquitetura Limpa no Django. A Arquitetura Limpa, também conhecida como Clean Architecture, é um estilo de arquitetura de software que promove a separação de preocupações e a independência das camadas do sistema. Em uma Arquitetura Limpa, a lógica de negócios é isolada das preocupações com o acesso a dados e interfaces externas, permitindo maior flexibilidade e facilidade na manutenção e teste do sistema. Esse tipo de arquitetura busca garantir que o núcleo da aplicação permaneça independente de frameworks e bibliotecas específicas, o que facilita a evolução e adaptação da aplicação ao longo do tempo (VALLE, 2023).

No entanto, ao longo do desenvolvimento do projeto, e após a saída de um dos desenvolvedores, optou-se por seguir uma abordagem de Arquitetura em Camadas mais simples. Esta arquitetura é uma abordagem mais tradicional, que organiza o sistema em camadas distintas, cada uma com responsabilidades específicas:

- **Camada de Acesso a Dados:** Responsável por interagir com o banco de dados. Essa camada é encarregada de realizar operações de leitura e escrita nos dados, garantindo que as regras de negócio não sejam diretamente afetadas pelas operações de armazenamento.
- **Camada de Processamento Interno:** Encarregada de implementar a lógica de negócios da aplicação. Esta camada processa as informações recebidas e realiza as operações necessárias para gerar o feedback formativo, isolando a lógica de negócio da camada de acesso a dados e das comunicações externas.
- **Camada de Comunicação Externa:** Responsável por interagir com sistemas externos, como APIs externas e serviços de email. Esta camada gerencia as requisições a serviços externos, como a API da OpenAI para geração de feedbacks e o envio de emails para os estudantes.

A Arquitetura em Camadas foi escolhida devido à sua simplicidade e adequação ao contexto do projeto após a mudança na equipe. Embora não ofereça a mesma flexibilidade e independência da Arquitetura Limpa, ela permite uma organização clara das responsabilidades e facilita a manutenção e evolução da aplicação com a equipe reduzida.

## 9.7 Custos do Projeto

O desenvolvimento e a operação do projeto FeedFor envolvem alguns custos principais, que estão relacionados principalmente ao uso da OpenAI API e à hospedagem do projeto. A seguir, apresentamos uma análise detalhada desses custos.

### 9.7.1 Custo da OpenAI API

O principal custo associado ao FeedFor é o uso da OpenAI API, que não é mais gratuita para novos usuários. Durante a fase de testes do projeto, foi gasto um total de 5 dólares, o valor mínimo para adquirir créditos na plataforma. Desses 5 dólares, foram utilizados efetivamente 0.24 dólares para 225 requisições.

O custo da OpenAI API é baseado na quantidade de tokens processados e qual modelo é utilizado. Tokens são sequências de caracteres que podem representar palavras, partes de palavras ou até mesmo caracteres individuais, dependendo do contexto. O projeto, em média, utiliza cerca de 500 tokens por requisição (entrada e saída), o que resulta em um custo relativamente baixo.

Vale destacar que durante os testes, mais da metade dos gastos foram com o modelo mais recente da OpenAI, que possui um custo mais elevado em comparação ao modelo GPT-3.5-turbo. O GPT-3.5-turbo demonstrou ser suficiente para as necessidades do projeto e tem um custo mais acessível, o que indica que os gastos reais podem ser ainda menores no uso contínuo.

Inicialmente, o custo pode ser um pouco mais alto devido ao fato de que nenhuma questão terá um feedback pré-preenchido. Cada nova resposta errada gera uma nova requisição à API. No entanto, com o tempo, à medida que mais feedbacks forem gerados e armazenados, o número de novas requisições será reduzido, resultando em uma diminuição significativa dos custos operacionais.

