

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO EDUCACIONAL**  
**NÍVEL MESTRADO PROFISSIONAL**

**MARROS SILVA SALDANHA**

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO SUPERIOR: PROMOVENDO PRÁTICAS  
DE ENSINO VOLTADAS À SUSTENTABILIDADE COM O SISTEMA GROWAIDE**



**Porto Alegre**  
**2025**

Marros Silva Saldanha

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO SUPERIOR:  
promovendo práticas de ensino voltadas à sustentabilidade com o sistema  
GrowAIDE

Dissertação apresentada como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre  
em Gestão Educacional, pelo Programa de  
Pós-Graduação em Gestão Educacional  
da Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
– UNISINOS

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Cláudia de Salles Stadtlober

Porto Alegre  
2025

S162

Saldanha, Marros Silva.

Inteligência Artificial no Ensino Superior: promovendo práticas de ensino voltadas à sustentabilidade com o sistema GrowAIDE/ Marros Silva Saldanha. – 2025.

117 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Gsetão Educacional, 2025.

“Orientadora: Prof. Dra. Cláudia de Salles Stadtlober”.

1. Inteligência Artificial. 2. Ensino Superior. 3. Práticas educacionais. 4. Sustentabilidade. I. Título.

CDU 378:37.018:004

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(Bibliotecário: Maicon Juliano Schmidt – CRB 10/2791)

MARROS SILVA SALDANHA

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO SUPERIOR:  
promovendo práticas de ensino voltadas à sustentabilidade com o sistema  
GrowAIDE

Dissertação apresentado como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre  
em Gestão Educacional, pelo Programa de  
Pós-Graduação em Gestão Educacional  
da Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
– UNISINOS

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cláudia de Salles Stadtlober - Orientadora – UNISINOS

---

Profa. Dra. Maira Petrini (avaliadora externa - PUC/RS)

---

Profa. Dra. Caroline Medeiros Martins de Almeida– UNISINOS

## AGRADECIMENTOS

A conclusão desta etapa, o Mestrado Profissional em Gestão Educacional, é um marco que não alcancei sozinho. Expresso aqui minha mais profunda gratidão a todos que tornaram esta jornada possível e enriquecedora.

Dedico um agradecimento especial à minha orientadora, Professora Doutora Cláudia de Salles Stadtlober. Sua orientação dedicada, olhar crítico e incentivo constante foram fundamentais. Sou particularmente grato por sua confiança e incentivo as minhas propostas e direcionamento dos caminhos de um pesquisador iniciante assim como por ter aberto portas essenciais, apresentando-me às pessoas certas e viabilizando as conexões que permitiram a realização desta pesquisa com um sólido e indispensável embasamento prático.

À minha família, meu porto seguro e fonte de inspiração. Em especial, agradeço à minha mãe e irmãos, por todo o apoio, demonstrados ao longo destes anos de dedicação ao mestrado.

Estendo meus agradecimentos à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Gestão Educacional da UNISINOS, pelo suporte administrativo e pela qualidade do curso oferecido, que proporcionou conhecimentos valiosos para minha formação.

Sou profundamente grato às docentes que generosamente aceitaram participar desta pesquisa. Suas experiências, disponibilidade e percepções críticas sobre o sistema GrowAIDE foram cruciais para a análise e os resultados aqui apresentados, contribuindo significativamente para a validação prática do estudo.

Agradeço também às Professoras Doutoras Maira Petrini e Caroline Medeiros Martins de Almeida, membros da banca examinadora, que desde a qualificação desta pesquisa me orientaram com valiosas sugestões que certamente enriqueceram a versão final deste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram com palavras de incentivo, apoio ou simplesmente com sua presença ao longo desta jornada, meu sincero muito obrigado.

*"Uma inteligência incapaz de perceber o contexto e o complexo planetário fica cega, inconsciente e irresponsável."*

(Edgar Morin)

## RESUMO

A integração de práticas de ensino voltadas à sustentabilidade no ensino superior é essencial para formar profissionais conscientes dos desafios socioambientais atuais. Esta dissertação investiga de que maneira o sistema GrowAIDE (Disponível em: <https://www.growaide.app/>), utilizando inteligência artificial, contribui para a educação sustentável em uma IES privada no Rio Grande do Sul através da análise de dados contextuais e da geração de estratégias personalizadas para integrar a sustentabilidade em projetos negócios desenvolvidos em âmbito educacional. Esta pesquisa tem como objetivo geral avaliar como o sistema GrowAIDE, baseado em inteligência artificial, pode ser implementado em uma Instituição de Ensino Superior para fomentar a educação integrada às práticas de ensino voltadas à sustentabilidade. Tal análise será guiada pelos seguintes objetivos específicos: desenvolver um recurso didático com o sistema, avaliar as percepções de sua usabilidade e verificar sua adaptação pedagógica. Trata-se de uma pesquisa exploratória de abordagem mista, que envolveu quatro docentes experientes em sustentabilidade e utilizou questionários com escala Likert e entrevistas semiestruturadas. A pesquisa avaliou o sistema GrowAIDE como recurso didático. Os dados quantitativos dos questionários forneceram um panorama inicial das percepções, enquanto os dados qualitativos das entrevistas foram analisados pela Análise Crítica do Discurso (ACD) (Fairclough, 1995), para uma compreensão aprofundada das construções de sentido pelas participantes. Como resultado desta pesquisa pode-se concluir que o GrowAIDE pode ser utilizado como uma ferramenta estratégica para as IES promoverem conceitos e práticas de ensino relacionadas à sustentabilidade. Contudo, também foi verificado que o sistema requer melhorias em acessibilidade e uma interface mais intuitiva para a personalização das informações inseridas no cadastro do projeto, otimizando a análise realizada pela inteligência artificial. Este trabalho, desenvolvido no âmbito de um Mestrado Profissional, resultou na concepção, desenvolvimento e avaliação do sistema GrowAIDE, um produto tecnológico aplicado ao ensino superior para o fomento de práticas alinhadas à sustentabilidade.

**Palavras-chave:** inteligência artificial; ensino superior; sustentabilidade; práticas de ensino.

## ABSTRACT

The integration of sustainability-oriented teaching practices in higher education is essential to train professionals who are aware of current socio-environmental challenges. This dissertation investigates how the GrowAIDE system (available at: <https://www.growaide.app/>), using artificial intelligence, contributes to sustainable education in a private HEI in Rio Grande do Sul through the analysis of contextual data and the generation of personalized strategies to integrate sustainability into business projects developed in the educational field. The general objective of this research is to evaluate how the GrowAIDE system, based on artificial intelligence, can be implemented in a Higher Education Institution to promote education integrated with teaching practices focused on sustainability. This analysis will be guided by the following specific objectives: to develop a teaching resource with the system, to evaluate perceptions of its usability and to verify its pedagogical adaptation. This is an exploratory research with a mixed approach, which involved four experienced professors in sustainability and used Likert scale questionnaires and semi-structured interviews. The research evaluated the GrowAIDE system as a teaching resource. The quantitative data from the questionnaires provided an initial overview of the perceptions, while the qualitative data from the interviews were analyzed using Critical Discourse Analysis (CDA) (Fairclough, 1995) to gain an in-depth understanding of the participants' constructions of meaning. As a result of this research, it can be concluded that GrowAIDE can be used as a strategic tool for HEIs to promote concepts and teaching practices related to sustainability. However, it was also found that the system requires improvements in accessibility and a more intuitive interface for personalizing the information entered in the project registration, thus optimizing the analysis performed by artificial intelligence. This work, developed within the scope of a Professional Master's Degree, resulted in the design, development and evaluation of the GrowAIDE system, a technological product applied to higher education to promote practices aligned with sustainability..

**Keywords:** artificial intelligence; higher education; sustainability; teaching practices.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Estrutura hierárquica do ChatGPT .....                                                                  | 26 |
| Figura 2 – Geração de <i>embeddings</i> e busca em banco vetorizado .....                                          | 28 |
| Figura 3 – Representação gráfica do banco de dados de grafo de conhecimento proposto para o sistema GrowAIDE ..... | 33 |
| Figura 4 – Fluxo da geração direta sem RAG versus geração com RAG .....                                            | 36 |
| Figura 5 – Divisão das 17 ODS .....                                                                                | 41 |
| Figura 6 – Mapa de páginas do sistema GrowAIDE.....                                                                | 61 |
| Figura 7 – Página inicial .....                                                                                    | 62 |
| Figura 8 – Início da página de cadastro do projeto .....                                                           | 64 |
| Figura 9 – Fluxo da geração do relatório e ações na página de projeto.....                                         | 65 |
| Figura 10 – Página de projeto com geração de relatório.....                                                        | 66 |
| Figura 11 – <i>Templates</i> de ações gerados a partir do relatório .....                                          | 67 |
| Figura 12 – Página de Ações da Rede.....                                                                           | 68 |
| Figura 13 – Página de descrição e execução da ação compartilhada .....                                             | 69 |
| Figura 14 – Página “Minhas Ações Compartilhadas” .....                                                             | 71 |
| Figura 15 – Página do ChatBot .....                                                                                | 73 |
| Figura 16 – Página de Cadastro do Perfil .....                                                                     | 74 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 – Respostas à pergunta sobre a eficácia da ferramenta GrowAIDE.....                     | 78 |
| Gráfico 2 – Respostas à pergunta sobre inovação e criatividade gerados pelo sistema GrowAID.....  | 79 |
| Gráfico 3 – Respostas à pergunta sobre o uso de informações regionais pelo sistema GrowAIDE ..... | 80 |
| Gráfico 4 – Suporte do chat.....                                                                  | 81 |
| Gráfico 5 – Estratégias sugeridas pela IA .....                                                   | 82 |
| Gráfico 6 – Reflexão sobre a implementação de ações sustentáveis .....                            | 83 |
| Gráfico 7 – Percepção das participantes sobre a interação social .....                            | 84 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Descrição dos ODS com algumas de suas metas.....                                                                 | 41 |
| Quadro 2 – Descritores para o estado da arte com seus resultados em diferentes bases de dados .....                         | 49 |
| Quadro 3 – Títulos selecionados a partir do descritor sem o termo “ <i>entrepreneurship</i> ” na plataforma CAPES .....     | 50 |
| Quadro 4 – Títulos selecionados a partir do descritor com o termo “ <i>entrepreneurship</i> ” .....                         | 50 |
| Quadro 5 Relação entre objetivos específicos, processos de coleta e análise de dados e eixos temáticos das entrevistas..... | 57 |
| Quadro 6 – Perfil das participantes .....                                                                                   | 75 |
| Quadro 7 – Perguntas realizadas na escala Likert.....                                                                       | 77 |
| Quadro 8 – Perguntas da entrevista semiestruturada .....                                                                    | 87 |
| Quadro 9 – Respostas dos participantes em relação a pergunta 1 .....                                                        | 88 |
| Quadro 10 – Respostas dos participantes em relação a pergunta 2.....                                                        | 90 |
| Quadro 11 - Respostas dos participantes em relação a pergunta 3.....                                                        | 92 |
| Quadro 12 – Respostas dos participantes em relação a pergunta 4.....                                                        | 94 |

## LISTA DE SIGLAS

|            |                                                                           |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|
| ABNT       | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                  |
| ANPROTEC   | Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores |
| BERT       | Bidirectional Encoder Representations from Transformers                   |
| CAPES      | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior               |
| COREDE     | Conselhos Regionais de Desenvolvimento                                    |
| DL         | Deep Learning                                                             |
| ESG        | Environmental, Social, and Governance                                     |
| GPT        | Generative Pre-trained Transformer                                        |
| GraphRAG   | Graph Retrieval-Augmented Generation                                      |
| IA         | Inteligência Artificial                                                   |
| IES        | Instituição de Ensino Superior                                            |
| IPEA       | Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada                                  |
| LLM        | Large Language Models                                                     |
| ML         | Machine Learning                                                          |
| NLP        | Natural Language Processing                                               |
| ODS        | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável                                  |
| ONG        | Organização Não Governamental                                             |
| ONU        | Organização das Nações Unidas                                             |
| PIB        | Produto Interno Bruto                                                     |
| PMEs       | Pequenas e Médias Empresas                                                |
| PUC/RS     | Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul                     |
| RAG        | Retrieval-Augmented Generation                                            |
| SENAC      | Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial                                |
| TCC        | Trabalho de Conclusão de Curso                                            |
| TIC        | Tecnologias da Informação e Comunicação                                   |
| UFRGS      | Universidade Federal do Rio Grande do Sul                                 |
| UNCLOS     | United Nations Convention on the Law of the Sea                           |
| UNICAMP    | Universidade Estadual de Campinas                                         |
| UNILASALLE | Centro Universitário La Salle                                             |
| UNISINOS   | Universidade do Vale do Rio dos Sinos                                     |

## SUMÁRIO

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AGRADECIMENTOS .....                                                                    | 5  |
| RESUMO.....                                                                             | 7  |
| 1 INTRODUÇÃO .....                                                                      | 13 |
| 1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA.....                                                     | 16 |
| 1.2 PROBLEMA.....                                                                       | 17 |
| 1.3 OBJETIVOS .....                                                                     | 17 |
| 1.3.1 Objetivo geral.....                                                               | 18 |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....                                                       | 18 |
| 1.4 TRAJETÓRIA .....                                                                    | 18 |
| 1.5 JUSTIFICATIVA .....                                                                 | 20 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....                                                           | 23 |
| 2.1 IMPACTO TRANSFORMADOR DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO .....                  | 23 |
| 2.1.1 <i>Deep learning</i> e os princípios da IA generativa .....                       | 24 |
| 2.1.2 Técnicas de armazenamento e análise de documentos com IA .....                    | 27 |
| 2.2 FOMENTANDO A SUSTENTABILIDADE NA CRIAÇÃO E NO PLANEJAMENTO DE NEGÓCIOS NAS IES..... | 37 |
| 2.2.1 ODS e o papel das IES nas metas do Brasil para a Agenda 2030 .....                | 39 |
| 2.3 APLICAÇÃO PRÁTICA DA IA PARA PROJETOS SUSTENTÁVEIS NA EDUCAÇÃO .....                | 44 |
| 2.4 ESTADO DA ARTE .....                                                                | 47 |
| 3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....                                                          | 53 |
| 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....                                                   | 54 |
| 3.2. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO .....                                                        | 55 |
| 3.3. TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS .....                                                  | 55 |
| 3.4. TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS.....                                                  | 56 |
| 3.5. CUIDADOS ÉTICOS NA PESQUISA .....                                                  | 59 |
| 4 SISTEMA GROWAIDE .....                                                                | 60 |
| 5. ANÁLISE DE RESULTADOS .....                                                          | 75 |
| 5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO.....                                         | 77 |
| 5.2 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS .....                                                       | 86 |

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3 DISCUSSÕES E EFICÁCIA DO SISTEMA.....                     | 97  |
| 5.4 AJUSTES E MELHORIAS.....                                  | 102 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                  | 105 |
| REFERÊNCIAS.....                                              | 109 |
| APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ..... | 16  |

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo da sustentabilidade e sua aplicabilidade no contexto universitário desempenham um papel significativo na formação dos estudantes, ante a constante necessidade de formar profissionais para o mercado que considerem, em sua atuação, pilares como o ambiental e social. Neste panorama, insere-se o papel da universidade de fomentar políticas de incentivo a práticas de ensino voltadas à sustentabilidade para uma formação que envolva tanto as habilidades técnicas direcionadas a cada curso quanto a visão de responsabilidade com os recursos naturais e as ações que impactam econômica e socialmente sua comunidade.

Segundo o estudo de caso exploratório realizado por Fichter e Tiemann (2018), o apoio a iniciativas que integram a sustentabilidade em seus processos é influenciado por diversos fatores, incluindo o contexto institucional, os atores individuais envolvidos e o ambiente externo. Os autores destacam que as universidades podem melhorar esse apoio por meio de uma estratégia clara que priorize a sustentabilidade, fomentando uma cultura que envolva professores, alunos e funcionários, além de construir parcerias com partes externas interessadas e fornecer recursos e suporte para práticas sustentáveis (Fichter; Tiemann, 2018). Para aprimorar o desenvolvimento de uma pedagogia voltada à sustentabilidade nas universidades, é importante incorporar recursos didáticos criativos que estimulem uma experiência prática e participativa para os alunos. A adoção de plataformas de inteligência artificial (IA) surge como uma estratégia eficaz de apoio, delineando novas possibilidades de aprendizado (Chaudhry *et al.*, 2023).

Essas tecnologias facilitam a análise de dados e a criação de planos de ação customizáveis pelos estudantes, enriquecendo consideravelmente os debates e as discussões em sala de aula. Tal facilitação representa também uma das respostas à demanda das instituições de ensino superior de atualizarem suas práticas tradicionais de avaliação de desempenho, utilizando métodos de avaliação inovadores que estimulem o desenvolvimento de habilidades técnicas, criativas, de resolução de problemas e de comunicação, entre outras competências essenciais para os novos mercados de trabalho impulsionados pela IA (Chaudhry *et al.*, 2023).

No processo de aprendizagem, continuam existindo desafios no fornecimento de suporte personalizado para atender aos complexos requisitos de estudantes e educadores, o que é um elemento vital para uma pedagogia estimulante e bem-

sucedida. Kasneci *et al.* (2023) reconhecem essa limitação e sugerem a integração de tecnologias de aprendizado adaptativo que empreguem IA para personalizar o ensino, adequando-se aos estilos de aprendizagem dos discentes, ao conhecimento prévio, ao currículo e às metodologias de ensino dos educadores.

Joyce e Paquin (2016) apontam uma lacuna específica na educação voltada para a sustentabilidade: a carência de ferramentas práticas que integrem de forma equilibrada as dimensões econômica, ambiental e social. As ferramentas disponíveis tendem a enfatizar excessivamente a dimensão econômica, negligenciando os aspectos ambientais e sociais, cruciais para a sustentabilidade. Tal desafio poderia ser enfrentado de maneira mais assertiva por meio de estratégias educacionais que assimilem plenamente os princípios da sustentabilidade, incentivando os alunos a considerar não apenas o lucro, mas também os impactos ambientais e sociais de suas ações.

Compreende-se então que as inovações digitais, em especial as IAs de conversação, alinhadas às práticas de ensino voltadas à sustentabilidade, demarcam um território promissor para o progresso da sustentabilidade em diversas áreas. Além disso, a investigação de Holfelder (2019) e Gupta *et al.* (2023) destaca o papel estratégico dessas tecnologias na formulação de abordagens que integrem valores econômicos, ecológicos e sociais de maneira equilibrada.

Tais avanços tecnológicos viabilizam métodos inovadores para a criação de valor, fomentando o desenvolvimento comunitário, a cocriação e o engajamento abrangente dos interessados, ao passo que impulsionam o alargamento do impacto socioambiental e a geração de valor em múltiplas áreas. A aplicação dessas tecnologias com uso das IAs na educação, que abarca compromissos com a sustentabilidade, pode expandir significativamente a capacidade dos futuros profissionais de atuar de forma responsável e consciente em suas áreas. Estes profissionais estarão não apenas aptos a alcançar sucesso em suas carreiras, mas também a promover um impacto positivo extensivo sobre a sociedade e o ambiente (Gupta *et al.*, 2023).

Esse alinhamento entre tecnologia e educação é fundamental para preparar os futuros profissionais do mercado para os desafios atuais, munindo-os com ferramentas para construir propostas de valor que sintetizam crescimento econômico e responsabilidade socioambiental. Assim, a combinação dessas perspectivas fornece uma base sólida para a formação de profissionais que são simultaneamente

inovadores e comprometidos com a sustentabilidade, destacando o papel transformador da educação na condução de ações que almejam um equilíbrio entre lucratividade e benefícios sociais e ambientais (Gupta et al., 2023).

Conforme Geissdoerfer (2016), integrar os princípios de modelagem sustentável nos modelos de negócios é essencial para alcançar resultados econômicos, ambientais e sociais positivos. Essa abordagem capacita os estudantes com as habilidades necessárias para aplicar práticas sustentáveis em suas áreas de atuação, promovendo uma compreensão profunda de como as práticas organizacionais podem ser alinhadas com os objetivos ambientais e sociais.

O incentivo à aprendizagem do uso consciente dos recursos, por meio da criação de parcerias e de ações que fomentem uma economia circular, focada no descarte e reaproveitamento adequados, representa etapas avançadas no desenvolvimento de projetos sustentáveis em sala de aula. De acordo com Awan (2022), existe uma oportunidade pouco explorada para as organizações alinharem seus esforços com metas globais, como os ODS, evidenciando sua contribuição para soluções sustentáveis e diferenciando-se de práticas prejudiciais ao meio ambiente. Nesse contexto, a plataforma de IA desenvolvida nesta pesquisa atua como um recurso didático que utiliza inteligência artificial para gerar sugestões práticas e alinhadas aos ODS, facilitando a incorporação da sustentabilidade em projetos acadêmicos e demonstrando o potencial da IA nesse processo educativo.

O tipo específico de IA utilizado pela plataforma, produto desta pesquisa, é a IA generativa. Tal definição se refere a sistemas de IA que possuem a capacidade de criar conteúdos novos e originais, aprendendo a partir de um vasto conjunto de dados e padrões complexos (Kasneci, 2023). A IA generativa desempenha um papel fundamental na plataforma desenvolvida nesta pesquisa, visto que essa tecnologia pode auxiliar na criação de modelos de negócios que integram práticas sustentáveis personalizadas. Além de sintetizar conhecimento, a IA generativa permite a experimentação com diversos cenários, facilitando a tomada de decisões e a concepção de soluções inovadoras para os desafios associados à implementação de ações sustentáveis. Portanto, a utilização da IA não apenas amplia as capacidades analíticas dos estudantes, mas também promove uma educação voltada para a sustentabilidade.

A seção subsequente do estudo delinea o tema da sustentabilidade em um contexto educacional, discutindo sua integração às práticas inovadoras em instituições de ensino superior.

## 1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO DO TEMA

Ao discutir a sustentabilidade em um contexto educacional, torna-se essencial considerar a integração de práticas inovadoras nas IES. O uso de sistemas de inteligência artificial surge como uma ferramenta central para transformar o ensino e promover a adoção de práticas de ensino voltadas à sustentabilidade. Conforme apontado por Lim *et al.* (2023), a IA pode ser explorada no contexto educacional para enriquecer os processos de ensino, proporcionando aos estudantes uma compreensão mais ampla das implicações ambientais e sociais de suas ações.

Essa abordagem está alinhada com a necessidade de incorporar a sustentabilidade nos currículos universitários, aspecto discutido por Giesenbauer e Müller-Christ (2020). Os autores ressaltam que as IES devem facilitar a criação de soluções para desafios relacionados à sustentabilidade, integrando esses conceitos em suas operações e missões. O presente estudo segue essa visão, posicionando as universidades como agentes no desenvolvimento sustentável.

Neste contexto, esta pesquisa reconhece que, para enfrentar os desafios contemporâneos, é fundamental que as IES formem profissionais qualificados, cientes de seu papel na promoção da sustentabilidade. A implementação do sistema GrowAIDE, baseado em IA, pode apoiar essa formação, disseminando práticas sustentáveis em diversas áreas de atuação.

Ao longo desta investigação, será analisado como o uso do sistema GrowAIDE pode potencializar a educação em sustentabilidade nas IES, preparando os estudantes para aplicar esses princípios em suas práticas profissionais. Neste contexto, a educação empreendedora desenvolvida nas IES emerge também como uma área relevante. Geissdoerfer (2016) destaca a importância de capacitar futuros empreendedores para que integrem práticas sustentáveis em seus negócios, alinhando-os com objetivos ambientais e sociais.

A aplicação do sistema GrowAIDE nesta área permitirá que os estudantes adquiram não apenas conhecimento teórico, mas também habilidades práticas para implementar a sustentabilidade em suas futuras atividades empresariais.

Por fim, este estudo buscou estabelecer um referencial prático para a integração de tecnologia, inovação e sustentabilidade com o uso do sistema GrowAIDE nas IES. Os resultados obtidos servirão para fortalecer as metodologias de aprendizagem que visam capacitar os estudantes e professores para o uso de IA proporcionando um ensino mais adaptado às demandas atuais e futuras do mercado. Isso contribuirá para a formação de profissionais capazes de liderar iniciativas que sejam tanto economicamente viáveis quanto social e ambientalmente responsáveis, refletindo um compromisso com um futuro sustentável.

## 1.2 PROBLEMA

A incorporação de práticas sustentáveis na formação acadêmica nas IES é uma necessidade crescente. No entanto, o desafio reside em como efetivamente integrar esses princípios de sustentabilidade no processo de ensino-aprendizagem de maneira que os estudantes desenvolvam uma compreensão profunda e prática. O sistema GrowAIDE, surge como uma ferramenta potencial para apoiar essa integração, mas é necessário compreender como sua implementação pode impactar a educação e o engajamento dos estudantes no que diz respeito à sustentabilidade.

Este estudo propõe investigar a eficácia do sistema GrowAIDE na promoção de uma educação que integre práticas sustentáveis em disciplinas acadêmicas, especialmente no contexto do desenvolvimento de projetos de negócios. A questão central que guia esta pesquisa é: como o sistema GrowAIDE, baseado em inteligência artificial, pode ser implementado em uma Instituição de Ensino Superior para fomentar a educação integrada as práticas sustentáveis?

## 1.3 OBJETIVOS

O presente estudo terá como foco a utilização do sistema GrowAIDE, uma ferramenta de inteligência artificial, para apoiar a integração de práticas de ensino voltadas à sustentabilidade no processo de ensino-aprendizagem em uma IES.

### 1.3.1 Objetivo geral

Avaliar como o sistema GrowAIDE, baseado em inteligência artificial, pode ser implementado em uma Instituição de Ensino Superior para fomentar a educação integrada às práticas de ensino voltadas à sustentabilidade

### 1.3.2 Objetivos específicos

Para alcançar esse objetivo geral, serão definidos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver e implementar um recurso didático com o sistema GrowAIDE, destinado a enriquecer abordagens pedagógicas que integram a sustentabilidade em disciplinas acadêmicas.
- Avaliar as percepções e interações dos participantes com o sistema GrowAIDE, focando na usabilidade e na utilidade percebida da ferramenta para a integração de práticas sustentáveis na formação acadêmica.
- Verificar a possibilidade da utilização do sistema na IES e sua adaptação para melhor utilização de forma pedagógica.

## 1.4 TRAJETÓRIA

Minha trajetória como pesquisador tem sido marcada pela busca constante da compreensão do papel das emoções e da motivação no processo de aprendizagem e no desenvolvimento de soluções tecnológicas. Desde a graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, encantei-me com as metodologias ágeis e sua ênfase na comunicação e nas necessidades humanas no desenvolvimento de produtos e soluções.

No TCC da graduação, analisei o modelo ágil focado na comunicação em times de desenvolvimento de software, demonstrando o quanto a comunicação poderia trazer mudanças no processo de desenvolvimento a partir da percepção dos sentimentos dos participantes. Essa pesquisa inicial despertou meu interesse em

aprofundar o entendimento da importância das habilidades de comunicação e empatia na formação de profissionais de tecnologia.

Minha atuação como docente no curso Técnico em Informática na Escola Técnica QI de Porto Alegre foi um divisor de águas em minha trajetória. Percebi a importância de motivar os alunos e envolvê-los com os conhecimentos e as possibilidades da tecnologia, bem como a necessidade de compreensão a respeito das suas próprias emoções. Essa experiência me levou a buscar aprimoramento por meio de especializações em plataformas de desenvolvimento web e em docência no ensino superior.

No artigo de conclusão da especialização em docência no ensino superior, abordei as metodologias ativas na educação, explorando as principais práticas para envolver o aluno de modo que este seja protagonista de sua aprendizagem e para realizar uma criação colaborativa em sala de aula. Essa pesquisa foi fundamental para embasar minhas práticas docentes e meu interesse em investigar estratégias inovadoras de ensino-aprendizagem.

A criação da startup voltada à capacitação de professores para novos modelos de aprendizado, com foco em metodologias ativas e gamificação, foi um passo significativo em minha trajetória como pesquisador. Por meio da organização de seminários, cursos, eventos e palestras, pude compartilhar conhecimentos e experiências sobre uma nova educação, além de vivenciar de perto os desafios enfrentados por empreendedores em ambientes de inovação.

Minha atuação como coordenador e professor no curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas do SENAC São Leopoldo, durante a pandemia, foi uma oportunidade de colocar em prática meus conhecimentos sobre metodologias ativas e gamificação na aprendizagem em um contexto desafiador. A realização de um levantamento qualitativo do perfil das turmas para definir estratégias efetivas de ensino remoto, tendo como ponto central as emoções e expectativas dos alunos, evidenciou a importância de considerar os aspectos humanos no processo educacional.

A pós-graduação em Docência para Educação Profissional, realizada no UniSenac, apresentou uma abordagem integrativa das diversas relações entre o ser humano e a aprendizagem, reforçando meu interesse em investigar como as emoções e a motivação influenciam o processo educativo e o desenvolvimento de competências profissionais.

Minha trajetória como pesquisador tem sido marcada pela busca constante da compreensão do fator humano envolvido nos processos relacionados à atuação do profissional no mercado de trabalho e à aprendizagem do aluno. As pesquisas realizadas nos projetos de TCC e nos artigos de conclusão das pós-graduações têm explorado como metodologias que abordam o foco da aprendizagem individualizada podem contribuir e impactar os processos de trabalho e a aprendizagem.

Esse percurso me levou a refletir sobre o papel das tecnologias emergentes, como a inteligência artificial, no ensino de práticas sustentáveis em projetos de criação e desenvolvimento de negócios. A integração entre inovação tecnológica, sustentabilidade e educação se apresenta como um campo promissor para investigação, alinhado com minha trajetória de pesquisa voltada à compreensão dos aspectos humanos nos processos de aprendizagem e desenvolvimento de soluções.

Assim, minha pesquisa atual, que avalia como o sistema de IA GrowAIDE pode ser implementado para fomentar a educação integrada com práticas sustentáveis em salas de aula, representa um percurso natural de minha trajetória como pesquisador. Busco, com este estudo, contribuir para o avanço do conhecimento sobre o uso de tecnologias inovadoras na formação de profissionais comprometidos com a sustentabilidade, considerando os aspectos de vivências motivacionais na aprendizagem com auxílio das tecnologias nesse processo.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

A necessidade de promover a consciência ambiental e a sustentabilidade como aspectos a serem percebidos durante o desenvolvimento de negócios tem sido cada vez mais debatida no contexto educacional, especialmente no ensino superior. Esta demanda é evidenciada por estudos como o de Quintana e Kitzmann (2020), que apontam para uma crescente importância do empreendedorismo sustentável e para a necessidade de novas abordagens pedagógicas nas universidades.

Este compromisso não se limita a ensinar sobre inovação ou a abordar o processo de criação de negócios em formações nas IES. Por isso, faz-se necessário estimular nos estudantes uma compreensão profunda da sustentabilidade e da responsabilidade social para, a partir desta compreensão, estarem equipados para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo de forma consciente e responsável.

A relevância desta pesquisa é reforçada ao se considerar que muitos novos negócios ainda não estão plenamente conscientes da importância de adotar modelos de negócio que considerem aspectos sustentáveis (Nosratabadi *et al.*, 2019). Partindo do pressuposto de que muitas dessas iniciativas negócios, são formadas por egressos ou projetos de incentivos desenvolvidos dentro das IES, deve-se considerar o papel da universidade na criação de práticas pedagógicas que abordem a sustentabilidade no planejamento de negócios dos estudantes.

Conforme Solis-Espallargas (2019) aponta em seu artigo sobre a análise da implementação de aprendizado sobre sustentabilidade nos currículos das IES, apesar de os estudantes relatarem que compreendem as competências para a sustentabilidade, eles ainda se demonstram inseguros quanto à aplicação destes conceitos em suas atividades profissionais. Tal ponto de vista é corroborado por Lim (2023), que aponta para a necessidade de inovação nos métodos de ensino para incorporar tecnologias disruptivas, como a IA, no desenvolvimento de habilidades voltadas para a prática da sustentabilidade. Da mesma forma, Moretto (2023, p. 87), em sua pesquisa de revisão bibliográfica sobre o desenvolvimento de modelos conceituais de sistemas de IA para sustentabilidade, destaca a importância de adaptar os processos educacionais para preparar os estudantes para os desafios da sustentabilidade.

Segundo Gupta *et al.* (2023), a abordagem de negócios sustentáveis vai além da criação de novos empreendimentos com foco exclusivo em sustentabilidade. Ela envolve também a transformação e a gestão de negócios existentes de forma sustentável, abrindo caminho para que novas iniciativas, bem como pequenas e médias empresas (PMEs), incorporem práticas sustentáveis em suas operações. Essa constatação reforça, portanto, a importância da educação em preparar futuros profissionais para integrar a sustentabilidade desde a ideação até a criação de negócios.

Para enfrentar os desafios do mundo empresarial atual, faz-se necessário o uso de estratégias de inovação que auxiliem na aprendizagem, e o uso da inteligência artificial tem se mostrado de grande impacto na educação. Em consonância com estudos anteriores que abordam a importância da visão sustentável no contexto universitário (Geissdoerfer, 2016; Joyce; Paquin, 2016), existem iniciativas na educação que já exploram o uso da IA como ferramenta de apoio pedagógico para o ensino do desenvolvimento de negócios com abordagens sustentáveis (Fan, 2023).

A relevância destas ações inovadoras, como as sugeridas por Weng Marc *et al.* (2023), reside na capacidade da IA de proporcionar uma educação mais adaptativa e personalizada, alinhada aos desafios contemporâneos. A inserção dessas tecnologias no contexto educacional pode, assim, enriquecer a experiência de aprendizado dos alunos.

Portanto, esta pesquisa não apenas aborda uma lacuna importante no campo do ensino de um projeto de negócios que considera a visão sustentável durante o seu planejamento, mas também estabelece um referencial prático para futuras iniciativas educacionais que busquem integrar tecnologia, inovação e sustentabilidade com o uso de plataformas de IA. Os resultados obtidos através desta pesquisa fortalecerão as metodologias de aprendizagem que visam capacitar os alunos com conhecimento teórico, habilidades práticas e uma mentalidade para planejar e executar projetos de negócios que sejam economicamente viáveis e socioambientalmente responsáveis, contribuindo, assim, para um futuro mais sustentável.

