

Rafael Augusto de Souza Silva

**Proposta de Solução para Apoiar o Processo de
Análise de Dados Textuais de Avaliações
Institucionais**

Brasil

Dezembro de 2024

Rafael Augusto de Souza Silva

**Proposta de Solução para Apoiar o Processo de Análise de
Dados Textuais de Avaliações Institucionais**

Dissertação

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Computação

Orientador: Melise Maria Veiga de Paula

Coorientador: Isabela Neves Drummond

Brasil

Dezembro de 2024

Este trabalho é dedicado ao meu sobrinho Joaquim e ao Antônio, que está chegando...

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre me abençoou e guiou neste caminho, proporcionando força e serenidade para superar os desafios ao longo desta jornada. Sua presença foi essencial em todos os momentos.

Aos meus pais, Reginaldo e Marcelita, e aos meus irmãos, Gabriel e Ana, que estiveram comigo em todos os momentos, oferecendo apoio, carinho e compreensão incondicionais. Vocês foram a base que me sustentou, a força que me impulsionou e a inspiração que me motivou a persistir, mesmo diante das dificuldades. Sou eternamente grato por tudo o que fizeram por mim e por sempre acreditarem no meu potencial.

À minha namorada e futura esposa, Marcela, que esteve presente em cada etapa deste processo, compartilhando comigo as vitórias e também as dificuldades. Seu amor, paciência e incentivo foram fundamentais para que eu seguisse em frente, mesmo quando o caminho parecia difícil. Obrigado por acreditar em mim e por estar sempre ao meu lado.

Aos meus amigos do Discord, João Pedro, Thiago, Gabriel, Alisson, Daniel, Davi, Everson e todos os outros que sempre aparecem por lá. Vocês tornaram os momentos de descanso ainda mais leves e divertidos. Foram meu refúgio nos dias mais pesados, proporcionando risadas e boas conversas. A amizade de vocês foi uma peça importante para manter meu equilíbrio durante este período.

Aos meus colegas e amigos de trabalho, Jonas, Flávio, Alejandro, Ytalo, Marcos e Anna. Vocês sempre me apoiaram e incentivaram nessa caminhada, com palavras de encorajamento e gestos de solidariedade. Sou grato por fazer parte de um ambiente onde o aprendizado e a colaboração são valorizados e por poder contar com vocês ao longo dessa jornada.

Um agradecimento especial aos meus orientadores, Melise, Isabela e Flávio, cujos ensinamentos e orientações foram indispensáveis para a realização deste trabalho. Agradeço pela paciência, pelas críticas construtivas e por sempre me desafiar a ir além. Vocês foram mais do que orientadores; foram mentores que ajudaram a moldar não só este projeto, mas também meu crescimento como pesquisador e profissional.

Por fim, agradeço a toda e qualquer pessoa que, de alguma forma, me ajudou nesta longa caminhada. Não foi uma etapa fácil, e todos vocês, de alguma maneira, contribuíram para que eu pudesse superá-la. A cada um, meu mais sincero e profundo obrigado.

*“A melhor forma de prever o futuro, é criá-lo”
(Peter F. Drucker)*

Resumo

Este estudo desenvolveu e avaliou uma ferramenta de apoio à decisão para gestores acadêmicos, utilizando PLN (Processamento de Linguagem Natural) para análise de dados textuais e técnicas de visualização de informações. No cenário acadêmico, a interpretação de dados qualitativos produzidos por respostas ao questionário de autoavaliação da CPA, apresenta desafios significativos devido à complexidade e volume destes dados. Considerando estes desafios, aplicou-se a metodologia DSRM (*Design Science Research Methodology*) ao longo de três ciclos de desenvolvimento, resultando em um artefato, o *Analisa CPA*, com funcionalidades específicas para o contexto da gestão institucional. No artefato, os sentimentos e emoções dos comentários foram identificados, além de disponibilizar visualizações de dados adaptadas aos diferentes perfis de gestores, como diretores e membros da Reitoria e da CPA (Comissão Própria de Avaliação). A avaliação por meio de entrevistas com gestores validou o impacto positivo da solução, demonstrando que ferramentas orientadas a dados aprimoram a tomada de decisão nesse ambiente. Conclui-se que a ferramenta facilita o processo decisório, fornecendo uma interface acessível e funcional que atende às necessidades dos gestores acadêmicos.

Palavras-chave: Processamento de Linguagem Natural. Suporte a tomada de Decisão. Avaliação Institucional.

Abstract

This study developed and evaluated a decision-support tool for academic managers, utilizing NLP for textual data analysis and information visualization techniques. In the academic context, interpreting qualitative data generated from responses to the CPA (Comissão Própria de Avaliação) self-assessment questionnaire poses significant challenges due to the complexity and volume of this data. To address these challenges, the DSRM (Design Science Research Methodology) methodology was applied across three development cycles, resulting in the artifact Analisa CPA, featuring functionalities tailored to the context of institutional management. The artifact identified the sentiments and emotions of comments, in addition to providing data visualizations adapted to different manager profiles, such as directors and members of the Rectory and the CPA. An evaluation through interviews with managers validated the positive impact of the solution, demonstrating that data-driven tools enhance decision-making in this environment. It is concluded that the tool facilitates the decision-making process, offering an accessible and functional interface that meets the needs of academic managers.

Keywords: Natural Language Processing. Decision-making support. Institutional evaluation.

Lista de ilustrações

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Etapas da avaliação interna. | 18 |
| Figura 2 – Mapa de elementos esperados de uma pesquisa na abordagem DSR. . . | 29 |
| Figura 3 – Mapeamento dos elementos da DSR para o desenvolvimento da pesquisa. | 30 |
| Figura 4 – Modelo de Dados. | 36 |
| Figura 5 – Arquitetura utilizada para a construção do artefato | 40 |
| Figura 6 – Gráficos dos comentários por turma | 43 |
| Figura 7 – Gráficos dos comentários gerais | 43 |
| Figura 8 – Gráfico dos tópicos ao longo do tempo | 55 |
| Figura 9 – Tabela de detalhamento dos tópicos identificados | 56 |
| Figura 10 – Funcionalidade de filtragem de termos irrelevantes e mascaramento de nomes | 67 |
| Figura 11 – Funcionalidade de gerenciamento de usuários | 67 |
| Figura 12 – Funcionalidade de atualização de dados | 68 |
| Figura 13 – Funcionalidade de comitê inteligente | 69 |
| Figura 14 – Funcionalidade de visão das emoções dos comentários da turma | 70 |
| Figura 15 – Funcionalidade de nuvem de palavras | 71 |

Lista de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Etapas do <i>Design Science Research Methodology</i> | 25 |
| Tabela 2 – Diretrizes do <i>Design Science Research</i> | 28 |
| Tabela 3 – Perfil dos gestores entrevistados. | 72 |
| Tabela 4 – Principais funcionalidades do sistema e forma como soluciona os problemas | 91 |

Lista de abreviaturas e siglas

- API** *Application Programming Interface* 41, 42
- BERT** *Bidirectional Encoder Representations for Transformers* 20, 23, 28, 35, 39, 41, 49, 50, 91
- BiLSTM** *Bidirectional Long Short-Term Memory* 23
- CONAES** Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior 18
- CPA** Comissão Própria de Avaliação 5, 6, 13–17, 19, 28–32, 34–39, 44, 46, 49, 50, 63–66, 68, 69, 72, 75, 77, 78, 83, 85–88, 90–92
- CRISP-DM** *Cross Industry Standard Process for Data Mining* 22
- DRF** Django-rest-framework 42
- DSR** *Design Science Research* 14, 17, 24, 27, 73
- DSRM** *Design Science Research Methodology* 5, 6, 14, 16, 17, 24, 25, 27, 28, 45, 52, 63, 90
- DTI** Diretoria de Tecnologia da Informação 31
- FAQ** *Frequently Asked Questions* 48
- IA** Inteligência Artificial 17, 20, 21, 42, 72, 75–77
- IES** Instituição de Ensino Superior 13, 17, 19, 41, 42
- INEP** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira 17, 19
- LDA** *Latent Dirichlet Allocation* 22, 52, 53
- LGPD** Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais 85
- MEC** Ministério da Educação 19
- MVP** *Minimum Viable Product* 32
- PDI** Plano de Desenvolvimento Institucional 17
- PLN** Processamento de Linguagem Natural 5, 14–17, 19–21, 28, 32, 34–38, 44, 49, 50, 61, 90–92
- SARESP** Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo 22

SEDUC-SP Secretaria de Educação do Estado de São Paulo [22](#)

SI Sistemas de Informação [24](#), [25](#)

SIGAA Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas [30](#), [31](#)

SIGAdmin Sistema de Administração dos Sistemas (Técnica e Gestão) [30](#)

SINAES Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior [17](#), [19](#)

TIC Tecnologia da Informação e Comunicação [13](#)

UNIFEI Universidade Federal de Itajubá [14](#), [16](#), [28–32](#), [36](#), [44](#), [49](#), [50](#), [56](#), [63](#), [64](#), [71](#), [72](#),
[74–76](#), [88](#), [90](#)

Sumário

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCAO | 13 |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 17 |
| 2.1 | Avaliação Institucional | 17 |
| 2.2 | Processamento de Linguagem Natural | 19 |
| 2.3 | Análise de Dados Educacionais | 21 |
| 3 | METODOLOGIA | 24 |
| 3.1 | Design Science Research Methodology | 24 |
| 3.2 | Identificação do problema e a definição dos objetivos da solução | 28 |
| 3.3 | Ciclos da Pesquisa | 32 |
| 4 | CICLO 1 | 34 |
| 4.1 | Considerações iniciais | 34 |
| 4.2 | Diagnóstico do Problema e Definição dos objetivos da solução | 34 |
| 4.3 | Análise de Sentimentos e Emoções | 37 |
| 4.4 | Painel de Análise de Comentários | 40 |
| 4.5 | Demonstração do artefato | 44 |
| 4.6 | Avaliação | 45 |
| 4.6.1 | Percepções positivas | 45 |
| 4.6.2 | Percepções negativas | 47 |
| 4.6.3 | Melhorias de funcionalidades | 47 |
| 4.6.4 | Sugestões de funcionalidades | 48 |
| 4.6.5 | Outros | 49 |
| 4.7 | Contribuições do Ciclo 1 e considerações finais | 49 |
| 5 | CICLO 2 | 52 |
| 5.1 | Considerações iniciais | 52 |
| 5.2 | Construção segundo ciclo de desenvolvimento do Analisa-CPA - Versão 2 | 53 |
| 5.3 | Demonstração e Avaliação do Avalia-CPA - Versão 2 | 56 |
| 5.3.1 | Percepções Positivas | 57 |
| 5.3.2 | Percepções negativas | 58 |
| 5.3.3 | Sugestões de melhorias | 59 |
| 5.4 | Contribuições do Ciclo 2 e considerações finais | 60 |
| 6 | CICLO 3 | 63 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 6.1 | Considerações iniciais | 63 |
| 6.2 | Construção: terceiro ciclo de desenvolvimento do Analisa-CPA - Versão 3 | 64 |
| 6.2.1 | Funcionalidades administrativas da solução | 64 |
| 6.2.2 | Identificação de emoções e evolução na classificação de sentimentos | 67 |
| 6.2.3 | Elaboração da camada de interpretação da modelagem de tópicos | 70 |
| 6.3 | Demonstração e Avaliação do Analisa-CPA - Versão 3 | 71 |
| 6.3.1 | Perfil dos entrevistados | 74 |
| 6.3.2 | Contexto e Relevância da ferramenta | 77 |
| 6.3.3 | Utilização da ferramenta e sugestões de melhorias | 79 |
| 6.3.4 | Impacto na tomada de decisões | 84 |
| 6.3.5 | Outros | 86 |
| 6.4 | Contribuições do Ciclo 3 e considerações finais | 87 |
| 7 | CONCLUSÕES | 90 |
| 7.1 | Contribuições | 90 |
| 7.2 | Limitações e trabalhos futuros | 92 |
| | REFERÊNCIAS | 94 |

1 Introdução

Fazendo analogia aos centros urbanos, os campi universitários são frequentemente referidos como cidades universitárias. As próprias instituições de ensino superior adotam modelos de gestão que empregam estratégias similares às utilizadas em cidades, com os campi sendo vistos como distritos ou pequenas cidades (VERSTAEVEL; BOES; GLEIZES, 2017).

Nos últimos anos, a gestão estratégica de fato se tornou uma abordagem vital no ensino superior, permitindo que as instituições naveguem em ambientes complexos e dinâmicos enquanto alcançam metas de longo prazo (KAYYALI, 2024). No contexto universitário, isso envolve o uso de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação), as TICs aumentam a eficiência operacional e melhoram a gestão de dados nas instituições de ensino, levando a uma melhor tomada de decisões (LUBIS et al., 2024). É essencial que pesquisadores explorem e adaptem abordagens baseadas em dados para aprimorar a gestão acadêmica e administrativa, promovendo um ambiente mais dinâmico e eficaz.

A ampla difusão das TICs na gestão universitária resulta na geração de uma grande quantidade de dados, que precisam ser analisados para extrair informações estratégicas. A análise desses dados é fundamental para extrair informações que apoiem a tomada de decisões estratégicas pelos diferentes atores nesse contexto (OSMAN; ELRAGAL, 2021). Ao utilizar essas informações, as decisões deixam de ser baseadas apenas na intuição e passam a considerar evidências contidas nos dados (PAIVA, 2018).

Desta forma, uma organização que não utiliza informações para fundamentar suas decisões estratégicas fica em desvantagem, pois perde a capacidade de analisar rapidamente alternativas e de reproduzir eficazmente os resultados de decisões anteriores (LOUSADA; VALENTIM, 2011), evidenciando a importância dos dados na tomada de decisões nas organizações atuais.

Nos campi universitários, uma das principais formas de coletar dados é por meio da avaliação institucional. Esse tipo de avaliação visa entender a IES (Instituição de Ensino Superior) como uma totalidade integrada, buscando identificar o grau de coerência entre sua missão e as políticas institucionais efetivamente implementadas (PEIXOTO, 2009). No Brasil, essas avaliações são conduzidas pela CPA (Comissão Própria de Avaliação) de cada instituição. A CPA é uma comissão institucional presente em instituições de ensino superior brasileiras, criada para coordenar processos de autoavaliação e garantir a qualidade acadêmica e administrativa (Brasil, 2004).

Por meio de autoavaliações, a CPA coleta dados qualitativos e quantitativos para avaliar periodicamente diversas dimensões institucionais, como ensino, pesquisa, exten-

são, gestão e infraestrutura. A metodologia aplicada na autoavaliação pode variar, desde que forneça informações suficientes para gerar os indicadores exigidos pelo Ministério da Educação (Brasil, 2004). Essa avaliação contínua gera dados essenciais para o aprimoramento da instituição, contribuindo para a melhoria contínua, a excelência educacional e o desenvolvimento institucional sustentável.

Esta pesquisa é motivada pela necessidade de criar um instrumento que facilite a interpretação dos dados textuais coletados nas avaliações institucionais conduzidas pela CPA de uma universidade pública federal, a UNIFEI (Universidade Federal de Itajubá), que fica localizada na região sul do estado de Minas Gerais. Atualmente, essas informações textuais não são exploradas para fins analíticos, o que representa uma lacuna na utilização dos dados disponíveis.

Este estudo visa preencher essa lacuna por meio do desenvolvimento de uma solução para apoiar a análise e interpretação desses dados, especificamente, os comentários fornecidos por docentes e discentes preenchidos nos questionários de avaliação institucional. A proposta é facilitar a análise desses dados de forma a promover a criação do conhecimento e colaborar com a tomada de decisão de diferentes perfis como, membros da CPA, diretores de instituto e membros que assessoram a Reitoria.

A possibilidade da criação de um artefato que resolva um problema real da UNIFEI também foi determinante para elaboração deste trabalho. A tomada de decisão baseada nas informações coletadas pela CPA é uma etapa importante para a gestão estratégica da universidade. Examinar um problema real sob a ótica de um campo de estudo pode contribuir para o projeto de novas soluções que resolvam problemas específicos deste domínio. As conclusões e lições desta pesquisa podem servir de base para trabalhos futuros relacionados à tomada de decisão no contexto de um Campus Inteligente.

Desta forma, o propósito deste trabalho é investigar o uso de uma ferramenta de apoio à tomada de decisão que utilize dados textuais coletados pela CPA, abordando um problema prático e real da análise desses dados em uma universidade. Portanto, a base formal deste trabalho foi a Teoria do Design, que orienta o desenvolvimento de artefatos voltados para a resolução de problemas específicos em contextos práticos (EMADI, 2023).

O processo de desenvolvimento da solução foi guiado pelo paradigma da DSR (*Design Science Research*), utilizando-se, mais especificamente, a DSRM (*Design Science Research Methodology*) como metodologia. A DSRM oferece uma estrutura organizada em seis etapas (BROCKE; HEVNER; MAEDCHE, 2020), permitindo o alinhamento entre as necessidades dos especialistas no domínio e as funcionalidades do artefato desenvolvido. O artefato criado foi denominado *Analisa CPA*, que pode ser entendido como um sistema web de análise de dados textuais. Buscando facilitar a análise dos dados, foram investigadas técnicas de PLN, e analisadas técnicas de visualização da informação para exibir e compilar os resultados.

O PLN neste contexto é utilizado como uma ferramenta para transformar dados textuais oriundos de avaliações institucionais universitárias em conhecimento útil. Essa abordagem permite identificar padrões, extrair informações relevantes e oferecer percepções estratégicas que auxiliem na tomada de decisão. O principal desafio está em desenvolver uma solução com uma interface intuitiva e amigável, capaz de apresentar essas informações de forma clara e acessível, facilitando a análise e interpretação dos dados pelos gestores universitários e promovendo ações mais informadas e eficazes.

Esta pesquisa apresenta ainda dois diferenciais importantes: a implantação e avaliação da solução em um ambiente real e o envolvimento ativo de um moderador humano no desenvolvimento da ferramenta, o que enriqueceu o processo de construção e aprimorou a adaptabilidade do sistema às necessidades dos usuários. O trabalho foi desenvolvido em três ciclos de pesquisa. O primeiro ciclo concentrou-se na definição da técnica de classificação dos sentimentos e emoções dos comentários coletados nas avaliações institucionais realizadas no período de 2015 a 2023. Já no segundo ciclo, com os resultados do primeiro, o foco foi a investigação da técnica de modelagem de tópicos mais adequada.

Finalmente, no terceiro ciclo, a proposta foi evoluir a modelagem de tópicos e implementar funcionalidades sugeridas durante as avaliações dos ciclos anteriores. Ao final de cada ciclo, foram realizadas avaliações por meio de entrevistas: nos dois primeiros ciclos, a avaliação foi conduzida com o diretor da CPA da instituição. Já no terceiro ciclo, participaram gestores, diretores e coordenadores de curso. Vale destacar ainda que nos três ciclos de pesquisa, tendo definida a técnica de PLN mais adequada, também foi investigada a estratégia de apresentação dos dados gerados de forma a facilitar o entendimento da informação.

Levando em consideração o que foi apresentado, foram especificados os seguintes objetivos para essa pesquisa:

- Compreender a atual dificuldade da utilização dos dados textuais para a tomada de decisão;
- Identificar as demandas de gestores e diretores em relação às formas como apresentar o dado analisado;
- Revisar a literatura a fim de formar uma base teórica sobre o problema e as técnicas que podem ser usadas para gerar conhecimento a partir de dados textuais fornecidos por humanos e técnicas adequadas para apresentação desses dados aos usuários finais;
- Criar um artefato que apoie a tomada de decisão no contexto de gestão de universidades;

- Demonstrar o uso do artefato desenvolvido em um caso real, por meio da sua aplicação no contexto da [UNIFEI](#), utilizando dados da [CPA](#);
- Avaliar se o artefato proposto é capaz de auxiliar a tomada de decisão em um contexto real.

Além deste capítulo introdutório, a dissertação é composta por outros seis capítulos:

- **Capítulo 2** - Apresenta a fundamentação teórica deste trabalho, contemplando o quadro teórico relacionado à avaliação institucional, o problema da tomada de decisão nesse contexto e a aplicação de técnicas de [PLN](#) como suporte para esse processo. Além disso, inclui uma discussão sobre a metodologia adotada, abordando sua relevância e aplicação prática. Este capítulo também explora referências relevantes extraídas da literatura sobre avaliação institucional para embasar o desenvolvimento da solução proposta.
- **Capítulo 3** - Descreve o design da pesquisa seguindo os princípios da [DSRM](#), apresentando detalhadamente o problema investigado e os objetivos que orientam o desenvolvimento da solução.
- **Capítulo 4** - Relata o primeiro ciclo de pesquisa executado (Ciclo I) com a elaboração do *Análise CPA* abordando principalmente a técnica para classificação de sentimentos e emoções.
- **Capítulo 5** - Descreve o segundo ciclo de pesquisa executado (Ciclo II) abordando principalmente a técnica de modelagem de tópicos.
- **Capítulo 6** - Apresenta o terceiro ciclo de pesquisa executado (Ciclo III), no qual, foram contempladas as melhorias sugeridas em ciclos anteriores e o aprimoramento da técnica de modelagem de tópicos.
- **Capítulo 7** - Aborda as conclusões do trabalho incluindo contribuições e trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta o quadro teórico que fundamenta este trabalho. Inicialmente, são abordadas a [DSR](#) como paradigma epistemológico e a [DSRM](#) como a metodologia utilizada, ressaltando sua importância para a estruturação dos ciclos de desenvolvimento e avaliação do artefato. Em seguida, são discutidas as técnicas de [PLN](#) aplicadas à análise de comentários, com foco na extração de informações relevantes a partir de dados textuais.

Além disso, o capítulo explora o contexto das avaliações institucionais, enfatizando sua importância para o aprimoramento contínuo das [IES \(Instituição de Ensino Superior\)](#) e a promoção da qualidade educacional. Por fim, é apresentada uma análise de trabalhos relacionados, focando nas contribuições e lacunas identificadas no uso da [IA \(Inteligência Artificial\)](#) e da análise de dados para apoiar a tomada de decisão no contexto educacional, consolidando o embasamento teórico para a proposta deste estudo.

2.1 Avaliação Institucional

A excelência na educação é fundamental para o progresso de uma nação e pode ser vista como um patrimônio público. A busca por qualidade educacional, portanto, tem sido amplamente investigada em diversas áreas de pesquisa. Entre essas iniciativas, destaca-se a avaliação institucional, que resalta os desafios relacionados ao diagnóstico do funcionamento interno de uma instituição educacional ([HEIDERSCHEIDT; FORCELLINI, 2023](#)).

O [SINAES \(Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior\)](#), instituído pela Lei nº 10.861, estabeleceu a obrigatoriedade de criação da [CPA](#) nas universidades, com o objetivo de aprimorar as práticas institucionais. A [CPA](#) tem a função de coordenar todo o processo de autoavaliação da [IES \(Instituição de Ensino Superior\)](#) à qual pertence, com autonomia em relação à administração superior, conselhos e demais órgãos colegiados. Além disso, cabe à [CPA](#) sistematizar as informações coletadas no processo avaliativo e fornecê-las ao [INEP \(Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira\)](#), sempre que solicitado ([SOUZA; GUERRA, 2020](#)).

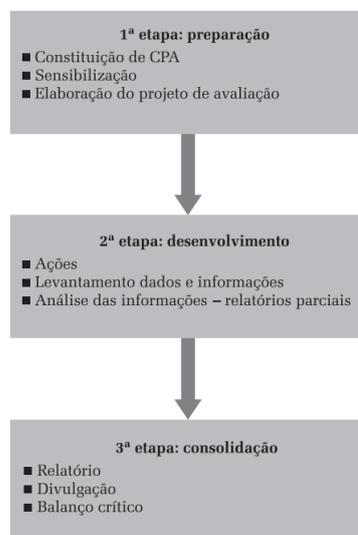
A autoavaliação, alinhada ao [PDI \(Plano de Desenvolvimento Institucional\)](#) da [IES](#), busca promover o autoconhecimento coletivo da universidade. Essa avaliação envolve todos os segmentos acadêmicos e é estruturada de acordo com as categorias definidas pela Nota Técnica nº 065 do [INEP](#), que contemplam as seguintes dimensões:

- Dimensão 1: Missão e o plano de desenvolvimento institucional ([PDI](#)).

- Dimensão 2: Política para o ensino, a pesquisa, a pós-graduação.
- Dimensão 3: Responsabilidade social da instituição.
- Dimensão 4: Comunicação com a sociedade.
- Dimensão 5: Políticas de pessoal (docentes e técnico-administrativos) e carreiras.
- Dimensão 6: Organização e gestão.
- Dimensão 7: Infra-estrutura física, especialmente a de ensino e de pesquisa, biblioteca, recursos de informação e comunicação.
- Dimensão 8: Planejamento e avaliação.
- Dimensão 9: Políticas de atendimento aos estudantes, incluindo egressos.
- Dimensão 10: Sustentabilidade financeira.

A CONAES (Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior), através do documento “Orientações Gerais para Elaboração do Roteiro de Autoavaliação das Instituições” (CONAES, 2004), guia a elaboração das questões que devem ser incorporadas nos instrumentos de coleta de dados para cada uma das dimensões mencionadas. Estas diretrizes oferecem orientações tanto para os elementos centrais obrigatórios, que devem ser integralmente incorporados aos processos de avaliação interna, quanto para os elementos opcionais, que podem ser adaptados conforme a realidade e o contexto específico de cada avaliação institucional. As etapas do processo de avaliação interna conforme definido pelo CONAES devem seguir as fases e as principais ações relevantes definidas na Figura 1.

Figura 1 – Etapas da avaliação interna.



Fonte: CONAES (2004).

Embora os referenciais teóricos do [SINAES](#) orientassem os trabalhos das [CPAs](#), nada impedia que estas, dependendo do nível de auto-organização, do grau de politização existente e da forma como sua inserção na vida institucional fosse concebida, pudessem planejar estratégias de ação para maximizar os melhores usos pedagógicos e políticos da avaliação ([SORDI, 2011](#)).

Na prática, observou-se um desvio ou enfraquecimento da proposta original das [CPAs](#), que passaram a atuar mais como órgãos de coleta e envio de dados para o [MEC \(Ministério da Educação\)/INEP](#). Esse foco afastou as [CPAs](#) de seu papel essencial de envolver a comunidade universitária na interpretação dos dados coletados e sua aplicação aos projetos institucionais. Esse desvio pode explicar a baixa influência das [CPAs](#) nas decisões institucionais ([SORDI, 2011](#)).

Portanto, refletir criticamente sobre os obstáculos enfrentados pelas [IES](#) para implementar a [CPA](#) e realizar a autoavaliação é essencial. [Zainko \(2008\)](#) e [Brito et al. \(2021\)](#) destacam problemas políticos, falta de pessoal qualificado, ausência de discussões internas e dificuldades na realização da autoavaliação como desafios. [Peixoto \(2009\)](#), enfatiza a necessidade de sensibilizar a comunidade interna e incentivar a participação dos atores institucionais. Esses pontos são cruciais para que a [CPA](#) funcione como uma ponte entre a comunidade acadêmica e a gestão das instituições de ensino ([BRITO et al., 2021](#)).

Quando a [CPA](#) desempenha seu papel de forma eficiente, ela fornece à instituição uma visão detalhada dos pontos fortes e das áreas que necessitam de melhoria, criando uma base sólida para a tomada de decisões estratégicas e o desenvolvimento de políticas institucionais que promovam o crescimento acadêmico e administrativo. Assim, a autoavaliação conduzida pela [CPA](#) tem o potencial de orientar as [IES](#) na busca contínua pela qualidade educacional, fortalecendo o vínculo com a comunidade acadêmica e contribuindo para o aprimoramento das práticas institucionais.

2.2 Processamento de Linguagem Natural

O [PLN](#) é uma técnica analítica automatizada que visa analisar e compreender a linguagem humana, permitindo extrair informações contidas em conjuntos de dados textuais, sem a necessidade de realizar trabalhos computacionais complexos ([KANG et al., 2020](#)). Essa área é composta por duas subáreas principais: a Compreensão da Linguagem Natural, focada em interpretar a linguagem humana, e a Geração de Linguagem Natural, que lida com a criação de texto compreensível e adequado ao contexto ([KHURANA et al., 2023](#)).

Os avanços recentes no [PLN](#), especialmente com o uso de redes neurais, têm impulsionado pesquisas em áreas como classificação de texto, análise semântica e extração de informações ([FALCÃO; LOPES; SOUZA, 2022](#)). Na classificação de texto, destacam-se

tarefas como análise de sentimento e classificação de emoções.

A análise de sentimentos busca identificar como os sentimentos são expressos em textos, determinando se indicam opiniões positivas ou negativas sobre o assunto. Esse processo envolve a identificação das expressões de sentimentos, sua polaridade e intensidade, além de sua relação com o tema abordado (NASUKAWA; YI, 2003). A pesquisa em análise de sentimentos possui impacto significativo não apenas na área de PLN, mas também na administração, ciência política, economia e ciências sociais, já que todas essas áreas são influenciadas pelas opiniões das pessoas (LIU, 2022).

Já a detecção de emoções em textos, é uma área de estudo na qual pesquisadores buscam identificar e classificar emoções, como felicidade, raiva e surpresa, expressas em documentos (LI; XU, 2014). Essa tarefa baseia-se em teorias psicológicas sobre emoções básicas, como as propostas por Scherer (1994), que sugerem a existência de emoções universais: alegria, tristeza, medo, raiva, surpresa e nojo.