### 9.7.2 Custo de Hospedagem

Além dos custos com a API, há também o custo de manter o projeto FeedFor hospedado em um serviço na nuvem. A Universidade de Brasília já possui servidores para serviços internos, mas, caso fosse necessário utilizar serviços externos, o Google Cloud Platform (GCP) foi utilizado para estimar os custos. Durante 4 semanas de hospedagem com um uso moderado dos serviços de VM e Storage, o gasto foi de 1.4 dólares. Como o GCP oferece um crédito gratuito de 300 dólares, o projeto teria um período considerável para testar a plataforma e avaliar a melhor opção para hospedagem.

### 9.7.3 Resumo dos Custos

- **OpenAI API:** Estimado em 0.24 dólares por 225 requisições, com um custo maior inicial que se reduzirá com o tempo.

- **Hospedagem em Nuvem:** Aproximadamente 1.4 dólares para 4 semanas de uso moderado no Google Cloud Platform, com a possibilidade de testes prolongados devido ao crédito gratuito.

Em resumo, os custos do projeto FeedFor são relativamente baixos, especialmente em comparação com os benefícios proporcionados pela ferramenta. A gestão eficiente das requisições à API e a escolha de opções de hospedagem adequadas contribuem para a sustentabilidade econômica do projeto.

## 9.8 Uso da OpenAI API

A OpenAI API é uma peça fundamental do projeto FeedFor, utilizada para gerar feedbacks formativos para as respostas dos estudantes. A seguir, detalhamos como a API é empregada e os desafios enfrentados durante sua integração.

### 9.8.1 Geração de Feedbacks

A OpenAI API é acionada sempre que uma nova resposta incorreta é recebida e não está previamente armazenada no banco de dados. Dependendo do tipo de questão (múltipla escolha, aberta e múltiplas respostas corretas), o prompt enviado para a API varia para garantir a melhor contextualização possível. Essa abordagem foi desenvolvida após centenas de testes para otimizar a qualidade dos feedbacks gerados, inicialmente era planejado usar o mesmo prompt, mas com os testes foi identificado uma melhora ao descrever melhor cada contexto.

#### 9.8.1.1 Questões de Múltipla Escolha e Abertas

Para questões de múltipla escolha ou abertas, o prompt enviado à OpenAI API inclui os seguintes campos:

- **Questão:** O texto da pergunta feita ao estudante.
- **Resposta do Estudante:** A resposta fornecida pelo estudante.
- **Gabarito:** A resposta correta para a questão.
- **Conteúdo do Questionário:** O conteúdo associado ao questionário no qual a questão está inserida.
- **Subconteúdo da Questão:** Detalhes adicionais relacionados à questão específica.

O prompt solicita que a API explique por que a resposta do estudante está incorreta, qual seria a resposta certa e sugira formas de estudo para melhorar o desempenho do estudante. A resposta é dividida em duas seções: *Explicação* e *Sugestões de Aperfeiçoamento*.

#### 9.8.1.2 Questões com Múltiplas Respostas Corretas

Para questões que permitem múltiplas respostas corretas, o prompt inclui:

- **Questão:** O texto da pergunta.
- **Respostas do Estudante:** Lista das respostas do estudante, separadas em *Certas* e *Erradas*.
- **Gabarito:** A lista das respostas corretas.
- **Conteúdo do Questionário:** O conteúdo associado ao questionário.
- **Subconteúdo da Questão:** Detalhes adicionais sobre a questão.

Este prompt solicita um feedback detalhado sobre as respostas fornecidas, dividido em *Explicação* e *Sugestões de Aperfeiçoamento*, considerando as respostas e o conteúdo associado à questão.

#### 9.8.2 Escolha de Modelos

Durante o desenvolvimento, observou-se que o modelo GPT-3.5-turbo, embora eficiente para questões com múltiplas respostas corretas, foi superado pelo modelo mais recente da OpenAI em termos de qualidade de feedback. Portanto, o líder da disciplina pode escolher qual modelo utilizar para cada tipo de questão. A modelagem dos dados, como descrito na seção de Banco de Dados, inclui o campo `special_model` na tabela `ChatSettings`, que permite selecionar um modelo diferente para questões com múltiplas respostas corretas, se desejado.