No próximo capítulo, serão apresentadas as teorias que embasam o tema proposto nesta pesquisa, corroborando a fundamentação dos objetivos delineados.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo investiga a influência marcante da inteligência artificial generativa, representada por plataformas como o ChatGPT, na educação, evidenciando como tais tecnologias tornam o ensino mais adaptável e personalizado e propiciam métodos pedagógicos progressistas que equipam os alunos para futuros desafios. A análise incide também sobre a necessidade de um uso ético destas ferramentas, visando garantir acesso e equidade educacionais. Enfatiza-se a importância do deep learning (aprendizado profundo) e dos modelos de linguagem de grande escala (LLMs, do inglês large language models) no ambiente educacional, destacando o potencial destas tecnologias de aprimorar a aprendizagem e fomentar um ensino colaborativo. Exploram-se, adicionalmente, as técnicas de armazenamento e análise semântica de documentos, como embeddings, bancos de dados vetoriais/grafos e RAG, que fundamentam as funcionalidades do sistema GrowAIDE. Finaliza-se destacando o papel essencial das IES na promoção da sustentabilidade, no desenvolvimento de negócios alinhado aos ODS e na preparação de profissionais capazes de contribuir significativamente para a sustentabilidade global.

### 2.1 IMPACTO TRANSFORMADOR DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO

IAs generativas, como o ChatGPT, estão desempenhando um papel transformador na educação. Com a capacidade de analisar as interações e respostas dos alunos, esses modelos oferecem feedback direcionado e recomendam recursos educacionais específicos, otimizando o tempo dos professores na construção de material de aula especializado, deixando-os, com isso, mais envolvidos na prática em sala de aula e enriquecendo o processo educativo. Além disso, a utilização de IA na educação contribui para a promoção de práticas pedagógicas mais avançadas, que servirão tanto para atualizar os professores sobre novas abordagens pedagógicas quanto para o desenvolvimento de habilidades digitais dos estudantes, preparando-os para os desafios do mundo moderno (Kasneci *et al.*, 2023).

Os modelos de IA baseados em conversação surgem como aliados poderosos na identificação de áreas para desenvolvimento de habilidades e aprimoramento de estilos de escrita, além de facilitarem a síntese de conteúdos complexos mediante resumos e esboços. Esta capacidade de sintetizar as informações complexas de

forma mais clara e acessível ao entendimento amplia as possibilidades para uma compreensão mais profunda do material de estudo, tanto para educadores quanto para alunos. No entanto, a adoção dessas tecnologias deve ser conduzida com reflexão ética e compromisso com a integridade acadêmica, promovendo discussões críticas sobre seu uso e integrando-as de maneira responsável aos currículos educacionais para maximizar seus benefícios enquanto se minimizam potenciais desvantagens (Lim *et al.*, 2023).

Um dos benefícios identificados com o uso destas IAs é sua atuação como uma importante ferramenta para promover uma educação inclusiva, superando barreiras socioculturais e criando um ambiente de aprendizagem acessível a todos os alunos, independentemente de sua origem ou necessidades especiais (Salas-Pilco; Xiao; Oshima, 2022). Através da capacidade das IAs generativas de criar contextos por meio de diálogos que estão mais intimamente relacionados aos alunos, é possível proporcionar uma experiência de aprendizagem personalizada e adaptada às suas necessidades individuais. Essas tecnologias têm o potencial de fornecer oportunidades educacionais inclusivas, contribuindo para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem culturalmente diversos que apoiam estudantes pertencentes a diferentes grupos culturais e sociais (Salas-Pilco; Xiao; Oshima, 2022).

Para aproveitar plenamente o potencial dessas tecnologias de Inteligência Artificial (IA), é fundamental compreender seus mecanismos de desenvolvimento e os conceitos que norteiam sua análise de dados. Tais aspectos técnicos serão detalhados nas seções subsequentes.

### 2.1.1 *Deep learning* e os princípios da IA generativa

No cerne desta transformação do uso de IA na educação, existe uma área de conhecimento denominada *deep learning*, uma metodologia sofisticada de aprendizado de máquina que emprega redes neurais complexas para decifrar e sintetizar conteúdo. A ideia das redes neurais é simular o processo de analisar dados como se fossem conexões dos neurônios humanos (Kaufman, 2019).

A alta precisão é uma distinção-chave do *deep learning*, uma abordagem que gerou grande repercussão na mídia em 2016 com a vitória de um sistema de IA denominado *AlphaGo* sobre campeões humanos em jogos de estratégia como xadrez e damas. Contudo, a aplicabilidade do *deep learning* se estende muito além de suas

proezas nos jogos. Algumas destas outras atuações são os sistemas de recomendação personalizados, como aqueles empregados pela Amazon e Netflix, ao recomendarem livros e filmes com base nas preferências de cada usuário. Esses sistemas têm a capacidade única de se ajustar e otimizar respostas para tarefas específicas, melhorando significativamente a experiência do usuário (Kaufman, 2019).

O *deep learning* tem sido fundamental na personalização de experiências digitais, adaptando-se às preferências e necessidades dos usuários com uma precisão sem precedentes. Kaufman (2019) salienta a importância dessa tecnologia não apenas na automação de tarefas, mas também na criação de interfaces mais intuitivas e responsivas entre humanos e máquinas. Isso reflete uma nova era na qual as IAs se tornam uma ferramenta importante na educação, moldando a maneira como interagimos com as informações do mundo digital e uns com os outros.

Estes modelos que possuem esse grande conjunto de dados são conhecidos no campo da inteligência artificial como modelos de linguagem de grande escala (LLMs). Este termo destaca a vastidão de informação que os alimenta, permitindo uma compreensão e interação linguística altamente complexa (Hassija *et al.*, 2023).

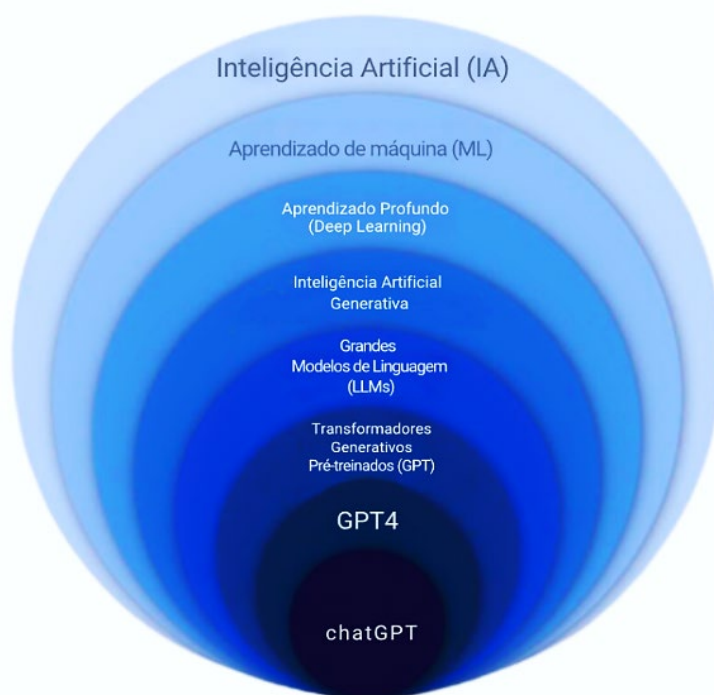
Os LLMs, como destaca Hassija *et al.* (2023), são ferramentas poderosas que transformam o campo da IA. Eles têm a habilidade de compreender, gerar e manipular a linguagem de maneira que se assemelha ao entendimento humano. Isso se deve à sua capacidade de processar uma quantidade massiva de texto, aprender a partir desses dados e então prever uma palavra em uma sentença, baseando-se no contexto fornecido. Esse processo permite que os LLMs produzam um texto coerente e relevante, abrindo um leque de possibilidades para aplicações em diversas áreas, incluindo educação, pesquisa e desenvolvimento.

Na arquitetura dos LLMs, encontram-se os transformadores generativos pré-treinados (GPT, do inglês *generative pre-trained transformer*), sendo o ChatGPT um exemplo de uma aplicação comercial destes modelos pré-treinados desenvolvidos pela empresa OpenAI. Um componente central dessa arquitetura é o mecanismo de autoatenção, que permite ao modelo focar em diferentes partes do texto de entrada para compreender as relações entre as palavras e gerar respostas mais precisas e contextualizadas. O pré-treinamento do modelo GPT em um vasto corpus textual permite que ele capture padrões linguísticos complexos, facilitando a geração de texto que não só faz sentido, mas também é contextualmente apropriado (Hassija *et al.*, 2023).

O desenvolvimento de versões avançadas do ChatGPT desenvolvido pela OpenAI, como o ChatGPT-3.5 e o ChatGPT-4 em diante, marcam um progresso significativo nesse campo. O ChatGPT-3.5, por exemplo, teve como ponto inicial aprimorar a compreensão da linguagem e a qualidade da geração de texto, enquanto o ChatGPT-4, sendo um modelo multimodal, pode processar tanto texto quanto imagens, oferecendo respostas ainda mais precisas e contextualmente ricas, sendo a evolução destes modelos contínua. Esses avanços destacam o potencial ilimitado dos LLMs para transformar a maneira como interagimos com a tecnologia, tornando-os instrumentos cruciais para inovação na educação (Hassija *et al.*, 2023).

Modelos avançados como o ChatGPT-4 e suas evoluções estão desempenhando um papel crucial na transformação da educação desde seu lançamento em dezembro de 2022, especialmente nas IES. Esses modelos podem ser integrados a plataformas educacionais para oferecer conteúdo altamente personalizado e interativo, proporcionando um ambiente de aprendizado mais rico e envolvente para os alunos. Isso inclui a capacidade de gerar cenários de estudo de caso em tempo real que simulam desafios e planejamentos complexos, permitindo que os alunos explorem soluções inovadoras em vários contextos (Chaudhry *et al.*, 2023).

Figura 1 – Estrutura hierárquica do ChatGPT



Fonte: Elaborado pelo autor.

O diagrama da Figura 1 ilustra a relação entre os principais conceitos que sustentam o impacto transformador da inteligência artificial (IA) na educação. A partir de uma estrutura em camadas, podemos observar como a ciência de dados fornece a base fundamental para o desenvolvimento da IA, que, por sua vez, abrange o aprendizado de máquina (*machine learning* – ML) e o aprendizado profundo (*deep learning* – DL). O DL, com suas redes neurais artificiais inspiradas no funcionamento do cérebro humano, permite a análise e a geração de dados complexos, como linguagem natural e imagens. No centro do diagrama encontramos a IA generativa, representada por modelos como o ChatGPT, que se baseiam nos avanços do DL para oferecer ferramentas inovadoras para o ensino e a aprendizagem.

A partir desse entendimento, verifica-se que o potencial das IAs contribui para a implementação de uma aprendizagem colaborativa, incentivando os alunos a trabalharem em equipe para resolver problemas. Através da geração de feedback instantâneo e de sugestões de melhoria para projetos, a IA pode atuar como um facilitador no processo de aprendizagem, promovendo uma cultura de feedback construtivo e aprendizado contínuo (Chaudhry *et al.*, 2023).

Tendo explorado o impacto e as possibilidades da IA generativa no ensino e na aprendizagem, torna-se relevante aprofundar o conhecimento sobre as tecnologias que viabilizam a aplicações desenvolvida nesta pesquisa. A próxima seção irá se dedicar a explicar os métodos como embeddings, bancos de dados vetoriais e de grafos, e RAG (Retrieval-Augmented Generation), que são essenciais para o processamento de dados e geração de insights em plataformas como o GrowAIDE.

### 2.1.2 Técnicas de armazenamento e análise de documentos com IA

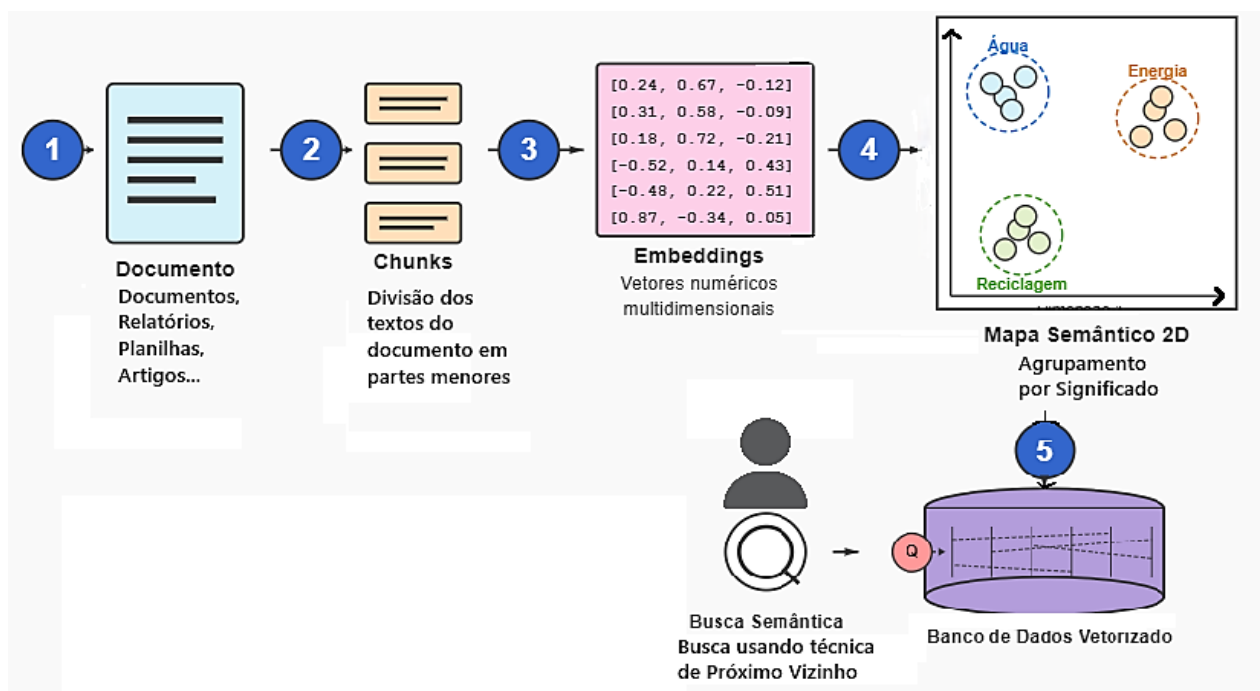
A compreensão das técnicas de armazenamento e análise de documentos com IA é essencial para entender como o GrowAIDE processa dados e gera insights personalizados que promovem práticas sustentáveis. Este sistema utiliza duas tecnologias principais de armazenamento, bancos de dados vetorizados e bancos de dados de grafos, combinadas com o retrieval-augmented generation (RAG). Essa abordagem é implementada no GrowAIDE tanto por meio de buscas baseadas em similaridade vetorial quanto pela técnica GraphRAG, que explora as conexões nos bancos de dados de grafos, integrando recuperação de dados e geração de conteúdo por IA. A seguir serão detalhadas todas as técnicas utilizadas no GrowAIDE.

### 2.1.2.1 *Embeddings* e banco de dados vetorizado

A representação de informações textuais e de outros tipos de dados em formatos numéricos que capturem seu significado semântico é essencial nas modernas técnicas de inteligência artificial. Os *embeddings* desempenham esse papel, atuando como vetores densos em espaços contínuos, onde a proximidade entre vetores reflete a similaridade semântica dos itens representados, permitindo que sistemas de IA compreendam contextos e intenções das consultas, mesmo na ausência de correspondências exatas de palavras (Khattak *et al.*, 2019).

No sistema GrowAIDE, o processo de transformação dos documentos em *embeddings* segue etapas as definidas, conforme ilustrado na Figura 2:

Figura 2 – Geração de *embeddings* e busca em banco vetorizado



Fonte: Elaborado pelo autor.

As etapas do processo de vetorização e busca semântica, ilustradas na Figura 2, podem ser assim descritas:

## **Etapa 1 – Divisão do documento (*chunking*)**

Nesta etapa inicial, o documento original, neste exemplo, um relatório sobre sustentabilidade, passa por um processo conhecido como *chunking*. Isso significa que o texto completo é dividido em trechos menores, que são tecnicamente chamados de *chunks*. O objetivo dessa divisão é segmentar a informação em partes gerenciáveis para que a inteligência artificial possa processá-las mais eficientemente nas fases seguintes. A definição do tamanho desses trechos (*chunks*) é uma decisão importante: trechos muito curtos podem levar a uma análise mais focada, mas correm o risco de perder o contexto geral da informação. Por outro lado, trechos mais longos mantêm melhor o contexto, mas podem conter informações variadas e potencialmente menos relevantes, o que pode afetar a precisão da análise subsequente.

## **Etapa 2 – Processamento individual dos *chunks***

Cada *chunk* é tratado de forma individualizada para garantir precisão e clareza, preparando-os para a etapa seguinte.

## **Etapa 3 – Geração dos *embeddings***

Os *chunks* processados são convertidos em *embeddings* por meio de um modelo específico (como o BERT, sigla para Bidirectional Encoder Representations from Transformers), gerando vetores numéricos multidimensionais que representam semanticamente os conteúdos originais.

## **Etapa 4 – Agrupamento semântico**

Após a geração dos *embeddings* (etapa 3), representações vetoriais que expressam o contexto e o significado dos fragmentos de texto, ocorre o agrupamento semântico. Esse processo baseia-se na premissa de que textos ou palavras que aparecem em contextos semelhantes tendem a apresentar vetores (*embeddings*) similares. O agrupamento, portanto, organiza esses vetores em conjuntos que compartilham elevada similaridade semântica entre si (WEVERS; KOOLEN, 2020).

O objetivo deste processo é revelar a estrutura de significados e as relações entre os diferentes temas presentes nos diferentes documentos salvos no banco. Conforme Wevers e Koolen (2020) apontam, analisar esses agrupamentos permite identificar domínios semânticos específicos, ou seja, conjuntos de textos ou termos que abordam um determinado assunto e mantêm relações estruturadas. A finalidade dessa etapa é possibilitar uma interpretação mais clara dos padrões temáticos do conteúdo processado antes de seu armazenamento ou uso subsequente.

O mapa bidimensional ilustrado no Passo 4 é um exemplo visual de como esses agrupamentos ou campos semânticos podem ser representados graficamente. Nessa visualização simplificada do funcionamento interno de um banco de dados vetorial, a proximidade espacial entre os pontos, representando os *embeddings*, reflete a similaridade semântica calculada a partir dos vetores originais, formando agrupamentos visíveis para temas como “água”, “energia” e “reciclagem”.

### **Etapa 5 – Armazenamento no banco de dados vetorizado**

Após gerados, esses embeddings são indexados e armazenados em um banco de dados vetorial, uma estrutura de dados especializada e otimizada para realizar consultas de similaridade de forma eficiente em grandes volumes de vetores. Quando um usuário submete uma consulta ao sistema (por exemplo, buscando por "práticas de economia circular em PMEs"), o texto da consulta também passa por esse processo de vetorização, gerando um embedding de consulta.

O passo seguinte no processo do GrowAIDE é a busca semântica. Diferente de uma busca textual tradicional por palavras-chave, o objetivo aqui é localizar, no banco de dados vetorial, os embeddings armazenados que apresentam a maior similaridade semântica com o embedding da consulta do usuário.

Para quantificar essa proximidade, o sistema utiliza métricas como a similaridade de cosseno (cosine similarity). Como discutido por Wevers e Koolen (2020) no contexto da análise de mudanças semânticas em textos históricos, a similaridade de cosseno entre palavras, ou textos, no espaço de embedding está relacionada à distância e direção dos vetores que as representam. A proximidade pode ser mensurada pela distância de cosseno, que reflete o ângulo entre esses vetores. Assim, vetores com ângulos menores entre si indicam maior proximidade ou similaridade semântica.

Essa abordagem metodológica, combinando a representação semântica via embeddings e a métricas de similaridade vetorial, como a de cosseno, permite ao GrowAIDE recuperar informações contextualmente relevantes e precisas para o usuário. Tal capacidade de ir além das palavras-chave exatas é fundamental para analisar a natureza complexa e multifacetada dos temas relacionados à sustentabilidade, permitindo uma análise que evidencie melhor as inter-relações entre diferentes tópicos ou dados presentes nos relatórios.

#### 2.1.2.2 Banco de dados de grafos de conhecimento

Um banco de dados de grafos de conhecimento oferece uma abordagem eficaz para a estruturação e análise de informações, modelando dados como entidades, representadas por nós, conectadas por relacionamentos, representados por arestas. Essa característica torna os bancos de dados de grafos especialmente apropriados para representar informações altamente conectadas, permitindo consultas complexas e análises mais profundas das interações entre diferentes elementos. Peng *et al.* (2023) definem grafos de conhecimento como grafos de dados que acumulam e transmitem conhecimento do mundo real, onde os nós representam entidades de interesse e arestas representam as relações entre elas.

No contexto do GrowAIDE, as entidades incluem projetos de sustentabilidade, organizações (como universidades e ONGs), locais geográficos, políticas de sustentabilidade e recursos disponíveis. Identificar com precisão essas entidades e suas conexões é um passo fundamental para o design eficaz do banco de dados de grafos de conhecimento no GrowAIDE. A importância de organizar e representar adequadamente o enorme volume de conhecimento, crucial para o design de qualquer sistema baseado em grafos de conhecimento, é destacada por Peng *et al.* (2023).

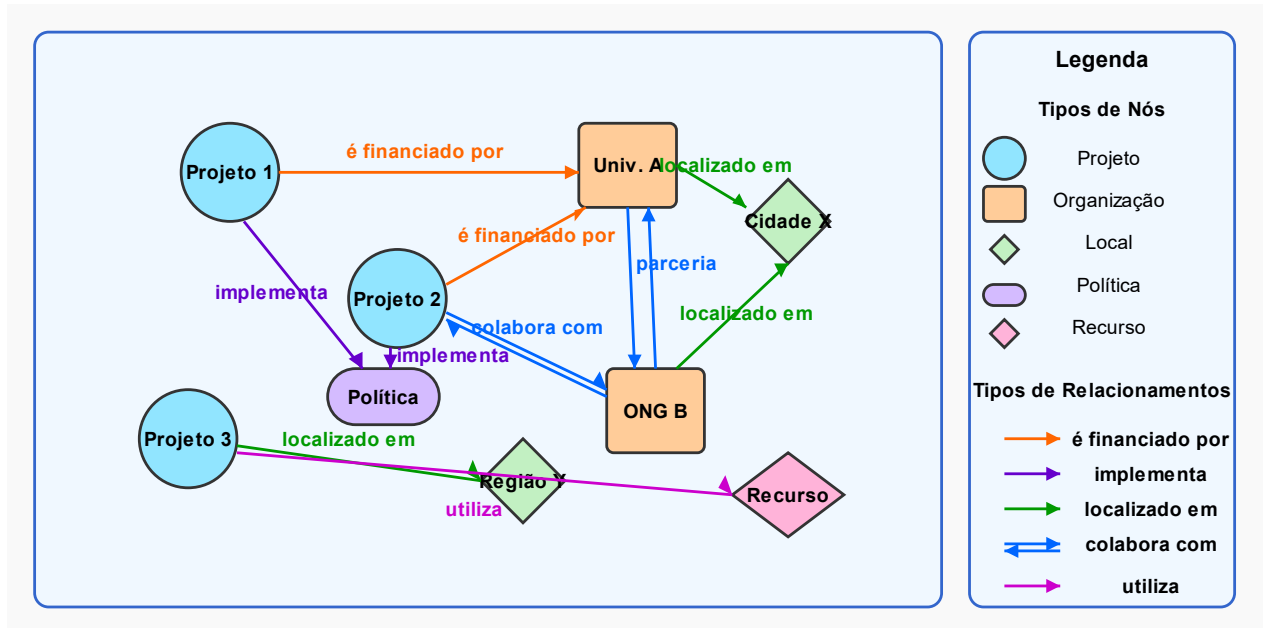
Os relacionamentos entre essas entidades são descritos pelas arestas, que possuem tipos específicos (por exemplo, “é financiado por”, “implementa política”, “localizado em”, “colabora com”) e podem conter propriedades adicionais que fornecem contexto detalhado. A definição cuidadosa desses tipos de relacionamentos é essencial para capturar as nuances das interações complexas relacionadas às práticas sustentáveis. A direção dos relacionamentos no grafo de conhecimento

conforme aponta Peng *et al.* (2023), também é importante, pois influencia diretamente o suporte a padrões específicos de consultas.

Bancos de dados de grafos de conhecimento destacam-se pela capacidade de percorrer essas relações e identificar padrões em grandes conjuntos de dados conectados. Essa capacidade permite realizar consultas avançadas, como identificar caminhos entre entidades, revelando conexões indiretas relevantes para o tema da sustentabilidade. No GrowAIDE, por exemplo, isso pode auxiliar na descoberta de potenciais parcerias entre instituições com objetivos semelhantes ou identificar recursos apropriados para projetos específicos. Peng *et al.* (2023) enfatizam que os grafos de conhecimento representam efetivamente informações complexas, permitindo a construção de sistemas de IA mais robustos.

Para ilustrar esse modelo de dados, a Figura 3 apresenta uma representação gráfica do banco de dados de grafo proposto para o sistema GrowAIDE. Nela, cada tipo de entidade é representado por um nó, e os relacionamentos entre essas entidades são expressos por arestas direcionadas e coloridas conforme seu tipo. A imagem demonstra as conexões semânticas e operacionais entre os componentes do sistema, servindo como base para a realização de consultas e análises dentro do contexto das práticas sustentáveis.

Figura 3 – Representação gráfica do banco de dados de grafo de conhecimento proposto para o sistema GrowAIDE



Fonte: Elaborado pelo autor.

A interação deste banco ocorre por meio de linguagens de consulta especializadas, como a Cypher, em aplicações como o Neo4j, um sistema de gerenciamento de bancos de dados de grafos de conhecimento, que foi utilizado nesta pesquisa. Implementar interfaces amigáveis ou permitir consultas em linguagem natural se tornou fundamental para que usuários do GrowAIDE, mesmo sem conhecimento técnico especializado, consigam realizar busca complexas em documentos diversos relacionados a sustentabilidade. Adicionalmente, algoritmos específicos de análise de grafos podem ser aplicados para identificar entidades influentes, organizações-chave e tendências emergentes no campo das práticas sustentáveis. Peng *et al.* (2023) mencionam que os grafos de conhecimento são amplamente empregados em diversos sistemas de IA e aplicados em muitos campos.

Após a introdução dos bancos utilizados no sistema GrowAIDE, o capítulo a seguir se dedicará a explicar como as técnicas de geração aumentada de recuperação (RAG) e GraphRAG foram empregadas para refinar e potencializar os resultados obtidos tanto no bando de dados de grafo de conhecimento quanto no banco de dados vetorizado, visando aprimorar a precisão e o amplo contexto das informações geradas pelo sistema.

### 2.1.2.3 Geração aumentada de recuperação: conceitos e uso do RAG e GraphRAG

A Geração Aumentada por Recuperação (RAG – retrieval-augmented generation) é uma abordagem que potencializa os Grandes Modelos de Linguagem (LLMs), permitindo-lhes superar limitações significativas. Uma dessas limitações é o corte temporal dos dados de treinamento que ocorre devido ao conhecimento do LLM ficar restrito às informações disponíveis até a data de conclusão do seu treino, tornando-o incapaz de acessar ou raciocinar sobre eventos e dados mais recentes. Outra limitação é a propensão a alucinações, fenômeno em que o modelo gera respostas que, embora possam parecer plausíveis e coerentes, são factualmente incorretas, contraditórias ou não fundamentadas em sua base de conhecimento real. A RAG mitiga esses problemas ao conectar o LLM a fontes de conhecimento externas e atualizadas; antes de gerar uma resposta, o sistema busca informações pertinentes na fonte externa e as utiliza para fundamentar a geração do LLM, reduzindo a dependência de seu conhecimento interno potencialmente desatualizado ou incompleto e diminuindo a incidência de erros factuais (Lewis *et al.*, 2020).

No sistema GrowAIDE, voltado para a promoção de práticas sustentáveis em IES, a RAG combina recuperação de informações com geração de texto, garantindo respostas mais precisas e confiáveis para apoiar a educação em sustentabilidade. Conforme explorado por Lewis *et al.* (2020), a RAG opera em duas etapas principais: a busca por dados relevantes em fontes externas, como bases de conhecimento sobre um tema específico, e a geração de respostas contextualizadas pelo LLM com base nesse material.

A versatilidade da RAG permite sua adaptação a diferentes bases de conhecimento, como bancos de dados vetorizados e de grafos de conhecimento, apoiando abordagens pedagógicas focadas em sustentabilidade, como no contexto da educação voltada a criação de negócios com práticas sustentáveis dentro das IES. No GrowAIDE, a RAG compensa as fragilidades dos LLMs, que podem estar limitados por dados de treinamento desatualizados ou geração de alucinações, garantindo que os estudantes tenham acesso a informações verificadas e atualizadas sobre práticas sustentáveis. Segundo Siriwardhana *et al.* (2023), a RAG fundamenta respostas em evidências externas, melhorando a interpretação do contexto e facilitando atualizações constantes dos dados utilizados. Essa habilidade pode auxiliar os

estudantes na elaboração de planos de negócios que incorporem ações sustentáveis baseadas em recentes estudos e casos de sucesso.

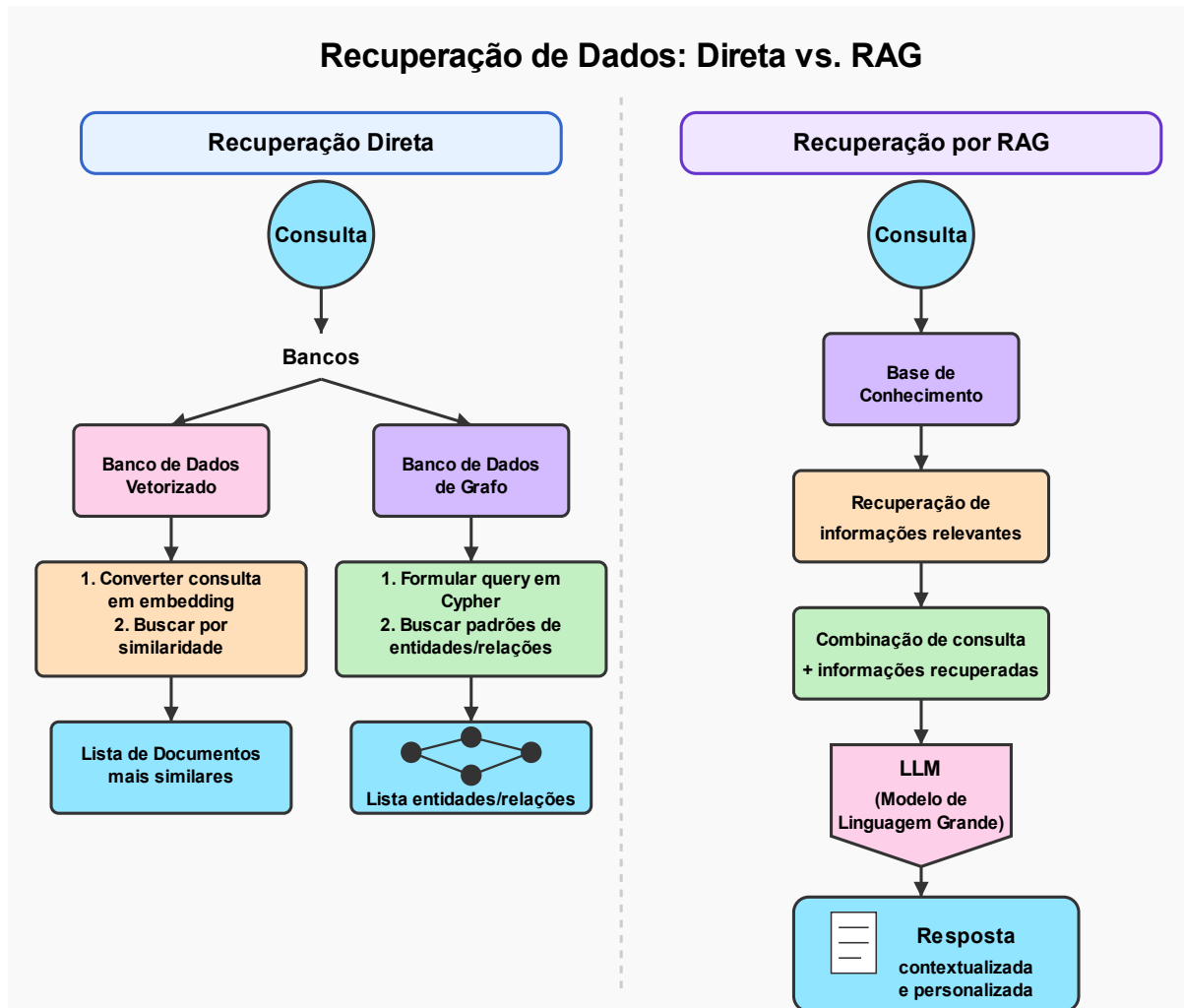
Os bancos de dados vetorizados, utilizados na RAG, armazenam *embeddings* vetoriais que capturam o significado semântico de dados como textos, relatórios ou estudos sobre sustentabilidade. No GrowAIDE, uma consulta sobre práticas sustentáveis é convertida em um *embedding* e comparada aos vetores armazenados por meio de métricas como similaridade de cossenos, recuperando os itens mais relevantes. Funcionando como uma memória de longo prazo para o modelo generativo, permitindo o acesso a informações contextuais de projetos passados e documentos acadêmicos (Taipalus, 2024). Essa abordagem é ideal para processar grandes volumes de dados não estruturados, identificando conteúdos conceitualmente próximos, como diferentes estratégias de sustentabilidade, mesmo com terminologias distintas.

Adicionalmente, o GraphRAG, implementado no GrowAIDE com ferramentas como o Neo4j, utiliza bancos de dados de grafos de conhecimento para explorar relações explícitas entre entidades, representadas por nós e arestas — por exemplo, “cidade associada a projeto sustentável”. Diferentemente da RAG baseada em vetores, que foca na similaridade semântica, o GraphRAG prioriza conexões estruturais, recuperando informações contextualizadas por meio de consultas em linguagens como Cypher (Jeon; Lee, 2025). Essa técnica oferece respostas mais ricas e interconectadas, sendo útil para mapear interdependências em projetos acadêmicos, como a relação entre recursos e impactos ambientais.