Entretanto, não há consenso sobre quais categorias de emoções devem ser utilizadas, pois as emoções humanas são complexas e dependem do contexto. Por isso, cada autor tende a adotar um conjunto de categorias que melhor se alinha aos objetivos específicos de sua pesquisa (SANTOS; BECKER; MOREIRA, 2014). Além disso, sistemas de classificação que atribuem um único rótulo emocional por documento podem apresentar baixo desempenho quando as expressões emocionais não são adequadamente representadas por apenas uma categoria (MOWER; MATARIĆ; NARAYANAN, 2010).

Para realizar a tarefa de classificação de emoções e sentimentos em textos, sistemas automáticos utilizam diferentes abordagens, incluindo técnicas de Aprendizado de Máquina (MOHAMMAD; TURNEY, 2013). Entre os modelos disponíveis, o BERT se destaca pela simplicidade de uso, permitindo alcançar alta precisão em diversas tarefas de processamento de linguagem natural com a adição de apenas uma camada de saída à sua arquitetura neural (KOROTEEV, 2021). Modelos de linguagem pré-treinados como o BERT são avançados sistemas de IA, desenvolvidos a partir de grandes volumes de dados textuais, capacitando-os para executar tarefas como classificação e extração de características (DEVLIN et al., 2018).

O modelo original do BERT foi desenvolvido para a língua inglesa, o que gera uma carência de modelos competitivos e abertos para outras línguas, como o português (RODRIGUES et al., 2023). Para suprir essa necessidade, foi desenvolvido o BERTabaporu, um modelo derivado do BERT que processa textos em português brasileiro com maior eficiência. O modelo foi treinado com uma coleção de 238 milhões de *tweets* de mais de 100 mil usuários do Twitter, totalizando mais de 2,9 bilhões de *tokens* (PARABONI, 2023).

O BERT, em particular, é amplamente utilizado pela comunidade de PLN, principalmente por fazer uso da arquitetura de *Transformers* (SALICİ; ÖLÇER, 2024). Os

Transformers rapidamente se tornaram a arquitetura dominante para o processamento de linguagem natural, superando outras arquiteturas neurais, como redes convolucionais e recorrentes, em tarefas de compreensão e geração de linguagem (WOLF et al., 2020).

Após ser pré-treinado em grandes *corpora* não supervisionados, o modelo *Transformer* apresenta uma melhoria significativa em relação ao estado da arte existente ao ser ajustado para diversas tarefas de PLN, como reconhecimento de entidades nomeadas e resposta a perguntas (CHANG et al., 2020).

Além disso, a arquitetura dos *Transformers*, fundamentada no mecanismo de atenção, difere das redes neurais recorrentes ao permitir a análise de uma frase inteira ou até mesmo de um parágrafo de forma simultânea, em vez de processar palavra por palavra. Essa abordagem possibilita ao modelo capturar de maneira mais precisa o contexto de cada palavra no texto (KORA; MOHAMMED, 2023).

Esse avanço gerou uma série de desafios práticos para a ampla utilização desses modelos. Apesar dos *Transformers* oferecerem flexibilidade para escalar em alta complexidade paramétrica e possibilitarem o treinamento de grandes modelos, essa característica acarreta elevados custos computacionais tanto no treinamento quanto na inferência (KHAN et al., 2022).

Desde a introdução da tecnologia dos *Transformers*, seu uso se tornou generalizado e teve um impacto profundo no campo do PLN (PATWARDHAN; MARRONE; SANSONE, 2023). A ampla adoção de métodos pré-treinados levou à necessidade de distribuir, ajustar, implantar e compactar os modelos essenciais para a comunidade (WOLF et al., 2020).

Atualmente, ferramentas de aprendizado de máquina e PLN têm sido amplamente utilizadas em diversos campos, demonstrando eficiência na execução de uma variedade de tarefas (POLO; CIOCHETTI; BERTOLO, 2021). Wang et al. (2019) destaca a relevância de expandir o uso de ferramentas de PLN, especialmente para explorar dados textuais em áreas estratégicas, como a saúde, contribuindo para práticas fundamentadas em evidências e pesquisas científicas mais robustas. Nesse sentido, a aplicação de técnicas de PLN mostra-se justificada para a análise de dados textuais para o contexto da tomada de decisão.

2.3 Análise de Dados Educacionais

O crescimento das pesquisas em ferramentas de suporte à tomada de decisão tem sido significativo, impulsionado pela evolução das tecnologias digitais e de IA (BOSE, 2009). Essas ferramentas englobam uma variedade de abordagens, incluindo soluções baseadas em IA, técnicas de PLN aplicadas a dados de saúde e ferramentas digitais que operam sem o uso de IA. O objetivo comum de todas essas ferramentas é oferecer suporte para

a tomada de decisão nos respectivos contextos de aplicação, seja na saúde, educação ou outros campos (LAI et al., 2021). Com base nisso, foi realizada uma busca por artigos que discutissem diferentes abordagens e tecnologias nessa área, resultando na seleção de cinco estudos que exemplificam essas iniciativas.

Motivados pela necessidade de atualizar os métodos existentes de gestão e ensino através de uma rede na reforma educacional, Zhang, Wei e Han (2021) desenvolveram um sistema de avaliação de ensino para gerenciamento e exibição de dados. O trabalho é focado em centralizar os dados de diversas fontes em um sistema para facilitar análises futuras.

No trabalho de Neto, Vasconcelos e Zanchettin (2021) é apresentada uma solução de inteligência artificial para predição do desempenho das escolas no exame do SARESP (Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo). Com o uso da metodologia CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*), foi construída uma solução de Mineração de Dados Educacionais para predizer o desempenho escolar e interpretar os resultados. Os dados foram minerados da base de dados pública fornecida pela SEDUC-SP (Secretaria de Educação do Estado de São Paulo), que coleta informações sobre notas e escolas. O processamento de dados e análise dos resultados foram realizados por meio de *scripts* na linguagem *python*.

Qi (2022) busca aprimorar a qualidade do ensino universitário de forma objetiva por meio do desenvolvimento de um sistema acadêmico com integrações. A proposta apresentada visa superar os desafios relacionados à análise estatística de grandes volumes de dados, um problema tradicionalmente enfrentado na avaliação da qualidade do ensino. O sistema permite a integração com outros sistemas de gestão institucional, como o financeiro, e inclui funcionalidades para o gerenciamento de dados, esquemas de avaliação e supervisão do ensino. Além disso, facilita a avaliação online e o monitoramento contínuo da qualidade do ensino, atendendo às necessidades práticas diárias da instituição.

Gottipati, Shankararaman e Lin (2018) propõem uma solução para a análise de avaliações de ensino, utilizando a técnica de modelagem de tópicos LDA (*Latent Dirichlet Allocation*) para identificar aspectos ou tópicos nos comentários dos alunos. A abordagem inclui a aplicação de técnicas de mineração de sentimentos para classificar os comentários como positivos ou negativos. A validação da solução foi realizada por meio da aplicação do modelo a dados coletados nas avaliações de ensino da Singapore Management University, abrangendo 183 cursos ao longo de quatro anos. Os resultados demonstraram que o LDA supera modelos de *clustering* em coerência temática, permitindo a classificação de comentários em múltiplos tópicos relevantes. Além disso, a análise de sentimentos, utilizando uma versão aprimorada do *Textblob*, alcançou um F-Score de 91,68%, indicando alta precisão na classificação de sentimentos. Os resultados foram apresentados em um painel interativo, facilitando a tomada de decisões informadas sobre melhorias no currículo

e na prática de ensino.

Mu, Li e Zan (2020) construíram uma base de dados de textos de avaliação de ensino para classificação de sentimento. Os textos iniciais foram coletados em uma universidade e processados, incluindo 10.299 sentenças chinesas. A rotulação dos textos foi realizada manualmente em três classes: positivo, negativo e neutro, de acordo com as regras elaboradas por especialistas em educação. Além disso, foi proposto um método de classificação de sentimentos para textos de avaliação de ensino utilizando uma rede neural BiLSTM (*Bidirectional Long Short-Term Memory*) com mecanismo de atenção, combinada com Relacionamentos Sintáticos (BLASR). Os resultados obtidos indicam a eficácia da técnica proposta na classificação, sugerindo sua aplicabilidade no sistema de avaliação de docentes das faculdades.

Este trabalho se diferencia dos demais ao propor um artefato destinado a auxiliar a tomada de decisão no âmbito acadêmico, integrando dados no sistema, realizando o processamento e extração de informações por meio de um modelo BERT (*Bidirectional Encoder Representations for Transformers*) treinado para textos em português e apresentando os resultados em uma interface de usuário intuitiva. Com isso, a solução facilita a interpretação e análise de dados textuais pelos gestores, fornecendo informações relevantes para o processo decisório institucional.

3 Metodologia

3.1 Design Science Research Methodology

A [DSR](#) é um paradigma de ciência e de produção de conhecimento, que se popularizou na área de [SI \(Sistemas de Informação\)](#), para pesquisas cujo objetivo é gerar conhecimento que possibilite o desenvolvimento de soluções baseadas em tecnologias para problemas importantes de negócios ([HEVNER et al., 2004](#)).

Para [Peppers et al. \(2007\)](#), a [DSR](#) é um paradigma epistemológico para construir conhecimento sobre o mundo a partir do projeto de artefatos, o conceito de artefato não se restringe a objetos físicos. Um artefato é algo projetado, um engenho, uma artificialidade e também abstrações. Em princípio, qualquer coisa projetada para alcançar um objetivo pode ser considerada um artefato.

Uma pesquisa que adota as diretrizes dessa abordagem possui dois objetivos principais: (1) solucionar um problema prático em um contexto específico por meio de um artefato e (2) gerar novo conhecimento científico. Para garantir que esses objetivos sejam alcançados, são definidos três componentes que sustentam o processo de pesquisa: os ciclos de Relevância, Rigor e Design ([HEVNER, 2007](#)). Estes ciclos não devem ser interpretados como etapas sequenciais. Os ciclos estabelecem uma relação dinâmica entre prática e teoria ao longo do desenvolvimento do artefato.

De acordo com [Pimentel, Filippo e Santoro \(2019\)](#), o ciclo de Relevância concentra-se no problema prático que a pesquisa visa resolver, estabelecendo a relevância e o contexto do artefato para atender às necessidades do usuário final. Este ciclo envolve a compreensão e a definição do problema. Já o ciclo de Design refere-se à criação e refinamento do artefato, envolvendo iterações de design e aprimoramento, com foco na construção de soluções para atender aos requisitos identificados no ciclo de Relevância.

Por fim, o ciclo do Rigor foca no rigor metodológico e científico, integrando conhecimento teórico e técnico. Esse ciclo assegura que o artefato é desenvolvido com base em literatura relevante e técnicas apropriadas, visando uma contribuição científica sólida ([PEFFERS et al., 2007](#)).

Como paradigma epistemológico, a [DSR](#) propõe conceitos fundamentais para a geração de conhecimento científico por meio da criação e avaliação de artefatos. Para estruturar as etapas de execução da pesquisa em alinhamento com os princípios da [DSR](#), pode-se adotar a [DSRM](#), que é uma metodologia projetada especificamente para orientar pesquisas em [DSR](#). De acordo com [Dresch, Lacerda e Junior \(2020\)](#), a [DSRM](#) é adequada para pesquisas em diversas áreas, especialmente quando o objetivo é desenvolver soluções

para problemas reais, reduzindo o distanciamento entre a prática e a teoria.

Para garantir uma condução clara e orientada da pesquisa em *DSRM*, é fundamental compreender as principais atividades que estruturam esse processo. Desenvolvida a partir de uma extensa revisão da literatura, a metodologia integra elementos comuns identificados em estudos anteriores e adota uma abordagem consensual entre diferentes perspectivas de pesquisadores nas áreas de *SI* e engenharia (PEFFERS et al., 2007).

Conforme destacado por Peffers et al. (2007), a *DSRM* propõe uma sequência estruturada de atividades, que guia o pesquisador desde a identificação de um problema relevante até o desenvolvimento e avaliação de um artefato que ofereça uma solução prática e significativa. As seis etapas fundamentais da *DSRM* são apresentadas na Tabela 1, cada uma desempenha um papel essencial para assegurar o rigor e a eficácia do processo de pesquisa em *Design Science*.

Tabela 1 – Etapas do *Design Science Research Methodology*

| Etapa da pesquisa | Objetivos |
|--|---|
| Identificação do Problema e Motivação | <ul style="list-style-type: none"> • Compreender e definir o problema. • Justificar a relevância tanto prática, quanto científica. |
| Definição dos Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> • Identificar quais requisitos um artefato deve atingir para solucionar o problema de forma eficiente e eficaz. |
| Concepção e Desenvolvimento (O artefato) | <ul style="list-style-type: none"> • Projetar e construir o artefato com base nos objetivos identificados. |
| Demonstração | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar o artefato em um cenário específico, com foco em ilustrar sua funcionalidade e operação no contexto proposto, preferencialmente, em um contexto real. |
| Avaliação | <ul style="list-style-type: none"> • Avaliar se o artefato atende aos objetivos definidos e se resolve o problema identificado. • Se necessário, voltar para as etapas anteriores. |
| Comunicação da Pesquisa | <ul style="list-style-type: none"> • Publicações e divulgação científica. |

Fonte: Adaptado de Venable, Pries-Heje e Baskerville (2017).

Na primeira etapa, ocorre a definição do problema de pesquisa, sendo essencial justificar o valor de uma solução (OFFERMANN et al., 2009). Para desenvolver um artefato eficaz, é vantajoso decompor conceitualmente a definição do problema, permitindo que a solução abarque sua complexidade. Justificar o valor de uma solução motiva pesquisadores e o público a buscar e aceitar os resultados, além de ajudar a entender o raciocínio por trás da interpretação do problema pelo pesquisador (HEVNER et al., 2010). Os recursos necessários para esta atividade incluem o conhecimento do estado do problema e a importância de sua solução.

A segunda etapa define os objetivos para uma solução. Os objetivos de uma solução devem ser inferidos a partir da definição do problema e do conhecimento do que é factível, podendo ser quantitativos, como indicadores de melhoria em relação às soluções atuais, ou qualitativos, por exemplo, onde se espera que um novo artefato suporte soluções para problemas não abordados até então (PEFFERS et al., 2020).

Esses objetivos precisam ser definidos de forma lógica a partir do problema, com base no conhecimento do estado atual dos problemas, das soluções existentes e de sua eficácia, quando aplicável (HEVNER et al., 2010).

A terceira etapa é a concepção e desenvolvimento. Esta etapa, envolve a criação do artefato, que pode se manifestar como construções, modelos, métodos ou instanciações, todos definidos de forma ampla (HEVNER et al., 2010). Esses artefatos representam novas propriedades de recursos técnicos, sociais e/ou informacionais e são projetados para incorporar uma contribuição de pesquisa em seu design (PEFFERS et al., 2007). Esta atividade inclui determinar a funcionalidade desejada do artefato e sua arquitetura e, em seguida, criar o artefato real (BROCKE; HEVNER; MAEDCHE, 2020).

A demonstração é a quarta etapa dessa metodologia. O objetivo é demonstrar o uso do artefato para resolver o problema. Isso pode ser realizado de diversas formas como experimentação, simulação, estudo de caso, prova ou outra atividade apropriada (PEFFERS et al., 2020). Segundo o mesmo autor, os recursos necessários para a demonstração incluem um conhecimento eficaz de como utilizar o artefato para resolver o problema.

A quinta etapa é a avaliação, na qual é medida a eficácia do artefato em oferecer uma solução para o problema identificado. Essa atividade envolve a comparação entre os objetivos propostos e os resultados reais observados no uso do artefato em seu contexto de aplicação (BROCKE; HEVNER; MAEDCHE, 2020). Ao final dessa atividade, os pesquisadores podem decidir entre retornar à etapa de *design* e desenvolvimento para aprimorar o artefato ou prosseguir com a comunicação dos resultados, deixando melhorias para projetos futuros.

A última etapa é a de comunicação e consiste em apresentar o problema e sua relevância, o artefato desenvolvido, sua utilidade e inovação, o rigor de seu design e sua

eficácia para pesquisadores e outros públicos pertinentes, incluindo profissionais da área, quando apropriado (PEFFERS et al., 2020). A comunicação eficaz exige um conhecimento aprofundado da cultura disciplinar.

O presente estudo adota o paradigma da DSR, utilizando a metodologia DSRM para estruturar o desenvolvimento do artefato proposto. Este capítulo apresenta uma síntese de como a DSRM foi aplicada para atender às demandas identificadas. Além disso, são detalhadas as duas primeiras etapas da DSRM, que envolvem a identificação do problema e a definição dos objetivos da solução. Essa abordagem visa assegurar a aplicação rigorosa da metodologia, promovendo uma integração eficaz entre a teoria e a prática.

O artefato proposto foi denominado como *Analisa CPA*. A metodologia utilizada define as etapas necessárias para alcançar os objetivos estabelecidos. Essas etapas foram conduzidas por meio de um processo iterativo, organizado em três ciclos de desenvolvimento. Cada ciclo teve como objetivo aprimorar o artefato de forma incremental, garantindo sua evolução com base em *feedbacks* e análises realizadas ao longo do estudo. Os detalhes sobre a execução desses ciclos são apresentados na Seção 3.3 e descritos em maior profundidade nos Capítulos 4, 5 e 6.

A Seção 3.1 do Capítulo de Fundamentação Teórica apresentou e definiu as diretrizes para cada etapa da DSRM, aqui a Tabela 2 apresenta uma sintetização do que foi realizado em cada uma das etapas previstas na DSRM.

Além das diretrizes empregadas para conduzir a pesquisa, foi utilizado um mapeamento de elementos proposto por Pimentel, Filippo e Santoro (2019), que aborda os componentes esperados em uma pesquisa que adota a DSR. A Figura 2 apresenta essa estrutura, que foi utilizada como referência para a organização do estudo.

No contexto deste estudo, o mapa de elementos foi ajustado para atender às especificidades da pesquisa, garantindo maior alinhamento com os objetivos e particularidades do artefato desenvolvido. A adaptação envolveu a reorganização do modelo em três perspectivas principais: (1) o problema e o contexto da aplicação, que detalha os desafios e demandas do domínio de estudo; (2) o artefato desenvolvido, que descreve a solução projetada e suas funcionalidades; e (3) a abordagem teórica, que inclui o quadro teórico e as conjecturas que embasam o estudo. A versão ajustada deste mapa, utilizada ao longo do desenvolvimento da pesquisa, está apresentada na Figura 3.

Essas adaptações possibilitaram uma estruturação clara do estudo, relacionando as etapas metodológicas com os elementos teóricos e práticos necessários para atender aos objetivos propostos.

Tabela 2 – Diretrizes do *Design Science Research*

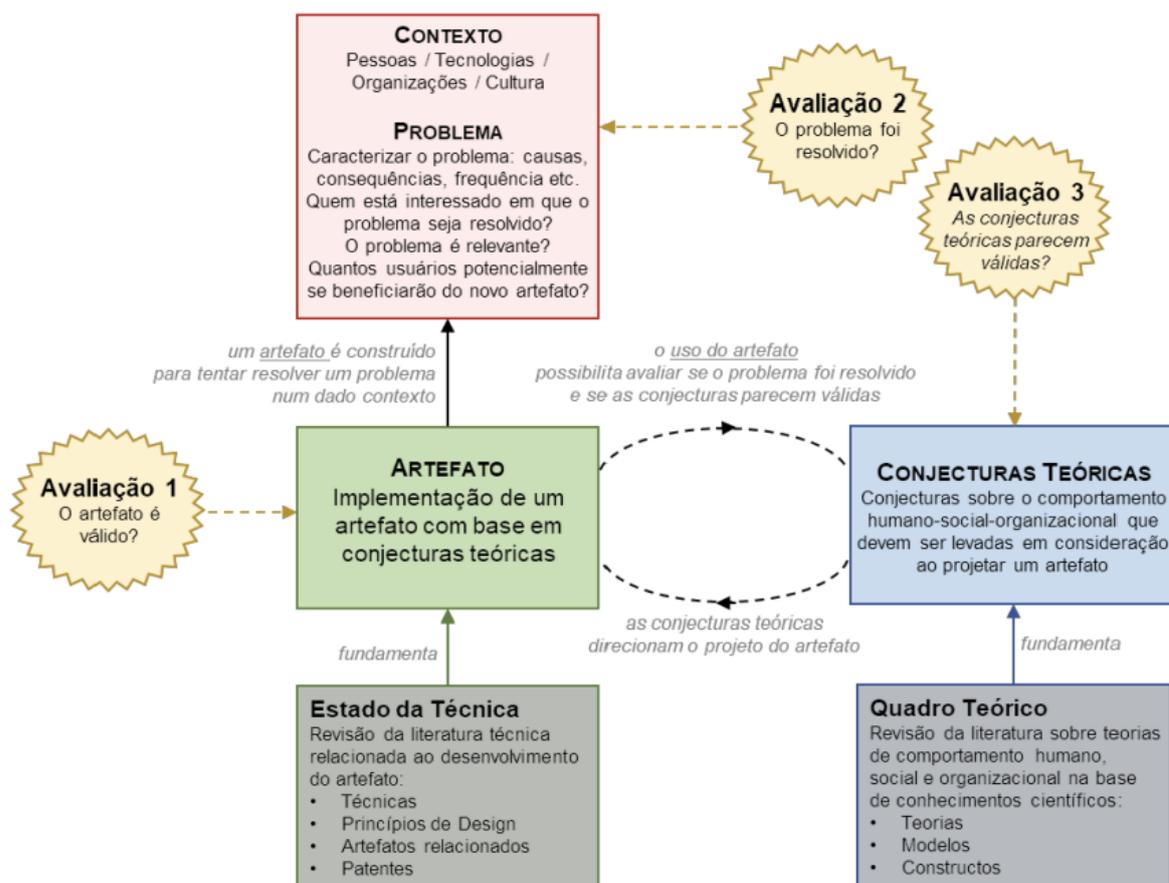
| Diretriz | Aplicação da Diretriz |
|--|--|
| Identificação do Problema e Motivação | O problema abordado nesta pesquisa concentra-se na dificuldade de analisar dados textuais provenientes de avaliações institucionais em instituições de ensino superior. Mais especificamente, os dados considerados foram os comentários fornecidos pela comunidade quando das avaliações conduzidas pela CPA da UNIFEI. A criação de uma solução que facilite essa tarefa representa um grande desafio. |
| Definição dos Objetivos | Desenvolver um artefato que utilize os dados textuais produzidos nas autoavaliações da CPA para gerar conhecimento estruturado e informações úteis, oferecendo suporte aos gestores acadêmicos na tomada de decisões mais embasadas e alinhadas às demandas institucionais; |
| Concepção e Desenvolvimento (O artefato) | O artefato resultante desta pesquisa consiste em um sistema web que foi desenvolvido utilizando os <i>frameworks</i> de programação <i>Angular</i> e <i>Django</i> . A classificação de sentimentos e emoções utilizando o BERT e a geração de gráficos através das bibliotecas <i>highcharts</i> e <i>echarts</i> |
| Demonstração | O artefato foi disponibilizado em um ambiente real a um grupo de usuários de diferentes perfis na UNIFEI. É importante ressaltar que o artefato foi institucionalizado como uma ferramenta de apoio à gestão da Universidade. |
| Avaliação | A avaliação foi realizada por meio de entrevista com gestores e diretores de instituto na UNIFEI, para avaliar se o artefato conseguiu cumprir o objetivos estabelecidos. |
| Comunicação da Pesquisa | Publicação de artigos sobre a pesquisa. Visa a comunidade científica interessada no desenvolvimento, pesquisa e inovação de sistemas nessa linha de PLN com aplicabilidade em cenários relacionados. |

Fonte: Adaptado de Venable, Pries-Heje e Baskerville (2017).

3.2 Identificação do problema e a definição dos objetivos da solução

Essa seção descreve a estratégia utilizada para a identificação do problema e a definição dos objetivos da solução, primeira e segunda etapas da DSRM, respectivamente. Essas etapas são importantes porque é necessário entender qual aspecto do problema pretende-se abordar. No caso desse trabalho, inclui investigar quais elementos são essenciais para a tomada de decisão no contexto da CPA, por meio do uso de uma ferramenta de

Figura 2 – Mapa de elementos esperados de uma pesquisa na abordagem DSR.



Fonte: Pimentel, Filippo e Santoro (2019).

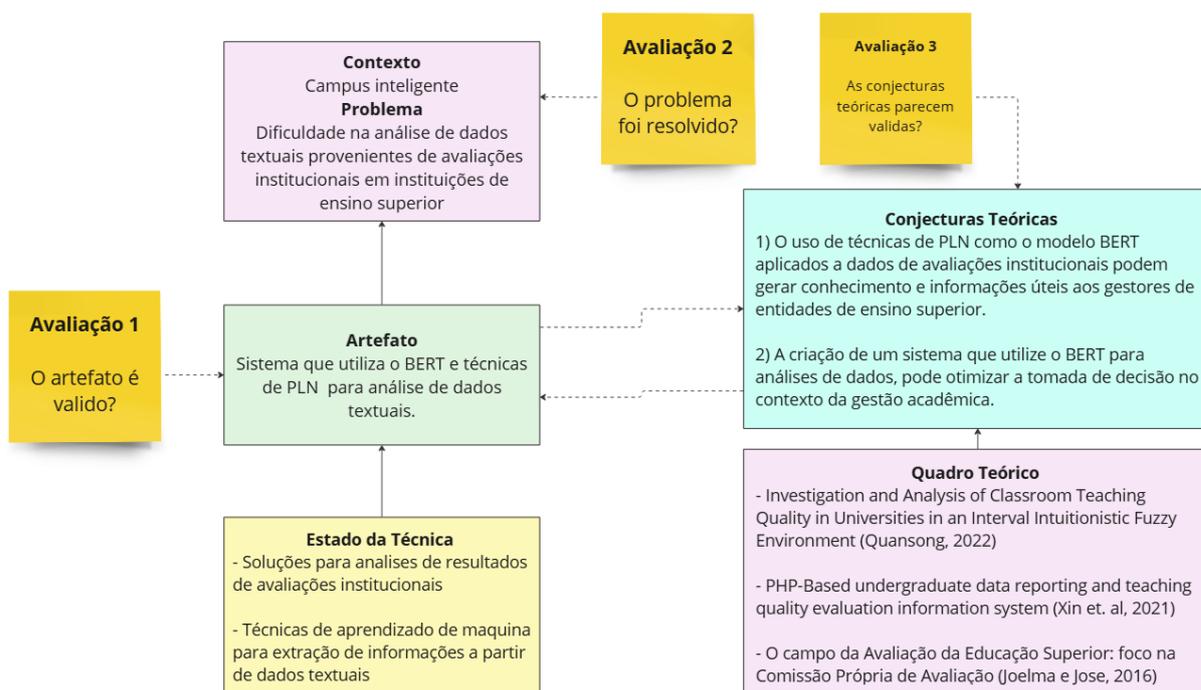
análise de dados textuais.

Para a execução destas etapas, foi realizado um estudo de caso na Universidade Federal de Itajubá com o objetivo de identificar as demandas dos diretores e gestores que fazem uso de dados gerados pela avaliação da CPA para auxiliar a tomada de decisões no contexto da UNIFEI.

Primeiramente, para identificar o problema é necessário entender o atual processo realizado pela CPA, desde a etapa coleta dos dados com o formulário de autoavaliação até a etapa de divulgação dos resultados. Desta forma é necessário entender o funcionamento da CPA e como a UNIFEI realiza as suas avaliações internas.

Neste contexto, foi utilizado o ano de 2022 como referência, pois é o último relatório com dados institucionais completos (Universidade Federal de Itajubá, 2024). Nesse ano, a UNIFEI contava com uma comunidade acadêmica composta por um grande número de possíveis respondentes, incluindo 6.434 discentes de graduação em ensino presencial, 789 discentes de pós-graduação presencial, 495 docentes, 390 servidores técnico-administrativos (staes) e um número adicional de empregados públicos e anistiados. Essa diversidade de perfis reflete a complexidade e a amplitude da comunidade universitária da UNIFEI,

Figura 3 – Mapeamento dos elementos da DSR para o desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: Adaptado de Pimentel, Filippo e Santoro (2019).

tornando essencial que o processo de autoavaliação seja abrangente e consiga captar as percepções de diferentes segmentos, visando uma análise precisa e representativa da instituição.

A CPA foi criada em 30 de junho de 2004 na UNIFEI e foi estabelecida em conformidade com o Artigo 11º da Lei 10861/04. O processo de autoavaliação na UNIFEI tem avançado continuamente para oferecer uma compreensão abrangente da realidade universitária. Esse processo fornece informações essenciais para os gestores tomarem decisões informadas, promovendo o desenvolvimento institucional consciente e orientando a implementação de melhorias e expansões no ensino oferecido.

A CPA coleta dados ao final de cada semestre por meio de questionários online disponibilizados no sistema acadêmico da universidade, o SIGAA (Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas). Esse sistema centraliza diversas informações acadêmicas, como declarações e atestados, permitindo que esses documentos sejam obtidos pela internet, eliminando a necessidade de deslocamento até a universidade. O SIGAA reúne dados completos sobre atividades de ensino, pesquisa e extensão, incluindo participações em monitorias, projetos de extensão e bolsas de iniciação científica.

