



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Victor Vasconcelos Borges

**Sistemas Multiagentes como Ferramenta de Apoio à Elaboração de Projetos para
o Comitê de Ética em Pesquisa.**

Recife

2025

Victor Vasconcelos Borges

Sistemas Multiagentes como Ferramenta de Apoio à Elaboração de Projetos para o Comitê de Ética em Pesquisa.

Trabalho apresentado ao Programa de Graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Inteligência Artificial Gerativa

Orientador (a): Filipe Carlos de Albuquerque Callegario (fcac@cin.ufpe.br)

Recife

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Borges, Victor Vasconcelos.

Sistemas Multiagentes como Ferramenta de Apoio à Elaboração de Projetos para o Comitê de Ética em Pesquisa / Victor Vasconcelos Borges. - Recife, 2025.

36p : il., tab.

Orientador(a): Filipe Carlos de Albuquerque Calegario

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Informática, Ciências da Computação - Bacharelado, 2025.

Inclui referências.

1. Sistemas Multiagentes. 2. Inteligência Artificial. 3. Comitê de Ética em Pesquisa. I. Calegario, Filipe Carlos de Albuquerque. (Orientação). II. Título.

000 CDD (22.ed.)

VICTOR VASCONCELOS BORGES

**Sistemas Multiagentes como Ferramenta de Apoio à Elaboração de
Projetos para o Comitê de Ética em Pesquisa**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Ciência da Computação da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito
parcial para obtenção do título de
bacharel em Ciência da Computação.

Aprovado em: 09 / 04 / 2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Filipe Carlos de Albuquerque Calegario

(Orientador) Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Kiev Santos da Gama (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho a Deus, que me dá forças todos os dias para atingir meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor e Orientador Filipe Calegario, pela disposição e aconselhamentos no meio acadêmico-científico que levarei para a vida.

A minha família, em especial, meu pai Márcio Luiz, minha mãe Denilza e meu irmão Vinicius, que me apoiam e incentivam desde sempre.

A minha companheira Tathiane Mendonça, por ter me encorajado em todos os momentos em que achava que não conseguiria, e por me ensinar a acreditar na minha força e capacidade.

Aos amigos Jefferson, Arthur e Eduardo, pela parceria e diversão ao longo dessa trajetória.

Aos professores que, durante a graduação, foram essenciais para meu crescimento: Profa. Angelina Griside, Profa. Gabriela Figueredo Dias, Prof. Henrique Rebêlo, Prof. Adenilton Silva.

As empresas MJV Technology & Innovation e Viitra Soluções, pela oportunidade, confiança e aprendizado durante o período trabalhado.

A UFPE pela capacitação fornecida em alto nível durante o curso.

“O mundo não se divide em pessoas boas e más. Todos temos luz e trevas dentro de nós. O que importa é o lado o qual decidimos agir. Isso é o que realmente somos!”(ROWLING, 2003)

RESUMO

Elaborar projetos de pesquisa para submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é uma tarefa que demanda atenção a diversas normas e diretrizes, muitas vezes tornando o processo trabalhoso e demorado. Pensando nisso, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma aplicação baseada em um sistema multiagente, com o intuito de apoiar pesquisadores na organização e formatação de seus projetos segundo o modelo adotado pelo CEP da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A ferramenta será construída com Python e Flask, oferecendo uma interface web em HTML e CSS, onde os usuários poderão inserir informações essenciais e receber, como retorno, um documento estruturado para servir de base no processo de elaboração. A arquitetura multiagente contribui para uma divisão inteligente das tarefas, como a coleta de dados e sugestões de conteúdo para seções específicas, trazendo mais agilidade, padronização e menos margem para erros. É importante destacar que a responsabilidade pela criação do conteúdo final continua sendo exclusivamente do pesquisador — a aplicação atua apenas como um facilitador, otimizando etapas do processo. O sistema pode tornar a produção dos documentos mais rápida e coesa, sem abrir mão da autoria humana.

Palavras-chaves: Inteligência Artificial, Sistemas Multiagentes, Comitê de Ética em Pesquisa, Apoio à Elaboração de Documentos, Aplicação Web.