#### 9.8.3 Configurações e Desafios

Alguns desafios foram enfrentados ao trabalhar com a OpenAI API:

- **Temperatura do Modelo:** A temperatura é um parâmetro que controla a aleatoriedade das respostas. Para evitar respostas imprecisas, a configuração da temperatura é ajustada para 0.0, garantindo respostas baseadas em fatos conhecidos e minimizando especulações.

- **Formatação de Respostas:** Para evitar problemas com caracteres especiais e formatação inadequada, são incluídas instruções específicas no prompt para assegurar que as respostas sejam claras e formatadas corretamente.

- **Controle de Tokens:** A quantidade de tokens na resposta pode variar. Para garantir que o feedback não seja cortado abruptamente, é enviado um limite de tokens definidos na tabela `ChatSettings` mais 50 (200 tokens definidos + 50 tokens adicionais por exemplo), ajustando automaticamente para evitar cortes indesejados.

Esses ajustes e configurações foram desenvolvidos para aprimorar a eficácia da API e garantir que os feedbacks gerados atendam às necessidades do projeto FeedFor.

## 9.9 Definição do Template do Feedback Formativo

O Feedback Formativo é um componente crucial para o aprendizado dos estudantes, proporcionando informações detalhadas sobre suas respostas e orientações para melhorar seu desempenho. O desenvolvimento do template do feedback passou por várias fases, e a versão final foi definida com base em avaliações de profissionais da área da educação e especialistas em atendimento a pessoas com transtornos do neurodesenvolvimento.

### 9.9.1 Exemplos de Feedback Formativo

A seguir, são apresentadas duas imagens exemplificando o formato final do Feedback Formativo recebido pelos estudantes:

## **2. Discuta os valores e princípios fundamentais do Manifesto Ágil, explicando como esses princípios impactam o desenvolvimento de software.**

**Sua resposta:**

**x O Manifesto Ágil prioriza a implementação de software robusto e confiável, desconsiderando a colaboração contínua com os stakeholders.**

**Resposta correta:**

Os valores do Manifesto Ágil destacam a importância de indivíduos e interações, software funcionando, colaboração com o cliente e resposta a mudanças, influenciando um desenvolvimento adaptativo e flexível.

**Explicação:**

A resposta do aluno está incorreta porque o Manifesto Ágil enfatiza a colaboração contínua com os stakeholders, ao invés de desconsiderá-la. Os valores do Manifesto Ágil promovem a interação com clientes, adaptação a mudanças e entrega de software funcional.

**Sugestão de Aperfeiçoamento:**

O aluno pode estudar mais sobre os princípios e valores do Manifesto Ágil, bem como a importância da colaboração com os stakeholders no desenvolvimento de software. Recomenda-se a leitura de materiais específicos sobre metodologias ágeis e práticas de desenvolvimento colaborativo.

Figura 19 – Exemplo de Feedback Formativo - Questão Errada

**1. Explique o que são metodologias ágeis no desenvolvimento de software e como diferem das abordagens tradicionais, como o modelo cascata. Marque todas as alternativas corretas**

**Sua resposta:**

✓ Metodologias ágeis são frameworks adaptativos que promovem colaboração e resposta rápida a mudanças, em contraste com o modelo cascata, que segue uma abordagem sequencial e linear.

**Respostas corretas:**

Metodologias ágeis são frameworks adaptativos que promovem colaboração e resposta rápida a mudanças, em contraste com o modelo cascata, que segue uma abordagem sequencial e linear.

Nas metodologias ágeis, o foco está na entrega contínua de software funcional, enquanto o cascata requer um planejamento detalhado no início do projeto.