A diferença entre a recuperação direta e a recuperação por RAG é ilustrada na Figura 4. Na recuperação direta, uma consulta sobre sustentabilidade é processada por bancos de dados vetorizados ou de grafos de conhecimento. No primeiro caso, a consulta é convertida em *embedding* e comparada por similaridade, retornando uma lista de documentos relevantes; no segundo, no banco de dados de grafo de conhecimento, a consulta é formulada em linguagem Cypher para buscar entidades e relações, retornando uma lista de conexões relevantes, como práticas sustentáveis associadas a projetos específicos. Já na recuperação por RAG, a consulta acessa uma base de conhecimento sobre sustentabilidade, recupera informações relevantes e as combina com o contexto da consulta, que é então processado por um LLM para gerar uma resposta personalizada e contextualizada, como uma recomendação de prática sustentável para um projeto. Esse processo integrado permite ao GrowAIDE

oferecer respostas mais adaptadas às necessidades pedagógicas de integração da sustentabilidade.

Figura 4 – Fluxo da geração direta sem RAG versus geração com RAG



Fonte: Elaborado pelo autor.

Embora a RAG com bancos vetorizados seja eficiente para buscas amplas em dados não estruturados, ela pode falhar em capturar relações complexas e ainda produzir alucinações (Jeon; Lee, 2025), com sua eficácia limitada pela qualidade dos *embeddings* (Taipalus, 2024). O GraphRAG, por sua vez, utiliza a estrutura do grafo para fornecer informações mais confiáveis, destacando-se em consultas semanticamente exigentes, como interdependências entre projetos e recursos (Jeon; Lee, 2025). Uma abordagem híbrida utilizada no GrowAIDE surge como solução mais eficiente, usando bancos vetorizados para uma recuperação inicial e o GraphRAG para refinar o contexto com relações estruturais. Essa combinação equilibra eficiência e profundidade, atendendo desde consultas simples a demandas complexas, como o

planejamento de projetos sustentáveis multifacetados , potencializando os resultados das análises geradas pelo sistema GrowAIDE.

No GrowAIDE, o sistema utiliza a RAG para trazer relatórios sobre práticas sustentáveis por similaridade, acessando informações contextuais relevantes de maneira eficiente, enquanto o GraphRAG aprofunda as relações entre projetos acadêmicos e conceitos de sustentabilidade, identificando padrões e conexões que embasam iniciativas educacionais. Essas capacidades são alinhadas às vantagens da RAG em superar limitações dos LLMs com conhecimento externo (Lewis *et al.*, 2020).

Apresentada as bases técnicas da Inteligência Artificial relevantes para este estudo, o próximo passo desta fundamentação teórica é explorar o papel das IES. Será analisado, a seguir, como as IES podem efetivamente promover a sustentabilidade, integrando estes princípios nas ações pedagógicas de desenvolvimento de negócios e reforçando seu compromisso na formação de profissionais conscientes, preparados para os desafios socioambientais e para atuar de maneira responsável no mercado.

## 2.2 FOMENTANDO A SUSTENTABILIDADE NA CRIAÇÃO E NO PLANEJAMENTO DE NEGÓCIOS NAS IES

As IES desempenham um papel fundamental na promoção da sustentabilidade, atuando como incubadoras para a próxima geração de líderes empresariais sustentáveis. Neste cenário, o ensino a respeito de conceitos de sustentabilidade em projetos nas universidades não é apenas uma opção, mas uma necessidade para preparar os alunos para enfrentar os desafios interligados da economia, da sociedade e do meio ambiente do século XXI (Sanches *et al.*, 2023).

O apoio à criação de negócios que abordem em seu planejamento conceitos de sustentabilidade engloba um panorama multifacetado para sua implementação nas universidades, envolvendo contextos ambientais, estruturas institucionais e a ação de indivíduos-chave na comunidade acadêmica. A cultura universitária, através do apoio administrativo e da presença de pessoas que sejam referência de sustentabilidade, são cruciais para promover um ambiente propício ao desenvolvimento de iniciativas de sustentabilidade nos projetos de empreendedorismo (Fichter; Tiemann, 2018).

A educação para o desenvolvimento sustentável no ensino superior deve incluir o engajamento de professores e alunos para o enfrentamento de dilemas coletivos. As IES podem favorecer a reflexão crítica e fomentar ações competentes frente aos desafios do desenvolvimento sustentável de maneira contínua. Isso aponta para a necessidade de uma transformação cultural nas instituições de ensino, para que se tornem espaços de transformação não apenas acadêmica, mas também cívica e social (Brunstein; King, 2018).

Brunstein e King (2018) destacam como os docentes podem tornar o conceito de sustentabilidade mais tangível e engajante para os alunos, transformando a maneira como eles percebem e interagem com dados relacionados à sustentabilidade. Um exemplo citado em sua pesquisa é a mudança de abordagem em uma disciplina de design de interiores, na qual a sustentabilidade era inicialmente vista apenas como um “projeto de marca”.

Essa abordagem incentiva a incorporação de produtos de aprendizagem voltados para a sustentabilidade no currículo e ajuda a superar a mentalidade de impotência dos alunos quanto à possibilidade de exercer mudanças positivas. Ao promover a reflexão em diferentes níveis, desde a exposição a políticas sociais até a integração desses aprendizados em escolhas de carreira e ações transformadoras, os autores ilustram a capacidade da educação superior de preparar os alunos para liderar e participar ativamente na busca de um futuro mais sustentável (Brunstein; King, 2018).

A interseção entre a criação de negócios, a inovação e a sustentabilidade, como discutido por Schaltegger e Wagner (2011), ilustra a complexidade e a riqueza do campo do desenvolvimento de negócios com práticas mais sustentáveis. Reconhecer os diferentes tipos de negócios e como eles impactam os contextos sociais e sustentáveis é crucial para desenvolver programas educacionais que abordem essas nuances e preparem os estudantes para liderar com responsabilidade e inovação.

Sanches *et al.* (2023) contribuem para essa discussão ao desenvolverem um método que visa incorporar a sustentabilidade no planejamento estratégico das IES, evidenciando o papel crítico da educação na promoção de um futuro mais justo, tanto social e ambiental quanto economicamente. Através da aplicação de sua metodologia em diversas organizações, estes autores destacam a necessidade de uma abordagem

holística que trate a sustentabilidade como um eixo central do planejamento universitário, alinhando-se, assim, com os ODS da Agenda 2030.

Dando continuidade à abordagem da necessidade da sustentabilidade em consonância com uma pedagogia voltada para a criação e planejamento de negócios nas universidades, surge a necessidade de identificar, a partir de uma abordagem mais ampla, um cenário focado nas questões relevantes no Brasil. A relação das metas do Brasil para os objetivos da Agenda 2030 e o papel das IES nessa interação serão apresentados a seguir.

### 2.2.1 ODS e o papel das IES nas metas do Brasil para a Agenda 2030

As universidades assumem um papel fundamental na promoção da sustentabilidade e na implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, conforme analisado por Daú *et al.* (2023). Estas instituições, reconhecidas como centros de conhecimento e inovação, estão estrategicamente posicionadas para influenciar positivamente os comportamentos e as práticas tanto individuais quanto coletivas em direção à sustentabilidade. Ao integrar os ODS em suas práticas educativas, seus currículos e suas operações, as universidades não só educam os futuros líderes e profissionais sobre a importância da sustentabilidade, mas também demonstram o compromisso com a transformação social e ambiental positiva. A educação para o desenvolvimento sustentável, portanto, é um eixo central na missão destas instituições, alinhando-se com as demandas globais para um futuro mais sustentável.

A integração dos ODS nos currículos universitários e nas práticas de sala de aula é destacada como uma estratégia-chave para fomentar uma cultura de sustentabilidade entre os estudantes. As universidades devem adotar uma abordagem holística que englobe não apenas a incorporação de temas relacionados à sustentabilidade em diferentes disciplinas, mas também o incentivo à pesquisa e à inovação focadas na resolução dos desafios globais. Essa abordagem educacional visa transmitir conhecimentos teóricos e desenvolver habilidades práticas e críticas que permitam aos alunos contribuir ativamente para o alcance dos ODS. Além disso, as experiências sustentáveis no campus, tais como gestão de resíduos, eficiência energética e mobilidade sustentável, servem como laboratórios vivos para o aprendizado prático sobre sustentabilidade (Daú *et al.*, 2023).

As universidades têm um papel também na promoção de parcerias para a sustentabilidade, facilitando a colaboração entre diferentes setores da sociedade. Segundo Daú *et al.* (2023), ao estabelecer conexões com comunidades locais, governos, empresas e organizações não governamentais, as universidades podem contribuir significativamente para iniciativas sustentáveis que tenham impacto além dos limites do campus. Essas colaborações permitem a troca de conhecimentos, o desenvolvimento de soluções inovadoras e a implementação de projetos que apoiam os ODS, demonstrando o compromisso das instituições de ensino superior com a promoção do desenvolvimento sustentável em escala local e global.

O Brasil desempenha um papel fundamental na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, fato evidenciado desde a Conferência Rio+20 em 2012. Este evento estabeleceu um claro mandato para os estados-membros da ONU para construir coletivamente um conjunto de 17 ODS e 169 metas, visando promover o desenvolvimento sustentável em suas dimensões social, econômica e ambiental (Brasil, 2023).

Os ODS abrangem uma ampla gama de temas, incluindo erradicação da pobreza, segurança alimentar, saúde, educação, igualdade de gênero, água e saneamento, energia, crescimento econômico, redução das desigualdades, cidades sustentáveis, entre outros. A participação ativa do Brasil nas sessões de negociação intergovernamental destacou o compromisso do país com esses objetivos globais, refletindo a importância de inovações em políticas públicas para a integração das dimensões do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2023).

O Brasil definiu metas nacionais de acordo com sua participação na agenda 2030, na qual cada ODS foi alinhado com os desafios e prioridades locais. A Figura 5 e o Quadro 1 mostram algumas metas do Brasil para cada ODS, destacando como o país planeja atingir esses objetivos. As numerações de cada meta no quadro não correspondem às da documentação oficial, elas apenas servem para ordenar algumas das metas apresentadas no quadro.

As metas destacam os caminhos para apoiar as universidades na adoção e na promoção de estratégias inovadoras e integradas em disciplinas, que não apenas impulsionem o progresso em direção aos ODS dentro de suas próprias comunidades, mas também sirvam como modelos inspiradores para outros países em seus esforços para alcançar esses objetivos globais.

Figura 5 – Divisão das 17 ODS



Fonte: Brasil (2019).

Quadro 1 – Descrição dos ODS com algumas de suas metas

| ODS      | Resumo das metas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b> | 1) Erradicar a pobreza extrema e a fome; 2) Implementar medidas sociais de proteção; 3) Garantir acesso a recursos produtivos, financeiros e mercados; 4) Promover inclusão social, econômica e política; e 5) Construir resiliência e reduzir vulnerabilidade das pessoas em situação de pobreza.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>2</b> | 1) Erradicar a fome e promover dietas saudáveis para todos; 2) Aumentar a produtividade e a renda dos pequenos produtores de alimentos por meio de práticas sustentáveis, além de garantir sistemas de produção resilientes aos impactos climáticos e sustentáveis; 3) Implementar práticas agrícolas resilientes, melhorando gradualmente a qualidade da terra e do solo; e 4) Aumentar os investimentos em infraestrutura rural, pesquisa agrícola e desenvolvimento tecnológico para alcançar a segurança alimentar e a produção agrícola sustentável.                                                               |
| <b>3</b> | 1) Garantir uma vida saudável e bem-estar para todas as pessoas; 2) Acabar com as mortes evitáveis de recém-nascidos e crianças menores de 5 anos; 3) Melhorar a saúde materna e garantir acesso a serviços de saúde sexual e reprodutiva; 4) Combater o HIV/AIDS, malária e outras doenças transmissíveis; 5) Reduzir as mortes por doenças não transmissíveis e promover a cobertura universal de saúde; 6) Garantir acesso a serviços de saúde mental; 7) Prevenir e tratar o abuso de substâncias nocivas; e 8) Garantir acesso a serviços de saúde de qualidade e proteção financeira contra gastos catastróficos. |
| <b>4</b> | 1) Garantir educação inclusiva, equitativa e de qualidade para todos; 2) Promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos; 3) Garantir igualdade de acesso à educação para meninas e mulheres; 4) Melhorar a qualidade e tornar as escolas seguras e inclusivas; 5) Expandir o número de jovens e adultos com habilidades                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | relevantes para o emprego; 6) Aumentar a participação de países em desenvolvimento na educação global; 7) Aumentar o financiamento para a educação; e 8) Fortalecer parcerias globais para a educação.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>5</b>  | 1) Acabar com todas as formas de discriminação e violência contra mulheres e meninas; 2) Eliminar todas as práticas nocivas, como casamento infantil e mutilação genital feminina; 3) Garantir a participação plena e efetiva das mulheres e a igualdade de oportunidades de liderança; 4) Assegurar o acesso universal à saúde sexual e reprodutiva; 5) Promover a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas; e 6) Garantir a igualdade de direitos à propriedade e recursos econômicos.                                                                                                                                                                |
| <b>6</b>  | 1) Alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e ao saneamento básico; 2) Melhorar a qualidade da água, reduzindo a contaminação e o desperdício; 3) Aumentar a eficiência do uso da água em todos os setores; 4) Garantir a gestão sustentável dos recursos hídricos; 5) Implementar políticas e práticas de proteção e restauração de ecossistemas relacionados à água; e 6) Apoiar a participação das comunidades locais na gestão sustentável da água e do saneamento.                                                                                                                                                                                     |
| <b>7</b>  | 1) Garantir o acesso universal a serviços de energia acessíveis e confiáveis; 2) Aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global; 3) Duplicar a taxa global de melhoria da eficiência energética; a) Aumentar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisas, tecnologias e investimentos em energia limpa; b) Aumentar substancialmente o acesso a tecnologias de energia limpa e serviços de energia modernos; c) Promover investimentos em infraestrutura e tecnologias de energia limpa.                                                                                                                   |
| <b>8</b>  | 1) Promover o crescimento econômico sustentável, emprego pleno e trabalho decente; 2) Erradicar o trabalho infantil; 3) Proteger direitos trabalhistas, promover ambientes de trabalho seguros; 4) Reduzir a taxa de jovens sem emprego, educação e formação; 5) Implementar políticas para turismo sustentável, emprego decente e empreendedorismo; 6) Fortalecer a capacidade de instituições financeiras para acesso a serviços financeiros; 7) Aumentar o acesso a serviços bancários, financeiros, seguro; 8) Aumentar participação de países em desenvolvimento em cadeias de valor globais.                                                                         |
| <b>9</b>  | 1) Desenvolver infraestruturas de qualidade e sustentáveis, com acesso universal; 2) Promover a industrialização inclusiva e sustentável, aumentando a participação da indústria no emprego e no PIB; 3) Aumentar o acesso das pequenas empresas aos serviços financeiros e integrá-las em cadeias de valor; 4) Modernizar a infraestrutura e as indústrias, adotando práticas empresariais sustentáveis; e 5) Promover o desenvolvimento de indústrias sustentáveis e inovadoras em regiões menos desenvolvidas.                                                                                                                                                          |
| <b>10</b> | 1) Progressivamente alcançar e sustentar o crescimento da renda dos 40% mais pobres acima da média dos 10% mais ricos até 2030; 2) Empoderar e promover a inclusão social, econômica e política de todos para reduzir desigualdades até 2030; 3) Garantir igualdade de oportunidades e reduzir desigualdades, eliminando discriminações e promovendo políticas adequadas; 4) Reduzir desigualdades com políticas fiscais, tributárias, salariais e de proteção social; 5) Melhorar regulação e monitoramento de mercados e instituições financeiras globais, fortalecendo a implementação de regulações.                                                                   |
| <b>11</b> | 1) Garantir moradia e transporte sustentáveis para todos; 2) Oferecer acesso universal a espaços verdes e seguros; 3) Promover urbanização sustentável e capacidade de planejamento; 4) Salvaguardar o patrimônio cultural e natural; 5) Reduzir o número de mortes por desastres naturais; 6) Diminuir impactos ambientais negativos das cidades; 7) Aumentar o acesso ao transporte seguro e sustentável; 8) Fomentar políticas integradas para cidades resilientes; 9) Reforçar laços entre áreas urbanas, periurbanas e rurais; 10) Expandir cidades com políticas para eficiência de recursos e clima; 11) Promover desenvolvimento regional integrado e sustentável. |
| <b>12</b> | 1) Promover práticas de produção e consumo sustentáveis; 2) Reduzir o desperdício de alimentos e estabelecer marco regulatório para sua redução; 3) Desenvolver ferramentas para monitorar o desenvolvimento sustentável no turismo; 4) Racionalizar subsídios aos combustíveis fósseis que encorajam consumo exagerado; 5) Promover práticas de contratações públicas baseadas em critérios de sustentabilidade; 6) Incentivar empresas a adotar práticas sustentáveis e integrar informações sobre sustentabilidade.                                                                                                                                                     |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>13</b> | 1) Aumentar resiliência e adaptação a mudanças climáticas e desastres; 2) Incorporar ações climáticas em políticas e planejamentos nacionais; 3) Elevar educação e conscientização sobre mudanças climáticas; 4) Cumprir compromissos financeiros globais para o clima; 5) Fomentar capacidade de gestão climática, focando em grupos vulneráveis.                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>14</b> | 1) Conservar pelo menos 25% das zonas costeiras e marinhas até 2020; 2) Manter a meta global de gestão sustentável e proteção do patrimônio marinho; 3) Proibir certas formas de subsídios à pesca que contribuem para a sobrecapacidade e a sobrepesca até 2020; 4) Proporcionar aos pescadores artesanais acesso aos recursos marinhos e mercados; 5) Assegurar a conservação e o uso sustentável dos oceanos e de seus recursos pela implementação do direito internacional, conforme a UNCLOS.                                                                                              |
| <b>15</b> | 1) Conservar áreas protegidas, visando coberturas específicas para a Amazônia, outros biomas e áreas marinhas; 2) Assegurar a conservação de ecossistemas aquáticos e promover a pesca sustentável; 3) Eliminar o desmatamento ilegal e recuperar áreas degradadas; 4) Combater a desertificação e restaurar terras degradadas; 5) Reduzir pela metade a perda de habitats naturais; 6) Diminuir o risco de extinção de espécies ameaçadas; 7) Garantir a repartição equitativa dos benefícios dos recursos genéticos.                                                                          |
| <b>16</b> | 1) Reduzir todas as formas de violência e taxas de mortalidade; 2) Acabar com o abuso e a violência contra crianças; 3) Promover o estado de direito e acesso igualitário à justiça; 4) Reduzir fluxos financeiros e de armas ilícitos; 5) Combater a corrupção e o suborno; 6) Desenvolver instituições eficazes, responsáveis e transparentes; 7) Assegurar tomadas de decisão inclusivas; 8) Fortalecer a participação dos países em desenvolvimento nas instituições globais; 9) Fornecer identidade legal para todos; 10) Garantir acesso à informação e proteger liberdades fundamentais. |
| <b>17</b> | 1) Ampliar a assistência financeira aos países mais necessitados; 2) Promover o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente sustentáveis; 3) Incentivar o comércio internacional justo; 4) Aumentar a estabilidade macroeconômica global; 5) Fortalecer a cooperação internacional para o desenvolvimento; 6) Apoiar os planos nacionais para alcançar todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; 7) Promover parcerias público-privadas para o desenvolvimento sustentável.                                                                                                          |

Fonte: Brasil (2019).

Os ODS têm o papel de incentivar uma colaboração entre os setores acadêmico, empresarial e governamental, visando a adoção de práticas que fomentem um desenvolvimento sustentável e inclusivo, estimulando a transição para formas de economias mais sustentáveis (Brunstein; King, 2018). A economia circular serve como um exemplo prático para a implementação do ODS 12 (Butt *et al.*, 2023).

No exemplo da economia circular, ela visa transformar o atual modelo de produção e consumo de “extrair, produzir, descartar” em um sistema regenerativo que minimiza a geração de resíduos ao manter o valor dos produtos, materiais e recursos na economia pelo maior tempo possível, sendo uma ação já implementada no Brasil mediante apoio governamental em ações como a Rota da Economia Circular, desenvolvida pelo Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, que visa criar alternativas sustentáveis de gestão e encaminhamento produtivo de resíduos (Brasil, 2020).

Esses desdobramentos das ODS são exemplos de práticas que podem ser implementadas em projetos de empreendedorismo nas IES e se tornam uma fonte de estímulo à geração de empresas que conseguem pensar suas estratégias de serviço tanto em nível de negócio quanto no aspecto social e ecológico.

As universidades possuem, portanto, um papel crucial na formação de futuros empreendedores e profissionais, capacitando-os com conhecimentos e competências para enfrentar os desafios de um mundo com recursos naturais limitados e grandes desigualdades sociais. Ao integrar os princípios de sustentabilidade em seus currículos, projetos de pesquisa e iniciativas comunitárias, as instituições de ensino superior podem impulsionar a consciência e a ação para o desenvolvimento sustentável. Isso não apenas prepara os estudantes para abordar problemas complexos com soluções inovadoras e sustentáveis, mas também fomenta uma cultura de responsabilidade econômica, social e ambiental.

No próximo capítulo, discutiremos como a IA está sendo empregada para promover a sustentabilidade no contexto educacional. Exploraremos a ampla aplicação da IA, que varia de segmentos de mercado até inovações educacionais.

## 2.3 APLICAÇÃO PRÁTICA DA IA PARA PROJETOS SUSTENTÁVEIS NA EDUCAÇÃO

Ao explorar a aplicação prática da IA em projetos sustentáveis na educação, é importante destacar como a IA está sendo utilizada para alcançar os objetivos de sustentabilidade em contextos educacionais. Essa aplicação abrange diferentes segmentos do mercado e da educação. Por exemplo, Cioffi *et al.* (2020) discutem a importância da adaptação e da inovação na indústria manufatureira, que deve considerar a fabricação sustentável por meio de novas tecnologias. Torna-se necessário as IES atuarem para formar profissionais prontos para os desafios e potenciais do uso das IAs. No entanto, para isso, é necessário um maior entendimento da pedagogia educacional, especialmente em termos de inclusão do aprendizado de IA com foco na sustentabilidade.

Segundo Di Vaio *et al.* (2020), a IA pode influenciar padrões de produção e consumo para alcançar uma gestão de recursos visando os ODS. A popularidade e a aplicação da IA estão aumentando rapidamente, impactando novas abordagens de cidades inteligentes e sustentáveis. Por outro lado, Yigitcanlar e Cugurullo (2020)

destacam o uso da IA do ponto de vista urbano e indicam que essa colaboração tem gerado percepções sobre inteligências urbanas artificiais e o possível entrelaçamento de IA e urbanismo sustentável. Essas ações demonstram o papel significativo da IA não apenas na indústria, mas também na formação desses profissionais nas universidades, enfatizando a necessidade de abordagens educacionais que integrem a IA em projetos de aula para promover a sustentabilidade (COM, 2023).

A IA é reconhecida pelo seu potencial de enfrentar desafios sociais significativos. No contexto da educação empreendedora nas IES, essa perspectiva capacita os estudantes para os novos desafios do século XXI. Apoiados pelas tecnologias de IA, que estão se popularizando e se tornando de fácil utilização na pesquisa e no mercado, os estudantes expandem o impacto promovido na educação superior e se preparam para um futuro mercado de trabalho centrado em inovação e em práticas sustentáveis (Bonini, 2020).

A investigação sobre a IA na política acadêmica, com foco na educação para o desenvolvimento sustentável, tem grande potencial para enriquecer habilidades educacionais da comunidade acadêmica. A IA pode possibilitar, em algumas situações, mais tempo e flexibilidade aos professores, permitindo-lhes focar em oferecer um ensino mais adaptável e aprofundado, contribuindo para melhorar o desempenho acadêmico do aluno e preparando-o de forma mais abrangente para desafios futuros (Tanveer *et al.*, 2020). Isso reforça a ideia de que a IA pode ser uma ferramenta poderosa na educação para a sustentabilidade, promovendo uma aprendizagem personalizada e eficaz.

No cenário educacional contemporâneo, a necessidade de alinhar o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC) a valores sociais e emocionais se torna evidente, especialmente quando esse alinhamento é direcionado para alcançar os ODS. Ainda que as tecnologias educacionais modernas ofereçam vastas possibilidades para compreensão e aplicação técnica, a implementação eficaz de soluções baseadas em IA para análise, avaliação e criação de novos conhecimentos e habilidades é um campo pouco explorado. A junção dos domínios ecológico, econômico e social serve como um campo fértil para investigar como a aprendizagem transformadora pode ser efetivamente desenvolvida em estudantes (Avsec *et al.*, 2022).

Percebe-se ainda um contraste entre países tecnologicamente avançados e aqueles com atraso tecnológico. A transferência de tecnologias inovadoras

isoladamente pode beneficiar pontualmente empresas, mas não aborda os problemas estruturais mais profundos enfrentados pelos países em desenvolvimento (Goralski; Tan, 2020). Estes países em desenvolvimento necessitam de apoio sistemático para fortalecer práticas sustentáveis em seus sistemas educacionais, corporativos e de governança, permitindo, assim, o progresso para tecnologias verdes e para um futuro promissor proporcionado pela IA.

Este esforço de longo prazo é crucial para resolver problemas globais persistentes, conforme destacado pelos ODS, notadamente os que se referem a indústria, inovação e infraestrutura (ODS 9), cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11) e parcerias para os objetivos (ODS 17) (Goralski; Tan, 2020).

A integração da IA a iniciativas de desenvolvimento sustentável é uma área promissora de inovação, conforme discutido por Goralski e Tan (2020). A capacidade da IA de transformar a produção agrícola por meio de projetos como o *PlantVillage* ilustra bem esse potencial. O *PlantVillage*, uma colaboração entre especialistas da Universidade Estadual da Pensilvânia e da Escola Politécnica Federal de Lausana, utiliza tecnologia de smartphone para diagnosticar doenças em plantas, demonstrando como a IA pode melhorar a segurança alimentar e promover a sustentabilidade.

Ainda segundo Goralski e Tan (2020), o projeto não apenas melhora a produtividade agrícola, mas também contribui para a realização de vários ODS, como a fome zero (ODS 2), o desenvolvimento da indústria, inovação e infraestrutura (ODS 9) e a redução das desigualdades (ODS 10). Esta abordagem, além de potencializar o desempenho de uma agricultura inteligente, abre novas direções de pesquisa que abordem a promoção de uma inovação em colaboração com o desenvolvimento sustentável (Goralski; Tan, 2020).

A IA detém potencial para ser um catalisador na realização do desenvolvimento sustentável, englobando múltiplos envolvidos de diferentes países, culturas e setores. Iniciativas globais como o Pacto Global da ONU enfatizam o papel das corporações mundiais de contribuir para os ODS e posicionam o uso da IA como uma ferramenta-chave para esse esforço coletivo. As inovações viabilizadas pela IA, desde o aumento da eficiência industrial até a conservação de recursos e a formação de parcerias multissetoriais eficazes, colocam essa tecnologia na vanguarda dos esforços de desenvolvimento sustentável (Goralski; Tan, 2020).

Entretanto, a adoção dessas inovações enfrenta obstáculos significativos, que vão desde a apatia e a falta de recursos até a busca por lucros de curto prazo e o enfoque em interesses nacionais restritos. Superar esses desafios demanda o engajamento de uma ampla gama de organizações públicas e privadas, de governos e da sociedade civil para aproveitar as novas capacidades e tecnologias oferecidas pela IA. As IES, para mudar este panorama, desempenham um papel vital na preparação das futuras gerações para este cenário, incorporando o ensino de IA e os princípios de sustentabilidade em seus currículos (Goralski; Tan, 2020).

Tal abordagem educacional, focada em desenvolver práticas de ensino sobre sustentabilidade, transforma a maneira como os alunos aprendem e os prepara para serem empreendedores inovadores e responsáveis, aptos a empregar a IA no desenvolvimento de soluções sustentáveis alinhadas aos ODS. Portanto, é imperativo que as IES atuem como facilitadoras da inovação sustentável, incentivando o desenvolvimento de projetos de empreendedorismo que integrem IA e sustentabilidade, em consonância com os objetivos globais para um futuro mais sustentável (Goralski; Tan, 2020).

Essas revisões e pesquisas fornecem um panorama amplo sobre como a inteligência artificial está sendo integrada na educação para a sustentabilidade, destacando a necessidade de abordagens educacionais inovadoras que preparem os alunos para enfrentar os desafios de sustentabilidade com a ajuda da IA. É essencial desenvolver currículos que não apenas ensinem sobre IA e suas aplicações práticas, mas também estimulem uma compreensão profunda dos princípios de sustentabilidade, preparando os alunos para contribuir para um futuro mais sustentável.

O capítulo seguinte abordará a integração da IA na educação superior, com ênfase em práticas sustentáveis e empreendedorismo. Com base na fundamentação teórica, os conceitos foram desenvolvidos e organizados em partes. Para isso, serão utilizados descritores em plataformas como CAPES e EBSCOhost, visando abranger estudos que atendam aos objetivos desta pesquisa.

## 2.4 ESTADO DA ARTE

No desenvolvimento do estado da arte para a pesquisa sobre a aplicação da IA na educação superior voltada a práticas de ensino voltadas à sustentabilidade em

projetos de negócios, foi adotada uma estratégia abrangente na busca por literatura acadêmica relevante que englobasse todos os temas propostos pela pesquisa. Os descritores foram utilizados nas plataformas Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e EBSCOhost para análise e seleção das publicações.

Durante a busca, implementou-se como critério de elegibilidade a filtragem de publicações com a delimitação temporal de 2019 a 2023, principalmente em razão da maior proximidade com os avanços da IA generativa, destacando-se o lançamento do ChatGPT em dezembro de 2022, e da busca por estudos mais atuais sobre o cumprimento dos ODS pelo Brasil e as ações das universidades em relação a práticas pedagógicas relacionadas à sustentabilidade.

Nas bases de dados da CAPES, foram realizadas buscas em inglês e português. Os descritores utilizados em inglês foram: “*higher education*” E “*artificial intelligence*” E “*sustainability*”. Esta pesquisa inicial retornou 277 resultados, com poucos estudos relacionados ao empreendedorismo. Após a aplicação do filtro no assunto “*entrepreneurship*”, 6 resultados. O termo “*entrepreneurship*” foi definido devido ao fato de englobar ações pedagógicas nas IES que envolvem planejamento e criações de negócios.

Já a pesquisa com o mesmo descritor em português na plataforma CAPES (“ensino superior” E “inteligência artificial” E “sustentabilidade”) resultou em apenas 1 estudo. Ao adicionar o termo “empreendedorismo” à busca, nenhum resultado foi encontrado, evidenciando a escassez de publicações e ressaltando a necessidade de mais pesquisas que explorem a interseção entre IA, sustentabilidade e empreendedorismo no contexto da educação superior brasileira. Essa lacuna na literatura acadêmica nacional abre espaço para novos estudos que possam contribuir para o avanço do conhecimento e para o desenvolvimento de práticas inovadoras nessa área.

Os descritores utilizados na base de dados EBSCOhost foram os mesmos utilizados na CAPES: “*higher education*” E “*artificial intelligence*” E “*sustainability*”. A busca inicial apontou 66 resultados, porém poucos apresentaram relação direta com o empreendedorismo. Ao aplicar um filtro adicional no assunto, incluindo o tema “*entrepreneurship*”, o número de resultados foi reduzido para 5, sendo apenas 1 considerado relevante para a pesquisa com enfoque na educação empreendedora.

Os resultados encontrados nas bases de dados CAPES e EBSCOhost são descritos no Quadro 2, indicando as respectivas quantidades de publicações achadas para cada descritor relacionado.

Quadro 2 – Descritores para o estado da arte com seus resultados em diferentes bases de dados

|   | <b>Descritores</b>                                                                                         | <b>Filtros Temporais</b> | <b>Total</b> | <b>Plataforma de Pesquisa</b> |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------------|
| 1 | <i>higher education and artificial intelligence and sustainability</i>                                     | 2019-2023                | 277          | CAPES                         |
| 2 | <i>higher education and artificial intelligence and sustainability and entrepreneurship</i>                | 2019-2023                | 6            | CAPES                         |
| 3 | <i>higher education and artificial intelligence and sustainability</i>                                     | 2019-2023                | 66           | EBSCOhost                     |
| 4 | <i>higher education and artificial intelligence and sustainability and entrepreneurship</i>                | 2019-2023                | 5            | EBSCOhost                     |
| 5 | ensino superior <i>and</i> inteligência artificial <i>and</i> sustentabilidade                             | 2019-2023                | 1            | CAPES                         |
| 6 | ensino superior <i>and</i> inteligência artificial <i>and</i> sustentabilidade <i>and</i> empreendedorismo | 2019-2023                | 0            | CAPES                         |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao comparar os resultados obtidos nas duas bases de dados, verificou-se que as obras identificadas como relevantes na pesquisa da EBSCOhost também estavam presentes nos resultados retornados pela busca na CAPES. Diante disso, optou-se por utilizar a base de dados da CAPES como fonte principal para o desenvolvimento do estado da arte desta pesquisa.

No Quadro 3 é demonstrado o resultado da busca com o descritor “*higher education and artificial intelligence and sustainability*”, que retornou 6 publicações sem o enfoque do empreendedorismo na base da CAPES.