ABSTRACT

Preparing research project proposals for submission to the Research Ethics Committee (CEP) is a task that requires close attention to various norms and guidelines, often making the process time-consuming and complex. With this in mind, this work proposes the development of an application based on a multi-agent system, aiming to support researchers in organizing and formatting their projects according to the standards established by the CEP at the Federal University of Pernambuco (UFPE). The tool will be built using Python and Flask, offering a web interface developed with HTML and CSS, where users can input essential information and receive a structured document to serve as a starting point in the writing process. The multi-agent architecture enables a smart division of tasks, such as data collection and content suggestions for specific sections, bringing more speed, standardization, and fewer errors. It is important to highlight that the responsibility for the final content remains entirely with the researcher — the application acts solely as a facilitator, streamlining parts of the process. The system can make document preparation faster and more consistent, without replacing human authorship.

Keywords: Artificial Intelligence, Multi-Agent Systems, Research Ethics Committee, Document Preparation Support, Web Application.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo do Sistema	26
---------------------------------------	----

LISTA DE CÓDIGOS

Código Fonte 1	– Criação dos agentes no CrewAI	24
Código Fonte 2	– Fluxo de geração de capítulos e validação	25
Código Fonte 3	– Rota de geração do primeiro capítulo	26
Código Fonte 4	– Função de exportação para DOCX	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo entre elaboração manual e automatizada de projetos para o CEP	29
---	----

LISTA DE SÍMBOLOS

CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CNS	Conselho Nacional de Saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
IA	Inteligência Artificial
SMA	Sistemas Multiagentes
CrewAI	Plataforma de Orquestração de Agentes Inteligentes
PLN	Processamento de Linguagem Natural
API	Interface de Programação de Aplicações (Application Programming Interface)
REST	Representational State Transfer (Arquitetura de Comunicação Web)
HTML5	HyperText Markup Language versão 5
CSS3	Cascading Style Sheets versão 3
JSON	JavaScript Object Notation
BERT	Bidirectional Encoder Representations from Transformers
GPT	Generative Pre-trained Transformer
UML	Unified Modeling Language
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
CPU	Unidade Central de Processamento (Central Processing Unit)
RAM	Memória de Acesso Aleatório (Random Access Memory)
VSCoDe	Visual Studio Code (Editor de Código)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	16
1.3	HIPÓTESE	16
1.4	OBJETIVOS	16
1.4.1	Objetivo Geral	16
1.4.2	Objetivos Específicos	17
1.5	JUSTIFICATIVA	17
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) E SUAS DIRETRIZES	19
2.2	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SISTEMAS MULTIAGENTES	19
2.3	A PLATAFORMA CREWAI	21
2.4	TECNOLOGIAS WEB: PYTHON, FLASK, HTML E CSS	22
3	METODOLOGIA	23
3.1	TIPO DE PESQUISA	23
3.2	AMBIENTE E FERRAMENTAS	23
3.3	DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA	24
3.4	ARQUITETURA DO SISTEMA	25
3.5	TRECHOS DE CÓDIGO-FONTE IMPORTANTES	26
3.6	ADERÊNCIA AO MODELO DO CEP	27
3.7	CONCLUSÃO PARCIAL DA METODOLOGIA	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1	RESULTADOS DOS TESTES	28
4.2	ANÁLISE COMPARATIVA	29
4.3	LIMITAÇÕES IDENTIFICADAS	30
4.4	SUGESTÕES DE MELHORIA	30
5	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	32
5.1	CONCLUSÃO	32
5.2	CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO	33

5.3	LIMITAÇÕES DO TRABALHO	33
5.4	TRABALHOS FUTUROS	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O avanço da tecnologia da informação tem possibilitado a automatização de diversos processos, trazendo mais eficiência, organização e padronização para atividades que antes exigiam grande esforço manual e eram mais propensas a inconsistências (TURBAN; POLLARD; WOOD, 2018).

No campo da pesquisa científica, a submissão de projetos ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) representa uma etapa essencial para garantir que os estudos sejam conduzidos de forma ética, especialmente quando envolvem seres humanos (BRASIL, 2012). No Brasil, esse processo é regulamentado principalmente pelas Resoluções nº 466/2012 e nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que estabelecem diretrizes para pesquisas com seres humanos nas áreas biomédicas, sociais e humanas.

No entanto, o preenchimento adequado e completo da documentação exigida pode se tornar um desafio para muitos pesquisadores, uma vez que requer atenção minuciosa às normas vigentes e cuidado na comunicação das informações.