**Explicação:**

O aluno acertou ao identificar que metodologias ágeis são frameworks adaptativos que promovem colaboração e resposta rápida a mudanças, em contraste com o modelo cascata, que é sequencial e linear. No entanto, faltou reconhecer que as metodologias ágeis também focam na entrega contínua de software funcional, enquanto o modelo cascata requer um planejamento detalhado no início do projeto.

**Sugestão de Aperfeiçoamento:**

Para melhorar, o aluno deve estudar mais sobre as características das metodologias ágeis, especialmente a ênfase na entrega contínua e incremental de software. Revisar comparações detalhadas entre metodologias ágeis e o modelo cascata pode ser útil.

Figura 20 – Exemplo de Feedback Formativo - Questão Correta

### 9.9.2 Design e Cores do Feedback

Para garantir uma comunicação clara e intuitiva, foram selecionadas cores específicas para representar a correção das respostas:

- **Vermelho:** Utilizado para indicar respostas incorretas, destacando as áreas onde o estudante cometeu erros.

- **Verde:** Utilizado para indicar respostas corretas, reconhecendo o desempenho adequado do estudante.

Quando uma questão permite múltiplas respostas, as cores podem aparecer simultaneamente para distinguir entre respostas corretas e incorretas.

### 9.9.3 Estrutura do Feedback

A estrutura do feedback foi cuidadosamente elaborada para facilitar a compreensão e a leitura dos estudantes. O template final foi definido da seguinte forma:

1. **Resposta Correta:** A(s) resposta(s) correta(s) é(são) exibida(s) primeiramente, para que o estudante saiba o que deveria ter sido a resposta correta.

2. **Explicação do Erro:** Após a apresentação da resposta correta, é fornecida uma explicação detalhada sobre por que a resposta do estudante estava incorreta. Essa seção busca esclarecer o erro e ajudar o estudante a entender o conceito de forma mais aprofundada.

3. **Sugestões de Aperfeiçoamento:** Em seguida, são apresentadas sugestões específicas sobre o que o estudante pode estudar ou melhorar para evitar erros semelhantes no futuro. Essas sugestões são separadas em textos curtos para facilitar a leitura e a compreensão.

O tamanho das respostas foi definido para ter um máximo de **200 tokens**. Esse limite foi escolhido com base em testes e avaliações de usabilidade, considerando que 200 tokens representam um tamanho adequado para a leitura e compreensão dos estudantes, proporcionando um feedback claro e conciso sem sobrecarregar o estudante com informações excessivas, porém, se o professor desejar maiores feedbacks também é possível.

A separação dos textos em respostas corretas, explicações e sugestões visa incentivar a leitura e a assimilação de informações mais curtas e objetivas, especialmente para estudantes que podem precisar de uma abordagem mais direta para absorver o conteúdo.

Este formato foi escolhido para maximizar a eficácia do feedback formativo, ajudando os estudantes a identificar e corrigir suas falhas de forma clara e prática.

## 9.10 Conexão com Aplicações Externas e Automação

No desenvolvimento do projeto FeedFor, um aspecto fundamental é a capacidade de se conectar com aplicações externas para automatizar o processo de envio de feedbacks aos estudantes. A automatização da API FeedFor pode ser realizada com diversos sistemas, porém, os métodos mais explorados foram através do Microsoft Automate e do Excel no OneDrive.

No Microsoft Automate, é possível criar fluxos com outras ferramentas da Microsoft para automatizar processos. O ideal é criar os questionários usando o Microsoft Forms e,



em seguida, ligar esse questionário com um serviço de requisição HTTP (existem vários dentro da plataforma Microsoft Automate, sendo necessário apenas ter as permissões adequadas). Assim que um usuário completa o questionário, uma requisição HTTP é enviada automaticamente para nossa ferramenta conforme configurado na plataforma. Ao chegar no FeedFor, a requisição é processada e o feedback é enviado para o e-mail do estudante associado ao questionário.