Para responder ao questionário proposto pela CPA, os usuários devem acessar o sistema SIGAA ou SIGAdmin (Sistema de Administração dos Sistemas (Técnica e Gestão)) (no caso dos técnico-administrativos), fazer login com senha pessoal e seguir as instruções fornecidas, sendo a resposta opcional. As respostas são armazenadas em um banco de

dados com acesso restrito a servidores específicos da [DTI \(Diretoria de Tecnologia da Informação\)](#), garantindo que a coordenação, os membros da [CPA](#) e qualquer outro usuário da [UNIFEI](#) não tenham conhecimento da identidade dos respondentes, preservando o sigilo das informações coletadas.

Na etapa final da execução da autoavaliação, os dados numéricos coletados são processados matematicamente para extrair percentuais, médias, moda, medianas e outros valores que auxiliem na interpretação das respostas objetivas. As informações subjetivas fornecidas nos campos de comentários, também são sistematizadas e analisadas pela [CPA](#) por meio da seguinte metodologia:

- Separar as informações por unidade administrativa ou acadêmica;
- Separar as informações por segmento da comunidade universitária;
- Analisar quantitativamente as informações objetivas por segmento da comunidade universitária;
- Analisar qualitativamente as informações subjetivas dos docentes e discentes no sistema [SIGAA](#);
- Consolidar as informações subjetivas submetidas pelos docentes e discentes no sistema [SIGAA](#) e disponibilizá-las aos gestores das unidades acadêmicas;
- Analisar qualitativamente as informações subjetivas submetidas pelos técnico-administrativos (staes);
- Categorizar as informações subjetivas com relação ao desempenho docente com base nos deveres do docente, definidos pelo Código de Ética da Universidade Federal de Itajubá;
- Quantificar as informações subjetivas com relação ao desempenho docente com base nos deveres do docente, definidos pelo Código de Ética da Universidade Federal de Itajubá;
- Quantificar as informações subjetivas submetidas pelos discentes, incluindo:
 - Total de comentários analisados;
 - Total de comentários moderados;
 - Total de pontos de atenção, negativos e positivos, identificados nos comentários dos discentes, por tipo e por unidade acadêmica de vinculação do docente;
- Separar e encaminhar as análises realizadas por segmento da comunidade universitária por função de negócio e encaminhá-las às unidades de respectiva competência administrativa;

- Sistematizar todas as informações que farão parte do relatório anual de autoavaliação.

Após a conclusão dessas etapas, inicia-se a fase de análise crítica, na qual a CPA se coloca à disposição dos gestores da UNIFEI para discutir e propor ações para o próximo ano, recebendo também *feedback* sobre a qualidade do trabalho realizado e sugestões de melhorias para o processo avaliativo. Nesse momento, a CPA compila sugestões e críticas da comunidade acadêmica, refletindo sobre possíveis aprimoramentos para a avaliação seguinte. Durante essa fase, é elaborado o relatório anual de autoavaliação, que resume as conclusões das fases anteriores. Esse relatório, preparado entre janeiro e março, é submetido no final de março, após a segunda autoavaliação, realizada ao término do segundo semestre. Todas essas informações sobre o processo de autoavaliação conduzido pela CPA na UNIFEI estão disponíveis no site da comissão (Universidade Federal de Itajubá, 2024).

Ao considerar o trabalho extenso e detalhado executado pela equipe da CPA, é válido afirmar que existe uma necessidade concreta por um artefato com funcionalidades que possam auxiliar de forma eficiente no processo de análise dos dados. A complexidade das etapas de coleta, sistematização e interpretação das informações, bem como a necessidade de compilar resultados quantitativos e qualitativos, exige uma solução que otimize o tratamento dos dados e ofereça informações claras e acessíveis. Um artefato voltado para essas finalidades não apenas facilitaria o trabalho da CPA, mas também contribuiria para aumentar a precisão e a agilidade das análises, promovendo uma autoavaliação mais estratégica e eficaz para as unidades acadêmicas e administrativas da UNIFEI.

3.3 Ciclos da Pesquisa

Esta pesquisa foi realizada em três ciclos, a cada ciclo, a solução foi incrementada até atingir um MVP (*Minimum Viable Product*) (Produto Mínimo Viável) que pudesse ser implantado em um ambiente real. No primeiro ciclo, o foco foi a técnica de classificação de sentimentos usada para gerar conhecimento a partir dos comentários, resultando em uma versão inicial do sistema. Ao final do ciclo 1, o artefato foi avaliado qualitativamente por meio de uma entrevista, identificando melhorias necessárias para que os objetivos fossem alcançados. O primeiro ciclo está detalhado no Capítulo 4.

No segundo ciclo, o foco foi a melhoria da técnica de classificação de sentimentos. Além disso, optou-se por estender a solução com a utilização da modelagem de tópicos. O ciclo também foi finalizado com uma avaliação qualitativa. O segundo ciclo está abordado no Capítulo 5.

Por fim, a partir das considerações realizadas sobre os resultados do primeiro e segundo ciclos, foi executado o último ciclo de desenvolvimento, que está descrito no Capítulo 6. Neste ciclo, as técnicas de PLN foram refinadas, e ajustes relacionados à

visualização dos dados foram aplicados. Além disso, o sistema foi implantado no ambiente real da instituição para que diferentes perfis de usuários gestores pudessem utilizar e avaliar a solução proposta.

4 Ciclo 1

4.1 Considerações iniciais

Neste capítulo será descrito o primeiro ciclo de desenvolvimento do artefato, o *Analisa CPA*. Este ciclo foi realizado em 3 etapas:

1. Diagnóstico do problema: Esta etapa focou no entendimento aprofundado do problema e dos objetivos da solução proposta. O processo incluiu uma análise do método de avaliação atualmente utilizado pela CPA, além do mecanismo de coleta e organização dos dados. Diversos encontros foram realizados com os membros da CPA e o grupo de pesquisa, permitindo estabelecer os objetivos detalhados para o *Analisa CPA*. Além disso os dados e seu acesso são discutidos na Seção 4.2. Adicionalmente, as técnicas de PLN para análise textual estão na Seção 4.3;
2. Desenvolvimento da solução inicial: Nesta etapa, a primeira versão do *Analisa CPA* foi criada, utilizando as informações coletadas durante a fase de diagnóstico. Esta versão inicial do sistema foi estruturada para atender aos requisitos identificados e inclui funcionalidades específicas para análise de sentimentos e visualização de dados. A arquitetura proposta para o sistema e a descrição das funcionalidades estão detalhadas na Seção 4.4;
3. Avaliação Inicial: Após a implementação da primeira versão, foi realizada uma demonstração do artefato para avaliar sua adequação inicial às necessidades dos gestores. Os resultados da avaliação, que incluem o *feedback* dos gestores sobre usabilidade e eficácia, são apresentados na Seção 4.6.

4.2 Diagnóstico do Problema e Definição dos objetivos da solução

A concepção do artefato originou-se do objetivo de desenvolver um sistema que aplicasse técnicas de PLN em um contexto prático, utilizando os dados textuais obtidos pelas autoavaliações aplicadas pela CPA. Para iniciar o projeto, foram realizadas várias reuniões com membros da CPA, a fim de obter acesso aos dados e compreender as dificuldades associadas ao processamento e à análise dos mesmos.

Durante essas reuniões, um dos principais desafios apontados pelos membros da CPA foi a dificuldade em ler e analisar o volume de textos recebidos, além do processo lento e complexo de classificação dos comentários. Dessa forma, identificou-se inicialmente que

uma ferramenta capaz de realizar a classificação automática de sentimentos nos comentários e facilitar a visualização dos mesmos seria altamente benéfica para o trabalho da CPA.

Embora esses dados sejam uma importante ferramenta para permitir conhecer um pouco mais sobre a experiência acadêmica, a CPA não possui recursos humanos suficientes para realizar uma análise detalhada e manual dos comentários. Esse processo exige tempo e esforço consideráveis, o que dificulta o uso eficiente dos dados na tomada de decisão. Como resultado, os dados textuais, apesar de coletados, acabam subutilizados, limitando o potencial da CPA para identificar tendências e responder as necessidades institucionais de forma proativa.

Desta forma, o *Analisa CPA* foi proposto com o objetivo de facilitar a compreensão dos dados textuais e gerar informações úteis para gestores e diretores da universidade. A solução deve ser capaz de processar esses dados e automatizar algumas das tarefas atualmente realizadas pela equipe da CPA. Com base na proposta do artefato, os objetivos da solução são:

1. Reduzir o esforço manual e aumentar a precisão e rapidez na análise de dados qualitativos.
2. Facilitar o entendimento desses dados de forma que seja possível identificar temas e padrões relevantes, apoiando uma tomada de decisão informada no contexto acadêmico.

Após o desenvolvimento e a avaliação final do artefato desenvolvido, espera-se que as seguintes conjecturas teóricas sejam confirmadas:

- O uso de técnicas de PLN como o modelo BERT aplicados a dados de avaliações institucionais podem gerar conhecimento e informações úteis aos gestores de entidades de ensino superior;
- A criação de um sistema que utilize o BERT para análises de dados pode otimizar a tomada de decisão no contexto da gestão acadêmica.

Considerando os objetivos da solução, a primeira versão do *Analisa CPA* foi definida de forma a contemplar as seguintes funcionalidades:

1. Análise de sentimentos e emoções automatizada.
2. Desenvolvimento de um painel para análise de comentários.

Um dos primeiros passos para a construção do artefato consistiu em compreender a estrutura dos dados coletados. Essa análise é fundamental para garantir que as técnicas

de [PLN](#) sejam aplicadas de forma eficaz. Para isto, foi necessário ter acesso aos dados institucionais e adotar procedimentos que assegurassem a confidencialidade dos dados.

Para tal, o acesso aos dados foi condicionado à assinatura de um termo de confidencialidade, firmado por todos os envolvidos no projeto. Esse termo visa garantir que nenhuma informação sensível ou sigilosa seja exposta ao público, protegendo assim a privacidade dos dados e respeitando os requisitos éticos e legais da instituição.

Os dados utilizados são armazenados em um banco de dados relacional *PostgreSQL*, hospedado nos servidores da [UNIFEI](#). Esses dados são provenientes de questionários de autoavaliação aplicados pela [CPA](#), geralmente em intervalos semestrais, e abrangem o período de 2015 a 2023. Os questionários são respondidos tanto por docentes quanto por discentes. A Figura 4 apresenta uma descrição das entidades e atributos utilizados. Ressalta-se que, por questões de segurança, os nomes das tabelas e atributos no esquema físico não foram revelados.

Figura 4 – Modelo de Dados.

| Avaliação-Institucional | Observação-Turma |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - identificador - referência para o discente - referência para o docente - ano - período - observações | <ul style="list-style-type: none"> - identificador - referência para avaliacao_institucional - referência para o docente naquela turma - referência para a turma - observações positivas - observações negativas moderadas - observações negativas moderadas |

Fonte: O Autor.

A entidade Avaliação-Institucional inclui atributos como ano, período (semestre), o perfil do respondente (discente/docente) e observações textuais. As observações consistem em comentários livres, nos quais o respondente pode discutir, positiva ou negativamente, aspectos variados do ambiente universitário, refletindo suas percepções ao longo do semestre. Neste caso, os comentários não se referem à uma turma ou disciplina em específico.

A entidade Observação-Turma contempla dados sobre a avaliação de uma turma específica que foi lecionada por um docente. Esta entidade se relaciona com a entidade Avaliação-Institucional para que seja possível identificar qual foi a avaliação contemplada.

Além disso, nesta entidade, são incluídos todos os comentários positivos e negativos de uma determinada turma que foi lecionada por um docente.

Quando o respondente é um docente, as observações (comentários) se referem às turmas em que ele lecionou. Já quando o respondente for um discente, as observações (comentários) são direcionadas aos docentes que lecionaram as disciplinas em que ele participou. É importante ressaltar que as observações coletadas no questionário não são campos obrigatórios. Desta forma, existem diversas avaliações que não possuem observações. Além disso, há um esforço da CPA para a moderação desses comentários para que sejam descartados termos ofensivos.

4.3 Análise de Sentimentos e Emoções

Encontrar uma técnica de Processamento de PLN adequada para lidar com dados reais representa um desafio, especialmente em contextos com dados textuais como os comentários da CPA. Esse cenário exige a consideração de diversos fatores, incluindo a natureza, o idioma e o volume dos dados. Além disso, é essencial garantir que a técnica selecionada seja capaz de fornecer resultados úteis e precisos para apoiar a tomada de decisão. Assim, foi necessário avaliar e comparar diferentes abordagens de PLN, visando identificar a mais apropriada para extrair as informações.

Além disso, se tratando de dados reais, antes da aplicação das técnicas de PLN, foi necessário submetê-los a uma etapa de pré-processamento. O pré-processamento basicamente consiste em uma etapa que recebe uma entrada de linguagem bruta e a prepara para consumo por um modelo de PLN (OMAR et al., 2022). Esse processo é essencial em análises de dados, pois permite a simplificação e formatação dos dados em um formato adequado para aplicação de técnicas de PLN. Desta forma, foram realizadas diversas atividades de pré-processamento.

A primeira atividade consistiu na limpeza do texto. Nesta fase, foram removidos elementos de pontuação e acentuação dos comentários, e o texto foi convertido para letras minúsculas. Além disso, eliminou-se as *stopwords*, palavras que, apesar de frequentes, têm pouco valor semântico ou informativo no contexto da análise textual, como artigos, preposições, adjetivos e advérbios. Esse processo foi realizado por meio de *scripts* desenvolvidos em *Python*, uma vez que, nesta etapa inicial, o artefato ainda não dispunha de uma funcionalidade automatizada para o pré-processamento dos dados.

Após a etapa de limpeza, procedeu-se à identificação das entidades nomeadas do textos. Entidades nomeadas são os substantivos que identificam os nomes das entidades, como o nome de docentes e discentes. Neste contexto, o foco foi na identificação nos nomes dos docentes pois eram mais recorrentes nos comentários. Para a identificação dessas entidades, foi utilizada a biblioteca *nlp* do módulo *spacy*. Para cada observação

armazenada, a biblioteca retorna as entidades encontradas, que foram compiladas em uma lista. Caso alguma palavra no texto coincidissem com um termo dessa lista, ela era substituída pela expressão ‘OCULT’, garantindo a anonimidade das informações sensíveis. Com o pré-processamento concluído por meio dos *scripts* criados, os dados foram adequados à aplicação das técnicas de PLN.

Para implementar a funcionalidade de classificação automática de sentimentos dos comentários, foram realizadas tentativas com técnicas de aprendizado supervisionado. Nessa abordagem, o modelo é treinado com um conjunto de dados previamente rotulados (positivo ou negativo) para identificar padrões e, assim, classificar novos dados não rotulados (LUDERMIR, 2021).

Os experimentos realizados incluíram os modelos *Naive Bayes*, *MLP* (Perceptron Multicamadas), *Random Forest* (Floresta Aleatória) e *Decision Tree* (Árvore de Decisão). Cada um desses classificadores foi inicialmente treinado utilizando um conjunto de textos previamente rotulados com sentimentos já identificados, fornecendo, assim, um conjunto de dados supervisionado para o aprendizado. Esses textos de treinamento foram extraídos de uma base de dados de comentários sobre produtos em uma loja virtual (OLIST; SIONEK, 2018), representando um domínio específico de análise de sentimento focado em avaliações de consumidores no contexto de *e-commerce*.

Posteriormente, os classificadores foram aplicados sobre comentários oriundos da base de dados da CPA, com o objetivo de verificar a precisão dos modelos na classificação de sentimentos em um novo domínio. Os resultados demonstraram uma precisão abaixo do esperado. Esse resultado insatisfatório pode ser atribuído à diferença de contexto entre o conjunto de dados de treinamento e o conjunto de dados de teste. A divergência contextual reflete um desajuste entre as características dos comentários da loja virtual e os comentários da CPA, o que compromete a capacidade dos modelos de generalizar para o novo domínio.

Diante dessa discrepância, foi conduzido um novo experimento utilizando dados de treinamento que compartilham o mesmo contexto dos comentários da CPA, permitindo uma adaptação mais adequada dos classificadores e, possivelmente, resultados mais precisos. Os dados de treinamento utilizados foram os comentários com os rótulos já classificados pelo questionário da CPA, que no momento do preenchimento possui campos específicos para observações positivas e negativas. O resultado novamente não foi o esperado, e desta vez, o principal motivo foi a quantidade insuficiente de dados rotulados para o treinamento, o que impediu que os modelos identificassem padrões nos dados, comprometendo a eficácia da classificação automática.

Diante destas limitações, optou-se por utilizar um modelo pré-treinado para realizar a classificação de sentimentos. Modelos pré-treinados oferecem a vantagem de não requererem conjuntos de dados adicionais para treinamento, pois já foram previamente

treinados com uma enorme quantidade de dados. No entanto, era essencial que o modelo escolhido tivesse sido treinado com textos em português, uma vez que os comentários na base de dados da CPA estão exclusivamente nesse idioma. Com isso, o modelo selecionado para a classificação foi o BERT, que possui versões adaptadas para o português e atende às necessidades linguísticas do projeto.

O BERT foi empregado através da biblioteca *pysentimiento* na linguagem *python* (PÉREZ et al., 2023). Essa biblioteca fornece um analisador de textos através do método *create analyser*, utilizando como parâmetros *task="sentiment"* e *lang="pt"*. Cada instância dos comentários foi apresentada a este analisador para a predição do sentimento através do método *predict*, o resultado é uma probabilidade daquele texto ser positivo ou negativo. A classe (positiva ou negativa) com maior probabilidade foi armazenada em uma nova coluna na base de dados chamada de sentimento.

Um benefício adicional proporcionado pela utilização do modelo BERT foi a possibilidade de identificar as emoções predominantes nos comentários. Essa funcionalidade amplia a análise ao permitir não apenas a identificação da polaridade (positiva ou negativa), mas também das emoções subjacentes, como alegria, tristeza, raiva, entre outras. A classificação de emoções neste contexto é relevante, pois melhora a compreensão dos sentimentos, auxilia no desenvolvimento de intervenções eficazes e fornece percepções diferenciadas sobre respostas emocionais, aprimorando as estratégias de comunicação e os processos de tomada de decisão (JIDEANI; GERBER, 2024).

Embora a equipe da CPA atualmente não utilize essas informações em sua totalidade, a análise de emoções apresenta um grande potencial de aplicação para o setor de psicologia da universidade, podendo embasar ações de apoio e acompanhamento mais direcionadas.

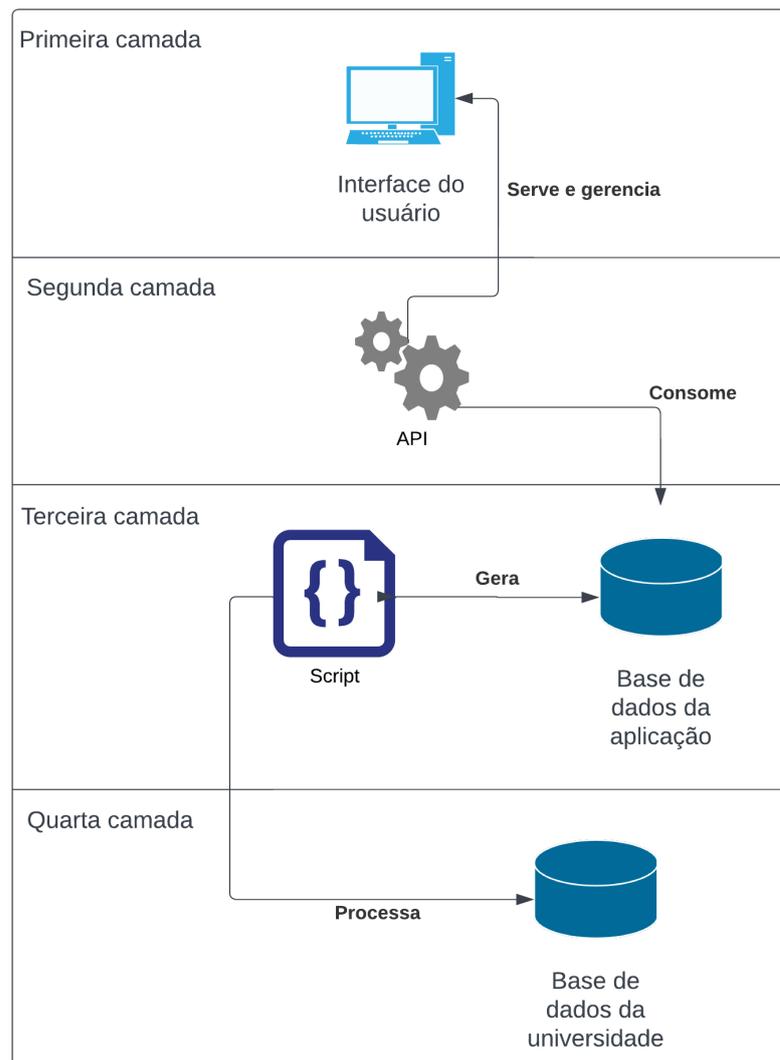
A classificação das emoções seguiu um procedimento similar ao utilizado para a análise de sentimentos, com uma parametrização distinta no modelo. Ao definir o parâmetro *task* como *"emotion"*, foram identificadas emoções com probabilidades superiores a 50%. Esses resultados foram, então, armazenados em uma nova coluna na base de dados, denominada "emoções", permitindo uma integração direta com as demais funcionalidades da ferramenta.

Com a definição da técnica, o próximo passo foi projetar a arquitetura da aplicação, etapa importante para assegurar que a solução pudesse ser implementada e utilizada em um ambiente real. No contexto de sistemas de informação, o emprego de modelos de inteligência artificial em ferramentas de apoio à tomada de decisão apresenta desafios, principalmente quanto à integração e usabilidade. Portanto, o desenvolvimento de uma arquitetura robusta e de uma interface intuitiva foi essencial para atender às necessidades específicas dos gestores. Além disso, levou-se em conta a necessidade de uma solução escalável, capaz de evoluir e de ser implantada de maneira eficiente na infraestrutura institucional, garantindo assim a adaptação e o futuro crescimento do artefato.

4.4 Painel de Análise de Comentários

Para o desenvolvimento do artefato, adotou-se uma arquitetura cliente-servidor baseada em quatro camadas, conforme ilustrado na Figura 5. Essa estrutura em camadas possibilita uma organização modular, facilitando a separação das responsabilidades e promovendo maior flexibilidade, manutenção, escalabilidade e desempenho do sistema (NYABUTO, 2024).

Figura 5 – Arquitetura utilizada para a construção do artefato



Fonte: Adaptado de (NYABUTO, 2024).

A primeira camada é a camada de interface, que corresponde ao lado cliente da aplicação. Nessa camada, o usuário interage diretamente com o artefato por meio de um navegador web, acessando as diversas funcionalidades disponíveis. Entre as principais opções estão o login, a visualização de gráficos e o acesso aos comentários, proporcionando uma interface intuitiva e acessível para que o usuário possa explorar as informações e os recursos oferecidos de forma prática.

A segunda camada é a [API \(Application Programming Interface\)](#), que desempenha um papel central na classificação dos comentários, utilizando o modelo [BERT](#). Essa camada atua como um intermediário entre a interface e a base de dados, sendo responsável por gerenciar todas as requisições de dados feitas pelo usuário na camada de interface. Além disso, a [API](#) realiza consultas à base de dados e processa as informações, preparando-as conforme necessário para serem exibidas na interface.

A terceira camada está associada à base de dados analítica da aplicação, que é populada por um conjunto de *scripts* específicos. Esses *scripts* têm a função essencial de acessar a base de dados da universidade, onde estão armazenados os dados brutos e informações originais, e realizar o processamento desses dados conforme as necessidades do sistema. Durante o processamento, os *scripts* organizam, limpam e transformam os dados, preparando-os para uso e análise na aplicação.

Uma vez processados, os dados são então transferidos e armazenados na base de dados analítica da aplicação, que serve como um repositório organizado e otimizado para as classificações e operações realizadas pelo sistema. Essa camada é fundamental para garantir que o sistema tenha um local dedicado para o armazenamento das classificações e dos resultados das operações realizadas pela API, permitindo que os dados sejam facilmente acessados, atualizados e utilizados na interface de usuário para visualizações e consultas.

Por fim, a quarta camada é a base de dados original da [IES](#), que contém os dados primários da instituição. Nesta camada, o acesso é restrito exclusivamente para consultas, ou seja, os dados podem ser lidos, mas não podem ser modificados diretamente pela aplicação. Essa restrição garante a integridade e segurança das informações institucionais, preservando os dados originais de qualquer alteração não autorizada.

A necessidade de acesso apenas para consulta justifica a criação de uma base de dados intermediária, a base analítica, que armazena os dados processados e preparados para uso pela aplicação. Dessa forma, a aplicação pode manipular e realizar operações sobre os dados na base analítica sem impactar diretamente a base de dados original da [IES](#), garantindo, assim, uma estrutura mais segura e eficiente para as operações do sistema.

Baseado na descrição desta arquitetura, a construção do artefato foi estruturada em duas partes principais: o *frontend* e o *backend*. O *frontend* é responsável por fornecer a interface gráfica que permite a interação direta do usuário com a aplicação, facilitando o acesso às funcionalidades e a visualização dos resultados das análises. Essa camada inclui elementos de design e navegação, além de funcionalidades que melhoram a experiência do usuário.

Por outro lado, o *backend* é encarregado de gerenciar o processamento dos dados e implementar as funcionalidades de análise. Essa camada lida com a lógica de negócio da aplicação, realiza o processamento necessário para analisar os dados e conecta-se à base

de dados analítica e à base original da IES para obter as informações requisitadas. Em conjunto, o *frontend* e o *backend* proporcionam uma estrutura robusta e integrada para o funcionamento do artefato, atendendo tanto às necessidades de interação do usuário quanto ao processamento eficiente dos dados.

Considerando que *Python* é amplamente utilizada no desenvolvimento de soluções que integram inteligência artificial (RASCHKA; PATTERSON; NOLET, 2020), o DRF (Django-rest-framework) foi escolhido para o desenvolvimento do *backend*. A escolha desse framework deve-se também à facilidade em criar uma API utilizando a mesma linguagem de programação do modelo de IA. A API conecta-se a um banco de dados PostgreSQL (base de dados analítica), no qual, todos os dados das avaliações institucionais estão armazenados.

O *Angular* foi o *framework* utilizado para o desenvolvimento do *frontend*, empregando as linguagens tradicionais no contexto web, como *HTML*, *CSS* e *TypeScript*. Nele foram construídas as telas e os gráficos que consomem os dados já classificados, fornecidos pelo *backend*, permitindo uma interface dinâmica e organizada para visualização das informações.

A interface do *Analisa CPA* foi organizada em quatro páginas para exibição dos dados. A primeira página apresenta duas tabelas com os comentários gerais, que são desvinculados de turmas específicas e abrangem diferentes aspectos da avaliação institucional; a primeira tabela exhibe os comentários dos discentes, e a segunda, dos docentes. A segunda página segue o mesmo formato, mas agrupa os comentários por turma, permitindo visualizar os comentários dos discentes sobre docentes e sobre a disciplina lecionada naquela turma, bem como os comentários dos docentes sobre os discentes e a disciplina em geral.

Além dos comentários, essas tabelas apresentam informações adicionais, incluindo o sentimento, o ano e o período em que cada comentário foi realizado. As emoções aparecem classificadas apenas na primeira página. O usuário pode ajustar o número de linhas exibidas por página e aplicar filtros específicos para localizar termos presentes nos comentários, proporcionando uma experiência de navegação mais personalizada e focada.

A terceira e quarta páginas exibem dois gráficos de linhas, separados por uma seção, cada um direcionado a um tipo específico de respondente (discente ou docente) e categoria (comentários gerais ou por turma), seguindo a mesma organização das tabelas das páginas 1 e 2. Nos gráficos, o usuário pode filtrar por um ou mais anos e visualizar uma linha do tempo que mostra a quantidade de comentários positivos e negativos em cada ano, permitindo uma análise temporal detalhada do *feedback* recebido. As telas com os gráficos podem ser observadas nas figuras 6 e 7.

Além das funcionalidades para análise de dados textuais, o sistema também possui

Figura 6 – Gráficos dos comentários por turma



Fonte: Sistema *Analisa CPA*.

Figura 7 – Gráficos dos comentários gerais



Fonte: Sistema *Analisa CPA*.

recursos de controle de acesso, permitindo a criação de contas e login. Para criar uma conta, são necessários nome, e-mail, usuário e senha. O *backend* utiliza *tokens JWT* para validar se um usuário está logado, garantindo a segurança do sistema e bloqueando o acesso de pessoas não autorizadas. Esse mecanismo foi implementado desde a prototipação, dado que os dados analisados são sensíveis e devem ser acessíveis apenas por membros da gestão.

4.5 Demonstração do artefato

A primeira versão do *Analisa CPA* foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a eficácia da técnica aplicada à análise de dados textuais oriundos das avaliações institucionais. Um aspecto fundamental a ser destacado é que, nesta avaliação, o foco foi avaliar a qualidade e a relevância das informações geradas pela aplicação.

A avaliação da utilidade dos resultados gerados por técnicas de PLN em ambientes reais apresenta desafios. Um dos principais aspectos é a subjetividade inerente ao valor das informações extraídas, pois a relevância e precisão dos resultados dependem do contexto específico e das expectativas dos usuários (KAHNEMAN; SIBONY; SUNSTEIN, 2021).

Além disso, a complexidade dos dados textuais reais, como o pouco volume e ambiguidades, dificultam a análise da eficácia das técnicas aplicadas. Neste estudo, para tentar mitigar essas limitações, na etapa de demonstração do artefato no ciclo 1, foi usada uma abordagem qualitativa para avaliação.