A efetiva comunicação entre o pesquisador e o CEP é fundamental para garantir que a proposta de pesquisa seja compreendida corretamente e avaliada de acordo com os princípios éticos. Dessa forma, surge a necessidade de ferramentas que colaborem para tornar essa interação mais clara, eficiente e alinhada às diretrizes institucionais.

Neste contexto, a inteligência artificial — especialmente os sistemas multiagentes — apresenta-se como uma abordagem promissora para apoiar a elaboração desses projetos (WORLDWIDE, 2009). Sistemas multiagentes são composições de agentes autônomos que interagem e cooperam entre si para resolver problemas complexos de maneira distribuída e coordenada. Esses sistemas já têm sido aplicados com sucesso em áreas como logística, saúde, jogos digitais e robótica, onde a divisão de tarefas entre agentes especializados permite maior escalabilidade, adaptabilidade e desempenho.

A proposta deste trabalho é desenvolver uma aplicação baseada na plataforma CrewAI¹ que, por meio da atuação coordenada de agentes especializados, auxilie pesquisadores na construção de projetos de pesquisa conforme o modelo exigido pelo CEP da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A solução visa contribuir para uma comunicação mais eficiente e clara

¹ Disponível em: <<https://www.crewai.com/>>

com o comitê, ao mesmo tempo em que reduz inconsistências e melhora a aderência às normas institucionais (FERNANDES; SILVA; LIMA, 2023).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Como sistemas multiagentes podem ser aplicados para apoiar e padronizar a elaboração de projetos de pesquisa para submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)?

1.3 HIPÓTESE

Acredita-se que a adoção de um sistema multiagente, utilizando a plataforma CrewAI, poderá trazer ganhos significativos para o processo de elaboração de projetos de pesquisa. Diferente de abordagens baseadas em um único agente ou no uso direto de modelos de linguagem de grande escala (LLMs), a estratégia multiagente permite distribuir tarefas entre agentes especializados, cada um focado em uma etapa ou seção específica do projeto. Essa especialização tende a promover uma construção mais coesa, padronizada e sensível às exigências de cada parte do documento.

Com essa divisão de responsabilidades, espera-se não apenas uma redução no tempo necessário para compor o projeto, mas também uma diminuição de inconsistências e erros que comumente surgem durante a escrita manual. Além disso, ao considerar que cada agente atua com foco em um capítulo seguindo as regras e diretrizes do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), o sistema favorece a conformidade formal e técnica desde o início da elaboração. Assim, acredita-se que o uso de sistemas multiagentes não só acelera o processo, mas também contribui diretamente para o aumento da qualidade do material produzido, oferecendo ao pesquisador uma base mais estruturada e confiável para desenvolver seu projeto (WOOLDRIDGE, 2009; BRASIL, 2016).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver e avaliar a eficácia de um sistema multiagente baseado na plataforma CrewAI para auxiliar na elaboração de projetos de pesquisa no formato exigido pelo Comitê de Ética

em Pesquisa (CEP).

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analisar as diretrizes e normas estabelecidas pelo CEP da UFPE;
- Projetar agentes especializados para a coleta de dados e redação de seções específicas do projeto de pesquisa;
- Desenvolver uma aplicação web integrada com a plataforma CrewAI;

1.5 JUSTIFICATIVA

A submissão de projetos de pesquisa ao CEP é uma etapa essencial para assegurar que os estudos estejam alinhados à legislação vigente e aos princípios éticos. No entanto, a complexidade dos formulários e das exigências normativas exige do pesquisador um cuidado minucioso na elaboração de cada documento, de forma a garantir uma comunicação clara e efetiva com o comitê avaliador.

A proposta deste trabalho busca justamente contribuir para o aprimoramento dessa comunicação, oferecendo uma ferramenta baseada em sistemas multiagentes que atue como suporte na construção dos projetos. Mais do que agilizar a tarefa, a intenção é promover maior precisão, organização e aderência às exigências institucionais, fortalecendo a compreensão mútua entre pesquisador e comitê (WOOLDRIDGE, 2009).

A escolha pela plataforma CrewAI se justifica pela sua capacidade de coordenar múltiplos agentes especializados, permitindo um fluxo de trabalho colaborativo e mais eficiente na geração de documentos complexos (FERNANDES; SILVA; LIMA, 2023). A aplicação pretende beneficiar não apenas pesquisadores, mas também os próprios comitês de ética, que receberão documentos mais bem estruturados, claros e aderentes às diretrizes (BRASIL, 2016).