Quadro 3 – Títulos selecionados a partir do descritor sem o termo “*entrepreneurship*” na plataforma CAPES

| Descritores                                                            | Título                                                                                                                                                                            | Autor                     | Data |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------|
| <i>higher education and artificial intelligence and sustainability</i> | <i>Technologies of improving the university efficiency by using artificial intelligence: motivational aspect</i>                                                                  | Vinichenko <i>et al.</i>  | 2020 |
|                                                                        | <i>Digital Transformation in Entrepreneurship Education: The Use of a Digital Tool KABADA and Entrepreneurial Intention of Generation Z</i>                                       | Lesinskis <i>et al.</i>   | 2023 |
|                                                                        | <i>Pedagogical Model for Raising Students' Readiness for the Transition to University 4.0</i>                                                                                     | Jugembayeva <i>et al.</i> | 2022 |
|                                                                        | <i>Entrepreneurship Intentions Analysis of Mexican University Students Using an Artificial Neural Network to Promote Sustainable Businesses: An Interdisciplinary Perspective</i> | Lopez-Leyva <i>et al.</i> | 2022 |
|                                                                        | <i>Theorizing the Triple Helix model: past, present, and future</i>                                                                                                               | Cai <i>et al.</i>         | 2020 |
|                                                                        | <i>Role of Digital Inclusive Finance for High-Quality Business Development: A Study of China's "Five Development Concept" Policy</i>                                              | Su <i>et al.</i>          | 2023 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para melhor filtragem dos temas, realizou-se uma nova busca na base de dados da CAPES com uma combinação mais direta dos termos-chave “*higher education*” e “*artificial intelligence*” e “*sustainability*” e “*entrepreneurship*” no campo de assunto. Essa estratégia tinha como objetivo identificar estudos que abordassem explicitamente a interseção entre esses quatro temas, para capturar pesquisas mais alinhadas com o foco central da presente investigação. Este resultado é demonstrado no Quadro 4, com três publicações retornadas a partir da busca.

Quadro 4 – Títulos selecionados a partir do descritor com o termo “*entrepreneurship*”

| Descritores                                                                                 | Seleção pelo Título                                                                                                                  | Autor                     | Data/Instituição |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------|
| <i>higher education and artificial intelligence and sustainability and entrepreneurship</i> | Technologies of improving the university efficiency by using artificial intelligence: motivational aspect                            | Vinichenko <i>et al.</i>  | 2020/CAPES       |
|                                                                                             | Digital Transformation in Entrepreneurship Education: The Use of a Digital Tool KABADA and Entrepreneurial Intention of Generation Z | Lesinskis <i>et al.</i>   | 2023/CAPES       |
|                                                                                             | Pedagogical Model for Raising Students' Readiness for the Transition to University 4.0                                               | Jugembayeva <i>et al.</i> | 2022/CAPES       |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao se analisar as três publicações do Quadro 4, observa-se, em um primeiro estudo, selecionado de Vinichenko *et al.* (2020), uma busca por identificar as tecnologias mais adequadas para melhorar a eficiência universitária por meio do uso da inteligência artificial motivacional. Os resultados revelaram uma discrepância entre a estrutura motivacional dos docentes e os métodos de estímulo aplicados pelas autoridades universitárias. Os autores propõem um sistema inovador que combine harmoniosamente as vantagens da inteligência natural e artificial para motivar os professores, sendo flexível às mudanças no ambiente socioeconômico.

Já a pesquisa de Lesinskis *et al.* (2023) investigou o impacto da ferramenta digital KABADA, que contém algoritmos de IA, nas intenções empreendedoras de estudantes da Geração Z, que se relaciona diretamente à criação de negócios com práticas sustentáveis. O estudo revelou um efeito positivo da ferramenta, confirmando a eficácia da educação empreendedora baseada na digitalização. Os autores ressaltam a importância do uso adequado de tecnologias da informação e da comunicação para promover práticas educativas alinhadas com o desenvolvimento sustentável, somando-se às teorias e práticas existentes relacionadas à IA na educação para o empreendedorismo e para a sustentabilidade.

Por outro lado, os estudos de Jugembayeva *et al.* (2022) analisaram a influência de tecnologias modernas e inovações pedagógicas baseadas no modelo Universidade 4.0 sobre a efetividade do processo educacional e o desenvolvimento de competências nos estudantes. Os resultados mostraram que os indicadores foram superiores no grupo experimental, que utilizou o modelo Universidade 4.0 com tecnologias modernas, como o uso de IAs. O estudo destaca a importância de tecnologias da informação interativas que contribuem para o desenvolvimento de competências e habilidades profissionais dos estudantes.

Estes estudos abordam diferentes aspectos da integração entre IA, sustentabilidade, empreendedorismo e IES. Enquanto alguns focam no uso de ferramentas digitais específicas, como a KABADA e redes neurais artificiais (Lesinskis *et al.*, 2023), outros exploram modelos mais abrangentes, como o de Universidade 4.0 (Jugembayeva *et al.*, 2022).

Uma tendência comum é o reconhecimento do potencial da IA para aprimorar os processos educacionais, seja na motivação dos professores (Vinichenko *et al.*, 2020), na análise das intenções empreendedoras dos estudantes ou na promoção de

práticas educativas alinhadas com o desenvolvimento sustentável (Lesinskis *et al.*, 2023).

Outro ponto convergente é a importância de integrar a sustentabilidade nos programas acadêmicos. Lesinskis *et al.* (2023) destacam o papel das tecnologias da informação e da comunicação para promover práticas educativas alinhadas com o desenvolvimento sustentável, enquanto os outros estudos apresentam propostas para aprimorar o ensino de empreendedorismo e de sustentabilidade.

O impacto positivo da ferramenta com uso de IA, a KABADA, nas intenções empreendedoras dos estudantes, relatado por Lesinskis *et al.* (2023), sugere o potencial de incorporar tecnologias similares nos programas de desenvolvimento de negócios. Essa descoberta pode embasar a proposição de intervenções e a avaliação de seus efeitos com a aplicação a ser desenvolvida por esta pesquisa.

Já o estudo de Jugembayeva *et al.* (2022) sobre o modelo Universidade 4.0 indica a importância de familiarizar professores e alunos com as especificidades de novos modelos de aprendizagem e intercâmbio com recentes inovações tecnológicas como o uso de IAs. Essa constatação pode direcionar pesquisas sobre estratégias eficazes de capacitação e engajamento da comunidade acadêmica.

No entanto, ainda existem lacunas a serem exploradas no campo da integração entre IA, sustentabilidade e desenvolvimento de negócios nas IES. Uma dessas lacunas é a necessidade de investigar mais a fundo como as IAs podem ser aplicadas efetivamente para promover práticas de planejamento e desenvolvimento de negócios alinhadas com os princípios da sustentabilidade. É necessário identificar estratégias e metodologias que permitam o desenvolvimento de competências para estruturar e implementar negócios sustentáveis, conscientizando os responsáveis pelo planejamento e execução desses negócios sobre a importância de considerar os impactos sociais, ambientais e econômicos de suas iniciativas.

Além disso, os poucos estudos encontrados indicam a necessidade de aprofundar a compreensão sobre como as IAs podem ser utilizadas para estimular a criatividade e a inovação no desenvolvimento de soluções sustentáveis, baseadas no contexto do planejamento de negócios. A exploração dessas questões pode contribuir para a formação de uma nova geração mais preparada para enfrentar os desafios da sustentabilidade e criar negócios que gerem impacto positivo na sociedade e no meio ambiente.

Outra lacuna identificada é a necessidade de investigar como as instituições de ensino superior podem adaptar seus currículos e práticas pedagógicas para incorporar de forma mais efetiva a IA e a sustentabilidade nas formações que envolvem a criação e o planejamento de negócios. Isso requer não apenas a integração de conteúdos relacionados a temática sustentável, mas também a adoção de metodologias de ensino inovadoras que estimulem o pensamento crítico, a resolução de problemas e a aprendizagem baseada em projetos.

Por fim, destaca-se a necessidade da criação de mais pesquisas que se dediquem a avaliar o impacto das iniciativas de integração entre IA, sustentabilidade em ações pedagógicas que envolvam o desenvolvimento de negócios nas IES, tanto em termos de resultados de aprendizagem dos estudantes quanto em relação à sua capacidade de gerar mudanças concretas na sociedade. Deste modo, é preciso aprimorar continuamente essas práticas e garantir que a educação superior esteja cumprindo seu papel em uma formação comprometida com a construção de um futuro mais sustentável.

O capítulo seguinte abordará a metodologia a ser utilizada nesta pesquisa e descreverá a abordagem adotada para investigar a aplicabilidade de sistemas de IA para apoiar o desenvolvimento de projetos de negócios que envolvam práticas de sustentabilidade.

### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia desta pesquisa buscou amparar a análise da implementação de um sistema de IA no suporte a projetos sustentáveis em contextos acadêmicos, apoiando-se em evidenciar como a integração de práticas inovadoras e sustentáveis através da IA pode enriquecer o processo educativo em uma universidade. O sistema GrowAIDE, desenvolvido como parte desta pesquisa, foi avaliado por meio de questionários e entrevistas com docentes, conforme descrito nas seções subsequentes.

A seguir, serão detalhados os aspectos metodológicos desta pesquisa, incluindo sua caracterização, a delimitação do estudo, as técnicas de coleta e a análise dos dados.

### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa adota uma abordagem de métodos mistos (Creswell & Plano Clark, 2018), combinando dados quantitativos de questionários com escala Likert e dados qualitativos de entrevistas semiestruturadas. Os dados foram coletados e analisados de forma concomitante e, posteriormente, integrados na fase de discussão para uma compreensão mais completa do fenômeno. O componente qualitativo, guiado pela Análise Crítica do Discurso (ACD) (Fairclough, 1995), buscou aprofundar os significados construídos pelas participantes. Esta estratégia metodológica priorizou a riqueza e a profundidade da informação obtida de um grupo seletivo de especialistas, em detrimento da quantidade de participantes, uma abordagem considerada adequada para estudos exploratórios que visam compreender nuances e perspectivas detalhadas (Guest, Namey & Chen, 2020).

Quanto aos objetivos, a pesquisa pode ser caracterizada como exploratória. Segundo Gil (2010), as pesquisas exploratórias visam proporcionar maior familiaridade com o problema estudado, com vistas a torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. Seu planejamento é flexível, permitindo a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fenômeno investigado.

A escolha por esta caracterização metodológica está diretamente alinhada à necessidade de responder ao problema central e aos objetivos deste projeto. Uma abordagem exclusivamente quantitativa ou qualitativa seria insuficiente para capturar a complexidade do fenômeno estudado. A abordagem de métodos mistos foi selecionada por ser a mais adequada para, inicialmente, avaliar as percepções gerais das especialistas sobre a usabilidade e eficácia do sistema GrowAIDE por meio dos questionários e, posteriormente, aprofundar a compreensão sobre as nuances de sua aplicação pedagógica por meio das entrevistas. Essa combinação metodológica permite responder de forma robusta como o sistema pode ser implementado em uma IES para fomentar a educação integrada às práticas de ensino voltadas a sustentabilidade, cumprindo, assim, os objetivos específicos desta investigação: desenvolver um recurso didático inovador, avaliar suas percepções de usabilidade e verificar sua adaptação pedagógica no contexto das IES.

Conforme explorado no estado da arte, a pesquisa revela um campo promissor para a integração de IA, especialmente no contexto de promover a sustentabilidade

pelas IES, destacando tanto os avanços já realizados quanto as lacunas ainda existentes.

### 3.2. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi conduzido em uma Instituição de Ensino Superior (IES) privada no Rio Grande do Sul, com a participação de quatro docentes e pesquisadoras. A seleção da amostra seguiu o princípio da amostragem intencional por critério (Patton, 2015), tendo sido selecionados participantes com profunda experiência em sustentabilidade, inovação pedagógica e uso de tecnologias no ensino superior. Tal escolha visou proporcionar uma coleta de dados rica e detalhada, a partir da visão de especialistas capazes de fornecer insights valiosos sobre o sistema GrowAIDE, alinhando-se ao caráter exploratório da pesquisa e aos objetivos de um Mestrado Profissional focado na avaliação de um produto tecnológico.

A escolha de uma amostra reduzida ( $N=4$ ) é uma decisão metodológica deliberada, apoiada no princípio da saturação (Sebele-Mpofu, 2020). Em painéis de especialistas com características homogêneas, como o deste estudo, a saturação de temas e códigos frequentemente ocorre com poucas entrevistas. Conforme demonstram Guest, Bunce e Johnson (2006), a maior parte dos temas centrais tende a emergir nas primeiras seis entrevistas, um número que pode ser menor quando as participantes possuem alta densidade informacional. Além da identificação de temas, a Análise Crítica do Discurso foi empregada para aprofundar a análise, buscando a saturação de significado ao explorar as nuances das percepções das especialistas (Hennink, Kaiser & Marconi, 2017). Dessa forma, a combinação de uma amostra rica em informação com um método de análise profundo sustenta a adequação do número de participantes para os fins desta investigação.

### 3.3. TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Para organização e coleta dos dados desta pesquisa, realizada entre dezembro de 2024 e fevereiro de 2025, foram utilizados dois instrumentos principais: um questionário on-line com oito questões, utilizando-se a escala Likert, e entrevistas semiestruturadas, compostas por quatro perguntas. Esses instrumentos foram escolhidos por permitirem uma abordagem de métodos mistos, combinando dados

quantitativos e qualitativos para uma compreensão aprofundada do fenômeno, conforme proposto por Creswell e Clark (2013)

O questionário on-line, estruturado com afirmações na escala Likert, foi aplicado entre os meses de janeiro e fevereiro de 2025, por meio da plataforma Google Forms. Este questionário teve como objetivo avaliar as percepções e atitudes das participantes sobre a eficácia, a relevância, a aplicabilidade e o impacto percebido do sistema GrowAIDE na integração das práticas de ensino voltadas à sustentabilidade em projetos em uma IES.

Complementando o questionário, em fevereiro de 2025 foram realizadas entrevistas semiestruturadas remotamente com as mesmas participantes, utilizando a plataforma Teams, da Microsoft. Essas entrevistas tinham como objetivo aprofundar a compreensão acerca da experiência das participantes com o sistema GrowAIDE, esclarecendo pontos específicos identificados nas respostas do questionário e permitindo uma análise qualitativa mais aprofundada sobre limitações, desafios e potenciais do sistema.

O roteiro das entrevistas semiestruturadas foi elaborado a partir das respostas obtidas no questionário e alinhado aos objetivos específicos desta pesquisa, direcionando as conversas para a complementação e a expansão das informações anteriormente coletadas, visando alcançar os objetivos propostos e responder à problemática do estudo.

### 3.4. TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

Na primeira etapa da pesquisa, aplicou-se um questionário on-line (escala Likert de 1 a 5), com afirmações relativas à eficácia, relevância, aplicabilidade e impacto percebido do sistema GrowAIDE no contexto das IES. Essa etapa quantitativa ofereceu uma visão inicial das percepções das participantes.

Em seguida, foram realizadas as entrevistas semiestruturadas com as mesmas participantes do questionário. Mediante consentimento prévio, as sessões foram gravadas em áudio e vídeo e, posteriormente, transcritas para assegurar a fidedignidade dos dados. Essa abordagem permitiu explorar minuciosamente as experiências e opiniões sobre o uso do GrowAIDE, oferecendo a profundidade

necessária para esclarecer as percepções e aos padrões identificados na análise quantitativa inicial.

Os dados qualitativos foram analisados a partir do modelo tridimensional da Análise Crítica do Discurso. Conforme estabelecido por Fairclough (1995), tal modelo realiza a análise textual com foco em elementos como estruturas retóricas; posteriormente, avança para a análise da prática discursiva, que abrange as condições de produção, circulação e consumo das falas; e culmina na análise da prática social.

Já os excertos identificados como mais significativos foram agrupados em eixos discursivos emergentes, unidades de sentido recorrentes, que articulam conteúdo temático e estratégia linguística. Essa terminologia reflete a mudança epistemológica defendida por Moraes & Galiazzi (2016), que destacam no seu artigo a diferenciação da análise do discurso, da análise de conteúdo.

O Quadro 5 apresenta a relação entre os objetivos específicos, os métodos de coleta e análise de dados e os eixos discursivos resultantes. Essa organização evidencia de forma clara como cada padrão discursivo dialoga com os objetivos da pesquisa e sustenta a coerência metodológica da investigação.

Quadro 5 Relação entre objetivos específicos, processos de coleta e análise de dados e eixos temáticos das entrevistas

| <b>Objetivos Específicos</b>                                                                                                                                                                 | <b>Procedimentos de Coleta de Dados</b>                                                                                                                                                                                | <b>Procedimentos de Análise de Dados</b>                            | <b>Eixos temáticos</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Objetivo 1:</b><br>Desenvolver e implementar um recurso didático com o sistema GrowAIDE para enriquecer abordagens pedagógicas que integrem a sustentabilidade em disciplinas acadêmicas. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captura de <i>prints</i> de tela de cada página do sistema, acompanhados de explicações detalhadas que evidenciem as funcionalidades e as melhorias implementadas.</li> </ul> | Análise descritiva nos aspectos relevantes dos recursos do sistema. | Não se aplica          |

|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Objetivo 2:</b><br/>Avaliar as percepções e interações das participantes com o sistema GrowAIDE, focando na usabilidade e na utilidade percebida da ferramenta.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação de questionário on-line com escala Likert para captar percepções sobre eficácia, relevância e utilidade do sistema.</li> <li>• Entrevistas semiestruturadas para aprofundar as experiências relatadas pelas participantes.</li> </ul>      | <p>Quantitativo: contagem e porcentagem das respostas em cada ponto da escala.</p> <p>Qualitativo: ACD (leitura imersiva → texto → prática discursiva → prática social → eixos).</p> <p>Integração: confrontar frequências do questionário com os eixos discursivos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usabilidade</li> <li>• Interação com Recursos do Sistema</li> <li>• Desenvolvimento de Competências</li> <li>• Relevância dos Relatórios</li> </ul> |
| <p><b>Objetivo 3:</b><br/>• Verificar a possibilidade da utilização do sistema na IES e sua adaptação para melhor utilização de forma pedagógica.</p>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação de questionário on-line com escala Likert para captar percepções sobre eficácia, relevância, utilidade e limitações do sistema.</li> <li>• Entrevistas semiestruturadas para aprofundar a experiência e coletar relatos de uso.</li> </ul> | <p>Mesma rotina de contagem para o questionário + ACD para as entrevistas; comparação simples entre números e eixos.</p>                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso em Atividades Acadêmicas</li> <li>• Melhorias na Interface</li> <li>• Acessibilidade e Inclusão</li> <li>• Limitações e Sugestões</li> </ul>    |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a identificação dos eixos discursivos, unidades recorrentes de sentido obtidas pela Análise Crítica do Discurso (Fairclough 1995), os achados qualitativos passaram a ser ilustrados com falas literais das participantes. A inclusão desses excertos garante rigor e transparência, permitindo ao leitor acompanhar, passo a passo, como cada eixo foi construído a partir dos depoimentos.

Na etapa interpretativa, os eixos foram analisados em profundidade, articulando as dimensões textual, da prática discursiva e da prática social. Esse procedimento possibilitou uma compreensão ampla e contextualizada das percepções, dificuldades e potencialidades atribuídas ao GrowAIDE pelas docentes.

Para apoiar a leitura e a interpretação dos dados do questionário, as respostas foram organizadas em gráficos de barras simples, que exibem a distribuição das marcações em cada ponto da escala. Conforme destacam Monteiro e Selva (2001), representações gráficas claras facilitam a visualização de padrões numéricos. No presente estudo, essa abordagem permitiu a identificação das tendências gerais de

percepção das participantes, servindo como um panorama inicial que é, subsequentemente, aprofundado e contextualizado pela análise qualitativa das entrevistas.

### 3.5. CUIDADOS ÉTICOS NA PESQUISA

A condução desta pesquisa pautou-se rigorosamente pelos princípios éticos que regem a investigação científica com seres humanos. O principal instrumento para assegurar a proteção dos participantes foi o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado integralmente no Apêndice A deste trabalho. Antes de iniciarem sua participação, todos os voluntários tiveram acesso a este documento, que detalhava os objetivos do estudo, os procedimentos, os direitos e as garantias de confidencialidade, permitindo uma decisão informada e consciente sobre sua colaboração.

A participação na pesquisa foi estritamente voluntária. Os participantes foram informados de que poderiam se recusar a participar ou desistir a qualquer momento, sem qualquer tipo de prejuízo. O TCLE explicitava os procedimentos, que consistiam na exploração do sistema GrowAIDE e no preenchimento de um formulário online, com um tempo estimado de 30 a 40 minutos. Foi garantido também o direito de não responder a qualquer questão do formulário, respeitando integralmente a autonomia de cada indivíduo.

Todos os dados coletados foram utilizados exclusivamente para os fins acadêmicos desta dissertação, sendo armazenados de forma segura e com acesso restrito à pesquisadora responsável. Conforme detalhado no TCLE (Apêndice A), após a coleta, os dados foram removidos da plataforma online e guardados em um dispositivo local seguro para garantir a privacidade.

Os riscos associados à participação foram avaliados como mínimos, limitando-se a um eventual desconforto ao refletir sobre os temas de sustentabilidade e tecnologia. Em contrapartida, os benefícios, embora indiretos, residem na contribuição para o conhecimento científico sobre o uso de inteligência artificial para promover práticas de ensino voltadas à sustentabilidade no ensino superior. Os resultados do estudo visam fomentar o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras, cujos achados serão divulgados em meios acadêmicos, sempre preservando o sigilo dos participantes.

Por ser uma pesquisa realizada em ambiente virtual, medidas adicionais foram adotadas para garantir a segurança e a integridade do processo, conforme descrito no TCLE. O termo de consentimento foi apresentado online antes do acesso ao formulário, e os contatos da pesquisadora e da orientadora foram disponibilizados para esclarecimento de quaisquer dúvidas. A anuência foi formalizada por meio de uma declaração de consentimento pós-informação, reforçando que todos os procedimentos éticos foram cumpridos para proteger o bem-estar e a dignidade dos voluntários ao longo de toda a investigação.

O próximo capítulo apresenta detalhadamente o sistema GrowAIDE, desenvolvido como parte fundamental desta pesquisa. Esta descrição visa proporcionar ao leitor uma compreensão clara das funcionalidades do sistema e sua relevância prática para atingir os objetivos deste estudo, especialmente no que se refere à implementação de práticas sustentáveis em atividades pedagógicas nas Instituições de Ensino Superior. A apresentação do sistema busca explicitar como as funcionalidades técnicas e interativas possibilitam a geração de insights relevantes, contribuindo diretamente para a compreensão do fenômeno investigado e para a concretização dos objetivos definidos nesta pesquisa.

#### 4 SISTEMA GROWAIDE

Este capítulo apresenta o sistema GrowAIDE em sua versão final, desenvolvido e aplicado no contexto desta pesquisa, com o objetivo de estimular práticas sustentáveis em atividades educacionais nas IES. A seguir, serão descritas as principais funcionalidades do sistema, sua interface e o processo interno de análise da IA, que gera formulários e sugestões de ações sustentáveis, interações de chat e correlações entre projetos similares cadastrados na plataforma.

O Sistema GrowAIDE, desenvolvido pelo pesquisador, combina duas linguagens de programação principais: Nuxt.js, para a criação das interfaces e da lógica de apresentação, garantindo uma experiência de usuário intuitiva e responsiva, e Python, para análises mais detalhadas dos dados com IA, permitindo o processamento complexo e a geração de insights. Essa combinação assegura que o sistema seja tanto funcional quanto eficiente nas interações de análises, relatórios e chat, refletindo uma abordagem técnica robusta para suportar práticas sustentáveis. A Figura 6 a seguir apresenta as páginas do sistema e suas principais funcionalidades.

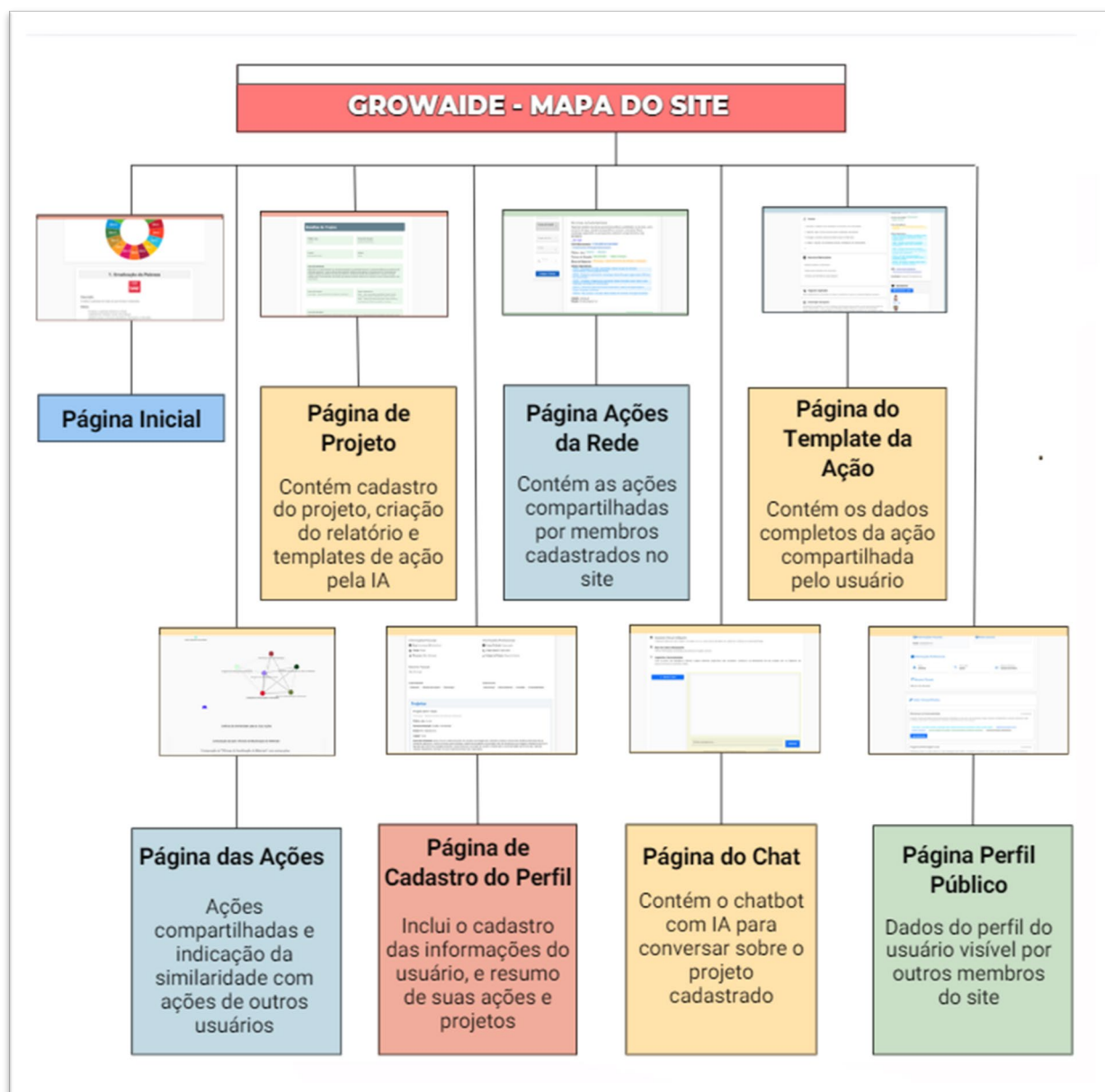


Figura 6 – Mapa de páginas do sistema GrowAIDE

”

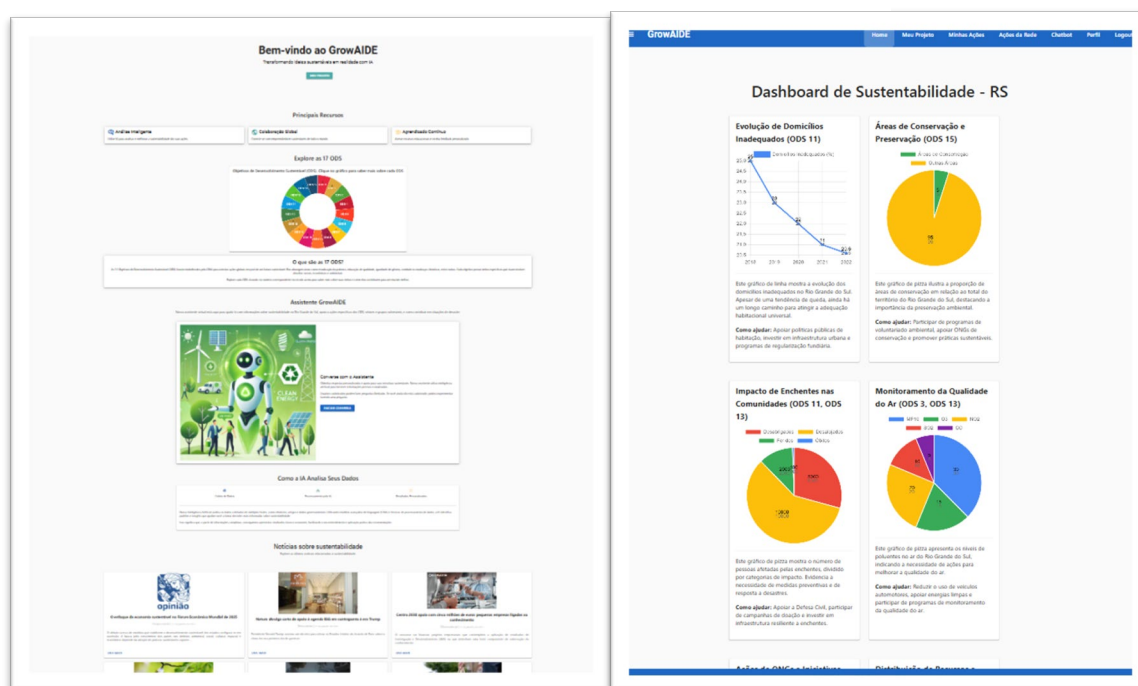
Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao acessar a página inicial, indicada a seguir na Figura 7, o usuário encontra uma interface intuitiva, na qual são dispostas as explicações das principais funcionalidades. Ela inclui uma roda interativa de ODS, e, ao clicar em cada objetivo

destacado nos aros da roda, é mostrada uma caixa de texto com detalhes sobre as metas e sua importância para o desenvolvimento sustentável. Essa funcionalidade busca engajar o usuário e facilitar a compreensão da Agenda 2030. Há também uma seção de notícias atualizadas sobre acontecimentos e debates no campo da sustentabilidade, abrangendo temas como economia verde, políticas de ESG, iniciativas para negócios sustentáveis e avanços em energias renováveis, tanto no âmbito nacional quanto internacional. Essa curadoria visa despertar interesse e oferecer um panorama atualizado do cenário, contextualizando a relevância das ações na plataforma.

No final da página inicial, um *dashboard* interativo apresenta gráficos com dados relevantes sobre sustentabilidade no estado do Rio Grande do Sul, como a proporção de áreas de conservação, o impacto de eventos climáticos como as enchentes, os níveis de qualidade do ar, entre outros. A visualização busca facilitar a compreensão da situação regional, evidenciando desafios e áreas que precisam de apoio através de ações sustentáveis. Os dados são referenciados em fontes oficiais, como o IPEA e os ministérios governamentais.

Figura 7 – Página inicial



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que os usuários interajam com a IA do Sistema GrowAIDE, o primeiro passo é realizar o cadastro, fornecendo informações básicas como nome, e-mail e senha. Esse processo é simples e direto, preparando-os para o acesso às funcionalidades. Após o cadastro, eles são direcionados à página de criação de projetos. A página de projeto, ilustrada na Figura 8, apresenta campos específicos para o cadastro de iniciativas sustentáveis, como “Nome”, que define o título do projeto (por exemplo, “Tecnologias para Agricultura Sustentável”), e “Descrição”, no qual o usuário detalha objetivos, metas e ações, como o desenvolvimento de soluções tecnológicas para otimizar processos agrícolas. Outros campos incluem “Público-alvo” (como jovens ou comunidades rurais), “Formas de atuação” (como voluntariado ou desenvolvimento tecnológico), “Estado e Cidade” (restrito a cidades do Rio Grande do Sul, para melhor agrupar dados sobre sustentabilidade relacionado a localidades), “Áreas de atuação” (como tecnologia ou agricultura sustentável) e “ODS”, que permite selecionar Objetivos de Desenvolvimento Sustentável alinhados com o projeto, como “Ação Contra a Mudança Global do Clima”. Exceto o campo de descrição, todos são de seleção, facilitando o preenchimento e garantindo que os dados sejam estruturados para análise pela IA.

Figura 8 – Início da página de cadastro do projeto

**GrowAIDE** Home Meu Projeto Minhas Ações Ações da Rede Chatbot Perfil Logout

[Editar Projeto](#)

### Detalhes do Projeto

**Público-alvo:**  
Jovens

**Formas de Atuação:**  
Doação, Voluntariado

**Estado:**  
Rio Grande do Sul

**Cidade:**  
Torres

**Descrição Detalhada:**  
Nosso foco é o desenvolvimento de soluções tecnológicas que otimizam processos e promovem eficiência para empresas de diferentes segmentos. Criamos softwares personalizados, plataformas de gestão e automação, além de ferramentas que integram inteligência artificial e big data para melhorar a tomada de decisão. Nosso diferencial é a criação de soluções voltadas para a sustentabilidade, permitindo que empresas reduzam desperdícios, otimizem recursos e adotem práticas mais responsáveis.

**Áreas de Atuação:**  
Tecnologia - Desenvolvimento de software e hardware.

**Ideias Inspiradoras:**  
O052 - Fome: agricultura sustentável. Ideias: Hortas comunitárias urbanas. Distribuir sementes e mudas.  
O053 - Saúde: bem-estar para todos. Ideias: Feiras de saúde gratuitas. Aulas de ginástica em praças.