A aplicação foi apresentada a um gestor e analista de dados de avaliações institucionais na UNIFEI. Atualmente, o participante da avaliação atua como coordenador da CPA. O processo de execução do artefato foi apresentado, tendo sido detalhada cada funcionalidade do sistema. Durante o procedimento, o participante pôde interromper o pesquisador, sempre que julgasse necessário, e fazer suas considerações.

Após a demonstração das funcionalidades, foi realizada uma entrevista semi-estruturada. Foram apresentadas 8 questões pelo entrevistador (pesquisador). Contudo, foi dada a oportunidade para que o entrevistado fornecesse respostas mais detalhadas e elaboradas, ainda que extrapolasse o roteiro. As questões apresentadas foram:

1. Como o artefato desenvolvido pode auxiliar na tomada de decisão?
2. Qual a sua percepção sobre as funcionalidades desenvolvidas?
3. Qual a sua percepção sobre as classificações geradas?
4. De que forma as informações sobre a emoção e sentimento podem ser úteis na tomada de decisão?
5. Quais os pontos positivos do *Analisa CPA*?
6. Quais os pontos negativos do *Analisa CPA*?
7. Quais funcionalidades devem ser implementadas para a evolução desse artefato?
8. Qual a sua percepção geral sobre o que foi desenvolvido?.

4.6 Avaliação

A **DSRM** prevê a etapa de avaliação após a demonstração do artefato. Esta etapa é necessária para validar se o artefato desenvolvido confirma as conjecturas teóricas que foram definidas na Figura 3 e no início do capítulo. A estratégia para a avaliação neste ciclo foi realizar uma entrevista para a coleta de dados e seguir com a análise de conteúdo para interpretar o material coletado.

O ponto de partida da análise de conteúdo é a mensagem (MAIA, 2020). A mensagem foi passada de maneira oral durante a entrevista, portanto foi realizada a transcrição. Para isso, foi utilizada a ferramenta online *notta.ai*. Com o texto resultante da transcrição, foram realizadas diversas leituras na tentativa de identificar unidades de significado de maneira que fosse possível criar os rótulos ou códigos para classificar o conteúdo da entrevista.

Após a leitura, foram criados cinco códigos para extrair de maneira adequada todo o conteúdo das respostas:

1. Percepções positivas
2. Percepções negativas
3. Melhorias de funcionalidades
4. Sugestões de funcionalidades
5. Outros

Depois de definidos os códigos, foram realizadas novas leituras com objetivo de classificar as unidades de significado de acordo com as categorias. O resultado da classificação, assim como a análise desses conteúdos estão descritos nas próximas subseções, uma seção para cada código.

4.6.1 Percepções positivas

O entrevistado elogiou a classificação do sentimento e emoção, devido à contribuição que a automatização pode representar nesse contexto. Essa opinião pode ser identificada através dos seguintes trechos:

- *"Classificar sentimento e emoção do comentário é uma percepção totalmente positiva nossa, porque fazer mediação, por exemplo, na mão é muito difícil, muito moroso".*
- *"Bom... eu acho que o ponto positivo maior é a própria automatização o classificador".*

Outro aspecto mencionado é que a utilização do classificador para essa tarefa pode assegurar que a aplicação possua o mesmo critério de classificação ao longo dos anos. Isso é evidenciado pelos comentários do entrevistado quando ele afirma: *"E se a gente tem todos os comentários no mesmo classificador a gente consegue até dar um caráter mais, como se pode dizer, um caráter mais científico, um caráter mais impessoal, porque se a gente fizer a mediação do comentário de acordo com a comissão atual da CPA, ela troca a cada três anos, a percepção pode ser diferente"*. Em outro momento, ele destaca: *"Mas tendo um classificador padrão, eu acho que o mais positivo é isso, ser impessoal, aí a gente consegue trabalhar"*.

Além dos pontos já abordados, o entrevistado acredita que, com essa automatização, a comissão de avaliação pode concentrar seus esforços em outras atividades, otimizando seu trabalho ao deixar de realizar essa classificação manualmente. Isso é evidente no seguinte trecho: *"ele roda uma primeira versão onde ele consegue extrair sozinho, a gente consegue direcionar a força da comissão para outra coisa, e a revisão sempre é mais rápida do que a criação"*.

Sobre a técnica utilizada, a percepção é de que é uma ferramenta capaz de ajudar a resolver problemas importantes da CPA, sem perder a eficiência, isso pode ser identificado através do trecho a seguir: *"Então, eu não conheço o classificador, mesmo se eu conhecesse, eu não conseguiria interpretar qual que é o algoritmo dele. Provavelmente é uma computação bem avançada. Mas julgando só pelo resultado que você apresentou, parece muito, um nível de refinamento muito maior do que a análise que a gente tem hoje, né? Porque se a gente consegue pegar qual que é a emoção associada àquele sentimento, eu acho isso muito poderoso"*.

O entrevistado também relata que, sem o uso da ferramenta proposta, a análise temporal desses dados é muito complexa, pois exige a análise de cada texto manualmente durante todo o período em que os questionários de avaliação institucionais foram aplicados, isso é evidenciado nesse trecho: *"Só que sem o apoio dessa ferramenta a gente não conseguiria, porque olhar uma série de 10 anos, cada um tem dois períodos ainda, eu acho que deve ter uns 20 pontos temporais aí, é muita coisa, então analisar isso manualmente, né? tirar essa inteligência básica que já existe sem o apoio da máquina vai ser muito mais difícil"*.

Além dos pontos já citados, o entrevistado demonstra estar empolgado com os resultados, isso pode ser identificado em trechos como *"Então assim, é um ótimo primeiro passo, hein?"*, *"Então, como eu disse, é um ótimo primeiro passo e está bem alinhado com que a gente precisa, né?"*.

4.6.2 Percepções negativas

Ao ser questionado sobre os pontos negativos, o entrevistado apontou que os gráficos apresentados não conseguiram esclarecer as razões para a evolução, ao longo do tempo, da quantidade de comentários positivos e negativos. Essa opinião foi evidenciada nos seguintes trechos:

- *"Então... não é negativo por falta de técnica, né? Porque vocês fizeram uma coisa até muito mais complexa".*
- *"Mas aquilo que eu falei pra você, aquele gráfico da evolução, saber se o comentário positivo ou negativo está crescendo, isso tudo é bacana, é legal você entender. Só que se você não conseguir chegar a nível de causa, aí fica meio meio vazio, entendeu?"*.

Desta forma, para a evolução da primeira versão do *Análisa CPA*, serão investigadas alternativas que possam agregar mais informações às séries históricas de forma que os assuntos comentados também possam ser identificados e analisados de forma mais evidente.

4.6.3 Melhorias de funcionalidades

O entrevistado sugeriu algumas melhorias, como incluir a possibilidade de associar dentro de um sentimento e emoção o fator que contribui para aquela classificação, como pode ser percebido no trecho: *"Se a gente conseguir separar dentro de uma mesma emoção, dentro dos sentimentos negativos, dentro de uma mesma emoção, qual é o fator que gera aquela emoção, como eu falei com você da outra vez, vai ser muito proveitoso"*.

Esta sugestão está relacionada com o que foi discutido como percepção negativa, ou seja, a falta de informações que permita compreender melhor o resultado das classificações. Nesta direção, uma sugestão dada foi incluir os textos relacionados às emoções, para que seja possível ler e tentar encontrar a causa daquela emoção naquele ano.

Essa constatação pode ser percebida no trecho a seguir: *"se dentro que você já fez eu conseguisse saber, que fosse um humano mesmo, conseguisse filtrar tudo que é negativo por emoção e tentar chegar, eu lendo manualmente, eu tentar chegar em qualquer objeto já ajudaria muito. Se você conseguir automatizar isso melhor ainda, se eu ver isso na forma gráfica muito melhor, se eu conseguir ver a evolução no tempo disso ainda, mais ainda. Mas são pontos de melhoria e não é negativo, né?"*.

O entrevistado também cita questões do layout da aplicação, com o intuito de melhorar a usabilidade do sistema, como pode ser percebido no trecho: *"igual você falou, questões de layout, se quiser melhorar, deixar mais intuitivo"*.

4.6.4 Sugestões de funcionalidades

O entrevistado apresentou diversas sugestões ou *insights* durante a entrevista. Em um primeiro momento, foi sugerida uma funcionalidade na qual fosse possível a criação de gráficos com filtros dinâmicos, em que o usuário possuísse mais flexibilidade para construí-los. Esta sugestão foi relatada nesse trecho: *"A capacidade de eu para fazer como se fosse uma espécie de um BI (Business intelligence) onde eu tivesse liberdade de criar os campos como se fosse uma tabela dinâmica, um gráfico dinâmico poderia ajudar, porque esses dados granulares que você mostrou aqui a gente poderia agregar, às vezes o usuário pode agregar da forma que ele quiser, entendeu? pode ser um negócio mais dinâmico"*.

Outra funcionalidade sugerida foi a criação de um gráfico onde o usuário conseguisse filtrar por um tópico e ver a sua evolução ao longo do tempo, como pode ser percebido neste trecho: *"Essa nova classificação dessa análise tópica ou uma ferramenta parecida, desde que eu entenda a causa, a razão daquilo, ajuda muito e são as funcionalidades que eu vejo hoje, e algum painel gráfico que seja além da série histórica né? porque por exemplo, seria interessante eu ver o tópico evoluindo no tempo, igual que eu falei pra você, será que um tópico é consistente nos 10 anos? aquele tópico será que ele tá crescendo, diminuindo, entendeu? Uma linha do tempo tópica"*.

Além de funcionalidades específicas para a análise dos dados, foram sugeridos recursos para facilitar o uso do sistema pelo usuário final, como tutoriais e a criação de um FAQ (*Frequently Asked Questions*) (Perguntas Respondidas Frequentemente). As sugestões podem ser observadas nos seguinte trechos: *"provavelmente se você quiser colocar um FAQzinho um tutorial, alguma coisa, porque provavelmente um usuário comum ele não entenderia o que significa cada coisa, ele precisaria de um glossário, uma pincelada aí talvez no método que vocês usaram também, não entrar em detalhes mas um tutorial, porque foi feito, como foi feito, da onde vem o dado, esse tipo de coisa, eu acho que poderia dar contexto para o pessoal também ajudar"*.

Outro trecho que evidencia a necessidade percebida pelo usuário: *"Podia ter uma página Help mesmo, podia ter uma página de apresentação e lá podia ter o link para os tutoriais, podia ter um vídeo mostrando, enfim, isso só para melhorar o uso da ferramenta por quem for usar, porque quem está dentro do projeto, do processo, ele olha nisso e já sabe de cor o que vai acontecer, mas quem está tendo contato pela primeira vez pode ser que ele nem entenda como operar, não por problema seu nem demérito do projeto, mas porque é esperado que pessoas que tenham contato com alguma coisa pela primeira vez, elas tem que ser educados ali, tem que ser treinados ali, então é só nesse sentido aí"*.

Foi possível perceber que o entrevistado tem uma preocupação relacionada à facilitação do uso do sistema para novos usuários, de modo que a adaptação ao sistema seja simplificada e fácil de entender. Esse comportamento pode ser justificado por ser a

CPA uma comissão temporária, os integrantes mudam periodicamente. Desta forma, é essencial que o artefato seja de fácil aprendizado.

4.6.5 Outros

Esta seção descreve alguns trechos relevantes da entrevista que não se enquadram nos outros tópicos já discutidos. Ao fim da entrevista, o entrevistado enaltece a iniciativa do projeto, isso pode ser identificado através do seguinte trecho: *"A percepção é muito positiva, eu entendo que a universidade ela acontece nesses momentos porque existem demandas que se alguém fosse parar para descobrir, pra entender até chegar no nível de conhecimento que você já tem levaria muito tempo, então fazer essas pontes, articular as pessoas, é o bacana, então isso tem que ser fomentado, inclusive com dinheiro mesmo, se a gente conseguisse verbas institucionais pra fomentar esse tipo de pesquisa seria fantástico. A gente tem que se aproximar. Então, acho que foi um ótimo primeiro passo".*

Em outro trecho, o entrevistado ressalta que os resultados podem auxiliar na perpetuação do projeto: *"Então, mas eu vejo com bons olhos, eu acho que essa parceria não só com vocês, mas em todas as áreas, de todos da universidade tinha que permanecer e ser expandida, né? Quem sabe mostrando o resultado disso a gente não consegue fazer que esse projeto se perpetue".*

4.7 Contribuições do Ciclo 1 e considerações finais

Neste primeiro ciclo, foi investigado o uso da PLN, por meio da técnica de classificação de sentimento e emoções realizada pelo modelo BERT, na tarefa de analisar os comentários presentes em avaliações institucionais da UNIFEI.

Depois de definida a técnica para o processamento dos dados textuais, foi definida a arquitetura e interface do *Analisa CPA*. Para isso, foram considerados aspectos como facilidade de entendimento das informações geradas e adaptabilidade da aplicação de modo que seja fácil a sua evolução. O artefato foi apresentado a um especialista da área considerando seu ambiente real.

Para avaliação, foi realizada uma entrevista de forma que fosse possível coletar dados e ter *insights* sobre as conjecturas apresentadas. Com os dados coletados na entrevista, foi possível entender que as classificações geradas pela técnica podem contribuir de forma significativa para a tomada de decisão, gerando benefícios como: a otimização do tempo no processo de classificação dos comentários, a identificação da emoção associada ao comentário e a padronização do critério de classificação. Deste modo, o uso do modelo BERT associado à construção de uma aplicação para análises de dados nesse contexto é relevante, o que corrobora com as conjecturas apresentadas.

O primeiro ciclo de desenvolvimento do *Analisa CPA* proporcionou contribuições significativas, tanto para o âmbito acadêmico quanto para a gestão institucional. As contribuições podem ser agrupadas em três áreas principais: avanço tecnológico, aplicação prática e geração de conhecimento. A seguir, são descritas as principais contribuições alcançadas neste ciclo.

O desenvolvimento do *Analisa CPA* introduziu o uso de modelos de PLN em um contexto prático, especialmente para a classificação automática de sentimentos e identificação de emoções nos comentários textuais das avaliações institucionais. O uso do modelo BERT, adaptado para o idioma português, permitiu avançar no processamento de dados qualitativos, trazendo as seguintes contribuições tecnológicas:

- Implementação de um sistema automatizado capaz de classificar sentimentos e identificar emoções reduzindo o esforço de uma análise manual.
- Integração de técnicas de PLN a uma aplicação web funcional, demonstrando a viabilidade de aplicações baseadas em IA em ambientes reais.
- Desenvolvimento de uma arquitetura modular e escalável, preparada para evoluir e incorporar novas funcionalidades no futuro.

O artefato foi projetado para resolver problemas específicos enfrentados pela CPA da UNIFEI, incluindo a análise manual morosa e pouco padronizada de comentários textuais. As contribuições práticas incluem:

- Redução do tempo e do esforço manual necessário para analisar os comentários, permitindo que a equipe se concentre em atividades de maior valor agregado.
- Geração de informações relevantes para a tomada de decisão, como a identificação das evoluções dos sentimentos ao longo do tempo e a classificação de emoções.
- Criação de uma interface para visualização de dados, promovendo maior acessibilidade às informações.

Este ciclo também contribuiu para o avanço científico ao explorar a aplicação de técnicas de PLN em um contexto pouco explorado. As principais contribuições nessa área incluem:

- Validação do uso de modelos pré-treinados, como o BERT, para lidar com dados textuais em português, destacando a relevância dessas técnicas no âmbito acadêmico.

- Identificação de limitações e desafios associados ao uso de dados reais, como a necessidade de técnicas adicionais para análise de tópicos e entendimento das causas por trás das emoções classificadas.
- Geração de éticas e boas práticas para o uso de IA em ambientes educacionais, considerando a confidencialidade e a segurança dos dados.

Uma limitação dos resultados obtidos neste ciclo está relacionada ao formato da etapa de avaliação, realizada por meio de uma única entrevista. A coleta de percepções a partir de apenas um entrevistado pode restringir a diversidade de visões e introduzir vieses na interpretação da utilidade do artefato. No entanto, dado que o entrevistado é um especialista envolvido com o problema em um ambiente real, suas observações são consideradas suficientemente relevantes para contribuir com a validade dos resultados.

Para o próximo ciclo, será necessário aprofundar e aprimorar os aspectos de melhoria indicados pelo especialista, principalmente a questão da identificação de tópicos nos comentários, de modo a fortalecer a aplicação do artefato em contextos reais.

5 Ciclo 2

5.1 Considerações iniciais

Neste segundo ciclo da pesquisa, desenvolvida no contexto da [DSRM](#), o foco foi na definição de uma técnica para modelagem de tópicos a partir dos dados textuais coletados nas avaliações institucionais. Considerando o objetivo mais amplo do trabalho, que é desenvolver uma solução para apoiar a tomada de decisão de gestores em instituições de ensino, essa etapa buscou identificar um método capaz de organizar e sintetizar os comentários coletados em tópicos que fossem adequados ao contexto. Essa necessidade tornou-se evidente no ciclo 1, quando o entrevistado destacou a importância de maior clareza sobre os assuntos abordados nos comentários.

Desta forma, as atividades deste ciclo concentraram-se na análise e experimentação de diferentes abordagens de modelagem, visando selecionar aquela que melhor atendesse às necessidades já identificadas, ou seja, permitir uma análise mais informada sobre os assuntos (tópicos) discutidos. Por já se tratar de um segundo ciclo, as etapas de definição do problema e dos objetivos da solução não foram detalhadas separadamente; a ênfase do capítulo está nas atividades de construção e demonstração da solução. Este ciclo foi estruturado em três etapas principais descritas a seguir:

1. Definição da técnica para realizar a modelagem de tópicos: Nesta etapa, foi enfrentada uma dificuldade significativa em identificar modelos compatíveis com textos em português brasileiro. Entre as alternativas disponíveis, foram testados três modelos: *GPT2*, *LDA (Latent Dirichlet Allocation)* e *Bertopic*. Os detalhes dos testes realizados e o processo de escolha do algoritmo mais adequado são apresentados na [Seção 5.2](#).
2. Evolução da solução proposta: Após a definição da técnica de modelagem de tópicos, sua implementação foi realizada no sistema, adicionando uma nova funcionalidade ao artefato *Analisa CPA*. O detalhamento dessa funcionalidade, incluindo seu desenvolvimento e integração também podem ser encontrados na [Seção 5.2](#).
3. Avaliação da modelagem de tópicos: Após a implementação da nova funcionalidade, foi realizada uma demonstração do artefato com o objetivo de avaliar a qualidade dos tópicos gerados pela técnica escolhida. Os resultados dessa avaliação, juntamente com as análises e observações coletadas, estão descritos detalhadamente na [Seção 5.3](#).

5.2 Construção segundo ciclo de desenvolvimento do Analisa-CPA - Versão 2

Para a definição da técnica de modelagem de tópicos a ser utilizada, foram selecionados três modelos distintos. Esses modelos foram escolhidos devido à capacidade de lidar com dados em português e à disponibilidade gratuita, tornando-os adequados para o contexto da pesquisa e viáveis para implementação no sistema.

Os testes realizados com o modelo *GPT-2* (RADFORD et al., 2019), acessado por meio da biblioteca *openai-community/gpt2* na plataforma *Hugging Face*, não produziram os resultados esperados. Um conjunto de comentários foi selecionado e submetido ao modelo via *prompt*, com a solicitação de agrupamento dos comentários em tópicos. No entanto, o modelo gerou respostas que se assemelhavam a um único comentário consolidado, sem efetuar o agrupamento proposto. É importante destacar que versões mais avançadas, como o *GPT-3*, não foram testadas devido a restrições financeiras, uma vez que são modelos pagos.

Os testes realizados com o modelo *LDA* também não apresentaram resultados satisfatórios. A *LDA* é uma técnica de linguagem natural probabilística que representa documentos como combinações de tópicos latentes, e cada tópico é definido por uma distribuição de palavras (JELODAR et al., 2019). No entanto, no caso dos comentários analisados, a quantidade de texto é muito limitada, o que comprometeu a eficácia dessa técnica na realização da tarefa proposta.

Devido à limitação imposta pela baixa quantidade de dados disponíveis, identificou-se a necessidade de selecionar um modelo pré-treinado compatível com textos em português brasileiro e capaz de realizar a modelagem de tópicos de forma eficiente. O modelo escolhido para essa tarefa foi o *BERTopic* (GROOTENDORST, 2022). Segundo o mesmo autor, o *BERTopic* cria representações de tópicos em três etapas: gera *embeddings* dos documentos com um modelo pré-treinado, reduz a dimensionalidade dos *embeddings* para otimizar o agrupamento e extrai os tópicos usando uma variação personalizada do *TF-IDF*. Os *embeddings* são mapeamentos de objetos linguísticos para vetores no espaço euclidiano, como palavra, frase ou sentença, permitindo representar com precisão características da linguagem para aprendizado de máquina e ferramentas estatísticas (DEY et al., 2024).

O *BERTopic* foi implementado no *backend* por meio da biblioteca *BERTopic* na linguagem *Python*. Essa biblioteca permite a implementação de um modelo de análise de tópicos por meio da instanciação do *BERTopic* (GROOTENDORST, 2022). Para a configuração do modelo, foram definidos oito parâmetros principais (GROOTENDORST, 2024), que incluem:

- *embedding_model* - Define o modelo responsável por gerar as *embeddings* dos textos,

ou seja, a transformação das entradas textuais em representações numéricas. Neste trabalho, foi utilizado o modelo padrão fornecido pela biblioteca.

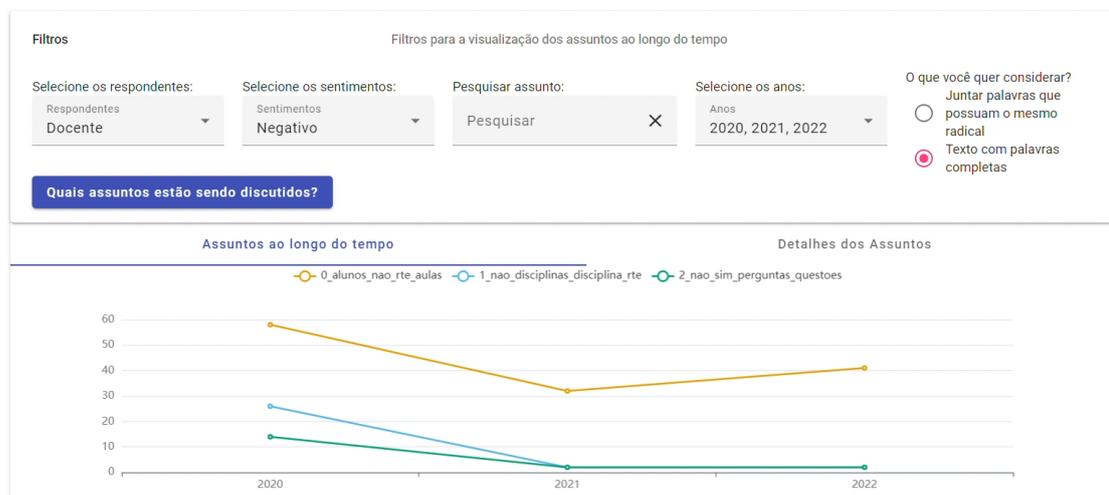
- *umap_model* - Este parâmetro especifica o algoritmo responsável pela redução de dimensionalidade dos dados. No contexto deste trabalho, foi utilizado o algoritmo *UMAP*.
- *hdbscan_model* - Especifica o algoritmo utilizado para realizar o agrupamento dos *embeddings*. Após a redução da dimensionalidade das representações numéricas de entrada, é necessário agrupá-las em conjuntos de *embeddings* semelhantes para a extração dos tópicos. Neste trabalho, foi utilizado o algoritmo *HDBSCAN*.
- *vectorizer_model* - Define o modelo responsável pela tokenização dos tópicos. Neste trabalho, foi utilizado o *CountVectorizer* como modelo de tokenização.
- *ctfidf_model* - No *BERTopic*, este parâmetro é utilizado para ajustar o *TF-IDF* a um nível de *cluster*, categoria ou tópico, em vez de operar no nível de documento. Essa abordagem, denominada *c-TF-IDF*, considera as características que diferenciam os documentos em um *cluster* dos documentos em outros *clusters*. Para este trabalho, foi utilizado o modelo *ClassTfidfTransformer*.
- *representation_model* - Este parâmetro é responsável por definir o componente de representação do *BERTopic*, que utiliza o método *Bag-of-Words* combinado com o *c-TF-IDF*. Essa abordagem permite gerar rapidamente palavras-chave para um tópico sem depender diretamente da tarefa de *clustering*. Além disso, facilita a atualização dos tópicos após o treinamento, sem a necessidade de retreinamento do modelo. Para essa tarefa, foi utilizado o modelo *roberta_tokenizer*.
- *language* - Define a principal linguagem dos documentos fornecidos ao modelo. Para este trabalho, foi configurado como português.
- *verbose* - Parâmetro booleano que controla a exibição do progresso do modelo durante sua execução. Neste trabalho, foi configurado como *true* para permitir o rastreamento dos estágios do modelo.

Após a aplicação da técnica de modelagem de tópicos nos comentários, o *backend* do sistema processa os dados e os retorna para o *frontend*, que é responsável por exibir os tópicos identificados por meio de gráficos e tabelas. Para isso, foi desenvolvida uma funcionalidade específica para apresentação da modelagem de tópicos, estruturada em uma página com duas abas principais. Na parte superior das abas existem filtros que podem ser aplicados, permitindo ao usuário refinar as informações exibidas. Após configurar os filtros desejados, é necessário clicar em um botão para gerar o gráfico correspondente. Os filtros disponíveis incluem:

- Origem dos comentários: Possibilidade de filtrar entre docentes e/ou discentes;
- Polaridade dos comentários: Escolha entre opiniões positivas e/ou negativas;
- Pesquisa por assunto: Permite a filtragem de comentários com base em uma palavra-chave fornecida pelo usuário. Essa funcionalidade direciona o algoritmo de considerar apenas os comentários que contenham o termo especificado, concentrando a análise em temas de interesse e relevância para o usuário;
- Período de análise: Seleção dos anos de interesse para a visualização dos tópicos;
- Formato das palavras: Opção para utilizar o radical das palavras ou a palavra completa, alterando o formato dos textos processados.

Na primeira aba, é exibido um gráfico de linhas, onde cada linha representa um tópico identificado. O nome de cada tópico é exibido na legenda acima do gráfico, e é composto pelo número indicador do tópico seguido pela junção das palavras representativas associadas a ele. Cada ponto no gráfico indica a quantidade de comentários associados a esse tópico em determinado ano. O conteúdo desta aba pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8 – Gráfico dos tópicos ao longo do tempo



Fonte: Sistema *Analisa CPA*.

Na segunda aba, é apresentada uma tabela que detalha as informações exibidas na primeira aba. A tabela é estruturada com as seguintes colunas: A primeira, “Tópicos”, exibe o número indicador de cada tópico. Os tópicos são ordenados de acordo com a quantidade de comentários que o algoritmo associa (agrupa) ao tópico, este valor é apresentado na coluna “Contagem”. A coluna “Palavras” lista as palavras mais representativas de cada tópico. Por fim, a coluna “Comentários Representativos” exibe um comentário que o algoritmo considera o mais relevante para aquele tópico. O conteúdo desta aba pode ser visualizado na Figura 9.

Figura 9 – Tabela de detalhamento dos tópicos identificados

| Topicos | Contagem | Palavras | Comentários representativos |
|---------|----------|--|---|
| 0 | 131 | alunos,nao,rte,aulas,atividades,disciplinas,semestre,ensino,muitos,aula | de modo geral as turmas apresentaram pouco interesse pelas disciplinas neste ano o desempenho das turmas foi pior que no primeiro ano da pandemia durante os encontros virtuais os alunos nao interagem e nao apresentam as duvidas ou questionamentos poucos alunos enviam duvidas no forum da turma pelo sigaa para solucionar duvidas sobre as aulas gravadas ou sobre as aulas ao vivo acabei de sair de uma aula virtual para retirada de duvidas sobre as aulas gravadas e de uma turma de 60 alunos apenas 2 compareceram |
| -1 | 76 | nao,alunos,rte,aulas,disciplina,turma,discentes,nada,turmas,todas | gostaria de incluir um breve comentario sobre as questoes respondendo aqui pois a parte do formulario so cabe 60 caracteres e muito complicado avaliar a turma inteira sem ter um percentual as turmas sempre tem alunos bons e ruins entao seria tudo parcialmente uma ideia seria talvez adicionar um percentual da turma na questao por exemplo 111 70 ou mais dos aluhoes demonstraram esforco estudando regularmente a disciplina e o conteudo ministrado a sim b nao c parcialmente d nao se aplica ou nao soube opinar 70 seria uma boa media ou por exemplo 23 da turma |
| 1 | 30 | nao,disciplinas,disciplina,rte,praticas,ministradas,20201,pratica,turmas,turma | disciplinas nao oferecidas em rte no semestre 20201 |
| 2 | 18 | nao,sim,perguntas,questoes,responder,respostas,dimensao,resposta,sao,pois | muitas perguntas dificeis de responder pois haveria necessidade de se conhecer muitos numeros da unifei muitas perguntas dificeis de responder com sim ou nao como nas dimensoes 2 e 3 na dimensao 3 respondi nao em todas pois nao tenho como avaliar acho que um questionario mais curto seria mais fidedigno poderia ser separado para funcionarios professores e gestores os alunos de inicio de curso tem menor rendimento em regime rte talvez por nao terem maturidade compativel com a necessidade requerido neste regime ha baixo comparecimento as aulas |

Fonte: Sistema *Analisa CPA*.