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos:

- O Capítulo 1 apresenta a introdução ao tema, destacando o problema de pesquisa, a hipótese, os objetivos, a justificativa e a organização do trabalho;

- O Capítulo 2 aborda a fundamentação teórica necessária para o entendimento dos conceitos principais relacionados ao Comitê de Ética em Pesquisa, sistemas multiagentes, a plataforma CrewAI e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento da aplicação;
- O Capítulo 3 descreve a metodologia adotada para o desenvolvimento e avaliação da aplicação, incluindo o tipo de pesquisa, o desenho metodológico e o ambiente de desenvolvimento;
- O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos, com análises comparativas e discussões sobre a eficácia da aplicação desenvolvida;
- O Capítulo 5 expõe as conclusões do estudo, as contribuições do trabalho, suas limitações e as sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) E SUAS DIRETRIZES

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) desempenha um papel essencial na proteção dos direitos e da dignidade dos participantes de estudos científicos. Como órgão colegiado, interdisciplinar e independente, o CEP atua conforme as diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), em especial pelas Resoluções CNS 466/2012 e 510/2016 (BRASIL, 2012; BRASIL, 2016). Sua principal missão é assegurar que as pesquisas envolvendo seres humanos sejam conduzidas de forma ética, transparente e segura.

Na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), o CEP é responsável por analisar e aprovar projetos de pesquisa que envolvem seres humanos, exigindo a apresentação de uma série de documentos que descrevem detalhadamente os aspectos éticos, metodológicos e operacionais da proposta. Entre os elementos essenciais desses documentos estão os objetivos da pesquisa, sua justificativa, a metodologia empregada, os procedimentos de coleta e análise de dados, os critérios de inclusão e exclusão de participantes, as medidas de proteção à confidencialidade, a análise de riscos e benefícios, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A atenção a essas exigências garante não apenas a aprovação do projeto, mas também uma relação mais transparente e responsável entre pesquisador e participantes, o que reforça a credibilidade da pesquisa científica. Ademais, a compreensão e o correto atendimento às normas do CEP favorecem uma comunicação mais clara entre os autores da pesquisa e os membros do comitê, contribuindo para um processo de avaliação mais eficaz e alinhado à ética em pesquisa.

2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SISTEMAS MULTIAGENTES

A Inteligência Artificial (IA) é uma área da ciência da computação dedicada ao desenvolvimento de sistemas capazes de simular competências cognitivas humanas, como o raciocínio, o aprendizado, a percepção e a tomada de decisões (RUSSELL; NORVIG, 2016). Seu avanço tem possibilitado aplicações em diversas áreas, desde diagnósticos médicos até análises preditivas em negócios, transformando a maneira como interagimos com a tecnologia (GOODFELLOW; BENGIO; COURVILLE, 2016). No contexto da elaboração de documentos complexos, como pro-

jetos de pesquisa, a IA surge como uma aliada na organização de ideias, na revisão textual e na verificação de conformidade com requisitos normativos.

Dentre os diversos ramos da IA, os Sistemas Multiagentes (SMA) têm ganhado destaque por sua capacidade de lidar com problemas complexos de forma distribuída e colaborativa. De acordo com Wooldridge (2009), um SMA consiste em um conjunto de agentes autônomos que interagem entre si e com o ambiente, trabalhando juntos para atingir metas comuns ou individuais. Esses agentes podem ser tanto virtuais quanto físicos e são projetados para atuar de forma independente, proativa e cooperativa. A cooperação entre agentes especializados permite que diferentes aspectos de um problema sejam tratados simultaneamente, aumentando a eficiência geral do sistema.

Um agente inteligente, conforme descrito por Ferber (1999), é uma entidade capaz de perceber seu ambiente, tomar decisões e agir de maneira autônoma para atingir objetivos pré-definidos. No contexto dos SMA, os agentes são especializados em tarefas específicas, como coleta de dados, análise de informações, comunicação e negociação, o que permite uma abordagem modular e escalável para solução de problemas.

Entre as características fundamentais dos SMA estão a autonomia, que permite aos agentes agirem sem interferência humana constante; a proatividade, que os capacita a tomar a iniciativa na busca de soluções; a sociabilidade, que garante a interação entre os agentes por meio de protocolos definidos; e a reatividade, que assegura respostas adequadas a mudanças no ambiente. Essas características tornam os SMA adequados para ambientes dinâmicos e imprevisíveis, como o da pesquisa acadêmica e da submissão de projetos ao CEP.