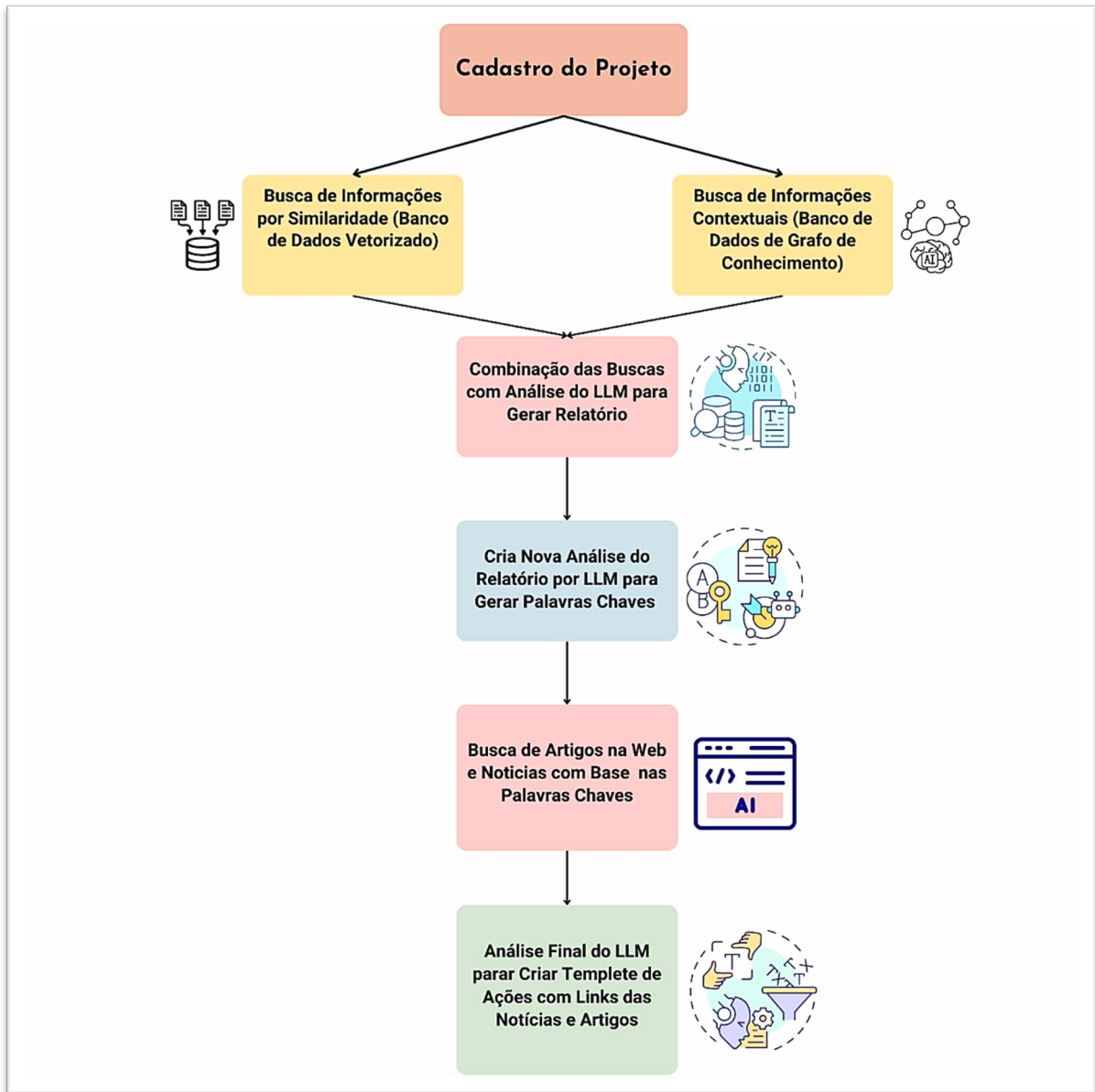
**Descrição de Apoio:**  
Buscamos criar ferramentas que auxiliem pequenas e médias empresas na implementação de estratégias sustentáveis, como plataformas para monitoramento ambiental, gestão de resíduos e eficiência energética. Além disso, planejamos oferecer capacitações gratuitas para jovens e empreendedores locais, incentivando o uso da tecnologia como um meio de criar negócios sustentáveis. Acreditamos que a inovação deve estar acessível a todos, permitindo que a tecnologia seja uma aliada na construção de um futuro mais responsável.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim que o projeto é salvo, o sistema GrowAIDE inicia o fluxo de geração de relatórios, detalhado na Figura 9. O processo começa com a busca de informações por similaridade e a busca de informações contextuais, realizadas em paralelo, para identificar projetos semelhantes e conexões relevantes. Para um projeto de agricultura sustentável, por exemplo, o sistema pode encontrar iniciativas similares no Rio Grande do Sul e organizações locais ou artigos acadêmicos relacionados. Esses dados são combinados e analisados por um modelo de linguagem (LLM) que cria um novo nível de análise relacional para gerar palavras-chave. Em seguida, o sistema busca artigos e notícias na web com base nessas palavras-chave, enriquecendo o contexto. Finalmente, o LLM analisa todos os dados para criar um *template* de ações com links para notícias e artigos, oferecendo recomendações práticas, como parcerias

com ONGs locais ou programas de treinamento para agricultores, alinhadas aos objetivos de sustentabilidade do projeto.

Figura 9 – Fluxo da geração do relatório e ações na página de projeto

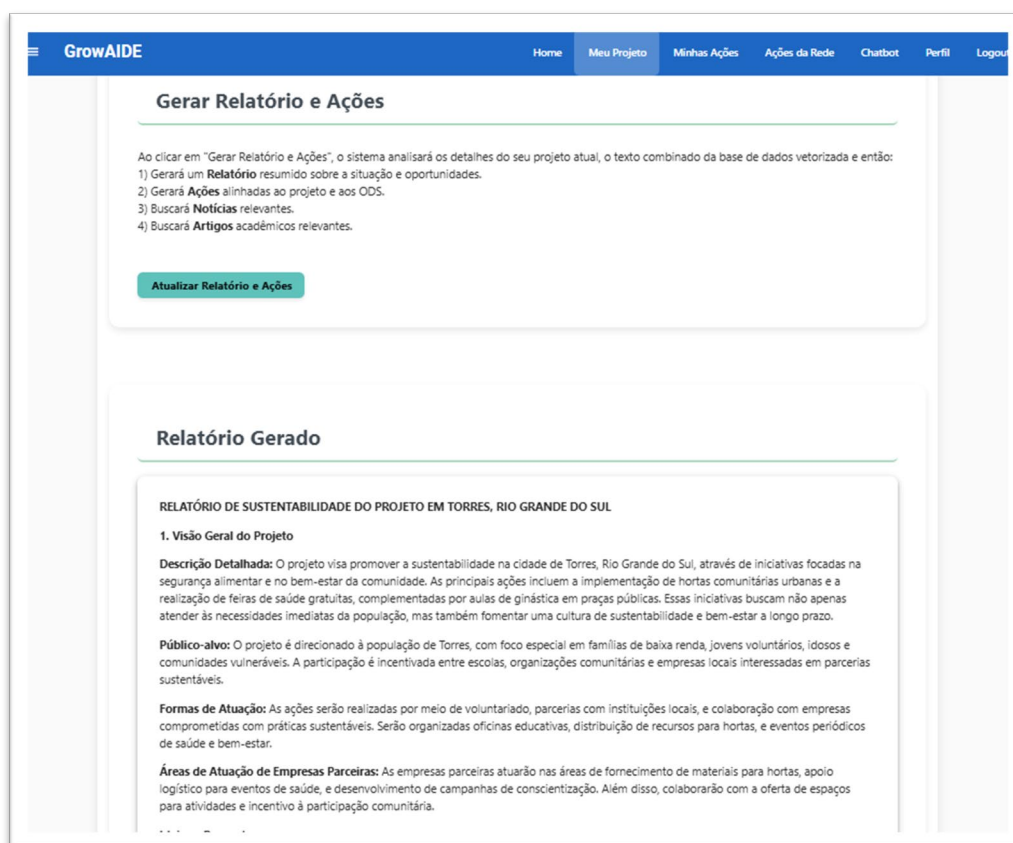


Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a análise, o usuário pode visualizar o relatório gerado na página de projeto, conforme mostrado na Figura 10. O relatório apresenta uma visão geral do projeto, detalhando aspectos como o público-alvo, as formas de atuação e os ODS associados, além de uma descrição detalhada dos objetivos e das ações planejadas. Inclui também uma análise da situação atual da cidade, destacando desafios e oportunidades de sustentabilidade, como questões de segurança alimentar e saúde

pública, e oferece recomendações estratégicas, como parcerias com instituições locais e iniciativas para engajamento comunitário. O usuário pode modificar os dados do cadastro do projeto e gerar um novo relatório para refinar as sugestões, garantindo que as recomendações sejam cada vez mais alinhadas às necessidades do projeto e aos objetivos de sustentabilidade.

Figura 10 – Página de projeto com geração de relatório

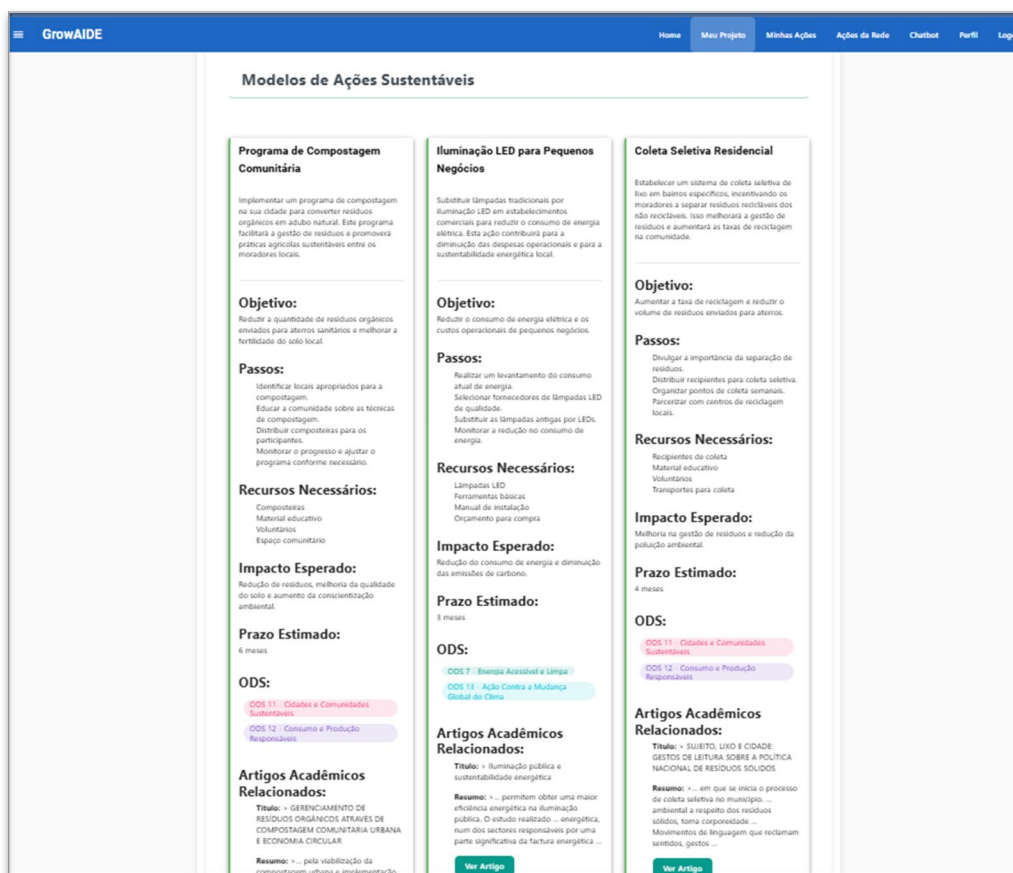


Fonte: Elaborado pelo autor.

Para complementar a proposta de sustentabilidade gerada, a plataforma disponibiliza uma seção específica para a criação de *templates* de ações, ilustrada na Figura 11. Essa funcionalidade permite gerar ideias de ações sustentáveis, que podem ser executadas de forma prática a partir de oportunidades e desafios destacados no relatório. Cada modelo de ação possui objetivo, passos para execução, recursos necessários, impacto esperado e prazo estimado. Também são fornecidos links para notícias e artigos acadêmicos que orientam a implementação, além de referências a ODS associados à ação, promovendo um acompanhamento mais preciso e eficiente das estratégias sustentáveis propostas. Ao clicar no botão de usar o modelo presente no *template*, o usuário compartilha a ação na rede, permitindo que

outros membros do site visualizem a ação compartilhada e a apoiem por meio de informações de contato e do chat de interação na página da ação.

Figura 11 – *Templates* de ações gerados a partir do relatório

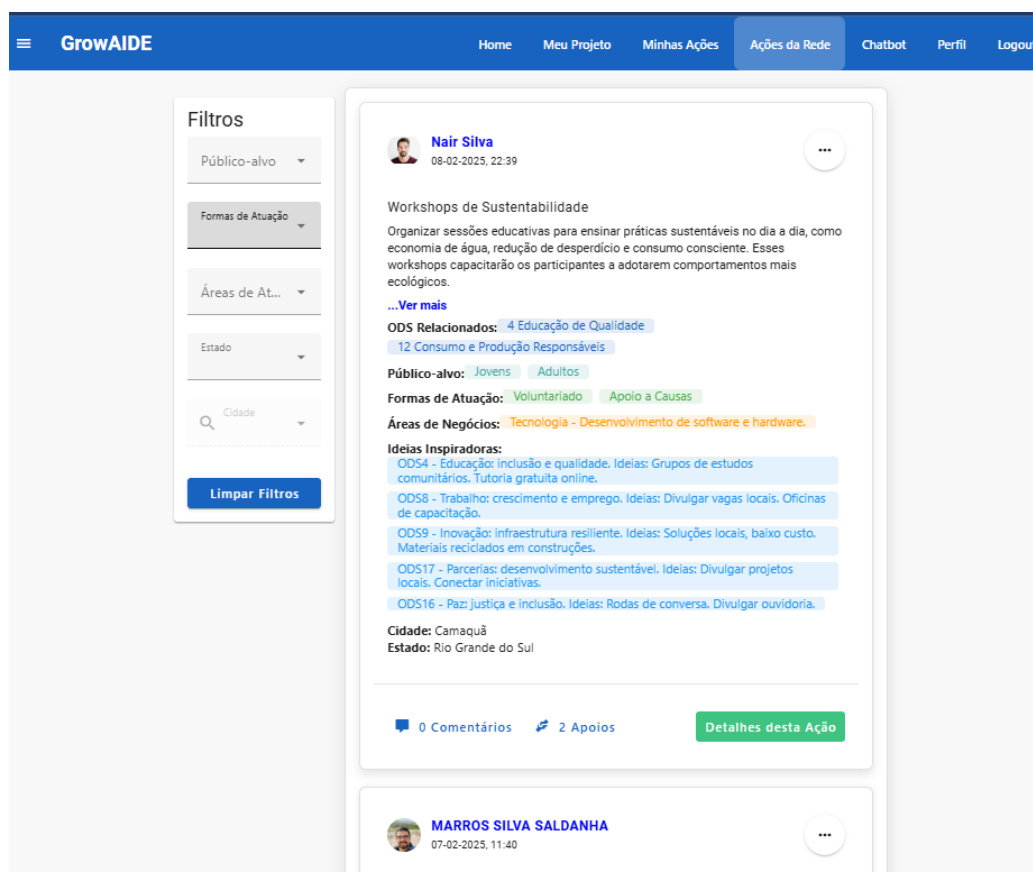


Fonte: Elaborado pelo autor.

A página de “Ações de Rede”, ilustrada na Figura 12, é um espaço dinâmico que conecta os usuários do sistema GrowAIDE ao exibir iniciativas sustentáveis compartilhadas por outros membros da comunidade. Cada ação apresenta informações como título, descrição, ODS associados, público-alvo, formas de atuação, áreas de operação e localização, além de ideias inspiradoras relacionadas a outros ODS, incentivando a exploração de práticas sustentáveis mais amplas. Os usuários podem filtrar as ações por critérios como público-alvo, formas de atuação, áreas de atuação, estado e cidade, permitindo uma busca personalizada e eficiente por projetos relevantes. A página também exibe o nome do criador, data de publicação e opções de interação, como comentários e apoios, promovendo um ambiente

colaborativo onde os usuários podem se inspirar, compartilhar conhecimentos e formar parcerias estratégicas para ampliar o impacto de suas iniciativas sustentáveis.

Figura 12 – Página de Ações da Rede

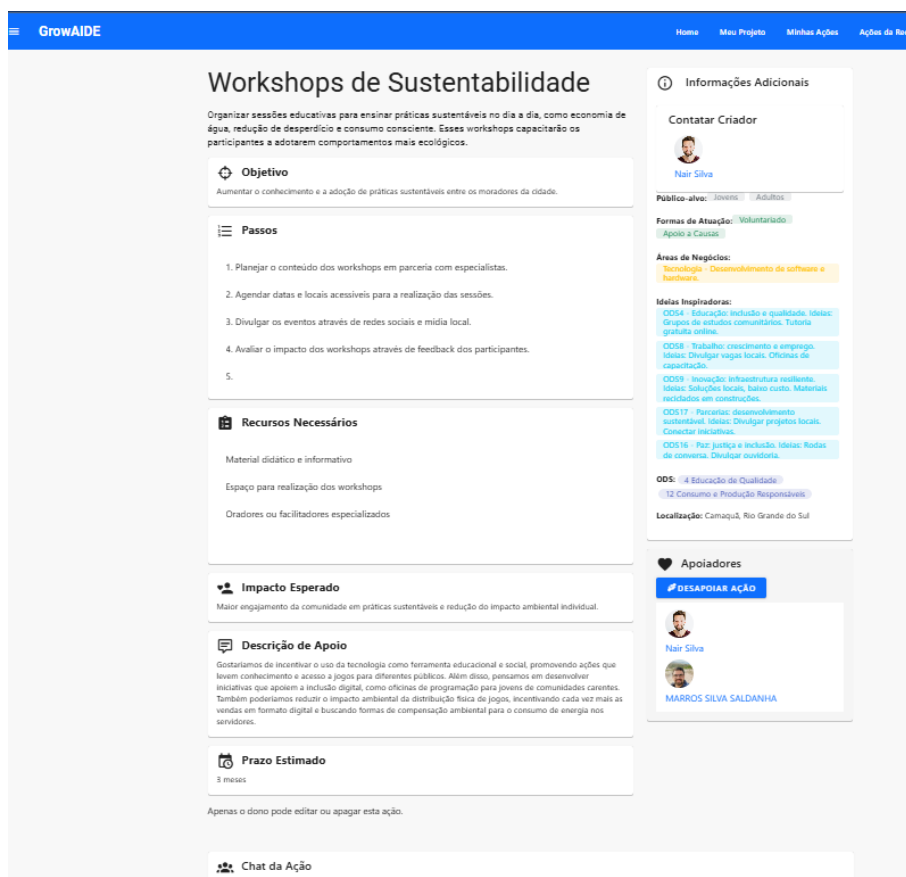


Fonte: Elaborado pelo autor.

A página de ações, indicada na Figura 13, é um espaço central no qual os usuários podem explorar e se engajar em iniciativas sustentáveis compartilhadas por outros membros da comunidade, promovendo colaboração e aprendizado, especialmente em contextos educacionais. Cada ação tem uma página detalhada que apresenta uma visão geral organizada, incluindo informações essenciais, como o objetivo, os passos planejados, os recursos necessários, o impacto esperado e o prazo estimado, além de detalhes adicionais, como público-alvo, formas de atuação, áreas de negócios envolvidas e ODS relacionados. Essa estrutura permite que os usuários compreendam rapidamente o escopo de cada iniciativa, facilitando a inspiração para seus próprios projetos acadêmicos.

A página também inclui elementos interativos que enriquecem a experiência colaborativa, como uma seção para visualizar os apoiadores da ação, na qual os usuários podem ver quem já apoia a ação. Há ainda um chat dedicado que permite a interação em tempo real entre os participantes, possibilitando a troca de ideias e a realização de parcerias locais para ampliar o impacto.

Figura 13 – Página de descrição e execução da ação compartilhada



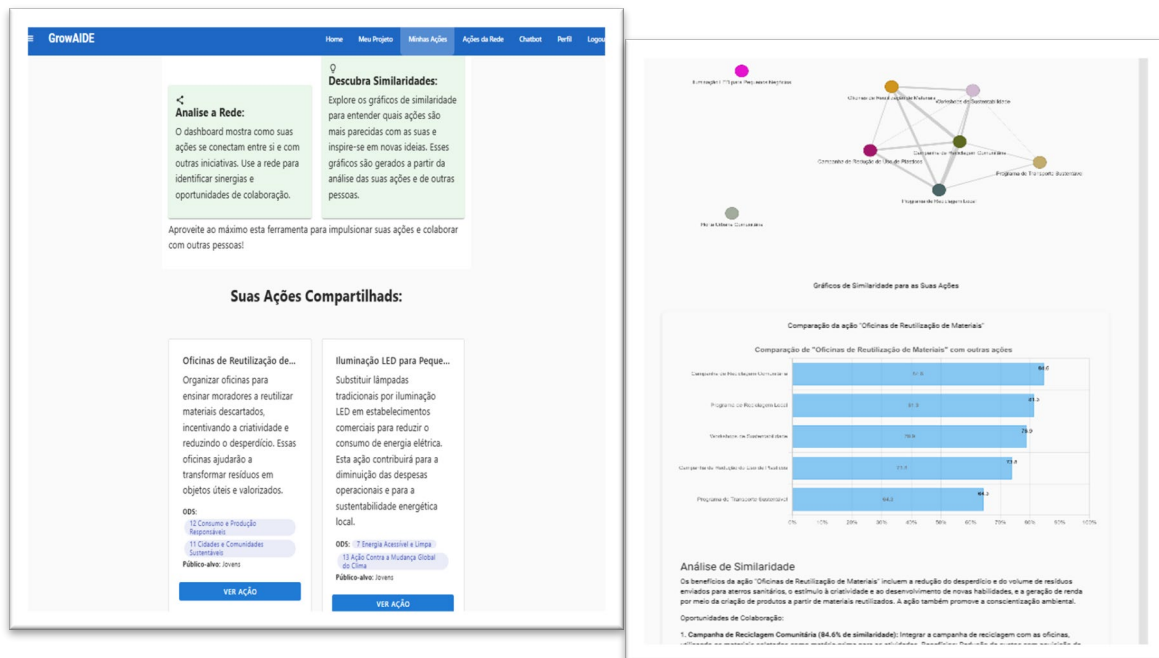
Fonte: Elaborado pelo autor.

A página “Minhas Ações Compartilhadas”, indicada na Figura 14, foi projetada para auxiliar os usuários a gerenciar e ampliar suas iniciativas de sustentabilidade, especialmente em contextos educacionais. Ela permite que eles visualizem e conectem suas ações compartilhadas, como projetos voltados à sustentabilidade, promovendo colaborações que aumentem o impacto dessas iniciativas. Com uma interface que oferece uma visão clara das ações cadastradas e compartilhadas na rede, os usuários têm um acompanhamento e a organização de suas ações de forma prática e eficiente.

Um recurso essencial dessa página é a geração de um *dashboard* interativo que transforma os dados das ações em visualizações gráficas, destacando conexões entre as iniciativas do usuário e as de outros membros disponíveis na plataforma. Esse processo ocorre porque, no momento em que o usuário compartilha uma ação, ela é salva em um banco de dados vetorizado, no qual os dados são convertidos em representações numéricas que capturam seu significado. Com base nisso, técnicas de similaridade, como a comparação de cossenos, identificam ações semelhantes, e um modelo de linguagem (LLM) entra em ação para analisar essas conexões, sugerindo parcerias estratégicas que tragam benefícios como maior alcance ou economia de recursos.

Além disso, a página apresenta gráficos que ilustram visualmente a similaridade entre as ações, ajudando os usuários a compreenderem quais iniciativas têm mais afinidade com as suas, incentivando a colaboração e inspirando novas ideias para projetos sustentáveis, o que se alinha ao objetivo de promover um ambiente colaborativo. Assim, a página combina gestão de iniciativas, análise avançada de dados e visualização interativa, oferecendo uma experiência dinâmica que capacita os usuários à exploração da sinergia. A página realiza uma análise adicional com os três projetos mais similares, e nesta análise pode-se sugerir, por exemplo, a combinação de uma campanha de redução de uso de plásticos — que apresenta 63,8% de similaridade com uma ação de iluminação LED — com a oferta de incentivos para negócios que adotem ambas as práticas, ampliando o impacto ambiental e engajando mais participantes.

Figura 14 – Página “Minhas Ações Compartilhadas”



Fonte: Elaborado pelo autor.

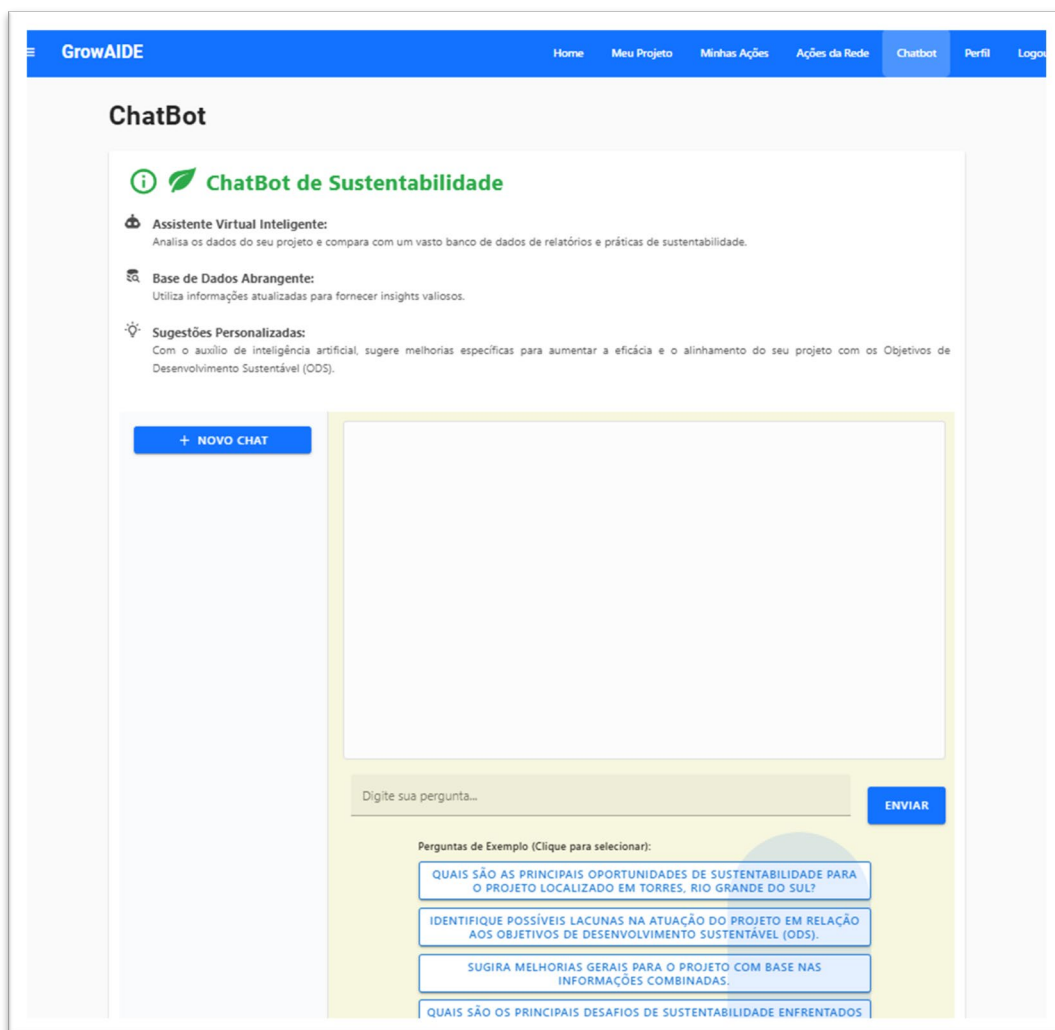
O *chatbot*, cuja página é demonstrada na Figura 15, atua como um assistente virtual especializado em sustentabilidade, projetado para oferecer suporte imediato aos usuários com base no projeto cadastrado. O processo de execução do *chatbot* começa com o armazenamento dos dados do projeto do usuário em um banco de dados vetorizado, realizado assim que o usuário salva seu projeto, conforme exposto anteriormente. Isso significa que, ao salvar o projeto, informações como objetivos, metas, público-alvo, formas de atuação, áreas de operação, localização e ODS associados são convertidas em *embeddings* vetoriais, capturando o significado semântico desses dados. Esse armazenamento permite que o sistema acesse e utilize essas informações contextuais posteriormente, funcionando como uma memória de longo prazo para o *chatbot* (Taipalus, 2024).

O processo de resposta do *chatbot* envolve os seguintes passos: a pergunta do usuário é convertida em um *embedding* vetorial, permitindo que o sistema utilize RAG para buscar informações relevantes no banco de dados vetorizado. Por exemplo, se o usuário pergunta sobre redução de impacto ambiental, o sistema pode recuperar relatórios ou artigos sobre práticas sustentáveis em agricultura, como técnicas de conservação de solo ou uso eficiente de recursos. Simultaneamente, o *chatbot* utiliza GraphRAG para explorar o banco de dados de grafos de conhecimento, buscando

relações contextuais relevantes, como conexões entre o projeto do usuário e organizações locais, iniciativas comunitárias ou parcerias estratégicas, como ONGs que trabalham com agricultura sustentável na região. Os dados recuperados por RAG e GraphRAG são combinados e analisados por um modelo de linguagem (LLM), que gera uma resposta contextualizada. Por exemplo, para a pergunta sobre redução de impacto ambiental, a resposta pode incluir sugestões como “Considere implementar técnicas de irrigação eficiente, como gotejamento, e buscar parcerias com organizações locais, como a X, Y e Z..., para capacitação em práticas sustentáveis”. As recomendações podem incluir também links para artigos acadêmicos ou notícias relacionadas, como estudos sobre agricultura de baixo impacto. Visto que o *chatbot* tem acesso aos dados do projeto armazenados, as respostas são personalizadas para o contexto do usuário, incluindo localização, público-alvo e metas de sustentabilidade, oferecendo insights valiosos, sugestões personalizadas e respostas a dúvidas frequentes, garantindo que os usuários tenham acesso a recomendações embasadas e atualizadas.

A integração de RAG e GraphRAG no *chatbot* permite que o sistema GrowAIDE ofereça respostas altamente contextualizadas, alinhadas ao objetivo desta pesquisa de promover a educação em sustentabilidade nas IES. Por exemplo, um estudante desenvolvendo um planejamento de negócio com ação sustentável pode perguntar sobre estratégias de economia de água e receber sugestões baseadas em relatórios regionais e conexões com organizações locais, fortalecendo a formação em práticas sustentáveis. Essa funcionalidade é essencial para promover a educação em sustentabilidade nas IES, alinhando-se aos objetivos de capacitar estudantes e professores para práticas sustentáveis, como o desenvolvimento de negócios que considerem ações sustentáveis em seu planejamento e a integração de ODS em projetos acadêmicos.

Figura 15 – Página do ChatBot



Fonte: Elaborado pelo autor.

Cada usuário da plataforma tem uma página de perfil personalizada, Figura 16, em que ele pode gerenciar suas informações pessoais e profissionais. Essa seção permite a atualização de dados como nome, e-mail, organização, áreas de interesse e competências, além de exibir um histórico detalhado das ações e projetos cadastrados. Esse histórico facilita o acompanhamento do progresso dentro da plataforma, além de permitir que outros membros da comunidade identifiquem possíveis parceiros para colaboração. A página de perfil também fortalece a transparência dentro da plataforma, permitindo que os usuários conheçam as iniciativas de outros participantes e identifiquem oportunidades para sinergias e parcerias.

Figura 16 – Página de Cadastro do Perfil

The screenshot shows the 'GrowAIDE' user profile registration page for a user named Nair Silva. The page is divided into several sections:

- Header:** A blue navigation bar with the 'GrowAIDE' logo on the left and links for 'Home', 'Meu Projeto', 'Minhas Ações', 'Ações da Rede', 'Chatbot', and 'Perfil' on the right.
- Profile Card:** A blue header card featuring a circular profile picture of Nair Silva and the name 'Nair Silva'.
- Informações Pessoais:** A section with a blue icon and the text 'Informações Pessoais'. It displays the email 'Email: nair@gmail.com'.
- Redes Sociais:** A section with a blue icon and the text 'Redes Sociais'.
- Informações Profissionais:** A section with a blue icon and the text 'Informações Profissionais'. It contains three sub-sections:
  - Cargo:** 'Analista'.
  - Procurando Apoio:** A section with a magnifying glass icon.
  - Estratégia do Negócio:** 'Desenvolvimento'.
- Resumo Pessoal:** A section with a blue icon and the text 'Resumo Pessoal'. It shows 'Resumo não informado'.
- Ações Compartilhadas:** A section with a blue icon and the text 'Ações Compartilhadas'. It lists two actions:
  - Workshops de Sustentabilidade:** A description of workshops for sustainable practices. It includes tags for 'ODS: ODS4', 'Educação: Inclusão e qualidade', 'Ideias: Grupos de estudos comunitários', 'Tutoria gratuita online', 'Estado: Rio Grande do Sul', 'Cidade: Camaquã', 'Área de Negócio: Tecnologia', 'Desenvolvimento de software e hardware', and 'Forma de Atuação: Voluntariado'. A 'VER DETALHES' button is present.
  - Programa de Reciclagem Local:** A description of a local recycling program. It includes the same set of tags as the first action. A 'VER DETALHES' button is present.
- Enviar Mensagem:** A section with a blue icon and the text 'Enviar Mensagem'. It contains a text input field for sending a message to Nair Silva and a blue 'ENVIAR' button.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A estrutura do GrowAIDE foi cuidadosamente desenvolvida para proporcionar uma experiência integrada e eficiente, garantindo que cada funcionalidade contribua diretamente para a criação, gestão e colaboração em projetos sustentáveis. A plataforma permite que os usuários cadastrem e gerenciem seus próprios projetos, explorem iniciativas de outros membros, interajam por meio de ferramentas colaborativas e obtenham suporte através de um *chatbot* especializado, estabelecendo-se como uma solução dinâmica e essencial para a implementação de ações sustentáveis de forma estruturada e impactante.

Para avaliar a eficácia e o valor dessa plataforma, o próximo capítulo apresentará uma análise detalhada dos resultados obtidos, investigando as

percepções das participantes sobre aspectos como eficiência, usabilidade e viabilidade no uso do sistema em estratégias pedagógicas.

## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Este capítulo dedica-se à análise dos dados coletados sobre a avaliação do sistema GrowAIDE. As técnicas qualitativas e quantitativas adotadas nesta pesquisa proporcionaram uma visão abrangente sobre a percepção e a interação das participantes com o sistema. Os dados trouxeram uma compreensão dos aspectos relacionados à implementação e ao impacto do uso da inteligência artificial nas instituições de ensino superior, com foco na geração de práticas de ensino voltadas à sustentabilidade. Serão apresentados e analisados os resultados obtidos a partir dos dois instrumentos utilizados na coleta de dados: o questionário com escala Likert e as entrevistas semiestruturadas.