5.3 Demonstração e Avaliação do Avalia-CPA - Versão 2

Para demonstrar a funcionalidade desenvolvida, a aplicação foi novamente apresentada ao gestor e analista de dados de avaliações institucionais da UNIFEI, assim como no Ciclo 1. Optou-se por manter o mesmo participante devido à sua familiaridade com o sistema, o que dispensou a necessidade de rerepresentar todo o artefato, permitindo direcionar o foco exclusivamente para a nova funcionalidade implementada. Durante a demonstração, o participante teve liberdade para interromper o pesquisador sempre que considerasse necessário, contribuindo com observações e considerações sobre a funcionalidade.

A ferramenta foi apresentada em um período de aproximadamente 10 minutos, abrangendo uma explicação das funcionalidades previamente existentes e uma demonstração detalhada da nova funcionalidade de modelagem de tópicos. Durante a apresentação, o funcionamento de cada filtro foi demonstrado, assim como os resultados gerados pela ferramenta, permitindo ao participante observar seu comportamento.

No exemplo utilizado durante a demonstração, foram usados os seguintes filtros com os respectivos valores: respondente - Docente; sentimentos - Negativos; assunto - vazio e data - 2020,2021,2022. Ao término da demonstração, o participante não identificou necessidade imediata de utilizar a ferramenta para entender o novo recurso, o que possibilitou o início da entrevista de avaliação correspondente ao segundo ciclo da pesquisa.

Para a avaliação, uma nova entrevista semi-estruturada foi conduzida. Durante a entrevista, o pesquisador apresentou seis questões previamente definidas, com o objetivo de coletar *feedback* sobre a funcionalidade implementada. No entanto, foi oferecida ao participante a oportunidade de apresentar respostas mais detalhadas e elaboradas, mesmo que estas extrapolassem o roteiro originalmente planejado. As questões apresentadas foram:

1. Segundo o que foi apresentado, o termo “assunto” faz sentido?
2. O que você acha da funcionalidade de modelagem de tópicos?
3. De qual forma ela poderia contribuir para as análises?
4. Quais os pontos que devem ser melhorados?
5. Qual sua percepção sobre a forma como os resultados estão sendo apresentados?
6. Como você avalia o tempo de processamento para geração da modelagem de tópicos?

Assim como no ciclo 1, a mensagem foi transmitida oralmente durante a entrevista e, em seguida, transcrita utilizando a ferramenta online *app.transkriptor.com*. A partir do texto transcrito, foram realizadas várias leituras para identificar unidades de significado, com o objetivo de criar rótulos ou códigos para a classificação do conteúdo da entrevista. Após a leitura, foram criados três códigos para extrair de maneira adequada todo o conteúdo das respostas:

1. Percepções positivas
2. Percepções negativas
3. Sugestões de melhorias

Depois de definidos os códigos, foram realizadas novas leituras com objetivo de classificar as unidades de significado de acordo com as categorias. O resultado da classificação, assim como a análise desses conteúdos estão descritos nas próximas subseções, uma para cada código.

5.3.1 Percepções Positivas

Primeiramente, o entrevistado foi questionado sobre a adequação do termo “assunto” no contexto apresentado. Considerando que “modelagem de tópicos” é um termo técnico, a escolha do termo “assunto” na aplicação, em substituição à palavra “tópico”, foi realizada com o objetivo de adotar uma linguagem mais cotidiana e menos técnica, facilitando o entendimento da informação pelos usuários.

O entrevistado afirmou que o uso do termo “assunto” faz sentido, conforme destacado nos trechos: *“Sim, faz sim. Outra coisa poderia ser tema, mas é tudo sinônimo, né? E plural, eu acho que plural também faz sentido.”* e *“Então, eu acho que...Mas eu entendi, sim, o que vocês quiserem dizer”*.

Sobre a funcionalidade apresentada, o entrevistado destacou que a considera algo promissor, conforme apontado no trecho: *“Eu vi um grande avanço, eu gostei muito dessa*

ideia. Então, eu vejo como algo promissor demais”. Ele contextualizou a utilidade da funcionalidade ao afirmar: “Mas é útil? Por que é útil? Porque você já conseguiu classificar em grupos para mim. Se você colocasse, por exemplo, uma ferramenta que eu pudesse exportar quais os comentários compõem esse 131 (número de comentários agrupados em um tópico), nem que eu quisesse contar na mão para ter uma inspeção humana ou uma contraprova, algum agrupamento esse 131 já teria. Então, por exemplo, eu poderia disparar para os colegas da CPA uma tarefa de categorização dentro já do 131, buscando o que eles estavam reclamando de atividade da RTE. Então, é útil”.

O entrevistado também destacou a capacidade do recurso em identificar padrões que, de outra forma, poderiam passar despercebidos, como evidenciado no trecho: *“Porque se eu não ofereço supervisão nenhuma e deixo o algoritmo pensar por si, ele pode mostrar um padrão que eu não estou vendo. Ou um problema que eu não previ. Isso é excelente”.*

Outro aspecto positivo ressaltado foi a evolução histórica dos assuntos, que ele classificou como um diferencial significativo, conforme o trecho: *“Essa evolução histórica dos temas ficou muito, muito bacana”.* Além disso, o entrevistado reconheceu o potencial da funcionalidade para reduzir o trabalho manual, conforme apontado: *“Porque, por exemplo, você falar para mim que você fez um filtro qualificado e que 360 comentários têm a ver com esses temas aí, eu joga esses 360 comentários na mão de uma equipe de humanos e vamos trabalhar no que tem de B.O. Isso já é muito melhor do que eu ter que rodar para 2.000 entradas de dados, já filtrei para 360”.*

Essas observações reforçam a utilidade e o impacto positivo da funcionalidade implementada, tanto na identificação de padrões como na eficiência operacional.

5.3.2 Percepções negativas

O entrevistado não indicou que a funcionalidade fosse inadequada. Contudo, ressaltou que as palavras representativas apresentadas não estavam suficientemente claras para o usuário, conforme evidenciado no seguinte trecho: *“Eu só não consegui entender ainda, esse agrupamento das palavras, sabe? Todos esses tópicos aí, ó. Eles têm 'não'(palavra), eles têm 'RTE'(palavra) e eles têm 'aula'(palavra). Por que que uma não tá dentro da outra? Por que que a outra não tá dentro de uma?”.*

De acordo com o entrevistado, a falta de clareza pode gerar confusão para o usuário, o que ficou evidente na observação: *“Eu acredito que tenha uma resposta computacional e matemática, provavelmente dentro de algum tipo de matriz, alguma frequência foi maior que outra, alguma coisa assim. Então eu entendo que existe uma justificativa. Só que talvez para algum usuário mais comum, vamos dizer assim, eu acho que se tornaria confusa a interpretação que ele daria. Você entende o que eu estou querendo dizer?”.*

O entrevistado também apontou a dificuldade que usuários comuns podem en-

frentar ao interpretar a relação entre as palavras representativas, especialmente quando a polaridade dos comentários não é imediatamente evidente, como descrito em: *“Por exemplo, ‘a aula não prestou.’(comentário) É negativo, mas pode ser também ‘não tive o que reclamar’(comentário), o que seria positivo. Claro que o filtro lá é só negativo, então você já tem um sentimento ruim. Mas eu acho que um usuário mais comum não entenderia qual seria a relação entre essas palavras. Entendeu o que eu estou querendo dizer?”*.

Nesse contexto, o entrevistado observa que as palavras representativas de cada tópico não possuem o sentimento explicitamente associado a elas, o que pode dificultar a interpretação por parte dos usuários, levando a possíveis equívocos na análise. Isso sugere a necessidade de uma camada adicional de contexto ou indicação de polaridade para auxiliar na compreensão.

Além disso, ele destacou que a forma como os resultados foram apresentados pode não ser ideal para um usuário padrão. Isso foi relatado no seguinte trecho: *“A questão que eu já estou pensando com a cabeça, por exemplo, do meu membro mais comum, que é um usuário padrão. Para o usuário padrão, adianto que ele ficaria confuso. Por quê? Isso aí está muito em linguagem, vamos dizer. Está naquela questão de variável de computação. Está ligado pelo underline, está sem acento e tal. Isso é usado para não quebrar o código, para ser mais fácil de mexer com as strings, eu entendo. Só que precisaria colocar uma camada em cima disso aí, eu acho. Porque o usuário comum quer ler o português, entendeu?”*.

Outro ponto mencionado foi a repetição de palavras representativas em diferentes tópicos, o que pode causar confusão para os usuários. Essa dificuldade foi relatada nos trechos: *“Eu confesso que é um pouco confuso, porque as palavras se repetem, por exemplo”* e *“Eu não entendo como que a pessoa conseguiria interpretar aquele monte de palavras soltas, formando aquela string”*.

Essas observações ressaltam a necessidade de aprimorar a apresentação das informações e tornar as explicações sobre as palavras representativas mais claras, a fim de facilitar a compreensão dos usuários. Nesse sentido, identificou-se a importância de criar uma camada adicional na apresentação dos resultados, que simplifique o entendimento dos tópicos e complemente as informações fornecidas, tornando-as mais acessíveis e intuitivas para os gestores.

5.3.3 Sugestões de melhorias

Durante a entrevista, o participante sugeriu melhorias para aprimorar a funcionalidade e alinhá-la mais adequadamente ao contexto da tomada de decisão. Uma das sugestões foi o treinamento de um modelo com base em comentários associados a tópicos-chave, de forma a melhorar a associação entre os tópicos e os comentários. Essa ideia foi expressa no trecho: *“Se a gente criasse um rótulo, categoria, por exemplo, discente sem*

base ou docente sem didática, eu entendo que a gente poderia fornecer, o humano, fornecer alguns comentários que fossem a chave para treinar o algoritmo já dentro da categoria”, e reforçada em: “Se a gente conseguisse, né, máquina e homem, falar assim, olha, a gente fez aqui um levantamento. Esse é um comentário típico desse problema aqui. A gente pode fornecer input para a máquina, e aí a máquina faz a classificação”.

Outra sugestão apresentada foi a inclusão da frequência de cada palavra representativa na lista de palavras associadas a cada tópico. Essa melhoria tem como objetivo proporcionar um entendimento mais claro do contexto de cada tópico, permitindo que os usuários identifiquem quais palavras possuem maior relevância. Isso foi destacado no trecho: “Tentar fornecer para o usuário algum tipo de contagem de frequência, alguma coisa assim para ele entender, por exemplo, lá quando vai detalhar o assunto, quais daquelas palavras tiveram maior frequência”.

É importante destacar que, além das sugestões relacionadas à funcionalidade de modelagem de tópicos, o participante também abordou o tema da moderação na classificação automática de sentimentos nos comentários. Esse ponto foi levantado no trecho: “Eu não sei como é que funcionaria em termos de código, né? Mas se isso fosse entregue para um conjunto de pessoas, talvez a própria ferramenta pudesse fazer a interface de moderação, como você está falando, por exemplo. Se eu vi um falso positivo ou um falso negativo, eu dou um flag ali, isso retroalimenta o algoritmo de classificação. Por exemplo”. Essa observação sugere a inclusão de uma funcionalidade de moderação que permita aos usuários sinalizar inconsistências nos resultados, contribuindo para o aprimoramento contínuo do algoritmo de classificação.

Essas propostas enfatizam a importância de integrar métodos que combinem a expertise humana com a capacidade de aprendizado da máquina, além de oferecer métricas que auxiliem na interpretação dos resultados de maneira mais informativa.

5.4 Contribuições do Ciclo 2 e considerações finais

Neste segundo ciclo, o principal objetivo foi explorar e testar técnicas que possibilitassem a categorização em tópicos de textos em português. Para essa tarefa, o algoritmo selecionado foi o *BERTopic*, que demonstrou eficiência na realização do agrupamento. No entanto, identificou-se a necessidade de desenvolver uma camada de interpretação adicional no sistema, com o intuito de tornar os resultados mais compreensíveis e acessíveis para o usuário final.

Para a avaliação, foi conduzida uma entrevista focada na funcionalidade desenvolvida. Por meio desta entrevista, constatou-se que a funcionalidade é útil, mas requer refinamentos para melhorar sua eficácia. Entre os aspectos positivos, destacou-se sua capacidade de identificar padrões que seriam difíceis de perceber manualmente ao ler co-

mentário por comentário. Além disso, o agrupamento automático realizado pela ferramenta facilita o processo de validação por parte do usuário final, tornando a análise mais eficiente e menos trabalhosa.

O segundo ciclo de desenvolvimento do *Analisa CPA* trouxe avanços no tratamento de dados textuais, especialmente na modelagem de tópicos. Este ciclo introduziu melhorias importantes para o sistema e consolidou o uso de inteligência artificial em um contexto prático. Assim como no ciclo 1, as contribuições também foram agrupadas: avanço tecnológico, aplicação prática e geração de conhecimento.

As principais contribuições tecnológicas incluem:

- Seleção e configuração de um modelo avançado de [PLN](#), adaptado para lidar com textos em português e capaz de identificar padrões em dados textuais.
- Integração da funcionalidade de modelagem de tópicos ao *Analisa CPA*, ampliando a capacidade do sistema em fornecer informações organizadas e relevantes.
- Criação de uma interface para visualização e análise dos tópicos identificados, incluindo gráficos evolutivos e detalhamento dos tópicos.

A nova funcionalidade desenvolvida atende diretamente a uma necessidade identificada no ciclo anterior: a falta de clareza sobre os assuntos discutidos nos comentários textuais. As contribuições práticas incluem:

- Organização automática dos comentários em tópicos, permitindo uma análise mais direcionada e eficiente por parte dos gestores;
- Redução do esforço manual necessário para categorizar grandes volumes de dados textuais, otimizando o tempo e os recursos das equipes de análise;
- Geração de informações históricas sobre a evolução de temas ao longo do tempo, facilitando a identificação de tendências e padrões recorrentes.

A modelagem de tópicos implementada neste ciclo contribuiu para o avanço do conhecimento da área uma vez que mostrou a viabilidade do uso destas técnicas em um ambiente educacional real. As principais contribuições para esse avanço incluem:

- Exploração e validação do modelo *BERTopic* como uma ferramenta eficaz para análise de textos em português, destacando seu potencial em contextos com dados limitados;

- Identificação de desafios na apresentação dos resultados da modelagem de tópicos, como a necessidade de simplificar e contextualizar as informações para facilitar a interpretação por usuários finais.

No próximo ciclo, será desenvolvida a camada de interpretação solicitada pelo entrevistado, com o objetivo de tornar os resultados da modelagem de tópicos mais compreensíveis para os usuários finais. Além disso, serão implementadas melhorias pontuais identificadas ao longo do desenvolvimento do artefato nos primeiros dois ciclos, buscando aprimorar ainda mais sua funcionalidade e alinhamento às necessidades do contexto de uso.

6 Ciclo 3

6.1 Considerações iniciais

Neste terceiro e último ciclo da pesquisa, desenvolvido no contexto da [DSRM](#), o foco foi na implementação das melhorias identificadas nos ciclos anteriores e na adição de novas funcionalidades para ampliar a aplicabilidade do sistema *Analisa CPA* na tarefa de auxiliar a tomada de decisão no âmbito acadêmico. Essa etapa teve como objetivo principal consolidar o sistema como uma solução funcional, apta a ser utilizada em um ambiente real, atendendo às demandas específicas da gestão acadêmica.

Portanto, as atividades deste ciclo concentraram-se na correção de pontos de melhoria previamente destacados nas avaliações dos ciclos 1 e 2 e também em reuniões pontuais com o diretor da [CPA](#) para consolidar a solução. Por ser o terceiro e último ciclo, as etapas de definição do problema e dos objetivos da solução não foram detalhadas separadamente; o foco do capítulo foi nas atividades de aprimoramento, demonstração e avaliação final do artefato. A estruturação deste ciclo foi elaborada da seguinte forma:

1. Evolução da solução proposta: as principais funcionalidades implementadas foram as de criação de perfis de usuários e controle de níveis de acesso para o uso da ferramenta; desenvolvimento de uma camada de interpretação para facilitar a análise de tópicos; definição de uma estratégia para aprimorar a classificação de sentimentos; possibilidade de moderação manual dos sentimentos e emoções classificados automaticamente. Todos os detalhes dos recursos adicionados estão descritos nas Subseções [6.2.1](#), [6.2.2](#) e [6.2.3](#).
2. Implementação e demonstração do *Analisa CPA* em um ambiente real: Após a definição e implementação dos perfis de usuários no sistema, juntamente com as melhorias sugeridas e o controle de acesso, a solução foi implantada em um ambiente real, permitindo que os gestores utilizassem a ferramenta dentro da rede interna da [UNIFEI](#). Os detalhes sobre a entrega da solução e a demonstração estão apresentados na Seção [6.3](#).
3. Avaliação da solução completa: Após a implementação de todas as melhorias e funcionalidades das etapas anteriores, bem como a demonstração do artefato para os gestores, foi conduzida uma avaliação do *Analisa CPA* em um ambiente real, envolvendo cinco gestores da instituição. As análises e observações coletadas estão descritas detalhadamente também na Seção [6.3](#).

6.2 Construção: terceiro ciclo de desenvolvimento do Analisa-CPA - Versão 3

6.2.1 Funcionalidades administrativas da solução

Durante a execução deste ciclo, a solução foi disponibilizada para uso de cinco gestores da universidade, conforme detalhado na Seção 6.3. Desta forma, identificou-se a necessidade de criação de perfis específicos para cada tipo de usuário no sistema, permitindo o gerenciamento adequado dos níveis de acesso. Este recurso é essencial para garantir que cada usuário visualize e interaja apenas com os dados pertinentes às suas atribuições e responsabilidades.

A definição dos perfis de usuários foi realizada através de reuniões com o diretor da CPA na UNIFEI. Até o início do desenvolvimento deste ciclo, a solução havia sido planejada para ser utilizada apenas por membros da CPA, administração e reitoria da universidade, levando à implementação dos três primeiros tipos de perfis.

Posteriormente, em novas reuniões, identificou-se a necessidade de estender o acesso a diretores de instituto e coordenadores de curso, devido ao potencial da solução em apoiar a tomada de decisão desses gestores. Assim, foram criados seis perfis distintos no sistema, abrangendo diferentes níveis de acesso e funcionalidades, sendo eles:

- Coordenadores de curso
 - Este perfil permite acesso apenas aos dados vinculados ao curso do coordenador.
 - Não possui acesso às funções administrativas.
- Diretores acadêmicos e administrativos
 - Este perfil permite acesso aos dados vinculados ao departamento do diretor, com a possibilidade de visualizar os dados de todos os cursos daquele departamento.
 - Não possui acesso às funções administrativas.
- Administrador e Reitoria
 - Estes dois perfis tem acesso total, incluindo todos os dados e funções administrativas. Porém não pode realizar a moderação manual dos sentimentos classificados pela solução.
- CPA
 - Este perfil permite acesso total ao sistema, incluindo todos os dados e funções administrativas.

- Além disso, pode realizar a moderação manual dos sentimentos classificados pela solução.

É importante destacar que, atualmente, os perfis de Diretor Acadêmico e Diretor Administrativo possuem as mesmas características de acesso. Contudo, já foi realizada a separação desses perfis em categorias distintas, prevendo possíveis demandas futuras que possam exigir acessos diferenciados entre essas funções. Essa antecipação busca facilitar a implementação de ajustes sem necessidade de grandes alterações na estrutura do artefato.

Outro ponto relevante é a funcionalidade de moderação manual dos sentimentos, que será detalhada na Seção 6.2.2. Vale ressaltar que essa funcionalidade é exclusivamente destinada a membros da CPA, atendendo à necessidade de uma análise mais criteriosa e especializada, garantindo maior precisão e confiabilidade na gestão das informações.

Com a introdução do novo perfil "Coordenador de Curso", tornou-se necessário implementar filtros específicos para viabilizar consultas direcionadas a esse nível de detalhamento. Cada usuário com este perfil é associado a um campus, instituto e curso no momento da criação de sua conta. Com base nessas associações, o sistema restringe o acesso às informações relacionadas apenas ao curso vinculado ao usuário.

Quando o usuário possui um nível menos específico, como o perfil "Diretor Acadêmico", o sistema aplica automaticamente um filtro baseado no instituto associado. Além disso, o sistema oferece flexibilidade para que esses usuários filtrem os dados de todos os cursos vinculados ao seu departamento ou, se desejarem, de um curso específico, ajustando a consulta conforme as necessidades de análise.

Por fim, quando o usuário possui um dos perfis generalistas, como "Reitoria", "Administrador" ou "CPA", o sistema oferece maior abrangência nas consultas, permitindo que o usuário filtre por qualquer instituto vinculado ao campus associado à sua conta. Após selecionar o instituto desejado, é possível optar por visualizar os dados de todos os cursos pertencentes ao instituto ou restringir a análise a um curso específico, garantindo flexibilidade, controle e maior detalhamento na exploração das informações.

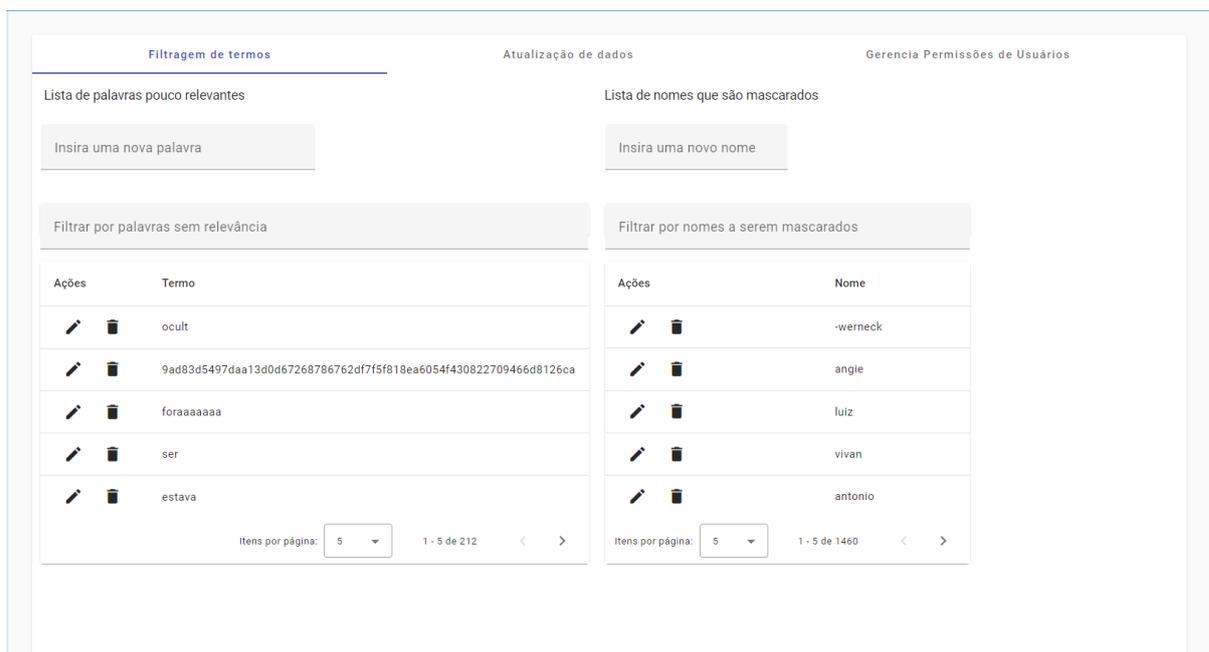
Portanto, considerando a criação de usuários associados a perfis específicos, quando um usuário realiza seu acesso ao sistema, a descrição do perfil atribuído é exibida na barra principal da interface. Essa funcionalidade tem como objetivo permitir que o usuário compreenda de forma clara e imediata quais são seus níveis de acesso no sistema, garantindo maior transparência e facilidade de uso.

Ainda relacionado ao controle de acesso, os usuários com permissões administrativas no *Análisa CPA* desempenham um papel fundamental: a moderação das informações, especialmente dos comentários. Para isso, foi desenvolvido um Painel de Controle. Considerando que os usuários com permissões administrativas podem não possuir conhecimentos técnicos, especialmente relacionados ao uso de banco de dados, foi desenvolvido um painel

de controle com foco na intuitividade. Esse painel facilita o processo de moderação, garantindo que a tarefa possa ser executada de maneira simples e eficiente, mesmo por usuários sem experiência técnica avançada. As funcionalidades disponíveis no painel de controle estão elencadas a seguir:

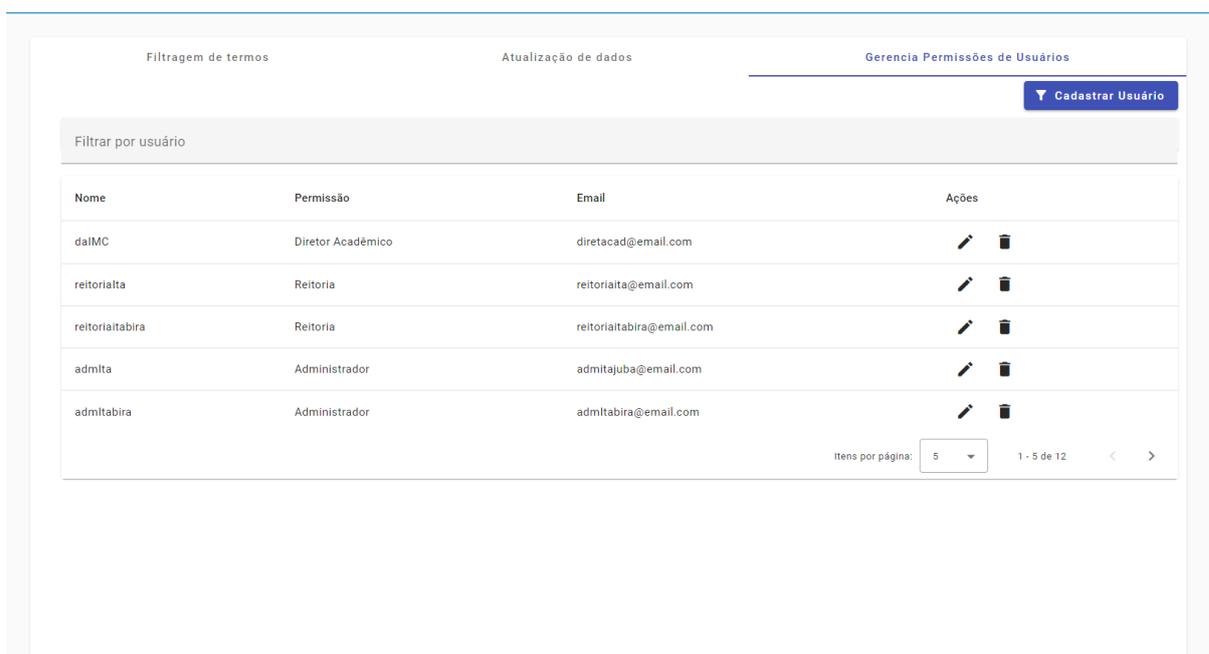
- Filtragem de termos irrelevantes — Comentários armazenados podem conter ruídos, como erros ortográficos, links ou outras informações irrelevantes para a análise. Por meio do painel de controle, é possível manter uma lista desses termos irrelevantes, com operações de inserção, edição, busca e exclusão dos termos. Com essa lista configurada, o *Analisa CPA* ignora automaticamente esses termos em todas as operações relacionadas aos comentários, garantindo um processamento mais preciso e eficiente. A Figura 10 ilustra este recurso.
- Mascaramento de nomes — Alguns comentários podem conter nomes de pessoas. Um dos princípios do *Analisa CPA* é assegurar o sigilo e anonimato dos envolvidos. Os nomes identificados nos comentários são armazenados no banco de dados e utilizados em uma etapa de preparação na qual esses nomes são ocultados. Esta etapa foi descrita no ciclo 1. Contudo, esta lista pode ser atualizada por um usuário com perfil de administrador para garantir que, caso algum nome não tenha sido identificado automaticamente, a lista seja atualizada. A visão da funcionalidade está apresentada na Figura 10.
- Gerenciamento de usuários — Os usuários são criados com base nos cargos que ocupam, e, eventualmente, essas pessoas podem mudar de função ou deixar a organização. Para refletir essas mudanças, é necessário excluir os usuários antigos e criar novos para os substitutos. A funcionalidade de gerenciamento de usuários permite que os administradores criem, atualizem e removam acessos de forma simples e eficiente, garantindo que o sistema permaneça atualizado e seguro quanto às permissões de acesso. A visão da funcionalidade pode ser observada na Figura 11.
- Atualização de dados — Todos os anos, novos dados são coletados a partir da aplicação do questionário de autoavaliação da CPA, e as respostas precisam ser integradas ao sistema. Para isso, os administradores devem ter a capacidade de atualizar os dados de maneira simples. Além disso, é necessário realizar o mascaramento de nomes e o processamento adequado desses dados, garantindo que a nova informação esteja pronta para análise e atenda aos critérios de sigilo e integridade. A visão da funcionalidade pode ser observada na Figura 12

Figura 10 – Funcionalidade de filtragem de termos irrelevantes e mascaramento de nomes



Fonte: Sistema *Analisa CPA*.