Esses sistemas oferecem vantagens significativas sobre modelos centralizados, nos quais uma única entidade de controle é responsável por todas as decisões e pela coordenação de tarefas. Em sistemas centralizados, a complexidade aumenta com o crescimento das demandas, e falhas em um único ponto podem comprometer o funcionamento do sistema como um todo. Já os SMA distribuem o processamento e a tomada de decisão entre múltiplos agentes especializados, o que aumenta a escalabilidade, a robustez e a flexibilidade (JENNINGS; WOOLDRIDGE, 2001; WEISS, 1999).

Neste trabalho, a abordagem com SMA é empregada para apoiar a elaboração de projetos de pesquisa direcionados ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFPE. Cada agente do sistema proposto atua com uma função específica: alguns são responsáveis pela redação de seções do documento, como introdução e metodologia; outros validam os dados fornecidos, assegurando conformidade com as exigências do CEP; e há ainda os agentes que cuidam da formatação

do documento final. Esses agentes compartilham um mesmo espaço de trabalho e operam em sequência, por meio de chamadas organizadas da mesma API, orquestradas por um controlador principal. As saídas de cada agente alimentam os próximos agentes, formando um fluxo de construção textual coeso. O sistema não requer treinamento com grandes conjuntos de dados, pois opera com instruções especializadas e exemplos pré-formatados que orientam as ações de cada agente com base nas regras do modelo do CEP da UFPE.

Essa divisão do trabalho contribui para um processo mais eficiente e alinhado às normativas institucionais, melhorando a comunicação entre o pesquisador e o comitê avaliador e aumentando as chances de aprovação do projeto.

2.3 A PLATAFORMA CREWAI

A CrewAI é uma plataforma voltada para a coordenação de agentes inteligentes em tarefas complexas. Seu diferencial está na capacidade de configurar "equipes" de agentes especializados que atuam de forma colaborativa, simulando um ambiente de trabalho com divisão de funções e responsabilidades (FERREIRA; SOUZA, 2023). Cada agente pode ser atribuído a uma função específica dentro de um fluxo de trabalho, garantindo uma abordagem mais modular e segmentada para a resolução de tarefas.

A plataforma se destaca pela facilidade de integração com diversas APIs e sistemas, flexibilidade na configuração dos agentes, escalabilidade no tratamento de grandes volumes de tarefas e uma interface amigável para acompanhamento das atividades. Tais características a tornam ideal para aplicações que exigem modularidade, organização e autonomia distribuída. A CrewAI tem sido adotada em diversos contextos, desde automação de processos empresariais até educação personalizada, demonstrando versatilidade e robustez em ambientes reais.

Neste projeto, a CrewAI atua como o ambiente que hospeda e coordena os agentes responsáveis pela elaboração dos projetos de pesquisa para o CEP. Cada agente é designado para uma etapa específica do documento, permitindo uma atuação segmentada e eficiente. Essa estrutura contribui para que o resultado final seja um documento coeso, bem estruturado e em conformidade com as normas da instituição. Além disso, a CrewAI permite ajustes e reconfigurações fáceis, possibilitando que o sistema evolua conforme mudanças nas diretrizes do CEP ou necessidades específicas de pesquisadores e instituições.

2.4 TECNOLOGIAS WEB: PYTHON, FLASK, HTML E CSS

Para viabilizar o uso da aplicação proposta, optou-se pela utilização de tecnologias web amplamente difundidas, como Python, Flask, HTML5 e CSS3. Essas ferramentas foram escolhidas por sua robustez, comunidade ativa e facilidade de integração entre si.

O Python, conhecido por sua simplicidade e poder de expressão, foi utilizado na implementação da lógica do sistema e no controle dos agentes via CrewAI. Sua sintaxe clara e ampla gama de bibliotecas tornam o desenvolvimento mais rápido e menos propenso a erros. O Flask, por sua vez, serviu como framework leve para a construção da API que conecta a interface do usuário ao backend do sistema, permitindo a criação de rotas e controladores de forma simples e eficiente.

Para a camada de apresentação, o HTML5 foi empregado na estruturação das páginas e o CSS3 na estilização visual, garantindo uma interface limpa, responsiva e intuitiva. Essas tecnologias permitem que o usuário interaja com a aplicação de maneira fluida, inserindo os dados do projeto e acompanhando o progresso da geração do documento.