O Quadro 6 apresenta a caracterização das participantes da pesquisa, identificadas como P1, P2, P3 e P4. Todas as participantes são docentes em IES e possuem experiência consolidada em áreas relacionadas à sustentabilidade, modelagem de negócios, inovação, ensino e impacto socioambiental. A diversidade de especializações permitiu compreender como o sistema GrowAIDE pode ser aplicado em diferentes contextos acadêmicos e profissionais, fornecendo uma visão mais ampla sobre suas funcionalidades e possíveis melhorias.

Quadro 6 – Perfil das participantes

| <b>Participante</b> | <b>Gênero</b> | <b>Faixa Etária</b> | <b>Atuação Profissional</b>                                                | <b>Formação Acadêmica</b>                                     | <b>Relação com Ações Sustentáveis</b>                             |
|---------------------|---------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| P1                  | Mulher        | 45-60 anos          | Docente em uma IES. Atua com modelagem e planejamento de negócios; ideação | Mestre em Ciências da Comunicação (UNISINOS); Especialista em | Trabalha com consultoria para negócios de impacto socioambiental, |

|    |        |            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                           |
|----|--------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |        |            | de soluções; gestão de relacionamento com clientes; educação a distância e híbrida; análise de negócios na tecnologia.                                                               | Informática na Educação (UNISINOS); Administradora – Ênfase Comércio Exterior (UNISINOS).                                                                           | desenvolvendo estratégias para empresas e startups.                                                                                       |
| P2 | Mulher | 45-60 anos | Docente em uma IES. Atua com modelagem de negócios; incubação de startups; gestão de parcerias comerciais; pesquisa de mercado; ensino e desenvolvimento de métodos de aprendizagem. | Doutora em Planejamento Urbano e Regional (UFRGS); Mestre em Economia (UNISINOS); Economista (UNILASALLE); Implantação do CERNE (ANPROTEC).                         | Desenvolve metodologias voltadas à inovação e sustentabilidade, auxiliando startups e empresas na implementação de práticas sustentáveis. |
| P3 | Mulher | 45-60 anos | Docente em uma IES. Atua com modelagem de negócios; avaliação de impacto; gestão da inovação; captação de recursos; desenvolvimento de metodologias educacionais.                    | Doutora em Administração (UFRGS); Mestre em Política Científica e Tecnológica (UNICAMP); Especialista em Gestão da Produção (UFRGS); Engenheira Mecânica (UNICAMP). | Trabalha com avaliação de impacto socioambiental e desenvolvimento de estratégias sustentáveis para empresas e instituições acadêmicas.   |
| P4 | Mulher | 45-60 anos | Docente em uma IES. Atua com ensino em comunicação e sustentabilidade; desenvolvimento de projetos sociais; empreendedorismo; organização de eventos acadêmicos.                     | Doutora em Design Estratégico (UNISINOS); Mestre em Comunicação Social (PUCRS); Bacharel em Relações Públicas (PUCRS).                                              | Coordena projetos acadêmicos voltados a sustentabilidade e inovação social, promovendo ações educacionais com impacto ambiental positivo. |

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO

Os dados do questionário foram obtidos por meio de uma escala Likert (1 a 5), composta por oito questões, abrangendo aspectos como eficiência, inovação, viabilidade das estratégias propostas e relevância do sistema para o contexto acadêmico da IES. O objetivo dessa análise é compreender as percepções gerais das participantes sobre diferentes aspectos do sistema.

As respostas foram categorizadas em cinco níveis de concordância: “Discordo Totalmente” (DT), “Discordo” (D), “Neutro” (N), “Concordo” (C) e “Concordo Totalmente” (CT). Essa categorização facilita a identificação de tendências nas respostas, possibilitando uma detalhamento melhor sobre os aspectos a serem analisados.

Considerando o número reduzido de participantes, optou-se por uma análise qualitativa aprofundada, priorizando as percepções individuais e as experiências pessoais de cada respondente em relação ao uso do GrowAIDE. A interpretação dos dados extraídos do questionário serve como uma contextualização inicial. No próximo capítulo, essa análise será complementada pelas entrevistas, em que serão aprofundados motivos, justificativas e opiniões, além da identificação da relação entre as falas das participantes e os dados observados nos gráficos de resposta do questionário.

O Quadro 7 apresenta as perguntas do questionário, que foram distribuídas na escala Likert.

Quadro 7 – Perguntas realizadas na escala Likert

| Questões                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. A ferramenta GrowAIDE é eficiente para fomentar ações sustentáveis com base no contexto da empresa ou região.                                           |
| 2. O sistema estimula a inovação e a criatividade na elaboração de projetos, incentivando o surgimento de novas ideias sustentáveis.                       |
| 3. O sistema GrowAIDE consegue transformar dados regionais em recomendações que atendam às demandas específicas da localidade.                             |
| 4. O chat integrado com IA no sistema GrowAIDE oferece suporte efetivo para elucidar dúvidas e orientar a implementação dos projetos sustentáveis.         |
| 5. As alternativas e estratégias sugeridas pelo sistema GrowAIDE são viáveis para a execução de práticas sustentáveis.                                     |
| 6. Os insights e análises apresentados pelo sistema GrowAIDE incentivam a reflexão crítica sobre os desafios e oportunidades no campo da sustentabilidade. |
| 7. A possibilidade de compartilhar ações e interagir com outros usuários no sistema fortalece o êxito e a execução de iniciativas sustentáveis.            |

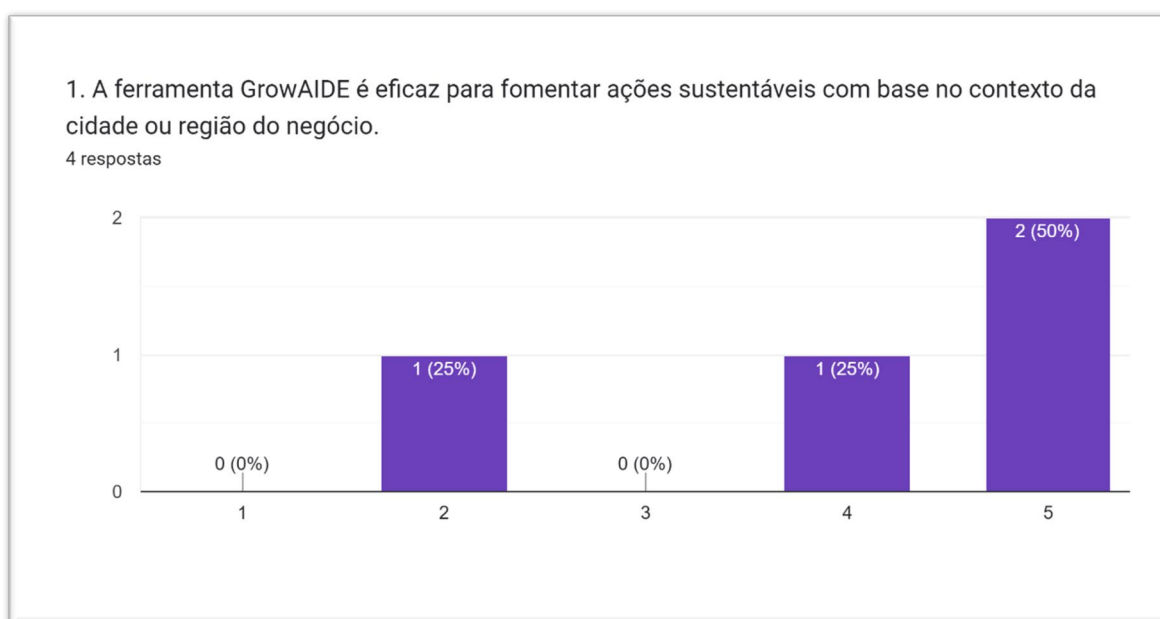
8. O sistema GrowAIDE pode ser utilizado como recurso para fomentar iniciativas que tragam maior impacto sustentável.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para melhor compreensão das percepções das participantes sobre o sistema GrowAIDE, os resultados do questionário são demonstrados em oito gráficos de barras. Estes gráficos permitirão visualizar claramente a relação entre as respostas às diferentes questões, sendo cada gráfico descrito por uma análise concisa dos resultados mais relevantes identificados.

A análise da primeira afirmativa do questionário – "A ferramenta GrowAIDE é eficiente para fomentar ações sustentáveis com base no contexto da empresa ou região", revelou que a maioria das participantes manifestou concordância (seja "Concordo" ou "Concordo Totalmente") com a eficiência do sistema em promover ações sustentáveis contextualizadas. No entanto, uma participante expressou discordância em relação a esta afirmação.

Gráfico 1 – Respostas à pergunta sobre a eficácia da ferramenta GrowAIDE

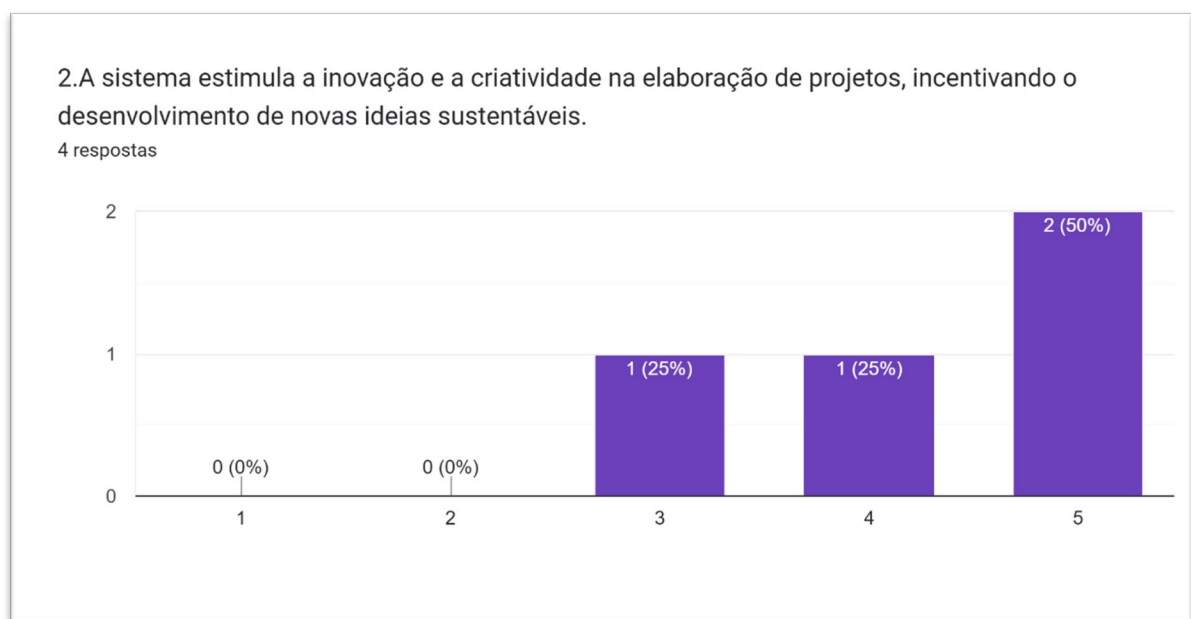


Fonte: Elaborado pelo autor.

Dando seguimento à análise, o Gráfico 2, referente à afirmativa de que o GrowAIDE estimula a inovação e a criatividade em projetos sustentáveis, demonstra que três participantes manifestaram concordância (duas "Concordo Totalmente" e

uma "Concordo"). Contudo, uma participante permaneceu neutra em sua resposta, o que pode sugerir uma possível incerteza quanto ao impacto direto do sistema na geração de novas ideias nesse aspecto. Para abordar essa percepção de neutralidade e potencializar o engajamento, uma estratégia futura a ser considerada para o sistema poderia ser a incorporação de elementos interativos, como a gamificação, visando aumentar o envolvimento e a percepção do potencial criativo da ferramenta.

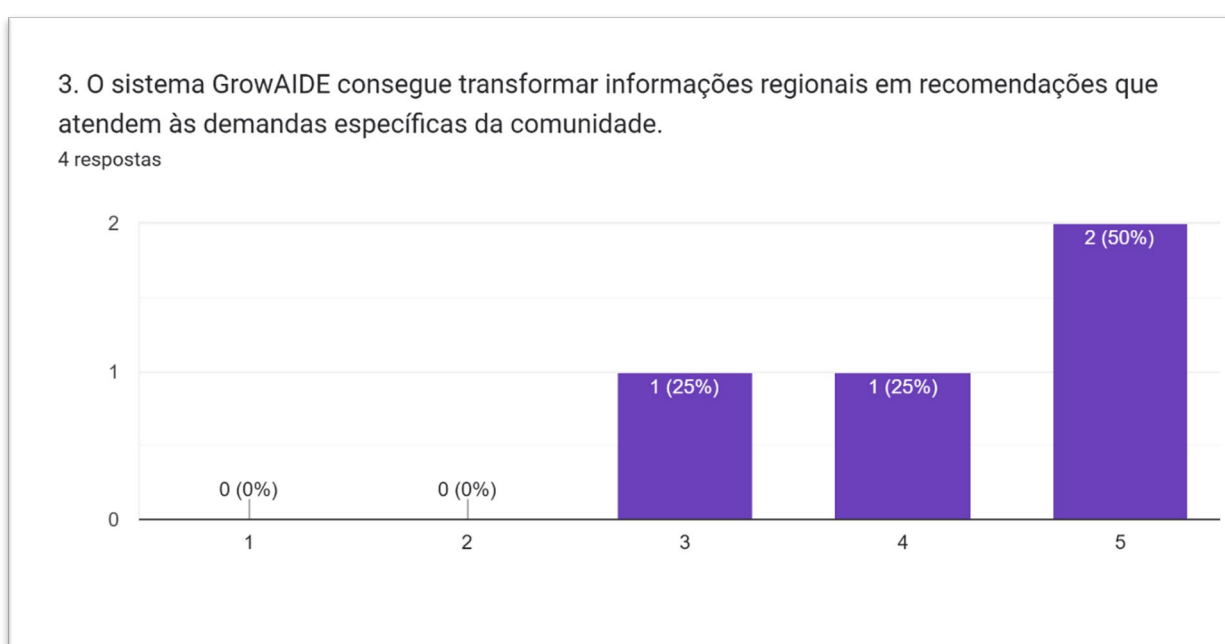
Gráfico 2 – Respostas à pergunta sobre inovação e criatividade gerados pelo sistema GrowAID



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à capacidade do sistema de utilizar informações regionais para gerar relatórios, o Gráfico 3 indica que três participantes perceberam a transformação desses dados em recomendações úteis (duas "Concordo Totalmente" e uma "Concordo"). A resposta neutra de uma participante sugere uma oportunidade para aumentar a confiabilidade e clareza dessas recomendações, o que pode ser alcançado através do aprimoramento da qualidade dos dados de origem e da forma como são apresentados nos relatórios, destacando ainda mais a correlação entre as ações sustentáveis propostas e os desafios específicos da localidade indicada no projeto cadastrado.

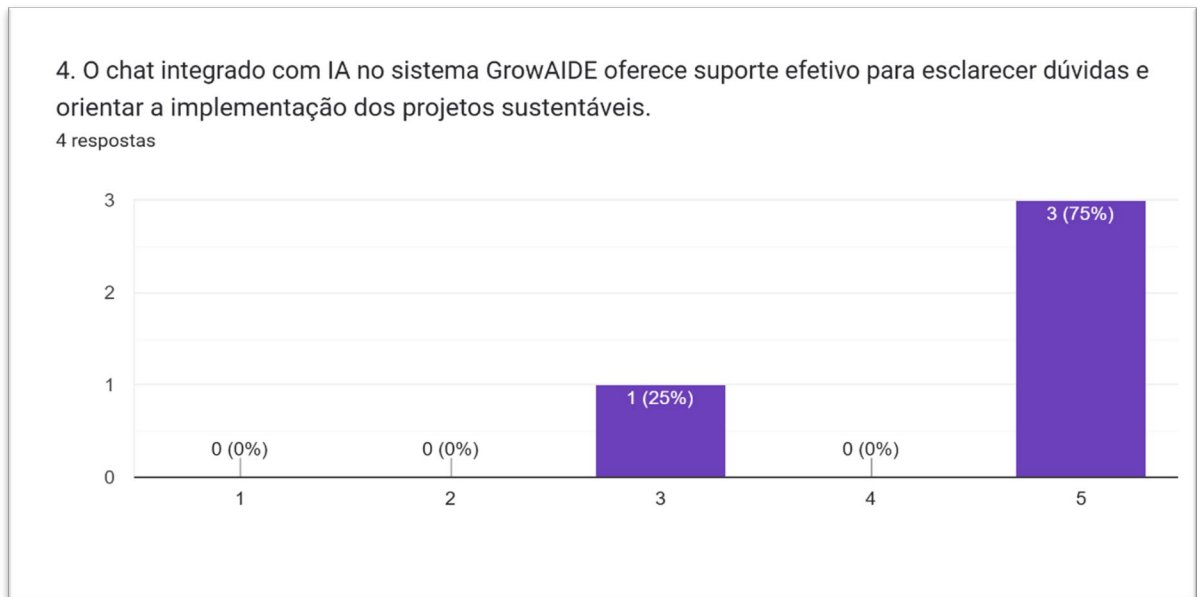
Gráfico 3 – Respostas à pergunta sobre o uso de informações regionais pelo sistema GrowAIDE



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 4, que aborda a quarta afirmativa do questionário referente ao suporte do chat integrado no sistema GrowAIDE, demonstra uma avaliação altamente positiva. Especificamente, três participantes indicaram "Concordo Totalmente" com a sua utilidade, enquanto uma participante se posicionou de forma neutra. Nenhuma discordância foi registrada para esta afirmativa. A ausência de discordância valida a importância percebida do chat, ao passo que a resposta neutra pode indicar uma oportunidade para incentivar uma maior interação com essa ferramenta de suporte.

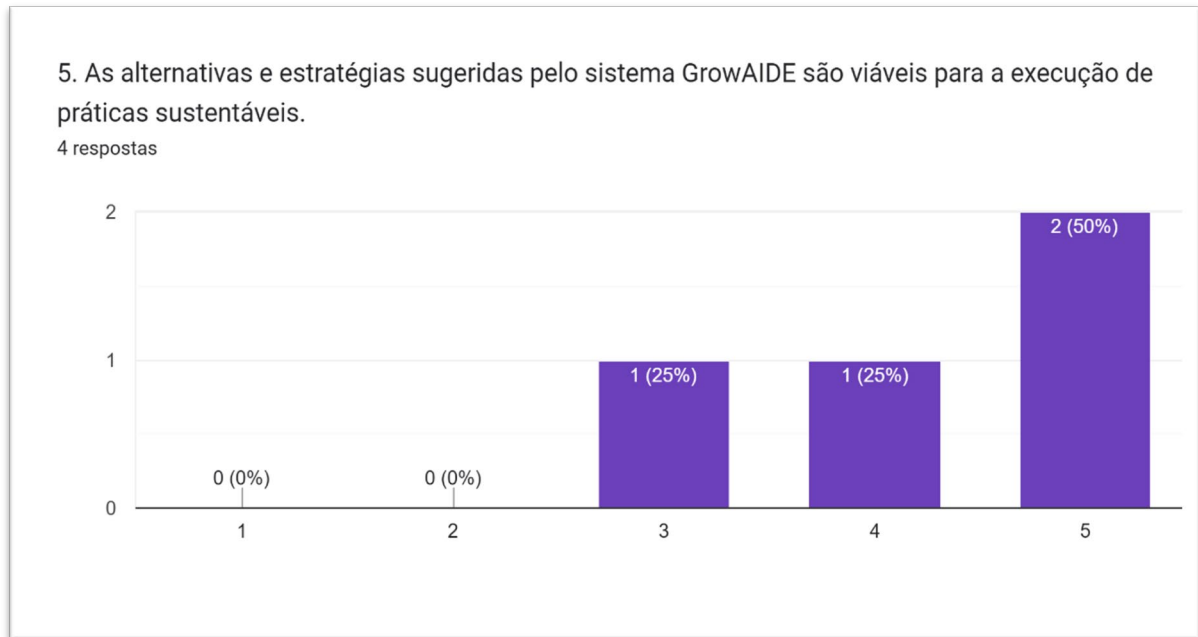
Gráfico 4 – Suporte do chat



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme apresentado no Gráfico 5, que aborda as estratégias sugeridas pela IA para a geração de práticas sustentáveis, três participantes manifestaram concordância com a viabilidade dessas estratégias (duas indicando "Concordo Totalmente" e uma "Concordo"). No entanto, uma participante se manteve neutra, o que sugere que as sugestões da IA podem não estar suficientemente claras ou detalhadas para todos os usuários. Uma possível abordagem para mitigar essa neutralidade seria aprimorar a forma como as estratégias são apresentadas, oferecendo mais contexto ou exemplos práticos de aplicação.

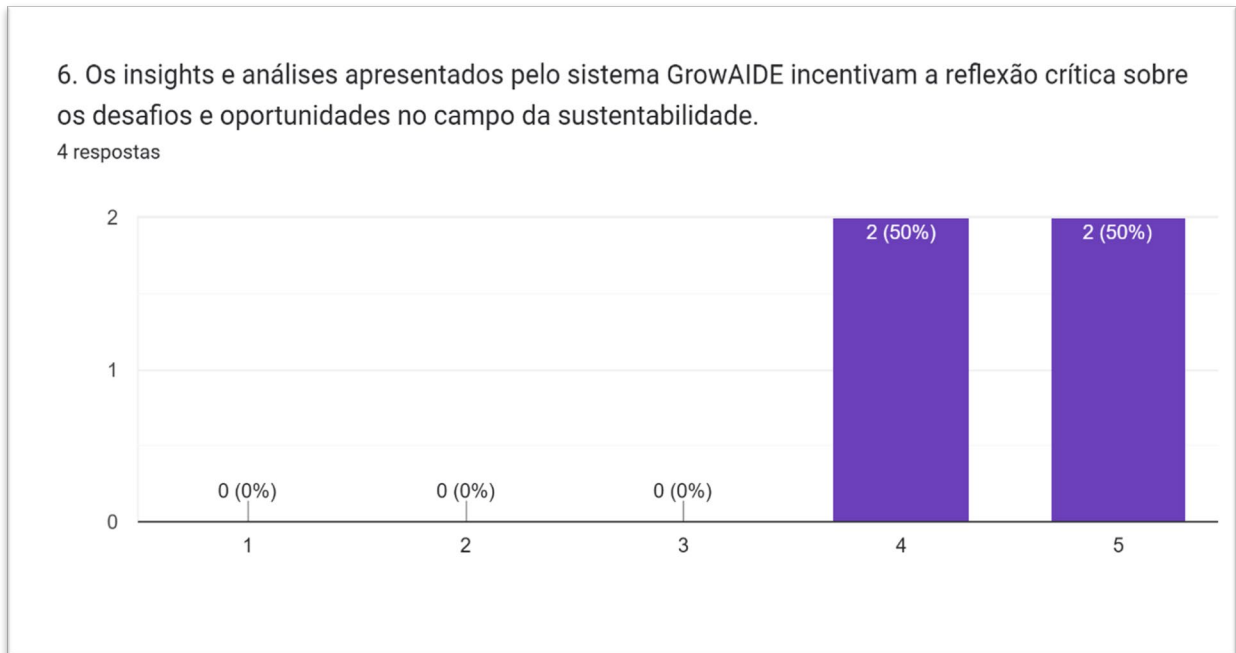
Gráfico 5 – Estratégias sugeridas pela IA



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já o Gráfico 6 demonstra um forte indicativo da capacidade do sistema de estimular a reflexão crítica entre as participantes. Todas as respostas se distribuíram entre “Concordo” e “Totalmente Concordo”, não havendo nenhuma manifestação de discordância. Isso evidencia a eficácia do sistema GrowAIDE em promover a reflexão a respeito da implementação de ações sustentáveis.

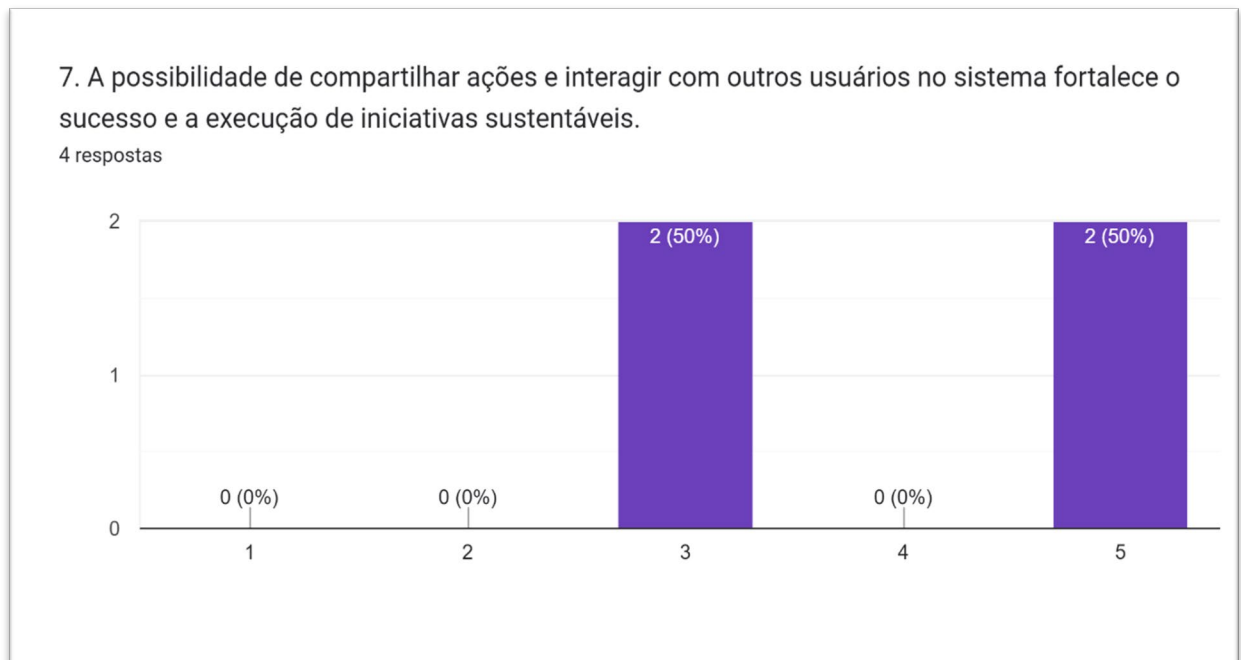
Gráfico 6 – Reflexão sobre a implementação de ações sustentáveis



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 7 apresenta os resultados da questão que investigou a percepção das participantes sobre a interação social proporcionada pelo sistema GrowAIDE. Observa-se uma divisão nas respostas, com metade das participantes se mostrando neutras e metade concordando totalmente com a afirmativa. Essa divisão pode sugerir que os recursos em rede do GrowAIDE podem não estar sendo utilizados em sua totalidade. Há, com isso, um potencial significativo para explorar estratégias de engajamento que incentivem a interação e a colaboração entre os usuários, especialmente em contextos acadêmicos em que a troca de experiências e conhecimentos é fundamental.

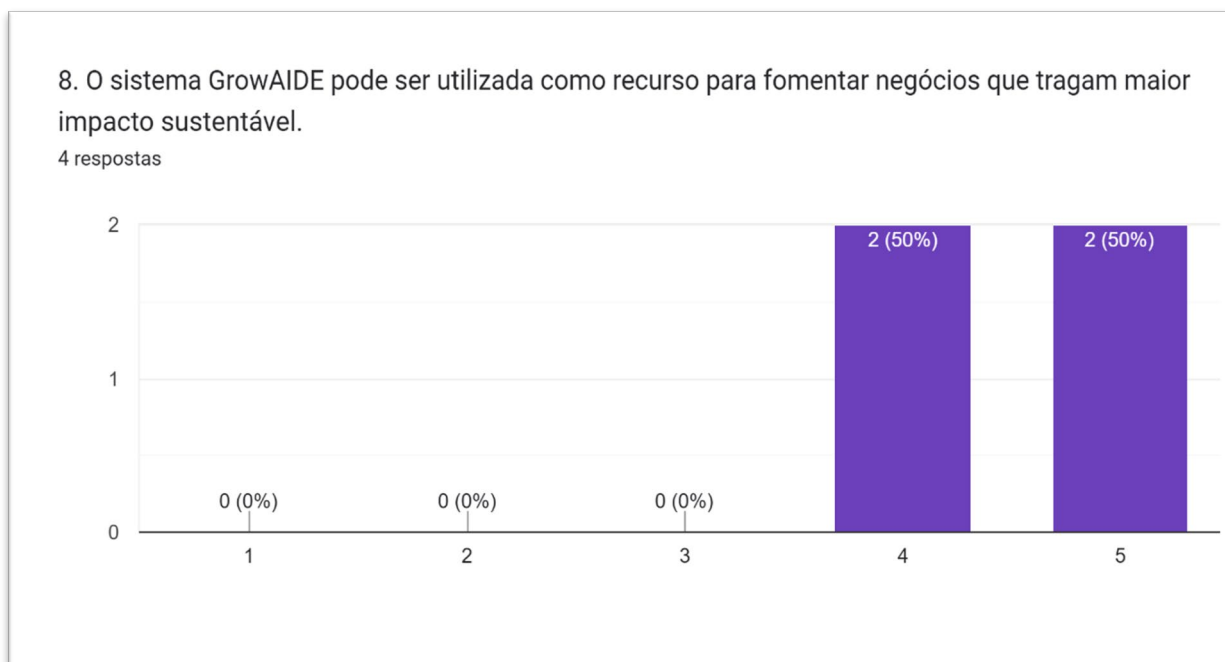
Gráfico 7 – Percepção das participantes sobre a interação social



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 8 demonstra a aprovação total das participantes quanto ao potencial do sistema para fomentar iniciativas sustentáveis. A unanimidade das respostas, indicando concordância ou concordância total e nenhuma neutralidade ou discordância, confirma o valor do sistema GrowAIDE na promoção de ações sustentáveis, alinhando-se diretamente aos objetivos de apoiar a criação de negócios com práticas de sustentabilidade.

Gráfico 8 – Potencial do sistema para fomentar iniciativas sustentáveis



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em síntese, o questionário revela uma recepção positiva do sistema GrowAIDE pelas participantes. A eficácia do sistema em fomentar ações sustentáveis (Gráfico 1), o estímulo à inovação e à criatividade (Gráfico 2) e a capacidade de transformar dados regionais em recomendações úteis pela IA (Gráfico 3) foram altamente aprovados, demonstrando o potencial do sistema na aplicação prática da sustentabilidade em negócios. A interação social (Gráfico 7) ainda necessita de estratégias para maior engajamento. Por outro lado, a unanimidade quanto à promoção da reflexão crítica sobre sustentabilidade (Gráfico 6) e a aprovação do suporte via chat (Gráfico 4) evidenciam a capacidade do GrowAIDE de estimular o pensamento aprofundado e oferecer assistência eficaz para promover a sustentabilidade. Concluindo, a aprovação total do potencial de fomentar iniciativas sustentáveis (Gráfico 8) reforça a relevância do sistema para a educação sustentável e seu alinhamento com os objetivos de apoiar a geração de negócios que utilizam práticas de sustentabilidade.

Este cenário reforça o papel docente na aplicação de práticas de ensino para a sustentabilidade. Os dados mostram que a ferramenta é um recurso validado para o desenvolvimento de competências individuais, alinhando-se às discussões sobre o uso de tecnologia na educação, como as de Lesinskis et al. (2023). Contudo, a lacuna

na percepção da interação social evidência que a articulação da ferramenta em uma atividade colaborativa depende da mediação do professor, figura essencial para fomentar uma cultura de sustentabilidade, como aponta Fichter & Tiemann (2018).

Assim, a análise dos questionários estabelece que, embora o sistema possua potencial, sua máxima efetividade está condicionada à maneira como o docente o integra em sua prática pedagógica, criando e testando práticas de ensino com o sistema. A ferramenta se apresenta não como uma solução autônoma, mas como um recurso cujo valor é potencializado pela intervenção pedagógica. O processo de criar e testar do docente é fundamental para desenhar abordagens para mobilizar as funcionalidades da IA de forma a alcançar objetivos de aprendizagem específicos relacionadas aos conteúdos da disciplina ou ação docente a serem trabalhados através do sistema GrowAIDE.

Na sequência dos resultados obtidos através dos gráficos de barras, que destacam a efetividade do sistema GrowAIDE em diversas áreas, o próximo capítulo irá apresentar uma análise mais detalhada por meio de entrevistas semiestruturadas. Essas entrevistas visam aprofundar e enriquecer as percepções iniciais identificadas no questionário, permitindo uma compreensão mais rica e contextualizada das experiências e opiniões das participantes em relação ao sistema GrowAIDE.

## 5.2 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

Visando aprofundar as percepções iniciais identificadas no questionário, foi realizada uma etapa de entrevistas semiestruturadas. Essa abordagem qualitativa permitiu uma compreensão mais rica, detalhada e contextualizada das percepções das participantes em relação ao sistema GrowAIDE.

Uma análise qualitativa das entrevistas foi feita, tendo em vista a importância das percepções individuais e das experiências pessoais relatadas em relação ao uso do sistema.

As entrevistas foram organizadas em blocos, cada um com perguntas específicas alinhadas aos objetivos da pesquisa, permitindo uma conexão clara entre as respostas coletadas, os eixos discursivos emergentes e as perguntas do questionário aplicado. Dessa forma, cada questão poderá aprofundar aspectos específicos identificados durante a análise inicial do questionário, possibilitando uma melhor compreensão e avaliação dos resultados obtidos.

Para organizar e interpretar as entrevistas, adotou-se a Análise Crítica do Discurso (Fairclough 1995), que prevê um percurso de leitura imersiva, seleção de trechos e exame em três níveis (texto, prática discursiva e prática social). A partir desse processo foram destacados excertos diretamente ligados aos objetivos da pesquisa e, em seguida, reunidos em eixos discursivos. Esses estão apresentados no Quadro 6, o que permite visualizar padrões e relações significativas nas falas das participantes em relação aos objetivos do estudo.

Os eixos discursivos emergentes serão apresentados a seguir em quadros específicos, organizados de acordo com as perguntas-chave realizadas nas entrevistas. Cada quadro contém trechos literais das respostas dadas pelas participantes, identificadas por meio dos códigos P1, P2, P3 e P4, já apresentadas no Quadro 3.