Figura 11 – Funcionalidade de gerenciamento de usuários

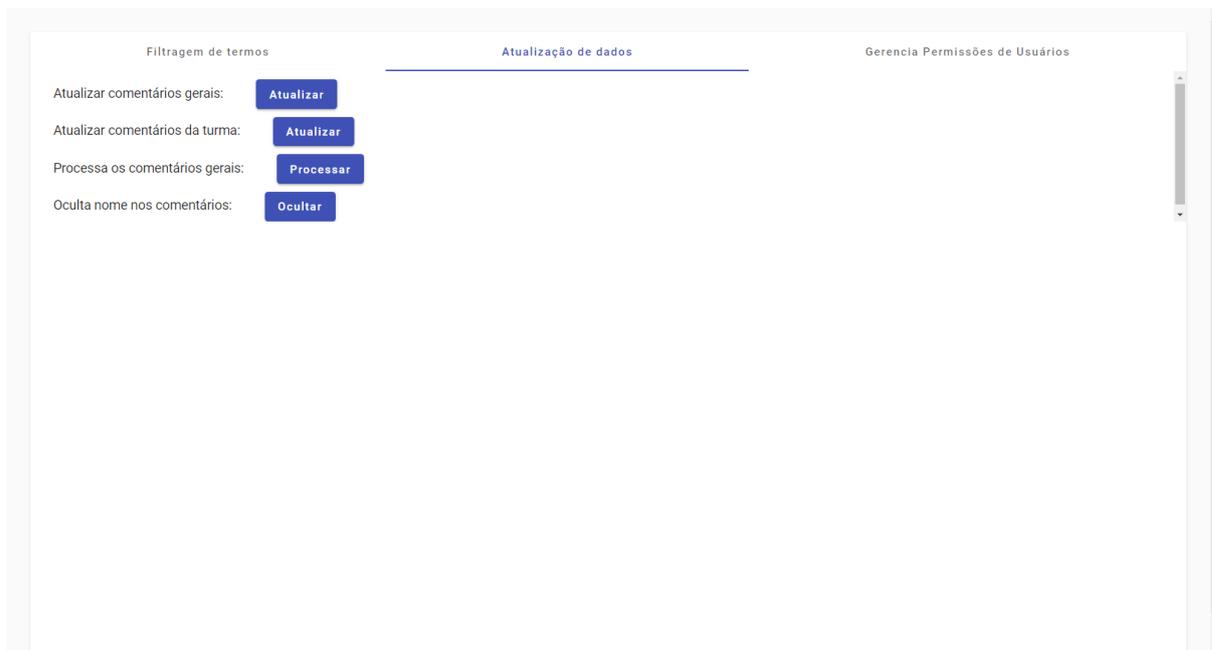


Fonte: Sistema *Analisa CPA*.

6.2.2 Identificação de emoções e evolução na classificação de sentimentos

Nos dois primeiros ciclos do sistema, a classificação automática de sentimento foi realizada exclusivamente com o modelo do *psentimiento* (PéREZ et al., 2023). No entanto, a utilização de um conjunto de diferentes classificadores pode aumentar a confiabilidade e a precisão preditivas em relação aos modelos individuais (ILHAM et al., 2024). Existem estudos na literatura que relatam que os resultados do uso da combinação de algoritmos

Figura 12 – Funcionalidade de atualização de dados



Fonte: Sistema *Analisa CPA*.

classificadores são melhores quando comparados aos métodos únicos (BAŞARSLAN; KAYAALP, 2024). Por esta razão, foram incorporados mais dois classificadores que foram usados de forma conjunta.

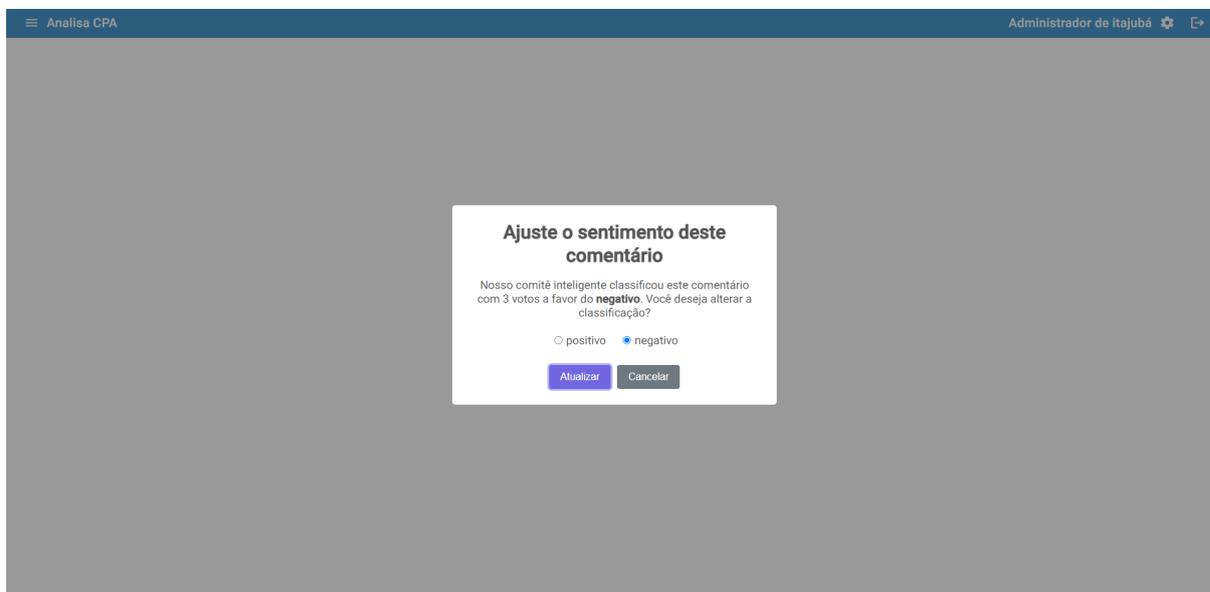
Foram integrados dois novos classificadores: o *Vader* (HUTTO; GILBERT, 2014), reconhecido por sua eficiência em classificar textos em português, e o *T5* (CHUNG et al., 2022) da *Google*, ampliando a diversidade de métodos de análise. A partir dessa integração, foi implementado um esquema de votação majoritária, no qual cada comentário é avaliado pelos três classificadores disponíveis, que votam em uma classe (positivo ou negativo). A classe que obtiver dois ou mais votos é selecionada, proporcionando maior consistência e confiabilidade na classificação automática de sentimento.

A votação majoritária de um conjunto de classificadores aumenta a robustez ao agregar diversas previsões, reduzindo o impacto de erros individuais (WU; LI; DING, 2023). Segundo o mesmo autor, essa abordagem simplifica a tomada de decisões e melhora a precisão geral, especialmente quando os classificadores componentes apresentam níveis de desempenho e dissimilaridade variados.

Caso um usuário com o perfil de *CPA* discorde da classificação de um comentário, ele pode alterá-la diretamente na listagem de comentários. Ao clicar em "editar", o usuário tem acesso às informações detalhadas sobre como a classificação foi decidida, podendo verificar se a classe foi escolhida por unanimidade entre os três classificadores ou por maioria, com um classificador discordando. Este recurso está disponível caso o usuário tenha conhecimento técnico e queira aprofundar a análise. Com base nessas informações, o usuário pode modificar a classificação original, selecionando a classe que considera mais

apropriada. Esta funcionalidade que envolve a combinação dos classificadores e moderação foi denominada Comitê Inteligente e está ilustrada na Figura 13

Figura 13 – Funcionalidade de comitê inteligente

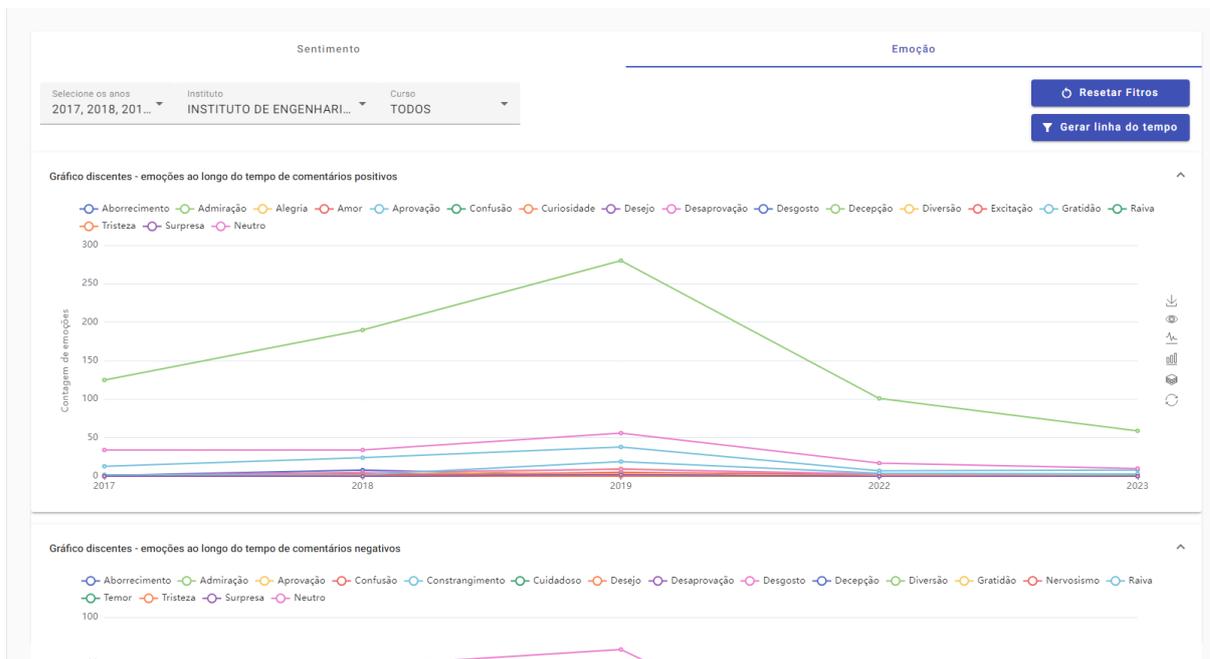


Fonte: Sistema *Analisa CPA*.

No Ciclo 1, somente os comentários gerais foram classificados quanto à emoção. Neste ciclo, esta funcionalidade foi estendida aos comentários das turmas. Vale lembrar que os comentários gerais são aqueles que não estão associados a uma turma específica. No caso dos comentários da turma, como o instrumento de coleta da CPA possui um campo para os comentários positivos e outro para os negativos, o sistema também classificou as emoções de cada parte separadamente. Assim, existe uma classificação de emoção específica para os comentários positivos e outra para os comentários negativos, garantindo uma análise mais detalhada das respostas.

Foi desenvolvida também uma funcionalidade de visualização da contagem de emoções ao longo do tempo, utilizando gráficos semelhantes aos de sentimento. Caso o usuário deseje analisar apenas algumas emoções específicas, é possível selecioná-las, ajustando o gráfico às suas necessidades. A Figura 14 ilustra essa funcionalidade, destacando o potencial de análise detalhada das emoções ao longo do tempo.

Figura 14 – Funcionalidade de visão das emoções dos comentários da turma



Fonte: Sistema *Analisa CPA*.

6.2.3 Elaboração da camada de interpretação da modelagem de tópicos

Após a avaliação do *Analisa CPA* no segundo ciclo, foi identificada a necessidade de simplificar a apresentação dos resultados da modelagem de tópicos. Como solução, na primeira aba cada tópico passou a ser representado por um número, omitindo as palavras no gráfico de linhas. O foco principal agora é exibir os agrupamentos identificados e a variação na quantidade de comentários relacionados a esses temas ao longo dos anos, tornando a análise mais objetiva e acessível para os usuários.

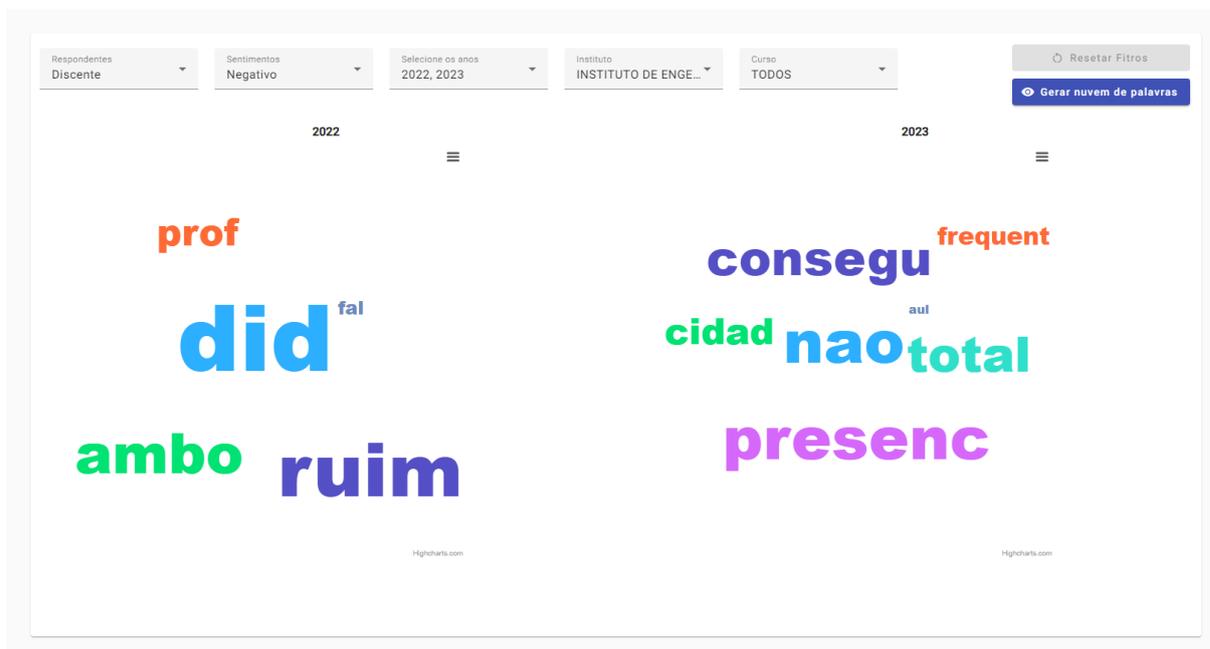
Na tela de detalhes, o *Analisa CPA* manteve as funcionalidades como já estavam, exibindo a quantidade total de comentários agrupados por tópico, as palavras mais relevantes identificadas pelo algoritmo e um comentário representativo para cada agrupamento. A decisão de apresentar as palavras mais relevantes exclusivamente nesta aba contribuiu para simplificar a interface geral, facilitando o entendimento e a navegação do usuário.

No entanto, em situações em que o algoritmo não consegue identificar tópicos, ou quando o usuário queira compreender melhor o contexto de palavras relevantes, foi desenvolvido um recurso complementar à funcionalidade de "Principais Assuntos". Este recurso utiliza um algoritmo de nuvem de palavras, implementado na solução através da biblioteca *Highcharts* (HIGHCHARTS, 2024) no *frontend*. As nuvens de palavras representam a frequência de ocorrência das palavras com variações no tamanho da fonte, sendo que fontes maiores indicam maior relevância (SKEPPSTEDT et al., 2024).

Essa funcionalidade organiza as palavras mais relevantes identificadas por meio da nuvem de palavras, separando as nuvens por ano. Isso permite que, mesmo diante de

limitações na modelagem de tópicos ou na análise do contexto das palavras que representam os tópicos, informações significativas ainda possam ser extraídas por meio da visualização das nuvens de palavras. Um exemplo dessa funcionalidade é apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Funcionalidade de nuvem de palavras



Fonte: Sistema *Analisa CPA*.

Para utilizar a funcionalidade de nuvem de palavras, o usuário pode aplicar diversos filtros, como tipo de respondente, sentimento dos comentários, anos, instituto e curso. Além disso, a nuvem de palavras oferece uma funcionalidade interativa: ao clicar em um termo, o sistema busca comentários do ano correspondente que contenham a palavra selecionada e exibe os resultados em uma tabela localizada abaixo das nuvens geradas. Essa abordagem facilita a compreensão do contexto, proporcionando uma análise mais aprofundada dos temas discutidos em cada período.

Considerando que os usuários do sistema serão gestores, foi desenvolvida a funcionalidade de exportação de dados. As tabelas podem ser exportadas em formato *.csv*, enquanto os gráficos podem ser salvos como imagens. Isso facilita o uso de outras ferramentas para análise dos dados ou a inserção de gráficos em relatórios, oferecendo maior flexibilidade e conveniência para os usuários.

6.3 Demonstração e Avaliação do Analisa-CPA - Versão 3

Para a demonstração do artefato, a aplicação foi disponibilizada para acesso interno na rede da UNIFEI. Foram criados acessos para usuários estratégicos dentro da instituição. As informações para o acesso foram enviadas por *e-mail*, além da documentação e um

tutorial em vídeo exemplificando o uso do *Analisa CPA*. Após utilizarem o artefato por aproximadamente uma semana, foram entrevistados 2 coordenadores de curso, 1 diretor administrativo, 1 membro da CPA e também o vice-reitor da UNIFEI. Detalhes dos perfis de cada entrevistado são descritos na Tabela 3

Tabela 3 – Perfil dos gestores entrevistados.

| Entrevistado | Atuação na IES | Perfil do Sistema |
|--------------|--|------------------------|
| E1 | Presidente da CPA | Diretor Administrativo |
| E2 | Membro da CPA | CPA |
| E3 | Vice-Reitor | Reitoria |
| E4 | Coordenador do curso de Engenharia de Produção | Coordenador de curso |
| E5 | Coordenador do curso de Ciência da Computação | Coordenador de curso |

Fonte: O Autor.

Foi realizada uma entrevista semi-estruturada com cada usuário do sistema, na qual foram apresentadas 20 questões pelo entrevistador (pesquisador). A entrevista foi organizada em quatro partes, cada uma focada em um contexto específico. A primeira parte contemplou cinco questões relacionadas ao perfil do entrevistado; a segunda, três questões sobre o contexto e relevância da ferramenta; a terceira, sete questões associadas à utilização da ferramenta; e, por fim, a quarta parte incluiu cinco questões sobre o impacto da ferramenta na tomada de decisões.

1. Questões sobre o perfil do entrevistado

- 1 - Qual é sua formação e área de atuação atual?
- 2 - Há quanto tempo você atua em funções que envolvem tomada de decisão na gestão acadêmica?
- 3 - Você considera sua familiaridade com IA baixa, média ou alta? Você pode dar um exemplo de alguma solução em IA que você já tenha usado ou conhece?
- 4 - Você considera sua familiaridade com análise de dados baixa, média ou alta? Você poderia dar um exemplo de alguma ferramenta que você já tenha utilizado?
- 5 - Qual a sua experiência com o uso de ferramentas digitais para otimizar processos ou tomar decisões? Você considera sua experiência baixa, média ou alta?

2. Questões sobre o contexto e relevância da ferramenta

- 1 - Qual é o principal desafio que você enfrenta na tomada de decisões utilizando informações do questionário da CPA?

- 2 - O que você acha do uso de ferramentas de apoio à decisão no contexto de gestão acadêmica?
- 3 - Você já utilizou alguma outra ferramenta ou método para apoio à decisão antes de conhecer esta? Se sim, quais foram as principais diferenças que você percebeu?

3. Questões sobre a utilização da ferramenta

- 1 - Como foi sua experiência ao utilizar a ferramenta?
- 2 - Houve alguma dificuldade ou barreira ao utilizar a ferramenta?
- 3 - Quais recursos da ferramenta você considera mais úteis para a tomada de decisões acadêmicas?
- 4 - Há funcionalidades ou características que você acha que poderiam ser melhoradas ou adicionadas à ferramenta?
- 5 - O que você acha sobre as classificações de sentimentos e emoções geradas pela ferramenta?
- 6 - O que você acha sobre os assuntos gerados pela ferramenta?
- 7 - O que você acha sobre as nuvens de palavras geradas pela ferramenta?

4. Questões sobre o impacto na tomada de decisões

- 1 - Como você acha que a ferramenta contribui para melhorar o processo de tomada de decisão na gestão acadêmica?
- 2 - Você acha que a forma como os dados foram apresentados nos gráficos te ajudaram a entender melhor a informação?
- 3 - Quando você olha para esse gráfico com os comentários gerais ao longo do tempo, o que você entende?
- 4 - Quais dados ou informações fornecidos pela ferramenta você considera mais relevantes para apoiar suas decisões?
- 5 - Você recomendaria o uso desta ferramenta para outros gestores acadêmicos? Por quê?

É importante destacar que, para a construção deste questionário, foram revisadas na literatura estratégias para avaliar sistemas de apoio à tomada de decisão. Entre as referências utilizadas, destaca-se (VENABLE; PRIES-HEJE; BASKERVILLE, 2016), que apresenta um *framework* para a avaliação de artefatos desenvolvidos com a metodologia DSR. O trabalho de (MESKE; BUNDE, 2023), que enfatiza a importância de avaliar a utilidade e a facilidade percebida pelo usuário, também foi considerado.

Um ponto relevante deste ciclo foi a necessidade de se considerar diferentes tipos de usuários na etapa de avaliação. A relevância de considerar perfis variados nesta etapa é abordada por [Suanpang e Pothipassa \(2024\)](#). De acordo com os autores, esta estratégia pode garantir que sejam incorporadas perspectivas de diferentes áreas de especialização e campos relacionados, resultando em uma avaliação mais abrangente do sistema desenvolvido.

Além da fundamentação citada anteriormente para a construção da entrevista, foi realizada uma entrevista piloto com um diretor de instituto da [UNIFEI](#). O objetivo foi validar o instrumento de coleta e obter considerações relevantes sobre as questões elaboradas. Com base nas observações da entrevista piloto, foram realizados ajustes no questionário, visando garantir uma coleta de informações mais confiável sobre o artefato desenvolvido.

Para a transcrição das entrevistas foi utilizada a ferramenta online *app.transkriptor.com*. Como este ciclo contou com a participação de múltiplos usuários, diferentemente dos ciclos anteriores, os textos resultantes das transcrições foram organizados em códigos específicos, distintos dos adotados nas fases anteriores. Esses códigos refletem os contextos considerados na elaboração da entrevista, visando uma categorização mais precisa dos conteúdos abordados, são eles:

- Perfil do entrevistado
- Contexto e relevância da ferramenta
- Utilização da ferramenta e sugestões de melhorias
- Impacto na tomada de decisões
- Outros

O resultado da classificação das entrevistas, juntamente com a análise das respectivas transcrições, está descrito nas próximas subseções, sendo cada código abordado em uma subseção específica.

6.3.1 Perfil dos entrevistados

O entrevistado (E1) possui formação acadêmica em administração, conforme descrito: *"Eu tenho formação em administração, minha graduação e meu mestrado. Estou fazendo doutorado em engenharia de produção. Hoje eu estou como assessor de desenvolvimento institucional na Reitoria e também presidente da CPA"*.

Possui alguma experiência em contextos que envolvem a tomada de decisão, estando no cargo desde 2022. Em relação à experiência com análise de dados, o entrevistado destaca competência elevada em análises descritivas, mas limitada em análises preditivas: *"Assim,*

análise descritiva é alta. Preditiva, baixa. O que eu tenho mais uso é exatamente por exemplo, pegar uma base de dados e fazer descrição do que acontece. Encontrar padrões, mas não usando data mining, padrões na mão". Quanto à experiência com IA, ele relata: *"Então assim, em aplicação é baixo, porque na aplicação você tem que pegar um modelo generativo, treinar ele para os seus dados e colocar num contexto particular, né?".* No entanto, complementa que *"uso de ferramenta pronta... Aí eu já digo que é intermediário. Eu uso o ChatGPT praticamente todo dia".*

O entrevistado considera ferramentas de apoio à tomada de decisão como indispensáveis, enfatizando sua relevância: *"Rafael, assim, tem mil formas de tratar isso. Existe a questão da necessidade, obviamente. Elas não são assim, hoje em dia, eu acredito que elas não são um luxo, elas são uma necessidade".* Ele também considera que um dos desafios na implantação dessas ferramentas é a falta de preparo, principalmente, relacionado à imaturidade, como pode ser visto neste trecho: *"Só que, ao mesmo tempo, algumas instituições, e infelizmente a nossa está enquadrada nisso, eu entendo que elas são muito imaturas. Por que que eu digo imaturas? Se a gente apresenta um super projeto igual esse seu, que ele é excelente, tem análise de machine learning, e tem esse monte de coisa, e já entrega uma informação resumida e útil, aonde que essa informação vai se enquadrar na gestão? Aí que eu acho que vem a imaturidade".*

O entrevistado (E2), membro da CPA, possui formação acadêmica em engenharia química, com graduação e doutorado na área, e atua como professor no curso de engenharia química do Instituto de Recursos Naturais (IRN) da UNIFEI em Itajubá. Ele se apresenta com as seguintes palavras: *"Certo, eu sou engenheiro químico com doutorado, né, também em engenharia química e eu tô atuando no curso de engenharia química que tá aqui no IRN da Unifei de Itajubá".*

Com seis anos de experiência em gestão acadêmica, o entrevistado avalia sua familiaridade com inteligência artificial como média e explica: *"Eu diria média. Eu uso essas interfaces para, por exemplo, fazer a tradução, o resumo de artigos e passar essas ferramentas na sala de aula também".* Já em análise de dados, ele considera sua familiaridade alta e acrescenta: *"Análise de dados, sim, é alta, mas não na parte estatística, mas na parte determinística. É que eu trabalho com simulações computacionais".* O entrevistado acredita na relevância do uso de ferramentas de apoio à decisão, descrevendo-o como *"importante"*, embora reconheça que *"ainda há muita coisa para melhorar"*.

O entrevistado (E3) apresenta formação acadêmica na área de engenharia mecânica, com mestrado e doutorado em aeronáutica e mecânica. Ele descreve sua atuação profissional da seguinte forma: *"Trabalho muito com a parte de materiais compostos, fadiga, processamento de materiais para aeronáutica, manutenção aeronáutica".* Além disso, destaca seu papel administrativo como vice-reitor, afirmando: *"Na parte administrativa, como vice-reitor, gerenciando mais os aspectos internos da universidade, gestão da estratégia da*

Unifei, gestão de riscos, gestão de pessoas, gestão de dados".

Com quatro anos de experiência na reitoria, ele relata que sua rotina envolve tomadas de decisão constantes, mencionando: *"Diariamente são tomadas várias decisões. É o dia todo. Cada reunião é uma decisão praticamente"*. Em relação à análise de dados, ele considera sua experiência *"média"*, enquanto descreve sua familiaridade com inteligência artificial como *"bem básica"*. Ele detalha: *"Bom, atualmente eu destaco ela como sendo bem básica, embora há um tempo atrás na questão da pesquisa eu já tenha usado redes neurais, por exemplo, para um trabalho de mestrado e doutorado para identificar níveis de porosidade em função dos ensaios que eu executei nas amostras"*.

O entrevistado reforça a importância de decisões fundamentadas em dados, afirmando: *"Qualquer decisão tem que ser tomada com base em dados e fatos, senão você corre o risco de fazer a decisão errada e sem fundamento"*. Ele reconhece o potencial da inteligência artificial, descrevendo-a como um diferencial e ainda destaca: *"a IA traz muita agilidade na análise dos dados"*.

O entrevistado (E4) possui formação em engenharia mecânica pela UNIFEI, com mestrado e doutorado em engenharia de produção, conforme relatado: *"Eu fiz engenharia mecânica aqui na Unifei, na graduação. O meu mestrado foi engenharia de produção aqui na Unifei, o doutorado também engenharia de produção na Unesp"*. Sua experiência com tomada de decisão iniciou-se há oito anos, quando assumiu a coordenação do trabalho de conclusão de curso da engenharia de produção, conforme descreveu: *"Eu comecei a atuar em um setor que envolve tomada de decisão em gestão de processos quando eu assumi a coordenação do trabalho de conclusão de curso da engenharia de produção. Isso há oito anos atrás"*.

Quanto à análise de dados e uso de ferramentas de apoio à decisão no contexto acadêmico, ele avalia sua experiência entre baixa e média devido ao pouco uso de ferramentas específicas: *"Se eu for ter que atrelar a minha resposta de alta, média e baixa à ferramentas específicas para análise de dados, talvez eu fique aí entre baixa e média, porque, de fato, eu não sou um usuário de ferramentas de análise"*. Entretanto, no que se refere ao uso de ferramentas digitais em sua área de atuação, destaca uma experiência elevada, mencionando: *"Eu coloco experiência alta porque é mais a minha área. Principalmente se você fala em otimização e tomar de decisão."*

Em relação à familiaridade com IA, ele avalia sua experiência como *"baixa"*, afirmando: *"Eu julgo que a minha experiência com inteligência artificial é baixa. Gostaria que fosse muito mais do que ela é, mas até porque nunca foi a minha área de estudo. O meu contato com inteligência artificial hoje é basicamente é o chatGPT. Eu costumo utilizá-lo às vezes para tentar ver como é que ele desenvolve alguma questão de prova minha"*.

O entrevistado (E5) possui formação acadêmica em ciência da computação, re-

latando: *"Minha graduação é em Ciência da Computação, sou mestre em Ciência da Computação e tenho doutorado em Engenharia Eletrônica e Computação"*. O entrevistado demonstra ampla experiência em inteligência artificial, análise de dados e ferramentas digitais, avaliando sua familiaridade com IA como alta, devido à sua atuação na área de pesquisa: *"Julgo minha experiência com inteligência artificial alta porque eu pesquiso nesta área, como ferramenta de exemplo o próprio GPT"*.