O uso conjunto dessas tecnologias possibilita uma experiência de usuário acessível e eficiente, onde o pesquisador pode inserir as informações do projeto e receber como resultado um documento formatado, com qualidade e conformidade às exigências do CEP. Além disso, a arquitetura modular facilita a manutenção e expansão futura da aplicação, permitindo adaptações para outros formatos de submissão ou integração com sistemas institucionais.

3 METODOLOGIA

Este capítulo descreve a abordagem metodológica adotada para o desenvolvimento do sistema multiagente proposto, bem como os procedimentos de avaliação de sua eficácia. A metodologia foi estruturada de forma a garantir clareza nas etapas de concepção, implementação e validação do projeto, proporcionando um panorama completo de como o sistema foi idealizado, implementado e testado.

3.1 TIPO DE PESQUISA

O foco está na criação de uma solução prática que visa resolver um problema real relacionado à elaboração de projetos de pesquisa para submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). A pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimento voltado à aplicação prática, sendo direcionada à resolução de problemas específicos. Essa abordagem utiliza métodos e técnicas da ciência e da tecnologia para criar novos produtos ou aperfeiçoar processos existentes, conforme descrito por (GIL, 2010).

3.2 AMBIENTE E FERRAMENTAS

O ambiente utilizado para o desenvolvimento foi um computador pessoal, com sistema operacional Windows 11, equipado com processador Intel Core i7 e 16 GB de memória RAM. O código-fonte foi controlado por meio da ferramenta Git, e o repositório foi hospedado no GitHub, permitindo o versionamento adequado do projeto. A linguagem de programação escolhida foi o Python 3.10, que viabilizou o desenvolvimento do backend e a integração com a plataforma CrewAI. O framework Flask foi utilizado para criar a interface de comunicação entre o usuário e o sistema, permitindo uma arquitetura web funcional e dinâmica. A interface do usuário foi construída com HTML5 e CSS3, buscando assegurar usabilidade e acessibilidade. A plataforma CrewAI desempenhou um papel central na organização e execução dos agentes inteligentes, responsáveis por elaborar diferentes seções dos documentos. O controle de versão com Git e GitHub garantiu a rastreabilidade das mudanças durante o desenvolvimento.

3.3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

O processo de desenvolvimento foi organizado em três fases principais. Na primeira fase, dedicada ao levantamento de requisitos, foram analisadas as diretrizes disponibilizadas pelo CEP da UFPE. A partir do documento "Modelo de Projeto de Pesquisa para o CEP" (PERNAMBUCO, 2023), foram identificados os elementos obrigatórios e a estrutura padrão dos capítulos. Esses dados permitiram mapear as necessidades do sistema e orientar o desenvolvimento dos agentes.

Na segunda fase, voltada para a modelagem dos agentes, foram definidos os papéis e responsabilidades de cada agente dentro da plataforma CrewAI. Cada agente foi projetado para atuar em uma seção específica do projeto, respeitando as diretrizes do CEP. O agente responsável pela introdução cuidava da contextualização e fundamentação teórica, com uso de referências no padrão ABNT. O agente da problematização formulava uma pergunta clara e objetiva. O agente da justificativa destacava a relevância e a importância do projeto. O agente da metodologia descrevia os procedimentos de forma detalhada, sempre utilizando verbos no infinitivo. O agente dos aspectos éticos abordava questões obrigatórias como riscos, benefícios e o armazenamento de dados. Por fim, o agente validador era encarregado de conferir a conformidade com o modelo do CEP, garantindo coerência e coesão textual.

Código Fonte 1 – Criação dos agentes no CrewAI

```
1 agents = {
2     'Introducao / Referencial Teorico': ChapterAgent(
3         role='Especialista em Introducao e Revisao de Literatura Cientifica',
4         goal=("Elaborar o capitulo de Introducao e Revisao de Literatura, "
5             "contextualizando o tema com base em referencias teoricas
6             relevantes e atuais."),
7         backstory=("Pesquisador com experiencia em ABNT e revisoes sistematicas."
8             )
9     ),
10    'Metodologia': ChapterAgent(
11        role='Especialista em Metodologia Cientifica',
12        goal=("Descrever de forma detalhada o desenho da pesquisa, amostra e
13            coleta de dados, "
14            "seguindo o modelo de projeto do CEP da UFPE."),
15        backstory=("Especialista em elaborar metodologias alinhadas aos
16            requisitos eticos e tecnicos do CEP.")
17    )
18 }
```

Na terceira fase, voltada para o desenvolvimento e integração, foram implementadas as rotinas de comunicação entre os agentes definidos na CrewAI e o backend desenvolvido com Flask. Essa integração garantiu que cada etapa da geração dos capítulos ocorresse de forma sequencial e lógica, conforme o fluxo determinado pelas normas do CEP.