Outra forma de conseguir essa automatização é por meio do acesso ao Excel através da API do OneDrive para consumir dados da planilha de questionários que é atualizada automaticamente pelo Microsoft Forms. Embora também sejam necessárias permissões, essa abordagem elimina a necessidade de qualquer configuração no Microsoft Automate.

Além disso, qualquer serviço externo de questionários, como aplicativos utilizados em disciplinas com avaliações, pode ser integrado na API do FeedFor. Usando as rotas disponibilizadas e enviando as informações necessárias, os estudantes recebem automaticamente o feedback no e-mail.

## 9.11 Ideias Descartadas e Potenciais para Evolução

Durante o desenvolvimento do projeto FeedFor, diversas ideias e recursos foram considerados e testados para aprimorar a funcionalidade da ferramenta. Algumas dessas ideias foram eventualmente descartadas devido a limitações técnicas ou falta de benefícios claros em relação à abordagem atual. No entanto, elas podem representar oportunidades valiosas para futuras versões do projeto.

### 9.11.1 Utilização de Assistentes da OpenAI API

Uma das ideias descartadas foi a utilização de assistentes da OpenAI API que, conforme a documentação da plataforma, permite o upload de documentos, como imagens ou PDFs, para usar como base para a interação com os estudantes. A proposta era integrar esse recurso para fornecer feedbacks ainda mais personalizados, baseados em materiais específicos da disciplina fornecidos pelos professores.

Durante o desenvolvimento, foram encontradas várias dificuldades com essa abordagem:

- **Conexão Persistente:** O assistente da OpenAI API não mantinha as informações dos documentos carregados após uma perda de conexão. Isso significava que, se a conexão com o chat do assistente fosse perdida, as informações dos documentos não eram retidas, tornando a solução onerosa e difícil de gerenciar para a aplicação.

- **Armazenamento e Custo:** Manter a conectividade constante com o assistente para garantir que as informações dos documentos fossem preservadas seria custoso e com-

plexo, o que não justificava os benefícios no contexto do projeto.

Embora esse recurso estivesse em fase beta durante o desenvolvimento, e tenha mostrado potencial para uma personalização ainda mais aprofundada dos feedbacks, os desafios encontrados levaram à decisão de optar por uma abordagem mais direta e confiável.

### 9.11.2 Implementação e Configuração dos Assistentes

Durante o desenvolvimento, a comunicação da aplicação com a OpenAI API foi completamente implementada, permitindo a criação, edição e exclusão de assistentes diretamente pela página de administração do FeedFor. Foi possível também realizar o upload de documentos para esses assistentes.

No entanto, essa funcionalidade foi removida do projeto final, pois não ofereceu vantagens significativas em relação ao uso do Chat normal, que já proporcionava o feedback necessário de forma eficiente e confiável.

### 9.11.3 Potenciais para Futuras Versões

Apesar das dificuldades enfrentadas com o recurso de assistentes, ele representa uma área promissora para futuras evoluções do projeto. Em versões posteriores, se melhorias forem implementadas na manutenção de estado e conectividade ou armazenamento de chats anteriores, o uso de assistentes com documentos personalizados pode adicionar um valor significativo ao FeedFor. A capacidade de fornecer feedbacks baseados em materiais específicos da matéria, como notas de aula e PDFs, poderia enriquecer ainda mais a experiência de aprendizado dos estudantes.

O acompanhamento das atualizações e melhorias nas APIs e recursos da OpenAI, bem como a adaptação das soluções tecnológicas à medida que o projeto evolui, pode abrir novas possibilidades para incorporar essas ideias descartadas de maneira eficiente e benéfica.

## 9.12 Riscos e Impactos

Durante o desenvolvimento do projeto FeedFor, diversos riscos foram considerados, alguns não previstos aconteceram e impactaram o andamento do trabalho. Entre os principais acontecimentos enfrentados, destacam-se:

- A saída inesperada de um membro da equipe teve um impacto significativo na carga de trabalho e na divisão de tarefas. A quantidade de trabalho planejada para duas

peçoas precisou ser redistribuída, o que resultou em uma reavaliação dos prazos e no aumento da carga de trabalho para o membro restante.