Em relação à análise de dados, E5 relata experiência avançada, destacando o uso de ferramentas como Tableau e Excel: *"Minha experiência com análise de dados também é alta; já utilizei muito o Tableau e o Excel, que é uma ferramenta poderosíssima, dá para fazer muita coisa com Excel e o pacote Office"*. No que se refere às ferramentas digitais, ele classifica sua experiência como alta e ressalta sua habilidade em dominar rapidamente novas ferramentas devido à familiaridade com linguagens de programação: *"Minha experiência é alta também. A familiaridade com linguagem de programação me permite muita coisa; se você me der um software novo, em alguns dias já estou dominando ele"*. Ao comparar suas áreas de atuação, E5 menciona que sua experiência em IA é mais extensa, com aproximadamente 13 anos dedicados à área, enquanto possui cerca de 6 anos de experiência em gestão acadêmica e tomada de decisão.

Pode-se observar que a diversidade de perfis envolvidos nas entrevistas, aliada ao tempo de experiência de cada participante em cargos de gestão, proporcionou uma análise abrangente e diversificada da ferramenta. Essa heterogeneidade permitiu obter *feedbacks* provenientes de diferentes áreas de atuação, assegurando uma avaliação mais consistente e representativa do artefato desenvolvido. Essa abordagem contribuiu significativamente para identificar pontos fortes e áreas de melhoria, ampliando a compreensão sobre a aplicabilidade da solução em variados contextos acadêmicos.

6.3.2 Contexto e Relevância da ferramenta

Para entender o contexto atual dos gestores que utilizam os dados da CPA para tomada de decisões, foram levantados os principais desafios enfrentados por cada entrevistado. Os relatos destacaram uma diversidade de dificuldades, desde o volume e a qualidade dos dados até questões relacionadas à estrutura das avaliações e ao acesso limitado às informações.

Para o E2, o principal desafio é a diversidade e o volume dos dados disponíveis, o que torna o processo decisório mais complexo. Ele afirma: *"São muitas informações diversas, de assuntos diversos, ou de classificações talvez não tão quantitativas"*. Para superar essa dificuldade, ele sugere a implementação de uma metodologia que quantifique melhor os dados: *"Se a gente precisar tomar uma decisão, a gente primeiro precisaria colocar alguma metodologia para realmente quantificar isso"*.

O E1, por sua vez, aponta que o maior obstáculo está na extração de informações úteis e na garantia de uma participação significativa nas avaliações. Ele ressalta: *"Conseguir extrair informação útil dessa avaliação e no mesmo tempo fazer com que a participação ocorra. Ou seja, eu preciso ter uma participação melhor pra eu ter mais volume de dado pra eu conseguir extrair informação útil. Então esses são os desafios"*. Para ele, a quantidade e a qualidade das respostas são fundamentais para uma análise mais eficaz.

Já o E4 destaca a falta de acesso aos dados como o principal entrave. Ele relata que sua atuação na coordenação de curso não lhe proporciona uma visão abrangente sobre a percepção dos alunos em relação às disciplinas e professores: *"Como tomador de decisão, olhando a coordenação do curso, eu não tenho acesso ou não tinha acesso até então à opinião dos alunos referente à disciplina A, B ou C, professora A, B ou C"*. Para compensar essa lacuna, ele desenvolveu, junto com sua equipe, um instrumento de avaliação próprio focado em objetivos de aprendizagem, mas ainda vê a necessidade de um acesso mais completo aos dados da CPA.

Para o E3, o principal problema está na estrutura das questões do questionário da CPA. Ele acredita que as perguntas atuais não diferenciam adequadamente entre a qualidade do conteúdo e a percepção do professor: *"Eu sempre falei que o CPA, ela... as questões, especificamente, elas não separam o conteúdo da disciplina do perfil do professor"*. Ele sugere que a avaliação considere essas distinções, enfatizando: *"O professor pode ser chato, e o aluno aprender, o professor pode ser legal e o aluno aprender"*. Para ele, essa diferenciação é crucial para melhorar a qualidade educacional.

O E5 destaca que o desafio está na eficiência dos processos. Ele reconhece que os gestores frequentemente acumulam atribuições, e ferramentas que economizem tempo são indispensáveis: *"Quanto mais desafogar esses processamentos do gestor, do tomador de decisão, melhor, porque muitas vezes a gente tem outras atribuições"*. Ele também destaca a metodologia das avaliações: *"Cara eu te confesso, que atualmente eu acho mais fácil fazer a avaliação externa do que interna, porque os órgãos externos tem uma metodologia melhor, agora a avaliação interna somos nos que temos que fazer essa metodologia, então é muito ruim"*.

Ao ser questionado sobre a relevância de ferramentas de apoio a decisão no contexto acadêmico o E2, relata que essas ferramentas são *"importantes"*, mas ele acredita que ainda há espaço para melhorias: *"acho importante, mas realmente eu entendo que é um processo, né? Então, tem acho que ainda muita coisa para melhorar"*.

O E1 vê essas ferramentas como uma *"necessidade"*, mas alerta para a imaturidade institucional no uso dessas tecnologias: *"Algumas instituições, e infelizmente a nossa está enquadrada nisso, eu entendo que elas são muito imaturas."* Ele destaca que é essencial integrar essas ferramentas de forma eficaz à gestão acadêmica: *"Aonde que essa informação vai se enquadrar na gestão? Aí que eu acho que vem a imaturidade."*

O E4 considera o uso dessas ferramentas "*fundamental*" e reforça a necessidade de maior acesso a elas: "*Cara, eu acho fundamental, acho que nós deveríamos ter mais acesso a esse tipo de ferramenta*". Ele enfatiza a utilidade dessas soluções em avaliações externas e na melhoria contínua dos cursos: "*Além disso, é uma cobrança quando os órgãos do governo vêm avaliar os cursos, quando a gente mostra que existem ferramentas como essa e que, além delas estarem disponíveis, eu consigo tomar uma decisão rápida ao perceber algum dado*". Finaliza reforçando a relevância de ferramentas como o *Analisa CPA*: "*Então, eu acho fundamental, torço para que a gente tenha acesso, mais acesso a esse tipo de ferramenta que, por exemplo, como o Analisa CPA*".

O E3 também classifica essas ferramentas como fundamentais, destacando que decisões devem ser baseadas em dados e fatos: "*Hoje o processo é muito demorado, depende de muitas pessoas para analisar*". Para ele, a agilidade que essas ferramentas oferecem na análise de dados é essencial para melhorar a eficiência.

Por fim, o E5 valoriza o tempo economizado com o uso dessas ferramentas e sua capacidade de simplificar o trabalho dos gestores: "*Esses gráficos e comentários dão uma visão geral do que está acontecendo, então economiza um tempo na análise*". Ele acredita que essas ferramentas são indispensáveis para uma gestão mais eficiente e estratégica: "*Cara essas ferramentas são importantíssimas, tem que ter, que ai ninguém toma decisão baseado em achismo, tudo é fundamentado*".

Os entrevistados foram unânimes em reconhecer a importância das ferramentas de apoio à decisão, destacando seu potencial para otimizar a gestão acadêmica. Esses relatos reforçam a relevância dessas ferramentas no contexto institucional, evidenciando como elas podem ser instrumentos essenciais para superar desafios relacionados à análise de dados e à tomada de decisão. Além disso, as ferramentas de apoio à decisão contribuem para a implementação de estratégias mais embasadas e eficazes, promovendo melhorias significativas nos processos de gestão acadêmica e administrativa.

6.3.3 Utilização da ferramenta e sugestões de melhorias

Os entrevistados apresentaram percepções diversificadas sobre a ferramenta *Analisa CPA*, destacando pontos positivos e aspectos que podem ser aprimorados.

O E1 avaliou a ferramenta como simples e intuitiva, afirmando: "*O Rafael, assim, foi muito fácil. Ela tá bem intuitiva. Um ou outro probleminha que a gente achou ali a gente já conversou e você já prontamente atendeu e principalmente as informações que ela gera são muito fáceis até de entender nessa versão atual. [...] As funcionalidades, pelo menos pra mim, do meu ponto de vista como usuário, elas são quase que auto-explicativas*". Ele também elogiou aspectos estéticos e de acessibilidade, mencionando: "*As cores são bonitas, acho que as fontes estão numa proporção bacana*" e também destaca "*eu acho*

que essa é o nível de apresentação e de uso da informação já está pronto ao passo que antes você tinha que ficar escovando dado para conseguir levantar alguma coisa, hoje por exemplo, eu não preciso que a pessoa escove dados", enfatizando como a ferramenta facilita o acesso às informações de forma direta, eliminando a necessidade de processos manuais.

O entrevistado E2 destacou que identificou algumas questões que, segundo ele, "não ficaram bem claras". Relatou dificuldades ao pesquisar determinados assuntos, recebendo mensagens como "não tinha dados suficientes ou que não deu algum erro, né, não tinha palavra". Além disso, observou problemas na nuvem de palavras, onde apareciam apenas partes das palavras, o que dificultou a compreensão completa das informações. Ele explicou: "eu não entendi bem como que a gente poderia, de repente, tirar informações inteiras ou palavras inteiras". Apesar dessas observações, descreveu sua experiência como positiva: "Foi, acho que tranquilo, a interface é intuitiva". E complementou: "Eu não tive barreira, o acesso é fácil". Por fim, considerou que "A obtenção dos dados e a utilização dos filtros, essa parte não teve problema". Destacando que esses aspectos ocorreram sem dificuldades.

Já o E4, embora tenha avaliado a ferramenta de forma geral como positiva, relatou algumas dificuldades. Ele mencionou ter ficado surpreso ao acessar a primeira tela, afirmando: "Muito bem, ó, eu tomei um susto logo de cara porque a primeira tela que o Analisa CPA abre, eu vi um monte de comentários, todos ali na tela". Apesar de reconhecer o esforço para filtrar informações sensíveis, apontou que "na filtragem que está acontecendo aqui, ainda está acontecendo algumas coisas que, a meu ver, elas devem no futuro ser corrigidas, porque não dão possibilidade alguma para o coordenador de curso tomar a decisão. Eu vou te dar dois exemplos que eu estou vendo aqui na minha frente. O primeiro comentário de 2023 que aparece para mim aqui, ele está escrito simplesmente 'não'. Só isso. Então, eu acho que a filtragem, ela pode tirar esse tipo de coisa".

Ele também destacou outro ponto: "Uma outra que eu tô vendo aqui, tem um comentário que foi feito em 2022, que tá escrito simplesmente isso. 'Melhorar didática', ponto. Então, eu não sei se o aluno, que disciplina que o aluno criticou, porque tem alguma, a impressão que eu tive, com o cuidado que vocês tiveram de não deixar aparecer nenhuma identificação clara de professor, vários comentários perderam completamente o poder de dar alguma informação útil para o coordenador".

E4 também pontuou dificuldades com a funcionalidade da nuvem de palavras: "Eu tentei adivinhar, mas que palavra que deve ser essa?" e destacou que "o tempo gasto para poder gerar um gráfico foi bem alto", o que pode impactar decisões rápidas. Apesar das dificuldades, elogiou a funcionalidade de análise de sentimentos, afirmando: "Eu gostei muito dessa possibilidade de separar em negativo e positivo pela percepção do algoritmo aqui nas palavras usadas pelo aluno".

O E3 teve uma experiência breve com a ferramenta e relatou não ter conseguido explorá-la completamente, dizendo: "Não mexi muito. Eu entrei, né, mas eu não consegui".

Eu até fui buscar dados pessoais ali. Mas acabou que alguém me ligou, acabei divergindo". Apesar disso, ele avaliou que "o acesso é bem fluido" e destacou a agilidade que a ferramenta proporciona, afirmando: "Você tem isso de uma maneira mais, vamos dizer, visível, mais rápido, mais agilidade e consegue tomar decisões mais rápidas". E3 ainda reforçou que a ferramenta pode reduzir significativamente o tempo e a dependência de múltiplas pessoas no processo de análise: "Hoje o processo é muito demorado, depende de muitas pessoas para analisar".

Por sua vez, o E5 relatou que, apesar de não apreciar totalmente a interface, achou a ferramenta intuitiva: *"Então, eu coloquei seu vídeo lado a lado e fui seguindo na ferramenta, chegou um momento que tirei o vídeo porque já era intuitivo ali o que cada coisa fazia. A interface pra mim poderia melhorar um pouco, mas no geral ela foi bem simples de utilizar".* Ele elogiou especialmente as classificações de sentimentos e emoções: *"Essa parte ficou bem massa cara, bem legal, essas informações podem ajudar bastante".* Contudo, apontou problemas, como a ocultação de nomes nos comentários, o que dificulta identificar destinatários de sugestões, elogios ou reclamações: *"Nos comentários, o nome do docente fica oculto, o que impossibilita identificar pra quem é a sugestão, o elogio ou a reclamação".*

Diante das observações relacionadas à usabilidade do sistema, os entrevistados também apontaram melhorias e novas funcionalidades que poderiam ser incorporadas em versões futuras do *Analisa CPA*. Essas sugestões refletem a visão dos usuários sobre como o sistema pode evoluir para oferecer um suporte ainda mais robusto à tomada de decisão no contexto acadêmico, ampliando seu impacto e atendendo às demandas específicas dos gestores entrevistados.

O E1 destacou a importância de adaptar a ferramenta para trabalhar com conjuntos menores de dados, especialmente para cursos com número insuficiente de informações: *"Refinar isso para pequenos conjuntos de dados porque a gente tem aquele problema com algumas informações, às vezes alguns dados, na verdade alguns cursos que não têm o número mínimo".* E1 ainda sugeriu a possibilidade de ajustar o algoritmo de agrupamento utilizando sinônimos ou inteligência artificial para realizar agrupamentos menos rígidos e inferências mais abrangentes: *"Trabalhar com pequenos conjuntos de dados para que eu conseguisse gerar os assuntos ou que eu pudesse refinar o algoritmo de agrupamento, às vezes usando sinônimos ou, enfim, algum modelo de inteligência artificial".* Além disso, o E1 propôs incorporar uma funcionalidade que analise não apenas sentimentos, mas também intenções, o que poderia aumentar significativamente a utilidade da ferramenta: *"Agrupar dentro desse guarda-chuva, fazer essa inferência, isso poderia ser assim, muitíssimo útil".*

Por fim o E1 enfatizou que a eficácia da ferramenta está ligada à sua integração com um processo bem estruturado: *"É necessário, mas além da ferramenta a gente também tem que estruturar o processo. Então a ferramenta conta parte da história, mas o processo*

conta outra e as duas são interdependentes". Ele sugeriu que a ferramenta, no futuro, poderá abranger todo o ciclo de avaliação, desde a preparação até a análise dos dados, reforçando seu potencial como uma solução completa para a gestão acadêmica.

O E2 reconheceu o potencial da ferramenta e sugeriu integrar outras bases de dados *"Acho que a parte de dados sobre egressos, que a gente não tem, né, que muitas vezes não chegam para a gente".* O E2 também propôs ajustes visuais, como a utilização de cores para diferenciar emoções positivas e negativas nos gráficos de emoções, comentando: *"as questões talvez dos gráficos das emoções ali, que você pode ver o histórico no tempo, ali talvez uma sugestão só seria tentar talvez colocar essa escala de cores de uma forma que separem realmente as emoções, por exemplo, positivas, sei lá, com cores frias e as negativas com cores quentes. Porque às vezes quando tem muitas linhas fica um pouco trabalhoso de ficar olhando ali."* Além disso, recomendou apresentar palavras completas em vez de apenas radicais, facilitando a interpretação dos tópicos principais. O E2 conclui, expressando otimismo quanto ao desenvolvimento contínuo da ferramenta, afirmando: *"Estou torcendo aí para o sucesso dessa ferramenta".*

O E3 sugeriu a criação de indicadores percentuais de desaprovação e tendências, complementados por gráficos como pizza e *dashboards* consolidados: *"Talvez criar alguns indicadores ali, né? De tendência, etc".* E3 reforçou a importância de uma visão consolidada por curso e instituto, sugerindo uma aba que apresentasse resultados agregados: *"Como eu falei, aquilo que eu consigo ver de uma forma generalizada, comparar os institutos, porque eu vejo a universidade como um todo. Então, eu vendo como um todo, a universidade está sendo desaprovada, por quê? Porque tem sete dos dez institutos em desaprovação. Aí depois eu vou lá e vou vendo o que está gerando isso. Isso, para nós, é a melhor forma de olhar os resultados".* Ele elogiou a funcionalidade das nuvens de palavras, considerando-as úteis para identificar pontos críticos: *"Você clica na palavra e vai ver o contexto que ela está inserida".*

O E3 também ressaltou a necessidade de uma abordagem detalhada na análise de dados para direcionar ações corretivas de forma eficaz: *"Eu quero entender quais as ações eu tenho que fazer para que a gente consiga reverter a situação que a CPA mostra".* Embora tenha elogiado o estado atual da ferramenta, sugeriu que o detalhamento sobre quais institutos apresentam maiores índices de desaprovação ajudaria a priorizar esforços: *"A ferramenta do jeito que tá, tá excelente, mas se ela puder detalhar um pouquinho mais... quais institutos estão precisando, estão com maior índice de desaprovação, aí eu vou vendo pra onde que eu tenho que direcionar os esforços".*

O E4 sugeriu a inclusão de uma funcionalidade de filtragem por disciplina, que permitiria visualizar comentários positivos e negativos associados aos professores e disciplinas específicas: *"Eu acho que deve ter uma filtragem por disciplina. Eu acho que isso falta aqui".* E4 acredita que isso ajudaria a identificar áreas que necessitam de atenção: *"Saber*

com qual professor ou com qual disciplina eu tenho que me preocupar onde os alunos estão tendo algum tipo de crítica". Além disso, sugeriu consolidar métricas como nota média, variabilidade das notas e taxa de reprovação em uma única tela, aumentando a capacidade dos gestores de tomar decisões informadas.

O E5 recomendou melhorias na exibição dos gráficos, sugerindo que, além da quantidade de respostas, fosse exibido o total de respondentes para avaliar a relevância dos dados: "Aqui nessa parte dos gráficos, seria legal se mostrasse também o total dos respondentes, pra analisar a relevância daquilo, acompanhar a participação também é muito importante". Ele também sugeriu aprimorar a interface da ferramenta, mencionando: "A interface também não me agradou muito, você teria que avaliar com outras pessoas também, mas sinto que está muito simples, tem como evoluir". Além disso, mencionou alguns ajustes que podem ser realizados na geração de relatórios: "Quando se pede para gerar o relatório de Principais Assuntos, mostrar uma barra de progresso ou mesmo um ícone dinâmico durante a mensagem 'Carregando...'. A tela fica estática e a gente não sabe se travou, além disso, não consegui visualizar essa funcionalidade, pois aparece uma mensagem de erro informando que o número de amostras é insuficiente".

Essas respostas evidenciam que, embora a ferramenta seja reconhecida por sua facilidade de uso e pelo potencial para simplificar os processos decisórios, ainda há espaço para melhorias, especialmente no atendimento a perfis específicos, como o de coordenadores de curso. Para esse perfil, ficou evidente que a regra de anonimização das entidades mencionadas nos comentários, uma exigência ética e legal proposta pela CPA, embora essencial para garantir a privacidade, pode limitar análises mais detalhadas que requerem informações contextuais adicionais. Essa limitação ressalta a necessidade de explorar abordagens que conciliem a proteção da privacidade com a possibilidade de análises mais ricas e contextuais, sugerindo como trabalho futuro o desenvolvimento de mecanismos que permitam essa integração de forma segura e ética.

Para os perfis dos entrevistados E1, E2 e E3, a ferramenta atendeu melhor às suas necessidades. O entrevistado E1, em particular, destacou grande facilidade no uso, já que esteve presente em todas as etapas do desenvolvimento do *Analisa CPA*, contribuindo com demandas e oferecendo *feedbacks* constantes. Os outros dois entrevistados, E2 e E3, trabalham em um escopo mais abrangente da tomada de decisão na universidade, contexto no qual o artefato, em sua versão atual, está mais alinhado às suas demandas.

Portanto, foi identificado que o *Analisa CPA* atende de forma mais eficaz às análises gerais, mas encontra dificuldades em responder às demandas mais específicas, como análises detalhadas em nível de disciplina. Essa limitação reduz o alcance do sistema em contextos de gestão que exigem uma análise mais granular dos dados, comprometendo seu potencial para apoiar decisões estratégicas nessas esferas. Portanto, como melhoria futura, recomenda-se que o sistema seja aprimorado para alcançar esse nível de granularidade, permitindo atender

melhor às demandas dos gestores e oferecendo uma visão mais detalhada e personalizada das informações analisadas.

Por fim, em um âmbito mais geral, a quantidade de comentários é suficiente para gerar os tópicos ao longo do tempo, mas, ao atingir a granularidade em nível de curso, alguns deles apresentam um número insuficiente de dados para essa geração. Essa limitação compromete a eficácia do sistema, especialmente para coordenadores de curso que dependem de análises detalhadas para embasar suas decisões. Para superar esse desafio, a universidade deve investir em estratégias que incentivem a participação dos respondentes, como campanhas de conscientização sobre a importância das avaliações institucionais. Com um volume maior de dados, os coordenadores de curso terão acesso a análises mais robustas e precisas, o que permitirá uma tomada de decisão mais fundamentada e eficiente.

6.3.4 Impacto na tomada de decisões

O E1 destaca que a ferramenta serve como um pré-diagnóstico essencial para a tomada de decisões, permitindo sejam identificados problemas e propostas soluções: *"A ferramenta serviu como diagnóstico, entrou num processo de tomada de decisão, a coordenação do curso analisou os dados e fez uma proposta de alteração, fez uma recomendação. [...] serviu como diagnóstico, entrou num processo de tomada de decisão"*. O E2 concorda com o potencial da *Analisa CPA* para apoiar decisões acadêmicas e enfatiza a integração com outras bases de dados na ferramenta *"ela tem bastante potencial, sim, especialmente se ela for expandida depois com outras bases de dados"*.

Para E3, o diferencial da ferramenta está na agilidade que ela oferece na análise dos dados, destacando que o processo atual *"é muito demorado, depende de muitas pessoas para analisar"* e que *"o uso da inteligência artificial é um diferencial"*. No entanto, E4 apresenta uma visão mais crítica, apontando que a ferramenta oferece uma visão *"bem generalista, pouco específica"* que não é totalmente adequada para decisões no nível de coordenação de curso. Ele afirma que *"a tomada de decisão é muito baixa, tendo em vista os problemas de não estar associando a disciplina para professores"*. E o E5 acredita na evolução da ferramenta *"cara, eu vejo um potencial bacana, tem algumas coisas pra melhorar, mas a parte dos gráficos mesmo já poderia ser utilizada pra complementar alguns relatórios enviados pro MEC"*.

Os comentários foram destacados pelo E1 como a base das decisões: *"os comentários são... o que tem que ser exaltado, acho que são os mais importantes"*. Ele acredita que a ferramenta é eficaz em *"fazer a mineração de comentários, classificar entre positivo e negativo e já apresentar algo na linha de um diagnóstico pré-feito facilitando o trabalho dos gestores"*. E2 também enfatiza a importância dos comentários e dos filtros, destacando que *"ter os dados consolidados e o histórico deles ao longo do tempo, eu acho que isso é a principal vantagem, porque aí você não precisaria fazer esse trabalho"*.

O E5 também enfatiza os comentários, *"pelos comentários desde que com a identificação, da pra falar diretamente com os professores e alunos sobre os temas, não precisa identificar quem fez o comentário, mas dessa forma conseguimos fazer uma aproximação entre os agentes, buscar uma harmonia ali, que no final é o que queremos, um ambiente harmonioso na universidade"*.

O E3 reforça a relevância das emoções capturadas para entender as decisões institucionais, especialmente no contexto da desaprovação: *"As decisões que a reitoria toma do ponto de vista institucional [...] estão ligadas a como resolver situações [...] de desaprovação, então seriam as emoções"*. Para E4, gráficos e comentários textuais são fundamentais, observando que *"o que é mais fácil para tomar decisão com certeza é o gráfico [...] mas eu não abriria mão dos comentários textuais"*. E3, porém, ressalta a necessidade de uma filtragem mais eficiente nos comentários, afirmando que, sem isso, *"ele fica inviável de ser lido"*.

Quanto à recomendação da ferramenta, E1 mostra entusiasmo, afirmando: *"Sim, totalmente [...] eu acho que se vocês quiserem pesquisar sobre, isso tem potencial de virar uma ferramenta de software mesmo"* e vê possibilidades para expandir o uso do sistema em outras universidades.

O E2 também recomenda a ferramenta para outros gestores acadêmicos, observando que *"esse tipo de ferramenta, ele agrega bastante"*. E2 também sugere que uma ferramenta institucional padronizada seria ideal. O E5 recomenda a ferramenta relatando que esse tipo de ferramenta agrega pra avaliação do curso *"eu recomendo sim, pra universidade é bom esse tipo de ferramenta, até pela avaliação do MEC que pergunta sobre a avaliação do curso, se é mais elaborada ou simplificada"*.

E3 reforça o impacto da ferramenta na comunidade acadêmica: *"Eu acho que é uma ferramenta que atende toda a comunidade, desde a reitoria até o aluno, o docente, lá na atividade fim."* Ele sugere que a ferramenta poderia ser disponibilizada no site da CPA, com restrições de dados para conformidade com a LGPD ([Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais](#)). Já o E4 é mais cauteloso, afirmando que *"da maneira como ela está agora, eu não recomendaria"* devido à falta de especificidade, mas expressa uma expectativa positiva sobre seu desenvolvimento: *"Entretanto, eu crio uma expectativa de que algo está sendo feito"*.

Apesar de os entrevistados terem solicitado melhorias para o sistema, é evidente que, atualmente, ele já auxilia significativamente na análise dos dados. A classificação automatizada de sentimentos e emoções, por exemplo, proporciona autonomia a um processo que, se realizado manualmente, seria extremamente moroso. Esse recurso não apenas economiza tempo, mas também garante maior consistência na análise, tornando o *Analisa CPA* uma ferramenta essencial no contexto acadêmico.

Além disso, os gráficos que permitem acompanhar a evolução dos sentimentos, emoções e tópicos ao longo do tempo facilitam a identificação de padrões temporais, tarefa que seria extremamente trabalhosa se realizada manualmente. Essa funcionalidade proporciona uma visão clara e dinâmica sobre as reações da comunidade universitária às ações implementadas no campus, auxiliando os gestores a monitorar o impacto dessas medidas e a ajustar estratégias com base em dados concretos.

A maioria dos entrevistados recomenda a ferramenta para outros gestores, especialmente os entrevistados E1, E2 e E3. Isso pode estar relacionado ao fato de atuarem em âmbitos mais amplos da universidade, onde a ferramenta atende melhor às suas demandas. Por outro lado, os entrevistados E4 e E5, que trabalham em um nicho mais específico, voltado ao nível de curso, apresentam uma visão mais crítica para esse contexto. O entrevistado E4 não recomenda a ferramenta em sua versão atual, mas reconhece seu potencial, enquanto o entrevistado E5, apesar de apontar a necessidade de ajustes, recomenda seu uso por outros gestores. Essas opiniões reforçam a ideia de que o *Analisa CPA* possui utilidade como suporte à tomada de decisão acadêmica. Alguns entrevistados indicaram que já utilizariam o *Analisa CPA* em sua forma atual, reconhecendo seu potencial para auxiliar nas análises de dados. Contudo, destacaram que, com a implementação das melhorias e evoluções solicitadas, a ferramenta poderá, no futuro, abranger de forma mais ampla os desafios relacionados à análise de dados e oferecer um suporte ainda mais sólido e abrangente à tomada de decisão na instituição.

6.3.5 Outros

O E3 relata falhas no sistema atual da CPA *"então, o nosso sistema da CPA hoje, ele é muito falho, né? A gente tem o SIGAA, onde a gente coleta informação, Esses dados vão brutos lá para o pessoal da CPA, eles fazem uma tratativa dos dados e fazem apresentações. Essas apresentações são feitas para a reitoria, depois a reitoria chama as áreas, apresenta para as áreas, a gente procura estabelecer ações em função dos resultados, mas é uma sistemática muito demorada. ela tinha que ser mais rápida"*. Além disso ele destaca falhas no instrumento de coleta de informações *"Não sei se a melhor maneira de fazer as questões é essa que a gente encontra hoje, Eu acho que... eu sempre falei, né, que o CPA, ela... as questões, especificamente, elas não separam o conteúdo da disciplina do perfil do professor. Eu acho que tem que ser uma avaliação onde isso tem que estar separado. Porque uma coisa é o aluno aprender, outra coisa é o aluno... o professor ser chato, ser ruim, ser não sei o que lá. O professor pode ser chato, e o aluno aprender, o professor pode ser legal e o aluno aprender. Então, nesse sentido, é o que eu sempre falo"*.

O E1 destacou a participação e o volume de dados como um dos principais desafios enfrentados atualmente pela CPA, afirmando: *"Cara, o principal desafio é conseguir extrair informação útil dessa avaliação e no mesmo tempo fazer com que a participação ocorra."*

Ou seja, eu preciso ter uma participação melhor pra eu ter mais volume de dado pra eu conseguir extrair informação útil, então esses são os desafios, os maiores desafios: participação e extração de dados úteis assim de forma automatizada, né?". Essa observação evidencia a necessidade de estratégias que incentivem maior engajamento da comunidade acadêmica nas avaliações e de soluções que potencializem a extração automatizada de informações úteis a partir dos dados disponíveis, ampliando sua aplicação na tomada de decisão.