Código Fonte 2 – Fluxo de geração de capítulos e validação

```
def gerar_proximo_capitulo(projeto):
2     conteudos = projeto['conteudos']
    capitulo_atual = projeto['capitulo_atual']
4     lista_capitulos = projeto['capitulos']

6     if capitulo_atual >= len(lista_capitulos):
        return redirect(url_for('home'))

8

    proximo_capitulo = lista_capitulos[capitulo_atual]
10    tema = projeto['titulo']
    contexto_anterior = "\n\n".join([c['texto'] for c in conteudos])
12

    texto_gerado = run_chapter_crew(proximo_capitulo, tema, contexto_anterior)
14

    conteudos.append({
16         'capitulo': proximo_capitulo,
         'texto': texto_gerado
18     })

20    projeto['capitulo_atual'] += 1
    return redirect(url_for('next_chapter_form'))
```

3.4 ARQUITETURA DO SISTEMA

A arquitetura do sistema foi dividida em dois componentes principais: o frontend e o backend. O frontend foi construído utilizando HTML5 e CSS3, sendo responsável pela captura dos dados inseridos pelo usuário por meio de formulários. O backend, por sua vez, foi desenvolvido com Flask e Python, contendo toda a lógica de negócio, incluindo a comunicação com a plataforma CrewAI, o gerenciamento de sessões e a geração do conteúdo final do projeto.

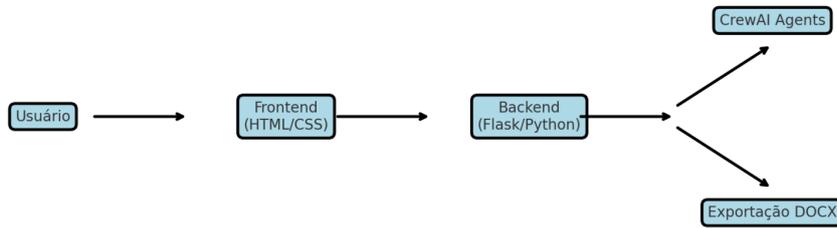


Figura 1 – Fluxo do Sistema

3.5 TRECHOS DE CÓDIGO-FONTE IMPORTANTES

A seguir, são apresentados dois trechos de código importantes. O primeiro é a rota que inicia a geração do primeiro capítulo do projeto. Essa funcionalidade simula a submissão inicial dos dados ao sistema, disparando o processo automatizado.

Código Fonte 3 – Rota de geração do primeiro capítulo

```
1 @app.route('/generate_first_chapter')
  def generate_first_chapter():
3     projeto = get_projeto()
     if not projeto:
5         return redirect(url_for('home'))
     return gerar_proximo_capitulo(projeto)
```

O segundo trecho apresenta a função responsável por exportar o projeto em formato DOCX, com as configurações de margens, fonte e espaçamento compatíveis com o modelo exigido pelo CEP.

Código Fonte 4 – Função de exportação para DOCX

```
@app.route('/export_docx')
2 def export_docx():
     projeto = get_projeto()
4     if not projeto:
         return redirect(url_for('home'))
6
     doc = Document()
8
     sections = doc.sections
10    for section in sections:
```

```
12     section.top_margin = Pt(85.05)
13     section.bottom_margin = Pt(56.7)
14
15     style = doc.styles['Normal']
16     font = style.font
17     font.name = 'Times New Roman'
18     font.size = Pt(12)
19
20     doc.save('projeto.docx')
21     return send_file('projeto.docx')
```

3.6 ADERÊNCIA AO MODELO DO CEP

O sistema foi desenvolvido com base no modelo de projeto exigido pelo CEP da UFPE (PERNAMBUCO, 2023), respeitando critérios importantes como o uso de verbos no infinitivo na seção de metodologia, a descrição detalhada dos aspectos éticos em conformidade com a Resolução 466/12, a estruturação coerente dos capítulos e a inclusão de tópicos como hipótese (opcional) e orçamento, previstos no cronograma padrão do modelo.