- A greve que afetou a Universidade de Brasília durante todo o semestre de 2024.1 causou interrupções significativas nas atividades acadêmicas e afetou a continuidade do projeto. A greve resultou em atrasos e na necessidade de ajustar o cronograma original.
- Um acidente sofrido pelo orientador resultou em uma licença médica durante o período da greve e algumas semanas após.

Os impactos desses acontecimentos incluíram a necessidade de reorganizar as tarefas e ajustar os prazos de entrega, além de enfrentar desafios adicionais na gestão do projeto. A falta de orientação e a alteração na divisão do trabalho contribuíram para a complexidade do gerenciamento das atividades, exigindo um esforço adicional para garantir a conclusão bem-sucedida da ferramenta FeedFor.

## 10 Conclusão

### 10.1 Lições Aprendidas

O desenvolvimento do projeto FeedFor trouxe diversas lições valiosas, tanto no aspecto educacional quanto técnico. Uma das principais lições aprendidas é a importância do feedback pós-avaliação no processo de aprendizagem. Embora o ensino em sala de aula e as avaliações sejam cruciais, a continuidade do aprendizado após as avaliações é fundamental para o desenvolvimento do aluno. O objetivo do FeedFor é fornecer feedback formativo detalhado para poder ser um poderoso recurso para o aprimoramento contínuo dos estudantes.

Além disso, o projeto envolveu a exploração e o uso de ferramentas e bibliotecas novas, como a OpenAI API, que representaram um desafio técnico significativo. Dissecar a documentação da OpenAI API e integrar suas funcionalidades ao projeto foi uma experiência enriquecedora. A importância de compreender profundamente a documentação e ajustar os parâmetros de acordo com as necessidades específicas do projeto. Outras tecnologias, como a criação de PDFs e o envio de e-mails, também foram componentes novos que agregaram ao conhecimento técnico adquirido durante o desenvolvimento.

### 10.2 Trabalhos Futuros

Para o futuro do projeto FeedFor, existem várias oportunidades de evolução e expansão. Uma das direções para o futuro é a implementação e utilização da ferramenta em disciplinas. Ao aplicar o FeedFor em diferentes contextos acadêmicos, será possível coletar métricas e feedbacks dos estudantes para avaliar e ajustar o direcionamento dos estudos de forma mais eficaz.

Além disso, a integração com outros recursos educacionais e a adaptação da ferramenta para diferentes modalidades de ensino podem ser exploradas. O aprimoramento contínuo dos algoritmos de feedback e a inclusão de novas funcionalidades baseadas em feedbacks dos usuários são essenciais para manter a relevância e a eficácia da ferramenta.

### 10.3 Conclusão do Projeto

O projeto FeedFor alcançou um resultado satisfatório ao criar uma ferramenta robusta para a geração de feedbacks formativos. Com a capacidade de adaptação a diferentes contextos e funcionalidades, a ferramenta demonstra flexibilidade e potencial para

ser aplicada em diversas áreas acadêmicas. A integração de tecnologias avançadas e a abordagem cuidadosa no design do sistema garantiram uma solução eficiente e escalável.

Embora tenha havido desafios ao longo do desenvolvimento, como a escolha da arquitetura e a integração com a OpenAI API, o desenvolvimento conseguiu superar essas dificuldades e entregar um produto que atende às necessidades iniciais e pode ser expandido para futuras aplicações. O FeedFor representa um avanço significativo no suporte ao aprendizado contínuo dos alunos e abre portas para futuras inovações no campo da educação.