O E4 destacou a importância da ferramenta em melhorar a comunicação e a participação dos alunos no processo de gestão acadêmica. Ele apontou que a ferramenta pode *"aproximar a opinião do aluno do coordenador"* e ajudar a desinibir os alunos, incentivando-os a fazer críticas sem receios de represálias: *"Desinibir um pouco o aluno e dar a ele mais coragem para poder ir lá, fazer a crítica dele"*. Além disso, o E4 reconheceu que muitos alunos questionam a eficácia da CPA, dizendo: *"De que adianta eu colocar comentários aqui se eu sei que nada vai ser feito."* Ele acredita que a ferramenta pode fortalecer a confiança entre alunos e gestão, demonstrando que suas opiniões geram impacto.

As observações apresentadas mostram que os entrevistados têm consciência do problema da baixa participação nas avaliações institucionais. Além disso, identificaram falhas no atual instrumento de coleta, destacando que muitos respondentes deixam de participar por não acreditarem que as informações serão utilizadas para promover mudanças ou por temerem ser identificados. Essa situação ressalta que, além da implantação da ferramenta para apoiar a gestão, é essencial que outros âmbitos da universidade sejam aprimorados, incluindo a transparência na utilização dos dados e a garantia de anonimato, bem como a realização de campanhas para reforçar a importância das avaliações e o impacto real que elas podem gerar nas decisões institucionais.

6.4 Contribuições do Ciclo 3 e considerações finais

O Ciclo 3 representou a etapa final no desenvolvimento do sistema *Analisa CPA*, consolidando melhorias e implementando novas funcionalidades solicitadas ao longo dos ciclos anteriores. Este ciclo foi essencial para o refinamento do artefato, com foco na sua consolidação para sua aplicação em um ambiente real, envolvendo múltiplos perfis de usuários da instituição.

Foram implementadas melhorias significativas, como a diversificação dos classificadores de sentimentos, a adição de filtros específicos para diferentes perfis de usuários, a criação de funcionalidades administrativas e o aprimoramento da modelagem de tópicos com a inclusão de uma camada de interpretação. Além disso, a expansão das classificações de emoções e a funcionalidade de nuvem de palavras ampliaram as capacidades analíticas da ferramenta, fornecendo uma visão mais detalhada e contextualizada dos dados textuais.

A avaliação conduzida com usuários estratégicos reforçou o potencial do sistema para otimizar a gestão acadêmica, evidenciando aspectos como a agilidade na análise de dados, a possibilidade de identificar tópicos, sentimentos e emoções ao longo do tempo, e a capacidade de visualizar informações críticas para apoiar decisões baseadas em evidências. Contudo, também foram apontadas limitações, como a necessidade de maior clareza em algumas funcionalidades e a demanda por maior especificidade em contextos de análise mais detalhados, especialmente no nível de curso, indicando áreas prioritárias para futuras melhorias no *Analisa CPA*.

O terceiro ciclo de desenvolvimento do *Analisa CPA* consolidou melhorias significativas e implementou novas funcionalidades solicitadas ao longo dos ciclos anteriores, com foco em sua aplicação em um ambiente real.

O *Analisa CPA* alcançou um novo patamar tecnológico com a incorporação de melhorias e novas funcionalidades, destacando-se:

- Diversificação dos classificadores de sentimentos, com a inclusão dos modelos *Vader* e *T5*, integrados por um esquema de votação majoritária para aumentar a precisão e a confiabilidade das classificações;
- Desenvolvimento de uma funcionalidade de moderação manual para comentários, permitindo aos membros da *CPA* ajustar classificações automáticas com base em critérios específicos;
- Criação de funcionalidades administrativas robustas, incluindo controle de níveis de acesso e gerenciamento de usuários, garantindo segurança e adequação às necessidades institucionais;
- Implementação de uma camada de interpretação para a modelagem de tópicos, tornando os resultados mais acessíveis e compreensíveis para os usuários finais;
- Expansão da visualização de emoções e sentimentos, com gráficos dinâmicos que permitem análises detalhadas ao longo do tempo.

As melhorias e funcionalidades implementadas no ciclo 3 tiveram impacto direto na usabilidade e na eficiência do sistema, destacando-se:

- Implantação do *Analisa CPA* em um ambiente real na *UNIFEI*, permitindo que gestores utilizassem a ferramenta em suas rotinas diárias;
- Criação de perfis de usuários específicos, garantindo que cada gestor tenha acesso às informações relevantes para suas atribuições e responsabilidades;

- Desenvolvimento de funcionalidades interativas, como filtros avançados e nuvens de palavras, facilitando a exploração e a análise dos dados.

O terceiro ciclo também contribuiu para o avanço científico, com destaque para:

- Validação do uso de múltiplos classificadores de sentimentos integrados, destacando os benefícios dessa abordagem no aumento da precisão analítica;
- Exploração de estratégias para tornar a modelagem de tópicos mais compreensível e acessível, utilizando a nuvens de palavras como camada de interpretação.
- Discussão sobre os desafios e limitações na análise de dados textuais em diferentes níveis de granularidade, especialmente em contextos de baixa densidade de dados.
- Identificação de boas práticas para o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão no contexto acadêmico, considerando aspectos como segurança, anonimato e usabilidade.

O feedback dos usuários forneceu informações para ajustes futuros, incluindo a necessidade de aprimorar a interface gráfica, desenvolver funcionalidades que detalhem métricas específicas e expandir a integração com outras bases de dados institucionais. Essas sugestões indicam caminhos para evoluções posteriores do sistema, buscando atender de forma ainda mais eficaz às demandas da comunidade acadêmica.

Com o encerramento deste ciclo, o *Analisa CPA* alcançou maturidade suficiente para ser utilizado em um ambiente real. A experiência adquirida durante o processo de desenvolvimento e as avaliações realizadas destacam a relevância do sistema como uma ferramenta estratégica para a gestão acadêmica, reforçando seu papel como suporte à tomada de decisões e promovendo uma gestão mais eficiente, transparente e orientada por dados.

7 Conclusões

Este trabalho apresentou a criação e a avaliação de um sistema de apoio à decisão no contexto acadêmico, desenvolvido com o intuito de facilitar a análise de dados textuais oriundos das avaliações institucionais conduzidas pela CPA da UNIFEI. Utilizando a metodologia DSRM, a pesquisa se estruturou em três ciclos de desenvolvimento, cada um contribuindo para a evolução do artefato *Analisa CPA*.

Ao longo dos três ciclos de desenvolvimento, o sistema passou por melhorias significativas, tanto em termos de funcionalidades quanto na interface com o usuário. No primeiro ciclo, o foco esteve na implementação de soluções iniciais para a classificação de sentimentos e emoções, automatizando um processo anteriormente realizado manualmente pela equipe da CPA. No segundo ciclo, priorizou-se a modelagem de tópicos, facilitando a identificação de temas relevantes nos comentários. Por fim, no terceiro ciclo, além de incorporar melhorias identificadas nos ciclos anteriores, foram implementadas funcionalidades de visualização e filtragem, que permitem uma análise mais granular e adaptada às necessidades específicas dos gestores universitários, promovendo maior eficiência na tomada de decisão.

7.1 Contribuições

Uma contribuição deste trabalho está na maneira como os resultados de técnicas de PLN podem ser apresentados em uma ferramenta destinada a auxiliar a tomada de decisão. Essa abordagem pode servir de referência para futuros pesquisadores na definição de como exibir dados similares de forma compreensível. Outra contribuição relevante está no potencial uso de técnicas de PLN para a análise de dados textuais coletados pela CPA nas autoavaliações institucionais, oferecendo uma alternativa metodológica para interpretar esse tipo de dado.

Além disso, a estrutura do instrumento de coleta de informações utilizado nas entrevistas do terceiro ciclo da pesquisa pode representar uma contribuição significativa. Avaliar soluções dessa natureza pode ser um processo desafiador, e a estrutura utilizada nesta dissertação oferece um modelo que pode ser seguido ou adaptado por outros pesquisadores interessados em avaliar suas próprias ferramentas.

No âmbito tecnológico, as funcionalidades desenvolvidas solucionam partes do problema de diferentes formas. A forma como cada funcionalidade pode auxiliar o gestor em um contexto real está descrita na Tabela 4.

Levando em consideração o artefato desenvolvido e os resultados obtidos a partir das

Tabela 4 – Principais funcionalidades do sistema e forma como soluciona os problemas

| Funcionalidade | Como soluciona o problema |
|----------------------------------|---|
| Classificação de Sentimentos | Automatiza a identificação de sentimentos nos comentários (positivos e negativos), reduzindo o esforço manual, melhorando a precisão da análise qualitativa. |
| Classificação de Emoções | Detecta emoções específicas nos comentários, como alegria, raiva e tristeza, permitindo uma compreensão mais detalhada das percepções dos respondentes. |
| Modelagem de Tópicos | Agrupa comentários por assuntos principais, facilitando a identificação de padrões e tendências nos dados textuais coletados pela CPA. |
| Gráficos Dinâmicos | Oferece visualizações interativas que mostram a evolução de sentimentos e emoções ao longo do tempo, permitindo que gestores acompanhem mudanças e ajustem estratégias. |
| Nuvem de Palavras | Destaca termos mais recorrentes nos comentários, ajudando a identificar rapidamente os tópicos mais relevantes ou problemáticos. |
| Filtragem de Termos Irrelevantes | Remove automaticamente palavras ou expressões irrelevantes, garantindo que a análise se concentre em informações úteis. |
| Mascaramento de Nomes | Anonimiza automaticamente os dados, garantindo a privacidade dos respondentes enquanto mantém a utilidade das análises. |
| Gerenciamento de Usuários | Permite configurar diferentes níveis de acesso e perfis de usuário, assegurando que diretores, coordenadores e membros da CPA tenham acesso às informações mais relevantes para suas funções. |

Fonte: O Autor.

avaliações com os gestores, é possível afirmar que as conjecturas teóricas definidas foram validadas, mesmo que o sistema *Analisa CPA* ainda possua espaço para evolução. O uso de técnicas de PLN, como o modelo BERT, aplicadas aos dados textuais provenientes das avaliações institucionais, demonstrou ser eficaz na geração de conhecimento e informações úteis para os gestores de instituições de ensino superior. Essa utilidade foi percebida, principalmente, pela possibilidade de identificar sentimentos e emoções associados aos comentários, bem como de destacar os assuntos mais relevantes, permitindo uma análise mais detalhada e estratégica.

Além disso, a criação de um sistema que emprega o BERT para realizar análises de dados mostrou-se capaz de otimizar o processo de tomada de decisão no contexto da gestão acadêmica. O artefato não apenas fornece informações estruturadas que auxiliam na tomada de decisão, mas também acelera tarefas tradicionalmente morosas, como a

moderação de comentários e a classificação de sentimentos e emoções. Esses processos, que exigiriam grande esforço manual, podem tornar-se automatizados e mais precisos, evidenciando o potencial do sistema em transformar a forma como os dados qualitativos são utilizados na gestão institucional.

Este trabalho, portanto, não apenas atingiu os objetivos propostos, mas também abriu caminhos para futuras pesquisas. A continuidade da pesquisa pode incluir a expansão das funcionalidades do *Analisa CPA* para outras dimensões de dados qualitativos e a investigação de técnicas mais avançadas de análise para conjuntos menores de dados e detecção de causas.

7.2 Limitações e trabalhos futuros

Embora o trabalho tenha alcançado resultados expressivos, algumas limitações precisam ser consideradas. Uma delas é a quantidade de dados atualmente disponíveis na *CPA* da universidade. Durante as entrevistas, ficou evidente que, para perfis de coordenadores, alguns cursos possuem uma baixa quantidade de comentários. Essa limitação impacta diretamente a aplicação de técnicas de *PLN*, que dependem de um volume mínimo de dados para gerar resultados consistentes e representativos. A escassez de dados pode, portanto, comprometer a precisão das análises ou mesmo inviabilizar a obtenção de resultados significativos em determinados contextos.

Destaca-se também a avaliação dos resultados obtidos no primeiro e no segundo ciclo da pesquisa, realizadas com base na contribuição de apenas um indivíduo. Apesar de se tratar de um especialista na área, cujo feedback foi preciso e relevante, a limitação de contar com apenas um avaliador restringe a diversidade de perspectivas. Embora a expertise tenha proporcionado uma análise qualitativa aprofundada, a ausência de uma amostra mais ampla, composta por usuários com diferentes níveis de experiência, dificulta a generalização dos resultados. Contudo, no terceiro ciclo, a inclusão de múltiplos avaliadores contribuiu para uma análise mais ampla e representativa, ressaltando a importância de perspectivas variadas para validar a utilidade e aplicabilidade do artefato desenvolvido.

Além disso, durante o desenvolvimento da pesquisa, a avaliação de usabilidade do artefato foi limitada, sendo realizada apenas por um grupo restrito de usuários. Embora as percepções tenham sido positivas, com destaque para a simplicidade da interface e a clareza das informações apresentadas, é fundamental realizar estudos mais amplos de usabilidade, abrangendo uma diversidade maior de perfis de usuários. Isso permitirá identificar potenciais pontos de melhoria no sistema e garantir que sua interface atenda às expectativas e necessidades de diferentes públicos, maximizando a experiência do usuário.

Portanto, dadas as limitações desta pesquisa, abrem-se algumas vertentes promissoras para trabalhos futuros. Uma delas é a implementação do artefato em outras instituições

de ensino superior, com adaptações às suas especificidades institucionais e coleta de dados que permitam avaliar a eficácia e a aplicabilidade em diferentes contextos acadêmicos. Além disso, com a obtenção de aporte financeiro, seria possível explorar modelos mais modernos de processamento de linguagem natural, como o *GPT-3* e o *GPT-4*, que oferecem potencial para análises textuais mais precisas e contextualizadas.

Outro trabalho futuro relevante seria a realização de uma avaliação de usabilidade do sistema com uma amostra diversificada de usuários. Essa avaliação permitirá identificar pontos de melhoria na interface e na experiência do usuário, garantindo que o artefato atenda às necessidades e expectativas de diferentes perfis. Estudos de usabilidade podem contribuir para o refinamento do sistema e sua adoção em larga escala, potencializando sua aplicabilidade no contexto acadêmico.

Por fim, para evoluções futuras, recomenda-se que o sistema amplie sua abordagem, integrando dados qualitativos e quantitativos, de modo a proporcionar aos gestores informações mais completas e fundamentadas para a tomada de decisões estratégicas.

Referências

- BAŞARSLAN, M. S.; KAYAALP, F. Sentiment analysis using a deep ensemble learning model. *Multimedia Tools and Applications*, Springer, v. 83, n. 14, p. 42207–42231, 2024. 68
- BOSE, R. Advanced analytics: opportunities and challenges. *Industrial Management & Data Systems*, Emerald Group Publishing Limited, v. 109, n. 2, p. 155–172, 2009. 21
- Brasil. *Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES)*. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.861.htm>. Acesso em: 17 nov. 2024. 13, 14
- BRITO, R. d. O. et al. Comissão própria de avaliação-cpa: sua atuação na construção do diálogo entre comunidade acadêmica e direção da ies. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, SciELO Brasil, v. 26, n. 01, p. 68–88, 2021. 19
- BROCKE, J. V.; HEVNER, A.; MAEDCHE, A. Introduction to design science research. *Design science research. Cases*, Springer, p. 1–13, 2020. 14, 26
- CHANG, W.-C. et al. Taming pretrained transformers for extreme multi-label text classification. In: *Proceedings of the 26th ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery & data mining*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 3163–3171. 21
- CHUNG, H. W. et al. *Scaling Instruction-Finetuned Language Models*. arXiv, 2022. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2210.11416>>. 68
- CONAES. *Orientações Gerais para o Roteiro da Auto-Avaliação das Instituições*. Brasília, DF: Ministério da Educação (MEC), 2004. 18
- DEVLIN, J. et al. BERT: pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *CoRR*, abs/1810.04805, 2018. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1810.04805>>. 20
- DEY, N. et al. Word embeddings as statistical estimators. *Sankhya B*, Springer, p. 1–27, 2024. 53
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JUNIOR, J. A. V. A. *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. [S.l.]: Bookman Editora, 2020. 24
- EMADI, J. The development of a design theory for web based information systems. *Journal of Robotics Spectrum*, v. 1, p. 013–023, 2023. 14
- FALCÃO, L. C. de J.; LOPES, B.; SOUZA, R. R. Absorção das tarefas de processamento de linguagem natural (nlp) pela ciência da informação (ci): uma revisão da literatura para tangibilização do uso de nlp pela ci. *Em Questão*, v. 28, n. 1, p. 13–34, 2022. 19
- GOTTIPATI, S.; SHANKARARAMAN, V.; LIN, J. Latent dirichlet allocation for textual student feedback analysis. APSCE, 2018. 22

- GROOTENDORST, M. Bertopic: Neural topic modeling with a class-based tf-idf procedure. *arXiv preprint arXiv:2203.05794*, 2022. 53
- GROOTENDORST, M. *BERTopic: Leveraging BERT embeddings for Topic Modeling*. 2024. Acessado em: 17 nov. 2024. Disponível em: <<https://maartengr.github.io/BERTopic/index.html>>. 53
- HEIDERSCHEIDT, F.; FORCELLINI, F. Self-assessment in higher education institutions: literature analysis and research opportunities. *Educação e Pesquisa*, v. 49, 03 2023. 17
- HEVNER, A. et al. Design science research in information systems. *Design research in information systems: theory and practice*, Springer, p. 9–22, 2010. 26
- HEVNER, A. R. A three cycle view of design science research. *Scandinavian journal of information systems*, v. 19, n. 2, p. 4, 2007. 24
- HEVNER, A. R. et al. Design science in information systems research. *MIS quarterly*, JSTOR, p. 75–105, 2004. 24
- HIGHCHARTS. *Word Cloud Series Documentation*. [S.l.], 2024. Accessed: 2024-11-17. Disponível em: <<https://www.highcharts.com/docs/chart-and-series-types/word-cloud-series>>. 70
- HUTTO, C.; GILBERT, E. Vader: A parsimonious rule-based model for sentiment analysis of social media text. In: *Proceedings of the international AAAI conference on web and social media*. [S.l.: s.n.], 2014. v. 8, n. 1, p. 216–225. 68
- ILHAM, I. et al. Enhancing cardiovascular disease prediction accuracy through an ensemble machine learning approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Medical Issues*, v. 2, n. 2, p. 95–103, 2024. 67
- JELODAR, H. et al. Latent dirichlet allocation (lda) and topic modeling: models, applications, a survey. *Multimedia tools and applications*, Springer, v. 78, p. 15169–15211, 2019. 53
- JIDEANI, P.; GERBER, A. Machine learning-based nlp for emotion classification on a cholera x dataset. *arXiv preprint arXiv:2405.04897*, 2024. 39
- KAHNEMAN, D.; SIBONY, O.; SUNSTEIN, C. R. *Ruído: uma falha no julgamento humano*. [S.l.]: Objetiva, 2021. 44
- KANG, Y. et al. Natural language processing (nlp) in management research: A literature review. *Journal of Management Analytics*, Taylor & Francis, v. 7, n. 2, p. 139–172, 2020. 19
- KAYYALI, M. Fundamentals of strategic management in higher education. *Advances in educational marketing, administration, and leadership book series*, IGI Global, p. 237–268, 2024. 13
- KHAN, S. et al. Transformers in vision: A survey. *ACM computing surveys (CSUR)*, ACM New York, NY, v. 54, n. 10s, p. 1–41, 2022. 21
- KHURANA, D. et al. Natural language processing: state of the art, current trends and challenges. *Multimedia tools and applications*, Springer, v. 82, n. 3, p. 3713–3744, 2023. 19

- KORA, R.; MOHAMMED, A. A comprehensive review on transformers models for text classification. In: IEEE. *2023 International Mobile, Intelligent, and Ubiquitous Computing Conference (MIUCC)*. [S.l.], 2023. p. 1–7. 21
- KOROTEEV, M. V. Bert: a review of applications in natural language processing and understanding. *arXiv preprint arXiv:2103.11943*, 2021. 20
- LAI, V. et al. Towards a science of human-ai decision making: A survey of empirical studies. arxiv. *arXiv preprint arXiv:2112.11471*, 2021. 22
- LI, W.; XU, H. Text-based emotion classification using emotion cause extraction. *Expert Systems with Applications*, Elsevier, v. 41, n. 4, p. 1742–1749, 2014. 20
- LIU, B. *Sentiment analysis and opinion mining*. [S.l.]: Springer Nature, 2022. 20
- LOUSADA, M.; VALENTIM, M. L. P. Modelos de tomada de decisão e sua relação com a informação orgânica. *Perspectivas em ciência da informação*, SciELO Brasil, v. 16, p. 147–164, 2011. 13
- LUBIS, N. A. et al. Implementasi teknologi informasi dan komunikasi dalam manajemen organisasi pendidikan. *Katalis Pendidikan : Jurnal Ilmu Pendidikan dan Matematika*, v. 1, n. 3, p. 10–14, Jul. 2024. 13
- LUDERMIR, T. B. Inteligência artificial e aprendizado de máquina: estado atual e tendências. *Estudos Avançados*, SciELO Brasil, v. 35, p. 85–94, 2021. 38
- MAIA, A. C. B. Questionário e entrevista na pesquisa qualitativa elaboração, aplicação e análise de conteúdo. *São Paulo: Pedro e João*, 2020. 45
- MESKE, C.; BUNDE, E. Design principles for user interfaces in ai-based decision support systems: The case of explainable hate speech detection. *Information Systems Frontiers*, Springer, v. 25, n. 2, p. 743–773, 2023. 73
- MOHAMMAD, S. M.; TURNEY, P. D. Crowdsourcing a word–emotion association lexicon. *Computational intelligence*, Wiley Online Library, v. 29, n. 3, p. 436–465, 2013. 20
- MOWER, E.; MATARIĆ, M. J.; NARAYANAN, S. A framework for automatic human emotion classification using emotion profiles. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, IEEE, v. 19, n. 5, p. 1057–1070, 2010. 20
- MU, L.; LI, Y.; ZAN, H. Sentiment classification with syntactic relationship and attention for teaching evaluation texts. In: IEEE. *2020 International Conference on Asian Language Processing (IALP)*. [S.l.], 2020. p. 270–275. 23
- NASUKAWA, T.; YI, J. Sentiment analysis: Capturing favorability using natural language processing. In: *Proceedings of the 2nd international conference on Knowledge capture*. [S.l.: s.n.], 2003. p. 70–77. 20
- NETO, M. G.; VASCONCELOS, G.; ZANCHETTIN, C. Mineração de dados aplicada à predição do desempenho de escolas e técnicas de interpretabilidade dos modelos. In: *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 773–782. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/18105>>. 22

NYABUTO, G. Client-server architecture, a review. *International Journal of Advanced Science and Computer Applications*, v. 3, n. 2, 2024. 40

OFFERMANN, P. et al. Outline of a design science research process. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*. [S.l.: s.n.], 2009. p. 1–11. 26

OLIST; SIONEK, A. *Brazilian E-Commerce Public Dataset by Olist*. Kaggle, 2018. Disponível em: <<https://www.kaggle.com/dsv/195341>>. 38

OMAR, M. et al. Robust natural language processing: Recent advances, challenges, and future directions. *IEEE Access*, IEEE, v. 10, p. 86038–86056, 2022. 37

OSMAN, A. M. S.; ELRAGAL, A. Smart cities and big data analytics: A data-driven decision-making use case. *Smart Cities*, v. 4, n. 1, p. 286–313, 2021. ISSN 2624-6511. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2624-6511/4/1/18>>. 13

PAIVA, A. F. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Produção), *Aplicação de data science como ferramenta de apoio à tomada de decisão orientada por dados*. Pato Branco: [s.n.], 2018. 13

PARABONI, P. B. da Costa e Matheus Camasmie Pavan e Wesley Ramos dos Santos e Samuel Caetano da Silva e I. Bertabaporu: avaliando um modelo de linguagem específico de gênero para pnl portuguesa. In: *Avanços recentes no processamento de linguagem natural*. [S.l.: s.n.], 2023. 20

PATWARDHAN, N.; MARRONE, S.; SANSONE, C. Transformers in the real world: A survey on nlp applications. *Information*, MDPI, v. 14, n. 4, p. 242, 2023. 21

PEFFERS, K. et al. Design science research process: A model for producing and presenting information systems research. *arXiv preprint arXiv:2006.02763*, 2020. 26, 27

PEFFERS, K. et al. A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, Taylor & Francis, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007. 24, 25, 26

PEIXOTO, M. d. C. d. L. A avaliação institucional nas universidades federais e as comissões próprias de avaliação. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, SciELO Brasil, v. 14, p. 9–28, 2009. 13, 19

PIMENTEL, M.; FILIPPO, D.; SANTORO, F. M. Design science research: fazendo pesquisas científicas rigorosas atreladas ao desenvolvimento de artefatos computacionais projetados para a educação. *Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Concepção da Pesquisa*. Porto Alegre: SBC, p. 5–29, 2019. 24, 27, 29, 30

POLO, F. M.; CIOCHETTI, I.; BERTOLO, E. Predicting legal proceedings status: approaches based on sequential text data. In: *Proceedings of the Eighteenth International Conference on Artificial Intelligence and Law*. [S.l.: s.n.], 2021. p. 264–265. 21

PÉREZ, J. M. et al. *pysentimiento: A Python Toolkit for Opinion Mining and Social NLP tasks*. 2023. 39, 67

- QI, Q. Investigation and analysis of classroom teaching quality in universities in an interval intuitionistic fuzzy environment. *Mobile Information Systems*, Hindawi, v. 2022, p. 1950877, Jul 2022. ISSN 1574-017X. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2022/1950877>>. 22
- RADFORD, A. et al. Language models are unsupervised multitask learners. *OpenAI blog*, v. 1, n. 8, p. 9, 2019. 53
- RASCHKA, S.; PATTERSON, J.; NOLET, C. Machine learning in python: Main developments and technology trends in data science, machine learning, and artificial intelligence. *Information*, MDPI, v. 11, n. 4, p. 193, 2020. 42
- RODRIGUES, J. et al. *Advancing Neural Encoding of Portuguese with Transformer Albertina PT-**. 2023. 20
- SALICI, M.; ÖLÇER, E. Impact of transformer-based models in nlp: An in-depth study on bert and gpt. In: *2024 8th International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*. [S.l.: s.n.], 2024. p. 1–6. 20
- SANTOS, A.; BECKER, K.; MOREIRA, V. Um estudo de caso de mineração de emoções em textos multilíngues. In: *Anais do III Brazilian Workshop on Social Network Analysis and Mining*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2014. p. 140–151. ISSN 2595-6094. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/brasnam/article/view/6810>>. 20
- SCHERER, K. R. Emotion serves to decouple stimulus and response. *The nature of emotion: Fundamental questions*, p. 127–30, 1994. 20
- SKEPPSTEDT, M. et al. From word clouds to word rain: Revisiting the classic word cloud to visualize climate change texts. *Information Visualization*, Sage Publications Sage UK: London, England, p. 14738716241236188, 2024. 70
- SORDI, M. R. L. D. Comissão própria de avaliação (cpa): similaridades e dessemelhanças no uso da estratégia na educação superior e em escolas do ensino fundamental. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, Publicação da Rede de Avaliação Institucional da Educação Superior (RAIES), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e da Universidade de Sorocaba (UNISO)., v. 16, n. 3, p. 603–617, Nov 2011. ISSN 1414-4077. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1414-40772011000300006>>. 19
- SOUZA, S. R. A. d.; GUERRA, M. d. G. G. V. Autoavaliação institucional da universidade federal da paraíba: diagnóstico a partir da comissão própria de avaliação. *Revista Diálogo Educacional*, Pontifícia Universidade Católica do Paraná-PUCPR, v. 20, n. 64, p. 405–433, 2020. 17
- SUANPANG, P.; POTHIPASSA, P. Integrating generative ai and iot for sustainable smart tourism destinations. *Sustainability*, MDPI, v. 16, n. 17, p. 7435, 2024. 74
- Universidade Federal de Itajubá. *Site da Comissão Própria de Avaliação (CPA) da UNIFEI*. 2024. Acesso em: 17 nov. 2024. Disponível em: <<https://cpa.unifei.edu.br/>>. 29, 32
- VENABLE, J.; PRIES-HEJE, J.; BASKERVILLE, R. Feds: a framework for evaluation in design science research. *European journal of information systems*, Taylor & Francis, v. 25, n. 1, p. 77–89, 2016. 73

VENABLE, J. R.; PRIES-HEJE, J.; BASKERVILLE, R. L. Choosing a design science research methodology. 2017. 25, 28

VERSTAEVEL, N.; BOES, J.; GLEIZES, M.-P. From smart campus to smart cities issues of the smart revolution. In: *2017 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence Computing, Advanced Trusted Computed, Scalable Computing Communications, Cloud Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCCom/IOP/SCI)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–6. 13

WANG, Y. et al. Applications of natural language processing in clinical research and practice. In: SARKAR, A.; STRUBE, M. (Ed.). *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Tutorials*. Minneapolis, Minnesota: Association for Computational Linguistics, 2019. p. 22–25. Disponível em: <<https://aclanthology.org/N19-5006>>. 21

WOLF, T. et al. Transformers: State-of-the-art natural language processing. In: *Proceedings of the 2020 conference on empirical methods in natural language processing: system demonstrations*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 38–45. 21

WU, S.; LI, J.; DING, W. A geometric framework for multiclass ensemble classifiers. *Machine Learning*, Springer, v. 112, n. 12, p. 4929–4958, 2023. 68

ZAINKO, M. A. S. Avaliação da educação superior no brasil: processo de construção histórica. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, SciELO Brasil, v. 13, p. 827–831, 2008. 19

ZHANG, X.; WEI, Z.; HAN, T. Php-based undergraduate data reporting and teaching quality evaluation information system. *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1827, p. 012174, 03 2021. 22