Para se obter uma compreensão mais profunda das percepções das participantes sobre o sistema GrowAIDE, foram elaboradas quatro perguntas que guiaram as entrevistas semiestruturadas. O Quadro 8 apresenta essas perguntas, que abordam diversos aspectos da experiência de uso do sistema, incluindo a interação com o chat de inteligência artificial, a rede social interna, a busca e visualização de dados sobre sustentabilidade e a interface geral do sistema.

Quadro 8 – Perguntas da entrevista semiestruturada

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pergunta 1</b> – Como você descreveria sua experiência de uso do GrowAIDE, considerando recursos como o chat com IA, a interação com outros usuários (rede), a busca e visualização de dados sobre sustentabilidade, a página do usuário e quaisquer outros recursos que você tenha utilizado?         |
| <b>Pergunta 2</b> – De que maneira o GrowAIDE poderia impactar o papel das IES para promover sustentabilidade na educação através de práticas pedagógicas?                                                                                                                                                |
| <b>Pergunta 3</b> – Como você descreveria sua experiência de uso do GrowAIDE para a criação de projetos sustentáveis, considerando especificamente a geração dos <i>templates</i> de ação gerados com base no contexto de uma cidade e as relações com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)? |
| <b>Pergunta 4</b> – Pensando em tudo que vivenciou ao usar o GrowAIDE, quais foram as maiores dificuldades ou limitações encontradas e que melhorias ou orientações você sugeriria para que o sistema seja ainda mais eficaz na integração de práticas sustentáveis no ensino superior?                   |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira pergunta teve como objetivo obter uma descrição das impressões iniciais das participantes em relação à usabilidade geral do sistema GrowAIDE, especialmente quanto aos principais recursos da plataforma, como o chat com inteligência artificial, a rede social interna, a busca e visualização de informações sobre sustentabilidade, e a interface geral. A ideia central aqui é complementar as percepções obtidas no questionário e explorar os aspectos práticos das experiências de interações dos usuários com o sistema, para assim identificar pontos fortes e as limitações vivenciadas individualmente pelas participantes.

Quadro 9 – Respostas dos participantes em relação a pergunta 1

| Eixos                             | Respostas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Usabilidade                       | <p>“Eu acho que é bem intuitiva a plataforma. O resultado me surpreendeu positivamente porque, com poucas informações, já vem bastante coisa.” P1(2025)</p> <p>“Achei simples para o usuário nesse primeiro momento.” P2(2025)</p> <p>“Meu Deus, mais rápido do que eu imaginava.” P3(2025)</p> <p>“Eu fiquei bastante impressionada com o sistema. Ele parece muito bem estruturado, e a navegabilidade é excelente.” P4(2025)</p> |
| Interação com recursos do sistema | <p>“Embora eu seja uma pessoa bem sociável, não uso muitos recursos de socialização nas redes, nem aqui na plataforma. Eu busco informações, mas não interajo tanto com pessoas desconhecidas, é uma característica minha, não da ferramenta.” P1(2025)</p> <p>“Eu não usei o chat, mas vi chat...” P3(2025)</p> <p>“A opção de iniciar a conversa com a IA é legal, embora eu ainda não tenha usado.” P4(2025)</p>                 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao examinar a Pergunta 1 das entrevistas, que investigou a experiência de uso do sistema GrowAIDE, o eixo discursivo “Usabilidade” se destaca com impressões iniciais bastante positivas por parte das participantes. Essa percepção se alinha com os resultados do questionário, cuja afirmativa 1 — “A ferramenta GrowAIDE é eficiente para fomentar ações sustentáveis com base no contexto da empresa ou região” — obteve uma concordância de 3 do total das 4 participantes (somando “Concordo” e “Concordo Totalmente”), sugerindo uma usabilidade que permite alcançar os objetivos

propostos. As falas das entrevistadas corroboram essa visão, com a participante P1(2025) afirmando: “Eu acho que é bem intuitiva a plataforma. O resultado me surpreendeu positivamente porque, com poucas informações, já vem bastante coisa.” Essa declaração, somada a outras como a da participante P3(2025) — “Meu Deus, mais rápido do que eu imaginava.” —, indicam que a plataforma foi considerada fácil de usar e eficiente em fornecer resultados rapidamente, o que contribui para uma boa experiência do usuário. Conclui-se, portanto, que a usabilidade do sistema GrowAIDE é percebida como um atributo forte, caracterizado pela sua intuitividade e eficiência.

No que diz respeito ao agrupamento “Interação com recursos do sistema”, a análise revela um cenário de opiniões contrastantes. No questionário, a afirmativa 4, “O chat integrado com IA no sistema GrowAIDE oferece suporte efetivo para elucidar dúvidas e orientar a implementação dos projetos sustentáveis”, obteve uma aprovação unânime das participantes(somando “Concordo” e “Concordo Totalmente”), indicando uma percepção muito positiva da qualidade do suporte oferecido pelo chat. No entanto, nas entrevistas, apesar da avaliação positiva do chat no formulário (Gráfico 4, ), percebe-se que seu uso efetivo pode não ter sido tão expressivo por todas as participantes, como mencionado pela participante P3(2025): “Eu não usei o chat, mas vi chat...”. Quanto à interação social, a afirmativa 7 do questionário – “A possibilidade de compartilhar ações e interagir com outros usuários no sistema fortalece o êxito e a execução de iniciativas sustentáveis” (Gráfico 7) – obteve respostas neutras de duas participantes, o que sugere uma adesão parcial a essa funcionalidade.

Essa neutralidade é reforçada pela fala da participante P1(2025): “Embora eu seja uma pessoa bem sociável, não uso muitos recursos de socialização nas redes, nem aqui na plataforma. Eu busco informações, mas não interajo tanto com pessoas desconhecidas, é uma característica minha, não da ferramenta.” Em síntese, a avaliação da interação com os recursos do sistema demonstra uma valorização significativa do chat com IA como ferramenta de apoio, ao passo que as funcionalidades voltadas à interação social apresentaram uma menor adesão por parte dos usuários.

Na pergunta 2, buscou-se investigar qualitativamente como o sistema GrowAIDE pode impactar de modo positivo as IES, especialmente em relação à promoção da sustentabilidade dentro das práticas pedagógicas. O intuito principal dessa questão foi captar impressões mais detalhadas e exemplos concretos,

identificando de que forma as participantes visualizam a aplicação prática da ferramenta em contextos educacionais específicos.

Quadro 10 – Respostas dos participantes em relação a pergunta 2

| Eixo                            | Respostas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uso em Atividades Acadêmicas    | <p>“Eu acho que sendo uma ferramenta que podemos utilizar em atividades na graduação, na pós, na própria extensão, é interessante. Trabalho, por exemplo, uma disciplina de modelagem de negócios e planejamento estratégico, e dá para trazer para apresentar e fazer prática inicial na ferramenta.” (P1(2025))</p> <p>“GrowAIDE, pelo que percebi, traz evidências reais e já implementadas para fundamentar melhor as propostas. Isso é especialmente útil em disciplinas como as que ministro, da área de gestão e negócios.” P4(2025)</p> <p>“Como professora, eu já vi várias disciplinas que poderiam usar o sistema.” P2(2025)</p> <p>“Já imaginei esse sistema para a área de extensão universitária. Se a gente tivesse os projetos da universidade cadastrados, eu poderia colocar, por exemplo, a minha atividade acadêmica e qual o objetivo dela, e o sistema poderia me dar ideias do que fazer dentro da atividade acadêmica para que essa parte extensionista fosse contemplada e desenvolvida com os alunos.” P3(2025)</p> |
| Desenvolvimento de Competências | <p>“O sistema apoia em um caminho de desenvolvimento de competências tecnológicas dos alunos e também do projeto em si, das práticas, pensando em termos de IES.” P1(2025)</p> <p>“Isso amplia a visão dos estudantes quanto à sustentabilidade, conferindo mais pragmatismo e concretude aos projetos deles, especialmente em estágios mais avançados da formação.” P4(2025)</p> <p>“Mas eu acho que já ajudaria muitos alunos.” P2(2025)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Fonte: Elaborado pelo autor.

As respostas das participantes nas entrevistas, dentro do agrupamento “Uso em Atividades Acadêmicas”, revelam o potencial do sistema GrowAIDE para enriquecer as práticas pedagógicas nas IES. Essa perspectiva se conecta com a

percepção positiva identificada no questionário, onde, para a afirmativa 2 – “O sistema estimula a inovação e a criatividade na elaboração de projetos, incentivando o surgimento de novas ideias sustentáveis” –, três das quatro participantes manifestaram concordância (seja “Concordo” ou “Concordo Totalmente”). Similarmente, para a afirmativa 8 – “O sistema GrowAIDE pode ser utilizado como recurso para fomentar iniciativas que tragam maior impacto sustentável” –, observou-se uma concordância unânime entre as quatro participantes.

A participante P1(2025) exemplifica essa percepção ao afirmar: “Eu acho que sendo uma ferramenta que podemos utilizar em atividades na graduação, na pós, na própria extensão, é interessante. Trabalho, por exemplo, uma disciplina de modelagem de negócios e planejamento estratégico, e dá para trazer para apresentar e fazer prática inicial na ferramenta.” Isso ilustra a visão das participantes sobre a aplicabilidade prática do GrowAIDE em diferentes níveis e modalidades de ensino como um recurso pedagógico versátil.

Já no agrupamento “Desenvolvimento de Competências”, as falas das participantes corroboram as percepções positivas identificadas nas afirmativas do questionário relacionadas ao desenvolvimento de habilidades para a sustentabilidade. A manifestação de concordância de três das quatro participantes com a afirmativa 2 – “O sistema estimula a inovação e a criatividade na elaboração de projetos, incentivando o surgimento de novas ideias sustentáveis” –, juntamente com a manifestação de concordância de três das quatro participantes com a afirmativa 5 – “As alternativas e estratégias sugeridas pelo sistema GrowAIDE são viáveis para a execução de práticas sustentáveis” –, refletem a percepção de que o sistema contribui para o desenvolvimento de habilidades práticas e inovadoras.

A aprovação unânime na afirmativa 6 — “Os insights e análises apresentados pelo sistema GrowAIDE incentivam a reflexão crítica sobre os desafios e oportunidades no campo da sustentabilidade” — e na afirmativa 8 — “O sistema GrowAIDE pode ser utilizado como recurso para fomentar iniciativas que tragam maior impacto sustentável” — reforçam a ideia de que o GrowAIDE auxilia no desenvolvimento de um conjunto de competências essenciais para a atuação na área da sustentabilidade no contexto das IES.

A participante P1(2025) exemplifica essa percepção ao afirmar: “O sistema apoia em um caminho de desenvolvimento de competências tecnológicas dos alunos e também do projeto em si, das práticas, pensando em termos de IES.” Isso ilustra

como o sistema é percebido como um facilitador no desenvolvimento de diversas competências relevantes para a sustentabilidade no ambiente acadêmico.

A questão 3 teve como objetivo aprofundar qualitativamente a compreensão sobre a experiência específica das participantes ao utilizarem o sistema GrowAIDE para a elaboração prática de projetos sustentáveis por meio dos *templates* gerados e oferecidos pela plataforma como modelos iniciais editáveis pelo usuário, de ações sustentáveis. O foco esteve direcionado para o entendimento da utilidade percebida dos *templates* gerados, assim como a relevância e a adequação dessas sugestões às necessidades locais e às relações estabelecidas com os ODS. O objetivo dessa pergunta foi captar percepções individuais sobre a aplicabilidade prática dos recursos do sistema, ampliando as informações obtidas previamente nas respostas do questionário qualitativo.

Quadro 11 - Respostas dos participantes em relação a pergunta 3

| Eixo                      | Respostas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Relevância dos Relatórios | <p>“O que é bem bacana é a agilidade, organizar muitas informações rapidamente, e isso me surpreendeu positivamente. Eu achei a resposta interessante, claro que sempre dá para refinar, e com mais gente usando, deve ficar melhor.” P1(2025)</p> <p>“Coloquei o projeto em São Leopoldo, super impactado pelas enchentes do ano passado, e ele trouxe a questão dos resíduos sólidos, o Rio do Sinos, hora enche, ora baixa, tem esse olhar. As notícias também foram bacanas, trazendo elementos e links para fontes, algo que posso usar para informar.” P1(2025)</p> <p>“A partir do que me foi apresentado, pude perceber claramente que a ferramenta possui uma estrutura boa e facilita bastante o desenvolvimento inicial dos projetos com <i>templates</i> já estruturados.” P4(2025)</p> <p>“É incluir residentes de todas as faixas etárias. Talvez nesse sentido de Campo Bom, mas com ênfase em jovens mulheres, pequenos empreendedores, organizações comunitárias, aqui de uma forma está incluindo todos, está incluído.” P2(2025)</p> <p>“Com o banco de dados todo abastecido, acho que ela é incrível, porque a gente sai com informações. Na verdade, a gente sai com aquilo que a gente gostaria de fazer, que é um relatório e um relatório ainda com <i>templates</i> editáveis.” P3(2025)</p> |
| Limitações e Sugestões    | <p>“Hoje a gente pode selecionar só um município, mas às vezes faz sentido selecionar mais regiões, como o Corede, que é uma região grande com similaridades e complementaridades na matriz econômica [...], isso ajudaria bastante na análise.” P1(2025)</p> <p>“Percebi que não tinha os no cadastro para adicionar público idoso. Foi no relatório porque coloquei na descrição, o público-alvo, né.” P2(2025).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>“Como é muito recente, estou falando de eventos, não sei se ele vai me trazer muitas alternativas, justamente porque é um evento e isso vai depender da alimentação do banco de dados.” P3(2025)</p> <p>“Uma possível etapa adicional, que pensei como interessante numa fase futura, seria permitir que a plataforma incentive ainda mais essa editabilidade, oferecendo diferentes alternativas ou múltiplas propostas de ações para um único objetivo, fortalecendo ainda mais esse processo de priorização realizado pelos usuários.” P4(2025)</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise da pergunta 3, que buscou compreender a experiência das participantes na criação de projetos sustentáveis com o GrowAIDE, especialmente em relação aos *templates* e aos ODS, revela uma percepção positiva sobre a relevância dos relatórios gerados pelo sistema. Essa constatação encontra forte relação com a afirmativa 6 do questionário: “Os insights e análises apresentados pelo sistema GrowAIDE incentivam a reflexão crítica sobre os desafios e oportunidades no campo da sustentabilidade” que apresentou unanimidade aprovação dos participantes.

A participante P1(2025) exemplifica essa percepção ao afirmar: “O que é bem bacana é a agilidade, organizar muitas informações rapidamente, e isso me surpreendeu positivamente.” Isso ilustra como a rapidez e a capacidade de organização de informações do sistema são valorizadas, facilitando a elaboração inicial de projetos. A participante P4(2025) também compartilha dessa visão ao dizer: “A partir do que me foi apresentado, pude perceber claramente que a ferramenta possui uma estrutura boa e facilita bastante o desenvolvimento inicial dos projetos com *templates* já estruturados.” Em síntese, a relevância dos relatórios gerados pelo GrowAIDE é confirmada pelas participantes, que destacam a agilidade e a estrutura facilitadora do sistema.

Em sequência, na análise da pergunta 3, o agrupamento “Limitações e Sugestões” oferece um olhar crítico sobre aspectos que podem ser aprimorados no sistema GrowAIDE. Embora o questionário não possua afirmativas diretamente relacionadas a limitações, as entrevistas proporcionaram insights valiosos para o desenvolvimento futuro da ferramenta.

A participante P1(2025) aponta uma limitação ao mencionar: “Hoje a gente pode selecionar só um município, mas às vezes faz sentido selecionar mais regiões, como o Corede (Conselhos Regionais de Desenvolvimento), que é uma região grande

com similaridades e complementaridades na matriz econômica [...], isso ajudaria bastante na análise.” Essa indicação sugere a necessidade de expandir a capacidade de análise para além de um único município. Já a participante P4(2025) indica definir mais opções de edição nos dados gerados pelo sistema: “Uma possível etapa adicional, que pensei como interessante numa fase futura, seria permitir que a plataforma incentive ainda mais essa editabilidade, oferecendo diferentes alternativas ou múltiplas propostas de ações para um único objetivo, fortalecendo ainda mais esse processo de priorização realizado pelos usuários.”

Dessa maneira, a identificação de limitações como a seleção restrita de municípios e a sugestão de maior incentivo a edições indicam caminhos para o aprimoramento contínuo do sistema GrowAIDE.

Por fim a pergunta 4, se focou nas dificuldades enfrentadas pelas participantes durante a utilização do sistema GrowAIDE, assim como nas sugestões de melhorias que elas identificaram como importantes para tornar a ferramenta mais eficaz e acessível dentro do contexto acadêmico das instituições de ensino superior. O objetivo específico dessa questão foi compreender em detalhes as limitações percebidas pelos usuários, destacando áreas que precisam de adaptação ou aprimoramento futuro. Além disso, essa pergunta permitiu aprofundar qualitativamente as percepções relacionadas a acessibilidade, inclusão e melhorias práticas, que não foram diretamente mensuradas no questionário qualitativo, oferecendo assim uma compreensão mais profunda e rica dessas necessidades específicas levantadas pelas participantes.

Quadro 12 – Respostas dos participantes em relação a pergunta 4

| Eixo                   | Respostas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Melhorias na Interface | <p>“Eu acho que tudo que a gente pode já ir trabalhando numa lógica que, ao passar o mouse, abre uma explicaçãozinha, já tem um balãozinho, isso já ajuda a pessoa [...]. P1(2025)</p> <p>“[...] achei extremamente fácil de entender e utilizar. Não percebi nenhuma dificuldade na navegabilidade em si.” P4(2025)</p> <p>“Olha, eu vou ser bem sincera contigo, para mim, eu não tive dificuldade porque ele vem num padrão que procurou manter um padrão que a maioria dos sistemas já tem, não é?” P2(2025)</p> <p>“Navegação está ótima, está tudo ótimo, só não usei o chat.” P3(2025)</p> |
|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acessibilidade e Inclusão | <p>“Hoje ele está escrito, então, daqui a pouco, tem alguma coisa que escuta também ter a libras, tipo assim, você ter outras questões aí pra acessibilidade [...] a tradução em libras, ali para alguém [...]”. P1(2025)</p> <p>“No contexto pedagógico, penso no preenchimento das informações por parte dos alunos, já que observo em meus estudantes muita dificuldade em organizar logicamente as informações na construção dos projetos. Penso então que uma possível limitação ou desafio da plataforma possa estar exatamente na qualidade, coerência e lógica das informações inseridas pelos próprios estudantes.” P4(2025)</p> <p>“[...] Trazer a questão da usabilidade e da acessibilidade. Por exemplo, no sentido de que as pessoas que têm problema de cores, as pessoas que precisam aumentar a letra.” P2(2025)</p> <p>“A única sugestão de melhoria que eu teria é quando tu colocas ali as ideias no cadastro do projeto. De ter a opção de ser avaliado por uma curadoria que libera ou não aquela ideia, aquela possibilidade vinculada ao ODS.” P3(2025)</p> |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise da pergunta 4, que enfocou as dificuldades e sugestões de melhoria do sistema GrowAIDE, traz à tona o eixo discursivo “Melhorias na Interface”. Embora o questionário não tenha abordado diretamente sugestões de interface, as participantes ofereceram insights valiosos.

A participante P1(2025) exemplifica essa percepção ao afirmar: “Eu acho que tudo que a gente pode já ir trabalhando numa lógica que, ao passar o mouse, abre uma explicaçãozinha, já tem um balãozinho, isso já ajuda a pessoa [...]”. Isso ilustra a sugestão de tornar a interface mais intuitiva com informações contextuais que aparecem ao interagir com o mouse. A participante P4(2025), por outro lado, relata uma experiência de facilidade com o sistema: “[...] achei extremamente fácil de entender e utilizar. Não percebi nenhuma dificuldade na navegabilidade em si.” A participante P2(2025) também compartilha uma visão semelhante: “Olha, eu vou ser bem sincera contigo, para mim, eu não tive dificuldade porque ele vem num padrão que procurou manter um padrão que a maioria dos sistemas já tem, não é?” Já a participante P3 comenta sobre a navegação: “Navegação está ótima, está tudo ótimo, só não usei o chat.” Assim, enquanto alguns participantes não encontraram dificuldades significativas na interface, a sugestão de informações contextuais adicionais surge como um ponto de melhoria para auxiliar usuários com diferentes níveis de familiaridade com sistemas.

O eixo “Acessibilidade e Inclusão” surge como um ponto importante para o aprimoramento do sistema GrowAIDE. Essa temática se conecta indiretamente com a item 7 do questionário que teve metade das participantes afirmando concordar totalmente com a afirmativa: “A possibilidade de compartilhar ações e interagir com outros usuários no sistema fortalece o êxito e a execução de iniciativas sustentáveis”, pois a acessibilidade pode influenciar a participação de mais usuários. A participante P1(2025) levanta uma questão importante ao afirmar: “Hoje ele está escrito, então, daqui a pouco, tem alguma coisa que escuta também ter a libras, tipo assim, você ter outras questões aí pra acessibilidade [...] a tradução em libras, ali para alguém [...]”. Isso ilustra a necessidade de incorporar recursos de acessibilidade como a tradução em Libras. A participante P4(2025), por sua vez, foca em outro aspecto: “[...] No contexto pedagógico, penso no preenchimento das informações por parte dos alunos, já que observo em meus estudantes muita dificuldade em organizar logicamente as informações na construção dos projetos. Penso então que uma possível limitação ou desafio da plataforma possa estar exatamente na qualidade, coerência e lógica das informações inseridas pelos próprios estudantes.” A participante P2(2025) também contribui com sugestões de acessibilidade: “[...] trazer a questão da usabilidade e da acessibilidade. Por exemplo, no sentido de que as pessoas que têm problema de cores, as pessoas que precisam de aumentar a letra”. Por fim, a participante P3 sugere uma melhoria no processo de cadastro de ideias: “A única sugestão de melhoria que eu teria é quando tu colocas ali as ideias no cadastro do projeto. De ter a opção de ser avaliado por uma curadoria que libera ou não aquela ideia, aquela possibilidade vinculada ao ODS.”

Desse modo, as sugestões das participantes apontam para a importância de tornar o sistema GrowAIDE mais acessível a diferentes públicos, incluindo a consideração da organização lógica das informações pelos alunos e a implementação de recursos como tradução em Libras e ajustes visuais, além de aprimorar o processo de cadastro de ideias.

Em suma, a análise das quatro perguntas da entrevista revela uma percepção predominantemente positiva do sistema GrowAIDE por parte das participantes. Em relação aos pontos de aprimoramento, as entrevistas trouxeram percepções de limitações como a necessidade de expandir a capacidade de análise regional e sugestões para aumentar a intuitividade da interface para diferentes perfis de usuários. Uma ênfase significativa foi dada à importância de implementar melhorias

de acessibilidade e inclusão, garantindo que o sistema possa atender às necessidades de um público estudantil diversificado.

Apesar das considerações de melhorias, a plataforma foi considerada intuitiva e eficiente em sua usabilidade, com um potencial para aprimorar as práticas pedagógicas e fomentar o desenvolvimento de competências cruciais de sustentabilidade no âmbito do ensino superior. Além disso, a relevância e a agilidade dos relatórios e *templates* gerados para a criação de projetos sustentáveis foram aspectos fortemente valorizados pelas entrevistadas.

Os resultados apresentados através dos trechos da entrevista, ao indicarem o potencial do GrowAIDE, abrem perspectivas significativas para sua utilização no âmbito das práticas de ensino voltadas à sustentabilidade. Em um cenário de crescente transformação digital na educação, onde ferramentas com algoritmos de inteligência artificial demonstram capacidade de fomentar a intenção empreendedora e melhorar a eficácia do ensino (Lesinskis et al., 2023), a validação da ferramenta pelas docentes confirma sua relevância. Fica demonstrado que o sistema se apresenta como um recurso didático com potencial para apoiar a inovação.

A partir dessa constatação, as futuras iterações do sistema irão ser direcionadas para incorporar funcionalidades ainda mais robustas. Melhorias como a ampliação do suporte à colaboração entre usuários, a integração de bases de dados mais diversificadas e a oferta de análises mais refinadas e precisas são avanços essenciais. Tais melhorias e constante adaptação são fundamentais para que o GrowAIDE atue não apenas como recurso didático, mas como uma ferramenta que apoia a inovação, capacitando estudantes a desenvolver projetos com impacto real e alinhados às demandas de um mercado cada vez mais consciente da importância da sustentabilidade.

### 5.3 DISCUSSÕES E EFICÁCIA DO SISTEMA

A presente pesquisa objetivou analisar como o sistema de inteligência artificial GrowAIDE pode contribuir para promover práticas de ensino voltadas à sustentabilidade no contexto educacional nas IES. Este capítulo discute os principais achados obtidos a partir da análise integrada dos dados analisados.

Inicialmente, identificou-se que o GrowAIDE possibilita uma aprendizagem personalizada, alinhando-se com as abordagens descritas por Lim *et al.* (2023) sobre

o papel da inteligência artificial generativa no fornecimento de recursos adaptáveis às necessidades específicas de estudantes e docentes. A capacidade do sistema de adaptar conteúdos às particularidades regionais e demandas locais, especialmente relacionadas aos ODS, reforça as considerações de Vinichenko *et al.* (2020), que ressaltam o potencial das tecnologias baseadas em IA para aumentar a eficiência das instituições universitárias, adequando processos pedagógicos às realidades socioeconômicas dos usuários para a implementação de práticas sustentáveis

Além da flexibilidade discutida anteriormente, as respostas das participantes demonstraram que o GrowAIDE facilita significativamente a aplicação prática dos conceitos de sustentabilidade no desenvolvimento de negócios e no planejamento pedagógico. Corroborando a importância de tecnologias eficazes, Jugembayeva et al. (2022) observaram que tecnologias modernas e interativas são relevantes para a eficácia dos processos educacionais em modelos como o da Universidade 4.0, especialmente na promoção de práticas de ensino voltadas à sustentabilidade. Os docentes participantes desta pesquisa destacaram justamente essa eficácia prática do GrowAIDE, mencionando positivamente a rapidez e a clareza com que o sistema organiza informações complexas e as alinha aos ODS, confirmando o valor da IA como recurso para uma educação em sustentabilidade mais aplicada.

Destaca-se também o resultado positivo obtido pelo sistema GrowAIDE quanto à promoção da inovação, criatividade e desenvolvimento de competências essenciais para o planejamento e execução de projetos sustentáveis. As participantes, conforme os dados da pesquisa demonstraram, valorizaram especialmente a relevância e qualidade das sugestões automáticas do sistema, percebendo-o como um facilitador chave no planejamento e desenvolvimento objetivo de práticas sustentáveis. A importância desta funcionalidade pode ser evidenciada em estudos como o de Lesinskis et al. (2023) em que os autores evidenciaram que ferramentas digitais com algoritmos de IA desempenham um papel significativo ao auxiliarem estudantes na criação e no desenvolvimento inicial de projetos alinhados a práticas sustentáveis. A percepção positiva das docentes nesta pesquisa sobre a capacidade do GrowAIDE em facilitar justamente essa fase inicial reforça, portanto, tanto as conclusões desses autores quanto o potencial do sistema como instrumento de apoio pedagógico eficaz neste contexto.

Segundo Jugembayeva et al. (2022), a incorporação de tecnologias interativas e inovações pedagógicas no ensino superior fomenta o desenvolvimento de

competências essenciais nos estudantes, como pensamento crítico, estratégico e criatividade. Essa perspectiva se alinha com outra contribuição significativa do GrowAIDE destacada pelas participantes nesta pesquisa, que é a sua capacidade de impulsionar justamente o desenvolvimento dessas competências essenciais para a sustentabilidade e o planejamento de ações inovadoras. As docentes entrevistadas relataram que o uso do GrowAIDE em disciplinas específicas pode ampliar a percepção crítica dos alunos sobre desafios socioambientais locais e potencializar a criação de soluções mais adequadas e contextualizadas para a implementação de práticas sustentáveis.

A pesquisa e o desenvolvimento do sistema GrowAIDE enfrentaram diversas limitações que impactaram sua execução. Além das dificuldades causadas pelas enchentes devastadoras que atingiram o Rio Grande do Sul em maio de 2024, que comprometeram a infraestrutura da região e afetaram diretamente a execução e o andamento desta pesquisa, dado que houve a perda da moradia de um familiar para o qual precisei dar suporte, outros fatores também restringiram o escopo do projeto: não foi possível aplicar o sistema em sala de aula com alunos devido a uma combinação de restrições de tempo, limitações no processo de aprovação do Comitê de Ética e problemas técnicos na construção do sistema. As enchentes demandaram uma readequação do cronograma, tornando inviável a conclusão de etapas cruciais, como a submissão para análise ética dentro do prazo original. Além disso, o sistema apresentou problemas durante sua construção, exigindo um período mais longo de testes para correção e ajustes, o que também contribuiu para a impossibilidade de realizar a aplicação prática em ambiente educacional conforme inicialmente planejado.

Apesar desses desafios, as participantes da pesquisa ofereceram contribuições valiosas para o aprimoramento do GrowAIDE. Elas sugeriram que o sistema expandisse sua capacidade de análise para cobrir regiões geográficas maiores, permitindo o desenvolvimento de ações sustentáveis mais regionalizadas e adaptadas às especificidades locais. Além disso, destacaram a importância de melhorar a acessibilidade da plataforma, propondo a inclusão de recursos como tradução para Libras e opções visuais adaptativas voltadas para estudantes com necessidades especiais. Essas recomendações estão em sintonia com os princípios defendidos por Fichter e Tiemann (2018), que argumentam que a inclusão digital é um pilar fundamental da inovação educativa sustentável. Ao adotar tais melhorias, o

GrowAIDE pode assegurar que as práticas sustentáveis sejam acessíveis a todos, alinhando-se plenamente aos objetivos da pesquisa de promover a sustentabilidade de maneira inclusiva e eficaz.

A importância de sistemas flexíveis, capazes de se adaptar às mudanças e às necessidades de personalização no contexto educacional, é um ponto central na análise de Vinichenko et al. (2020) sobre a eficiência de tecnologias com IA. Os autores também advertem contra a rigidez excessiva dessas ferramentas, que pode obstruir o trabalho docente. Em consonância com essa visão, os resultados desta pesquisa revelaram um aspecto relevante, qual seja, a sugestão das entrevistadas por maior flexibilidade no GrowAIDE. A demanda por mais abertura para edição e avaliação das propostas geradas pela IA reflete a busca por essa personalização indispensável ao alinhamento pedagógico na implementação de práticas sustentáveis.

Os achados desta pesquisa corroboram também com a visão de Brunstein e King (2018), que enfatizam a importância de as IES organizarem processos de reflexão para integrar a sustentabilidade de maneira prática e crítica nos currículos. Conforme observado pelas docentes especialistas participantes desta pesquisa, o GrowAIDE demonstrou ser uma ferramenta eficaz nesse sentido, pois, ao facilitar a formulação de ações práticas baseadas em contextos locais, ele incentiva os estudantes a irem além da teoria e a se engajarem ativamente na busca por soluções sustentáveis, alinhando o aprendizado acadêmico com a ação transformadora.

Segundo Holfelder (2019), um passo essencial para vislumbrar e construir futuros mais sustentáveis é a educação que leva os aprendizes a refletirem sobre as estruturas e condições sociais e institucionais existentes, inclusive questionando visões de mundo dominantes. O sistema GrowAIDE parece ir ao encontro dessa perspectiva. Ao ir além do desenvolvimento prático de ações, suas ferramentas contextualizam conteúdos com base em dados regionais, o que pode estimular uma reflexão crítica sobre as práticas pedagógicas nas IES. Esse processo incentiva docentes e estudantes a questionarem abordagens tradicionais e a engajarem-se mais com os desafios socioambientais, fomentando o tipo de questionamento que Holfelder considera fundamental.

O GrowAIDE também se apresenta como uma ferramenta valiosa para promover a colaboração interdisciplinar, capacidade cada vez mais essencial para enfrentar os complexos problemas socioambientais contemporâneos. Ao oferecer

uma plataforma centralizada que integra recursos e informações, o sistema pode incentivar a convergência de projetos de diversas áreas, como engenharia, gestão e ciências sociais, favorecendo assim uma abordagem mais ampla e holística. Refletindo sobre a transformação das instituições de ensino superior rumo ao desenvolvimento sustentável, Giesenbauer e Müller (2020), em seu estudo sobre o modelo Universidade 4.0, argumentam que a pesquisa transdisciplinar e a aprendizagem baseada em pesquisa serão crescentemente necessárias para abordar eficazmente as questões sociais complexas, superando os nichos disciplinares tradicionais que muitas vezes dificultam o avanço em temas transversais como a sustentabilidade. Nesse sentido, o GrowAIDE alinha-se a essa visão ao facilitar a interação e a integração de conhecimentos de diferentes campos em prol de soluções sustentáveis.

Com base nessa dinâmica colaborativa, o GrowAIDE fortalece também a ponte entre teoria e prática, um fundamento essencial para a educação voltada à sustentabilidade. Ao possibilitar que os estudantes apliquem conceitos teóricos em projetos práticos com dados locais, o sistema torna o aprendizado mais relevante e envolvente. Essa abordagem se consolida com a visão de Brunstein e King (2018), que, ao discutirem a pedagogia do engajamento, enfatizam que a aprendizagem significativa em sustentabilidade ocorre quando os alunos conseguem aplicar conceitos na prática e desenvolver resultados concretos, superando a aprendizagem puramente livresca. O GrowAIDE contribui para essa integração prática, preparando os alunos para enfrentar desafios reais e alinhar suas ações às metas globais, como os ODS.

Por fim, o uso do GrowAIDE demonstra um potencial para contribuir diretamente com o cumprimento dos ODS, como o ODS 4 (Educação de Qualidade) e o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura). Ao fornecer ferramentas educacionais inovadoras, baseadas em IA, e estimular projetos alinhados a essas metas, o sistema reforça o papel das universidades na formação de cidadãos conscientes e aptos a responder aos desafios globais. Analisando os impactos da inteligência artificial no contexto da sustentabilidade global, Goralski e Tan (2020) argumentam que, embora a IA apresente riscos, ela também oferece um vasto potencial como ferramenta impulsionadora para alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável, inclusive transformando a própria educação superior para preparar futuros líderes. O GrowAIDE materializa parte dessa visão ao combinar

práticas pedagógicas com objetivos dos ODS. Dessa forma, o sistema demonstra potencial para não apenas atender às demandas curriculares, mas também para servir como um recurso estratégico às IES que buscam promover a sustentabilidade por meio de uma educação alinhada às transformações contemporâneas.