# Referências

- BOAS, B. M. de F. V. Inteligência artificial e feedback: novo desafio em avaliação. 2023. Disponível em: <<https://gepa-avaliacaoeducacional.com.br/inteligencia-artificial-e-feedback-novo-desafio-em-avaliacao-2/>>. Citado na página 21.
- CAPLAN, S. Using focus group methodology for ergonomic design. *Ergonomics*, Taylor & Francis, v. 33, n. 5, p. 527–533, 1990. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 30.
- CORONA, E.; PANI, F. E. et al. A review of lean-kanban approaches in the software development. *WSEAS transactions on information science and applications*, WSEAS, v. 10, n. 1, p. 1–13, 2013. Citado 3 vezes nas páginas 22, 23 e 30.
- DIAS, C. A. Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. *Informação & Sociedade*, Universidade Federal da Paraíba-Programa de Pós-Graduação em Ciência da ..., v. 10, n. 2, 2000. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 30.
- FERNANDES, D. Para uma teoria da avaliação formativa. 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/5495/1/Para%20uma%20teoria%20da%20avaliac%CC%A7a%CC%83o%20formativav19n2a03%283%29.pdf>>. Citado na página 20.
- FLORES, A. M. O feedback como recurso para a motivação e avaliação da aprendizagem na educação a distância. 2009. Disponível em: <<https://ceduc.unifei.edu.br/wp-content/uploads/2020/05/O-feedback-como-recurso-para-a-motiva%C3%A7%C3%A3o-e-avalia%C3%A7%C3%A3o-da-aprendizagem-na-ead.pdf>>. Citado na página 20.
- FREITAS, A. L. P.; RODRIGUES, S. G. A avaliação da confiabilidade de questionários: uma análise utilizando o coeficiente alfa de cronbach. In: *Simpósio de Engenharia de produção*. [S.l.: s.n.], 2005. v. 12, n. 2005, p. 07–09. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 30.
- FREITAS, H. et al. O método de pesquisa survey. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, v. 35, n. 3, 2000. Citado na página 25.
- HATTIE, J.; TIMPERLEY, H. The power of feedback. 2007. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.3102/003465430298487>>. Citado na página 14.
- MOREIRA. *A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel*. [S.l.: s.n.]. Citado na página 20.
- O que é IA? Saiba mais sobre inteligência artificial. Oracle, 2023. Disponível em: <<https://www.oracle.com/br/artificial-intelligence/what-is-ai/>>. Citado na página 18.
- O que é processamento de linguagem natural (PLN)? Amazon, 2023. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/what-is/nlp/>>. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- OLIVA, A. Avaliação educacional: O que é e importância. QuestionPro, 2023. Disponível em: <<https://www.questionpro.com/blog/pt-br/avaliacao-educacional/#:~:>

text=A%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20educacional%20consiste%20em,que%20pelo%20desempenho%20acad%C3%AAmico%20formal.> Citado na página 17.

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. Survey research methodology in management information systems: an assessment. *Journal of management information systems*, Taylor & Francis, v. 10, n. 2, p. 75–105, 1993. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 30.

SHUTE, V. J. Focus on formative feedback. *Review of educational research*, Sage Publications, v. 78, n. 1, p. 153–189, 2008. Citado na página 39.

VALLE, G. Django e arquitetura limpa — a verdadeira batalha. Tab-News, 2023. Disponível em: <<https://www.tabnews.com.br/gustavovalle23/django-e-arquitetura-limpa-a-verdadeira-batalha>>. Citado na página 56.

VAZ, R. F. N. Um estudo sobre o feedback formativo na avaliação em matemática e sua conexão com a atribuição de notas. SciELO, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bolema/a/vGGhTsgZLkYGxkDZ48tBvDd/#>>. Citado na página 17.

WOHLIN, C. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: *Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering*. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1–10. Citado 3 vezes nas páginas 25, 26 e 30.

XU JUN MENG, S. K. S. R. M. P. P. W.; DEVI, M. K. Artificial intelligence in constructing personalized and accurate feedback systems for students. 2023. Disponível em: <<https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S1793962323410015>>. Citado na página 21.