#### 5.4 AJUSTES E MELHORIAS

A análise aprofundada dos dados coletados durante esta pesquisa destacou a necessidade de implementar alguns ajustes no sistema GrowAIDE, visando ampliar seu potencial pedagógico e sua aplicabilidade prática nas IES. A identificação dessas necessidades decorreu das sugestões diretas apresentadas pelas participantes, contribuindo para delinear ações futuras concretas e direcionadas para o aprimoramento do sistema.

Uma melhoria relevante identificada refere-se à ampliação das possibilidades de edição e personalização dos *templates* e sugestões gerados pela IA. A inclusão de um processo estruturado de curadoria ou validação prévia das propostas poderá aumentar a qualidade e coerência das informações fornecidas pelo sistema, garantindo que as sugestões sejam tecnicamente corretas e contextualmente adaptadas às necessidades específicas identificadas pelos usuários, facilitando sua implementação prática e estratégica no ensino superior e fomentando o engajamento na educação empreendedora (Lesinskis *et al.*, 2023).

A análise dos dados coletados evidenciou a importância de tornar o GrowAIDE uma ferramenta mais acessível, especialmente para usuários com necessidades especiais, ampliando sua relevância pedagógica. Salas-Pilco, Xiao e Oshima (2022) argumentam que tecnologias educacionais devem ser projetadas para atender à diversidade de estudantes, incluindo minorias e pessoas com deficiência, promovendo a inclusão digital. A incorporação de recursos como tradução em Libras, ajustes de contraste e funcionalidades auditivas não só tornará o sistema mais equitativo, mas também o alinhará aos princípios de uma educação inclusiva, essencial para a preparação das IES rumo à Universidade 4.0. Essa abordagem abre caminho para discussões sobre a personalização do sistema, tema abordado a seguir.

Além de atender às necessidades de acessibilidade, a customização do GrowAIDE pode potencializar sua relevância ao adaptar-se às demandas específicas dos usuários. Di Vaio *et al.* (2020) destacam que a inteligência artificial pode ser

utilizada para criar soluções personalizadas que se alinhem aos ODS, promovendo maior impacto em contextos variados. Por exemplo, permitir que professores e estudantes editem os *templates* gerados pela IA de acordo com as especificidades de suas disciplinas ou projetos aumentaria a utilidade prática do sistema. Esse foco na personalização reforça a necessidade de sugestões mais precisas e aplicáveis, um aspecto que será explorado adiante.

O desenvolvimento do GrowAIDE também pode apoiar as IES em sua adaptação às demandas contemporâneas de inovação e sustentabilidade. Tanveer *et al.* (2020) argumentam que a integração de inteligência artificial nas políticas acadêmicas é fundamental para preparar as instituições para os desafios da Universidade 4.0, promovendo práticas sustentáveis. Ao incorporar melhorias como maior abrangência regional e personalização, o sistema não só facilita o ensino, mas também ajuda as IES a cumprir diretrizes institucionais voltadas para a sustentabilidade e a inclusão. Esse alinhamento reforça sua contribuição para objetivos educacionais mais amplos, como o desenvolvimento sustentável.

A partir dos achados discutidos nas análises dos resultados desta pesquisa, é possível delinear alguns exemplos de como os docentes podem integrar o sistema em práticas de ensino para a sustentabilidade. Uma primeira abordagem prática, por exemplo, seria a utilização do GrowAIDE como ferramenta central em uma atividade de aprendizagem baseada em projetos. O docente poderia propor aos estudantes que, em grupos, selecionassem um desafio socioambiental de sua própria cidade, utilizando a capacidade do sistema de processar dados regionais. A tarefa consistiria em desenvolver um projeto de negócio ou uma iniciativa social que respondesse a esse desafio, alinhando as ações propostas aos ODS indicados pela ferramenta. Essa prática não apenas aplicaria os conceitos de sustentabilidade de forma concreta, mas também fomentaria competências de pensamento crítico e criatividade, como destacado por Jugembayeva *et al.* (2022), ao demandar que os alunos analisem e adaptem as sugestões da IA.

Outra prática de ensino seria focar na dimensão colaborativa e interdisciplinar, abordando a lacuna da interação social identificada na análise dos questionários. O docente poderia estruturar uma atividade em que turmas de diferentes cursos, como Administração e Biologia, utilizassem o GrowAIDE de forma complementar para um mesmo estudo de caso. Enquanto uma turma focaria nos relatórios de viabilidade econômica e gestão, a outra analisaria os impactos ambientais, utilizando a plataforma

para compartilhar suas respectivas análises e construir uma proposta integrada. Tal abordagem reflete a necessidade de superar os nichos disciplinares para tratar de temas complexos como a sustentabilidade, em conformidade com a visão de Giesenbauer e Müller (2020) que posiciona o docente como mediador de um processo de aprendizagem que é, ao mesmo tempo, tecnológico e social.

Para trabalhos futuros e aprimoramentos no GrowAIDE, será considerada a integração com Agentes de IA (AI agents). Baseando-nos em estudos como o de Song et al. (2024), que exploram a IA para otimizar sistemas complexos, um agente pode ser compreendido como uma entidade de inteligência artificial que aprende a tomar decisões estratégicas de forma autônoma. Isso ocorre através da interação contínua com seu ambiente, recebendo informações, realizando ações e ajustando suas estratégias para maximizar o alcance de um objetivo específico, como oferecer a melhor recomendação. Além disso, é possível empregar sistemas com múltiplos agentes, onde diferentes agentes podem interagir, seja colaborando ou competindo, para lidar com problemas que envolvem diversas partes ou objetivos distintos. Essa capacidade de decisão autônoma e aprendizado adaptativo é fundamental. Aplicada ao GrowAIDE, permitiria que agentes individuais analisassem projetos, sugerissem conexões relevantes ou previssem impactos de forma independente. Um sistema multiagente poderia até orquestrar interações mais complexas, talvez otimizando sugestões com base em múltiplos projetos simultaneamente. Esse potencial para análise autônoma e personalização dinâmica torna os Agentes de IA uma via promissora para aumentar significativamente o engajamento e a eficácia das práticas sustentáveis fomentadas pelo GrowAIDE.

Essas melhorias têm o potencial de ir além do pedagógico, impactando positivamente o desenvolvimento sustentável nas IES, como defendem Goralski e Tan (2020), que veem a IA como uma catalisadora na educação superior, promovendo uma formação mais alinhada aos desafios globais de sustentabilidade.

Em conclusão, os resultados obtidos neste estudo corroboram a tendência identificada na literatura de que recursos baseados em IA podem ampliar a eficácia de ações pedagógicas para promover a sustentabilidade na educação. A percepção das participantes sobre a viabilidade das estratégias geradas pelo GrowAIDE, aliada ao reconhecimento do estímulo à reflexão crítica, aponta para a importância de engajar os estudantes em dilemas coletivos, conforme defendido por Brunstein & King (2018). A análise sugere que o GrowAIDE, apesar das melhorias possíveis, se

apresenta como uma ferramenta com potencial para fomentar o desenvolvimento de competências como a criatividade e o pensamento inovador.

Apresentada a análise e a discussão dos dados, que validaram o potencial do sistema GrowAIDE como recurso pedagógico, os achados aqui detalhados servem de base para a conclusão desta dissertação. O capítulo a seguir, das Considerações Finais, irá consolidar a jornada da pesquisa, retomando o problema e os objetivos para, então, discutir as contribuições do estudo, suas limitações e apontar recomendações para trabalhos futuros no campo da inteligência artificial aplicada à educação para a sustentabilidade.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa evidenciou que o sistema GrowAIDE representa uma ferramenta de apoio significativa para as instituições de ensino superior interessadas em integrar sustentabilidade e práticas de desenvolvimento de negócios em seus currículos acadêmicos. A eficácia da ferramenta foi validada pelas participantes, evidenciando um alinhamento claro entre as funcionalidades oferecidas e as demandas específicas do contexto educacional da atualidade, marcado pela busca de soluções estratégicas e práticas para desafios socioambientais complexos, em consonância com as políticas acadêmicas que visam integrar sustentabilidade e inteligência artificial.

Em relação ao objetivo geral de avaliar como o sistema GrowAIDE, baseado em inteligência artificial, pode ser implementado em uma Instituição de Ensino Superior para fomentar a educação integrada às práticas de ensino voltadas à sustentabilidade, os resultados da análise dos dados demonstram que este objetivo foi atingido. Evidencia-se a capacidade do sistema de gerar recursos que efetivamente facilitam a incorporação de práticas pedagógicas voltadas à identificação e à concepção de ações sustentáveis em projetos de negócios.

Quanto aos objetivos específicos, o primeiro, que visava desenvolver e implementar um recurso didático com o GrowAIDE para enriquecer o ensino da sustentabilidade, foi alcançado. O sistema proporcionou uma plataforma intuitiva para criar projetos alinhados aos ODS, utilizando dados regionais. O segundo objetivo, que buscava avaliar as percepções e interações com o sistema, também foi atendido, revelando alta aceitação e destacando a usabilidade e a relevância dos relatórios para

a formação acadêmica, sendo ainda necessário aprimorar a interação social. O terceiro objetivo, que consistia em verificar a possibilidade de utilização do sistema nas IES e suas adaptações pedagógicas, demonstrou-se viável, apontando, contudo, áreas para melhorias, como a edição de modelos e a acessibilidade. Em suma, a pesquisa conseguiu verificar a aplicabilidade pedagógica GrowAIDE nas IES, identificando também pontos para aprimoramento.

Em relação às limitações neste estudo, é importante reconhecer que a amostra restrita a quatro docentes pode restringir o alcance das conclusões. A ausência de testes práticos em ambientes de sala de aula também limitou a avaliação do impacto efetivo do sistema no processo de ensino-aprendizagem. A ausência de recursos de acessibilidade são igualmente pontos que merecem atenção em desenvolvimentos futuros. Adicionalmente, a baixa interação observada com os recursos sociais da plataforma sugere um engajamento limitado, e a pouca literatura acadêmica existente sobre o uso de sistemas com IA para promover a sustentabilidade em IES representou um desafio para a fundamentação teórica.

Em virtude desses aspectos, as pesquisas futuras devem ampliar a amostra, incluindo estudantes e docentes, a fim de fortalecer o GrowAIDE como uma ferramenta pedagógica efetiva em práticas com alunos. Estudos que acompanhem o uso do sistema por um período mais extenso permitiriam uma análise mais aprofundada de seu impacto na formação acadêmica. Destaca-se também a necessidade da incorporação de recursos de acessibilidade, como a tradução para Libras, e de elementos interativos, fundamentais para aumentar seu alcance e sua eficácia. Será aprimorado também a capacidade do sistema de analisar regiões mais amplas, como múltiplos municípios, assegurando recomendações mais pertinentes. Tais recomendações para trabalhos futuros visam aprofundar a compreensão sobre o potencial do GrowAIDE e buscar uma validação mais abrangente e um impacto mais significativo no ensino superior.

Em uma perspectiva mais ampla, o GrowAIDE destaca-se como uma proposta relevante para o ensino superior, especialmente na área de formações que envolvam o planejamento e desenvolvimento de negócios nas IES. Em um contexto de ensino superior que valoriza práticas pedagógicas voltadas à sustentabilidade, o sistema oferece uma abordagem prática e baseada em dados, adaptada às realidades locais, preparando os estudantes para os desafios do desenvolvimento sustentável. No entanto, a pesquisa aponta desafios para sua adoção em larga escala, como a limitada

interação com recursos sociais e barreiras de acessibilidade, que exigem ajustes para assegurar a inclusão em um ambiente educacional cada vez mais diversos e digitalizado.

Esta pesquisa buscou contribuir para um campo ainda em crescimento no Brasil, abrindo caminhos para futuras investigações sobre o impacto e as aplicações pedagógicas de sistemas com IA para promover a sustentabilidade em práticas educacionais. Este é um horizonte que ainda se revela gradualmente, pois a rápida utilização de IAs por estudantes em suas atividades acadêmicas, muitas vezes sem o apoio docente para amparar esta aprendizagem, traz sérios riscos.

O principal desafio é a possibilidade de formar profissionais que não consigam produzir de forma crítica com o uso da IA, tornando-se meramente replicadores de dados. Tal prática é preocupante, pois as informações geradas por estes sistemas podem, em muitas situações, conter erros ou vieses, e estas mesmas informações podem se tornar a base de comunicações ou documentos em um ambiente empresarial, gerando não apenas graves riscos de conformidade (compliance), mas também comprometendo seriamente a relação de confiança com clientes e parceiros.

Portanto, os educadores, assim como as IES, precisam estar preparados para promover práticas com uso consciente e crítico da IA. Isso se dará de forma aplicada em sala de aula, por meio do estudo e da pesquisa sobre essa aprendizagem mediada pela tecnologia. O objetivo é garantir que os profissionais que irão se formar estejam aptos a utilizar essa ferramenta de maneira produtiva e responsável em um mercado que terá a IA como algo cada vez mais natural em sua dinâmica.

## REFERÊNCIAS

AVSEC, Stanislav; JAGIEŁŁO-KOWALCZYK, Magdalena; ŻABICKA, Agnieszka. Enhancing transformative learning and innovation skills using remote learning for sustainable architecture design. **Sustainability**, v. 14, n. 7, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14073928>. Acesso em: 30 mar. 2024.

AWAN, Usama; SROUFE, Robert. Sustainability in the circular economy: insights and dynamics of designing circular business models. **Applied Sciences**, v. 12, n. 3, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app12031521>. Acesso em: 30 mar. 2024.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1970.

BONINI, Paola. When tomorrow comes: technology and the future of sustainability learning in higher education. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 62, n. 4, p. 39-48, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00139157.2020.1764300>. Acesso em: 30 mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Rota da Economia Circular**. [Brasília], 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/rotas-de-integracao-nacional/rota-da-economia-circular>. Acesso em: 8 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Fazenda. **Programas de apoio a municípios para economia circular**. [Brasília], 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/transformacao-ecologica/economia-circular>. Acesso em: 8 fev. 2024.

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF: Ipea, 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/>. Acesso em: 6 fev. 2024.

BRUNSTEIN, Janette; KING, Jeff. Organizing reflection to address collective dilemmas: Engaging students and professors with sustainable development in higher education. **Journal of Cleaner Production**, v. 203, p. 153-163, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.136>. Acesso em: 30 mar. 2024.

BUTT, Atif Saleem; ALI, Imran; GOVINDAN, Kannan. The role of reverse logistics in a circular economy for achieving sustainable development goals: a multiple case study of retail firms. **Production Planning & Control**, p. 1-13, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2197851>. Acesso em: 20 mar. 2024.

CHAUDHRY, Iffat Sabir *et al.* Time to revisit existing student's performance evaluation approach in higher education sector in a new era of ChatGPT: a case study. **Cogent Education**, v. 10, n. 1, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2210461>. Acesso em: 20 mar. 2024.

CIOFFI, Raffaele *et al.* Artificial intelligence and machine learning applications in smart production: Progress, trends, and directions. **Sustainability**, v. 12, n. 2, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12020492>. Acesso em: 20 mar. 2024.

COM. **Proposta de Recomendação do Conselho relativa aos principais fatores facilitadores do êxito da educação e da formação digitais**. Bruxelas: Conselho da União Europeia, 2023. Disponível em: [data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8465-2023-INIT/PT/pdf](https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8465-2023-INIT/PT/pdf). Acesso em: 15 mar. 2024.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. Plano. **Pesquisa de Métodos Mistos**: Série Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: Penso Editora, 2013. *E-book*. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=HPyzCAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=creswell++Pesquisa+de+M%C3%A9todos+Mistos>. Acesso em: 15 mar. 2024.

GUEST, Greg; BUNCE, Arwen; JOHNSON, Laura. How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. **Field Methods**, Thousand Oaks, v. 18, n. 1, p. 59-82, fev. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>. Acesso em: 11 jun. 2025.

DAÚ, Gláucia *et al.* An analysis of the Brazilian higher educational opportunity and challenge processes to achieve the 2030 Agenda for the sustainable development. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 24, n. 6, p. 1197-1219, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2021-0278>. Acesso em: 15 mar. 2024.

DI VAIO, Assunta *et al.* Artificial intelligence and business models in the sustainable development goals perspective: a systematic literature review. **Journal of Business Research**, v. 121, p. 283-314, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.08.019>. Acesso em: 15 mar. 2024.

FAN, Zhencheng; YAN, Zheng; WEN, Shiping. Deep learning and artificial intelligence in sustainability: a review of SDGs, renewable energy, and environmental health. **Sustainability**, v. 15, n. 18, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su151813493>. Acesso em: 22 fev. 2024.

FICHTER, Klaus; TIEMANN, Irina. Factors influencing university support for sustainable entrepreneurship: Insights from explorative case studies. **Journal of Cleaner Production**, v. 175, p. 512-524, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.031>. Acesso em: 22 fev. 2024.

FAIRCLOUGH, Norman. **Critical Discourse Analysis: the Critical Study of Language**. London: Longman. 1995

GEISSDOERFER, Martin; BOCKEN, Nancy MP; HULTINK, Erik Jan. Design thinking to enhance the sustainable business modelling process: a workshop based on a value mapping process. **Journal of cleaner production**, v. 135, p. 1218-1232, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.020>. Acesso em: 15 mar. 2024.

GEM. **Global Entrepreneurship Monitor Rio Grande do Sul 2020**. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/356565132\\_Global\\_Entrepreneurship\\_Monitor\\_RIO\\_GRANDE\\_DO\\_SUL\\_2020](https://www.researchgate.net/publication/356565132_Global_Entrepreneurship_Monitor_RIO_GRANDE_DO_SUL_2020). Acesso em: 20 fev. 2024

GIESENBAUER, Bror; MÜLLER-CHRIST, Georg. University 4.0: Promoting the transformation of higher education institutions toward sustainable development. **Sustainability**, v. 12, n. 8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12083371>. Acesso em: 15 mar. 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GORALSKI, Margaret A.; TAN, Tay Keong. Artificial intelligence and sustainable development. **The International Journal of Management Education**, v. 18, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.100330>. Acesso em: 15 mar. 2024.

GUEDES, Terezinha Aparecida *et al.* Estatística descritiva. **Projeto de ensino aprender fazendo estatística**, p. 1-49, 2005. Disponível em: [ime.usp.br/~rvicente/Guedes\\_et al\\_Estatistica\\_Descritiva.pdf](http://ime.usp.br/~rvicente/Guedes_et al_Estatistica_Descritiva.pdf). Acesso em: 30 mar. 2024.

GUPTA, Brij B. *et al.* Analysis of artificial intelligence-based technologies and approaches on sustainable entrepreneurship. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 186, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122152>. Acesso em: 22 fev. 2024.

HASSIJA, Vikas *et al.* Unleashing the Potential of Conversational AI: Amplifying Chat-GPT's Capabilities and Tackling Technical Hurdles. **IEEE Access**, v. 11, p. 143657-143682, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3339553>. Acesso em: 25 fev. 2024.

HENNINK, Monique; KAISER, Bonnie K.; MARCONI, Vincent C. Code Saturation Versus Meaning Saturation: How Many Interviews Are Enough? **Qualitative Health Research**, Thousand Oaks, v. 27, n. 4, p. 591-608, mar. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1049732316665344>. Acesso em: 11 maio. 2025.

HOLFELDER, Anne-Katrin. Towards a sustainable future with education? **Sustainability science**, v. 14, n. 4, p. 943-952, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00682-z>. Acesso em: 25 fev. 2024.

JEON, Kahyun; LEE, Ghang. Hybrid large language model approach for prompt and sensitive defect management: a comparative analysis of hybrid, non-hybrid, and GraphRAG approaches. **Advanced Engineering Informatics**, v. 64, mar. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2024.103076>. Acesso em: 15 maio 2024.

JOYCE, Alexandre; PAQUIN, Raymond L. The triple layered business model canvas: A tool to design more sustainable business models. **Journal of cleaner production**,

v. 135, p. 1474-1486, 2016. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.067>. Acesso em: 25 fev. 2024.

JUGEMBAYEVA, Bakytgul; MURZAGALIYEVA, Aliya; REVALDE, Gita. Pedagogical model for raising students' readiness for the transition to University 4.0. **Sustainability**, v. 14, n. 15, 2022. Disponível em:  
<https://doi.org/10.3390/su14158970>. Acesso em: 25 fev. 2024.

KASNECI, Enkelejda *et al.* ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. **Learning and individual differences**, v. 103, abr. 2023.

KAUFMAN, Dora. **A inteligência artificial irá suplantará a inteligência humana?** São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2019.

KHATTAK, Faiza Khan *et al.* A survey of word embeddings for clinical text. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 100, Supplement, 2019. ISSN 1532-0464. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.yjbinox.2019.100057>. Acesso em: 15 jan. 2025.

LEWIS, P. *et al.* Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEURAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS, 34., 2020, Red Hook, NY. **Proceedings** [...]. Red Hook, NY: Curran Associates Inc., 2020. Article 793, p. 9459-9474. Disponível em:  
<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/3495724.3496517>. Acesso em: 15 jan. 2025.

LESINSKIS, Kristaps *et al.* Digital Transformation in Entrepreneurship Education: The Use of a Digital Tool KABADA and Entrepreneurial Intention of Generation Z. **Sustainability**, v. 15, n. 13, 2023. Disponível em:  
<https://doi.org/10.3390/su151310135>. Acesso em: 25 fev. 2024.

LIM, Weng Marc *et al.* Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. **The international journal of management education**, v. 21, n. 2, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>. Acesso em: 25 fev. 2024.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 3. ed. rev. e ampl. Ijuí: Unijuí, 2016.

MINAYO, M. C. S. (org.) Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 2020. *E-book*. Disponível em:  
[wp.ufpel.edu.br/franciscovargas/files/2012/11/pesquisa-social.pdf](http://wp.ufpel.edu.br/franciscovargas/files/2012/11/pesquisa-social.pdf). Acesso em: 25 fev. 2024.

MONTEIRO, C. E. F. M.; SELVA, Ana Coelho Vieira. Investigando a atividade de interpretação de gráficos entre professores do ensino fundamental. **Anais da XXIV Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação**, 2001. Disponível em:  
[http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo\\_producoes/docs\\_24/investigando.pdf](http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_24/investigando.pdf)  
Acesso em: 25 fev. 2024.

MORETTO, André Luis *et al.* **Desenvolvimento de modelo conceitual de sistema de IA para formação de empreendedores**. Dissertação - Mestrado Em Tecnologias Da Inteligência E Design Digital, PUC, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/handle/handle/32237>. Acesso em: 12 fev. 2024.

NOSRATABADI, S. *et al.* Sustainable business models: A review. **Sustainability**, v.11, n. 6, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11061663>. Acesso em: 10 fev. 2024.

ONU. **ONU e o Meio Ambiente**. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 22 fev. 2024.

ONU. **The Sustainable Development Goals Report 2023**: Special Edition. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>. Acesso em: 22 fev. 2024.

PATTON, M. Q. **Qualitative research & evaluation methods**. 4. ed. Thousands Oaks: SAGE Publication, 2015

PENG, C. *et al.* Knowledge Graphs: Opportunities and Challenges. **Artificial Intelligence Review**, v. 56, p. 13071-13102, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10465-9>. Acesso em: 15 fev. 2025.

QUINTANA, Cristiane Gularte; KITZMANN, Dione Iara Silveira. Formação empreendedora sustentável: estudo de caso em uma instituição de ensino superior. **Teoria e Prática em Administração**, v. 11, n. 1, p. 136-151, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22478/ufpb.2238-104X.2021v11n1.54071>. Acesso em: 25 fev. 2024.

SALAS-PILCO, Sdenka Zobeida; XIAO, Kejiang; OSHIMA, Jun. Artificial intelligence and new technologies in inclusive education for minority students: a systematic review. **Sustainability**, v. 14, n. 20, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su142013572>. Acesso em: 25 fev. 2024.

SANCHES, Francisco Elíseo Fernandes *et al.* Developing a method for incorporating sustainability into the strategic planning of higher education institutions. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 24, n. 4, p. 812-839, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2021-0439>. Acesso em: 10 fev. 2024.

SCHALTEGGER, Stefan; WAGNER, Marcus. Sustainable entrepreneurship and sustainability innovation: categories and interactions. **Business strategy and the environment**, v. 20, n. 4, p. 222-237, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/bse.682>. Acesso em: 10 fev. 2024.

SEBELE-MPOFU, Favourate Y. Saturation controversy in qualitative research: complexities and underlying assumptions. A literature review. **Cogent Social Sciences**, Abingdon, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311886.2020.1838706>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SIRIWARDHANA, Shamane *et al.* Improving the Domain Adaptation of Retrieval Augmented Generation (RAG) Models for Open Domain Question Answering. **Transactions of the Association for Computational Linguistics**, v. 11, p. 1-17, 2023. Disponível em: [https://doi.org/10.1162/tacl\\_a\\_00530](https://doi.org/10.1162/tacl_a_00530). Acesso em: 15 fev. 2025.

SOLÍS-ESPALLARGAS, Carmen *et al.* Sustainability in the university: A study of its presence in curricula, teachers and students of education. **Sustainability**, v. 11, n. 23, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11236620>. Acesso em: 10 fev. 2024.

SONG, Geunseo *et al.* The AI circular hydrogen economist: Hydrogen supply chain design via hierarchical deep multi-agent reinforcement learning. **Chemical Engineering Journal**, v. 497, p. 154464, 2024. ISSN 1385-8947. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.154464>. Acesso em: 14 março. 2025.

TANVEER, Muhammad; HASSAN, Shafiqul; BHAUMIK, Amiya. Academic policy regarding sustainability and artificial intelligence (AI). **Sustainability**, v. 12, n. 22, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12229435> Acesso em: 10 fev. 2024.

TAIPALUS, Toni. Vector database management systems: Fundamental concepts, use-cases, and current challenges. **Cognitive Systems Research**, v. 85, 2024. ISSN 1389-0417. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2024.101216> . Acesso em: 15 fev. 2025.

VINICHENKO, Mikhail V.; MELNICHUK, Alexander V.; KARÁCSONY, Peter. Technologies of improving the university efficiency by using artificial intelligence: Motivational aspect. **Entrepreneurship and sustainability issues**, v. 7, n. 4, p. 2696-2714, 2020. Disponível em: [https://jssidoi.org/jesi/uploads/articles/28/Vinichenko\\_Technologies\\_of\\_improving\\_the\\_university\\_efficiency\\_by\\_using\\_artificial\\_intelligence\\_motivational\\_aspect.pdf](https://jssidoi.org/jesi/uploads/articles/28/Vinichenko_Technologies_of_improving_the_university_efficiency_by_using_artificial_intelligence_motivational_aspect.pdf). Acesso em: 10 fev. 2024.

WEVERS, M.; KOOLEN, M. Digital begriffsgeschichte: Tracing semantic change using word embeddings. **Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History**, 53(4), 226–243, 2020 Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01615440.2020.1760157> Acesso em: 10 fev. 2024.

YIGITCANLAR, Tan; CUGURULLO, Federico. The sustainability of artificial intelligence: An urbanistic viewpoint from the lens of smart and sustainable cities. **Sustainability**, v. 12, n. 20, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12208548>. Acesso em: 10 fev. 2024.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) do projeto de pesquisa **“INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO SUPERIOR: PROMOVENDO PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS COM O SISTEMA GROWAIDE”**, sob a responsabilidade do(a) pesquisador(a) **Marros Saldanha**, mestrando(a) em Gestão Educacional pela UNISINOS.

### **Objetivo da Pesquisa:**

O projeto tem como objetivo geral Avaliar como o sistema GrowAIDE, baseado em inteligência artificial, pode ser implementado em uma Instituição de Ensino Superior para fomentar a educação integrada às práticas de ensino voltadas à sustentabilidade, contribuindo para uma formação consciente e engajada em sustentabilidade.

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, serão realizadas as seguintes etapas:

1. **Avaliar** as percepções sobre aprendizagem da sustentabilidade no ensino superior por meio de uma aplicação com uso de IA.
2. **Desenvolver e implementar** um recurso didático com o GrowAIDE, voltado a enriquecer abordagens pedagógicas que integrem sustentabilidade em disciplinas acadêmicas.
3. **Examinar** a relevância do GrowAIDE na melhoria do processo de ensino-aprendizagem, com ênfase na adoção de práticas sustentáveis mediadas pela IA, a partir da análise de estudos bibliográficos.

Para a realização dessa pesquisa, solicitamos sua colaboração mediante a manifestação de seu consentimento neste documento, que visa assegurar seus direitos como participante. Sua participação é voluntária, sem custos para você, e se dará por meio da exploração do sistema GrowAIDE e do preenchimento de um formulário online com perguntas sobre suas percepções.

### **Procedimentos da Pesquisa:**

Sua participação consistirá em:

1. **Acessar o vídeo com a explicação do sistema. Disponível em:** [https://youtu.be/3Cn35DNg\\_gU](https://youtu.be/3Cn35DNg_gU)
2. **Acessar e Explorar o GrowAIDE:** Você será convidado(a) a acessar a plataforma GrowAIDE :  
\* Disponível em: [growaide.app](https://growaide.app)  
Realize seu cadastro rápido. Em seguida, você deverá criar um projeto (real ou hipotético) relevante à sua área, inserindo informações sobre o tema e o contexto. Após inserir os dados, você deverá gerar um relatório para conhecer as sugestões de práticas sustentáveis geradas pela IA e analisar os dados gerados nos modelos de ações, acessando links de notícias e artigos acadêmicos sugeridos. Você também poderá personalizar as ações sugeridas e utilizar o chatbot interativo para esclarecer dúvidas sobre sustentabilidade ou o funcionamento do GrowAIDE. Além disso, poderá visualizar iniciativas compartilhadas por outros usuários na rede do GrowAIDE.
3. **Preencher o Formulário de Percepção:** Após explorar o sistema GrowAIDE, você será convidado(a) a preencher um formulário online para compartilhar suas impressões sobre a ferramenta e sua percepção sobre a aprendizagem da sustentabilidade no ensino superior com o uso de IA.

Estima-se que sua participação demandará um tempo total de **30 a 40 minutos**, compreendendo a visualização do vídeo sobre o sistema, exploração do GrowAIDE e o preenchimento do formulário online.

**Riscos e Desconfortos:**

Considerando que toda pesquisa com seres humanos envolve riscos, esclarecemos que os riscos desta pesquisa são mínimos e consistem em um eventual desconforto ao refletir sobre temas relacionados à sustentabilidade e ao uso de tecnologias digitais na educação. Caso sinta qualquer desconforto ou tenha dúvidas durante ou após a participação, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável, cujos contatos estão listados abaixo.

**Benefícios:**

Ao participar desta pesquisa, você não terá benefícios diretos imediatos. No entanto, sua participação é fundamental para a produção de conhecimento científico sobre o uso de inteligência artificial para promover práticas sustentáveis no ensino superior. Espera-se que este estudo traga informações relevantes sobre como ferramentas de IA como o GrowAIDE podem ser utilizadas para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem e fomentar a educação para a sustentabilidade. Os resultados poderão contribuir para o desenvolvimento de práticas inovadoras. Os resultados da pesquisa serão divulgados em eventos e publicações científicas, respeitando o sigilo das informações coletadas.

**Confidencialidade e Privacidade:**

Asseguramos que todas as informações coletadas serão mantidas em sigilo e utilizadas exclusivamente para os fins desta pesquisa acadêmica. Seu nome não será solicitado no formulário online, garantindo o anonimato de sua participação. Os dados coletados serão armazenados de forma segura e acessados apenas pela pesquisadora responsável.

**Direito à Recusa e Desistência:**

Você tem total liberdade para se recusar a participar desta pesquisa ou desistir de sua participação a qualquer momento, sem que isso lhe cause qualquer prejuízo ou penalidade. Você também tem o direito de não responder a qualquer pergunta do formulário, caso não se sinta confortável. Sua decisão de participar ou não, ou de interromper sua participação, será respeitada integralmente.

**Contato e Dúvidas:**

Se você tiver qualquer dúvida sobre esta pesquisa, ou necessitar de mais informações, entre em contato com a pesquisadora responsável:

**Pesquisadora Responsável:** Marros Saldanha **Instituição:** UNISINOS - Programa de Pós-Graduação em Gestão Educacional

**Orientadora:**

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cláudia de Salles Stadtlober

**Utilização de Ambiente Virtual:**

Esta pesquisa poderá ser realizada em ambiente virtual, utilizando a plataforma GrowAIDE e formulário online. Garantimos que todas as medidas de segurança e privacidade serão adotadas em conformidade com a legislação vigente e as diretrizes éticas para pesquisas online. O instrumento de pesquisa utiliza plataformas seguras e os dados serão acessados exclusivamente pela pesquisadora responsável. Caso não se sinta seguro(a) quanto à proteção de sua privacidade em ambiente virtual, você tem o direito de não participar da pesquisa, sem qualquer prejuízo.

**Medidas Complementares em Ambiente Virtual:**

- O TCLE apresentado online possui a mesma formatação do TCLE físico.

- Não serão utilizadas listas ou outros meios que permitam a identificação dos participantes.
- O TCLE é apresentado antes do acesso ao formulário, garantindo seu direito à informação prévia.
- Você tem o direito de não responder qualquer questão sem justificativa.
- Você tem o direito de retirar seu consentimento a qualquer momento, comunicando sua decisão por meio do contato da pesquisadora responsável.
- Após a coleta, os dados serão baixados para um dispositivo local seguro e removidos da plataforma online.
- Recomendamos que você guarde uma cópia eletrônica deste TCLE para seus arquivos.
- Se desejar, poderá solicitar uma cópia do TCLE à pesquisadora responsável a qualquer momento.

### **CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO**

Declaro que li e compreendi as informações apresentadas neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foi-me dada a oportunidade de esclarecer minhas dúvidas e concordo em participar desta pesquisa de forma voluntária. Estou ciente de meus direitos e da garantia de confidencialidade e sigilo de minhas informações.