3.7 CONCLUSÃO PARCIAL DA METODOLOGIA

O sistema demonstrou eficiência na geração de documentos alinhados às diretrizes do CEP. Sua arquitetura baseada em agentes possibilitou uma organização modular e flexível, permitindo ajustes e personalizações conforme a necessidade. O uso da plataforma CrewAI se mostrou eficiente na divisão de tarefas, e os testes realizados indicam que a aplicação pode ser útil como ferramenta de apoio à elaboração de projetos de pesquisa, especialmente em contextos que exigem conformidade normativa e padronização estrutural.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir do desenvolvimento e da aplicação do sistema multiagente proposto. São discutidos os dados coletados nos testes realizados, com foco na análise do desempenho da aplicação desenvolvida e nas implicações práticas observadas ao longo da validação do sistema.

4.1 RESULTADOS DOS TESTES

Após a implementação e integração dos agentes no sistema multiagente — cuja arquitetura é composta por agentes especializados em diferentes tarefas, como geração textual por seção, com base no modelo do CEP (ver Seção 3.4) — iniciou-se a fase de testes experimentais com diferentes tipos de entrada, variando desde estruturas simples até composições mais complexas compostas por múltiplos elementos descritivos. O objetivo dessa etapa foi verificar a capacidade da ferramenta em gerar documentos estruturados de forma automática, respeitando a organização estabelecida pelo modelo de referência do Comitê de Ética em Pesquisa da UFPE.

Durante os testes, observou-se que o sistema conseguiu gerar os documentos em um tempo médio de cinco minutos, considerando tanto o preenchimento das informações iniciais quanto a execução sequencial dos agentes. Cada agente desempenha uma função específica: por exemplo, o agente de introdução gera a seção inicial do projeto com base no tema informado, enquanto o agente de metodologia constrói os procedimentos e estratégias de pesquisa. Além disso, há agentes responsáveis por validar os dados inseridos e por organizar a saída textual final em um único arquivo estruturado.

Esse resultado se mostrou expressivamente mais ágil em comparação ao processo manual de elaboração, que pode demandar entre quatro a oito horas, dependendo do nível de complexidade do conteúdo a ser redigido. Além do ganho de tempo, os documentos resultantes demonstraram boa adequação à estrutura esperada. Em muitos casos, apenas pequenos ajustes foram necessários, geralmente relacionados à complementação de informações mais específicas ou à reformulação de trechos metodológicos mais detalhados.

Tabela 1 – Comparativo entre elaboração manual e automatizada de projetos para o CEP

Critério	Elaboração Manual	Sistema Multiagente (Proposto)
Tempo médio de elaboração	4 a 8 horas	Aproximadamente 5 minutos
Conformidade com o modelo do CEP	Dependente da experiência do pesquisador	Alta, com validação automatizada baseada no modelo da UFPE
Necessidade de conhecimento prévio	Alta (regras e estrutura do CEP)	Baixa, pois o sistema orienta a construção
Esforço humano	Alto, com múltiplas revisões manuais	Reduzido, com ajustes pontuais no texto gerado
Coesão textual entre seções	Variável, dependendo do autor	Alta, devido à coordenação entre os agentes
Risco de inconsistências	Elevado, principalmente em documentos longos	Baixo, com controle distribuído por agentes especializados

4.2 ANÁLISE COMPARATIVA

Para compreender o impacto da aplicação desenvolvida, foi realizada uma análise comparativa entre o processo tradicional de elaboração de documentos e a solução automatizada proposta neste trabalho. A abordagem tradicional requer que o usuário compreenda as diretrizes e exigências de formatação, redija o texto manualmente e se atente a aspectos estruturais que garantam a qualidade e a conformidade do material. Por outro lado, o sistema automatizado reduz esse esforço ao permitir que o usuário apenas insira informações estruturadas, cabendo aos agentes a tarefa de compor o conteúdo final com base nessas entradas.

Em termos de tempo, o sistema demonstrou uma significativa vantagem. Enquanto o método tradicional pode consumir aproximadamente 4 a 8 horas de trabalho, a ferramenta desenvolvida é capaz de concluir esse mesmo processo em cerca de 5 minutos. Essa redução representa um ganho de produtividade notável, especialmente em contextos onde o tempo e a agilidade são fatores críticos.

Além do tempo de produção, também foi realizada uma análise da qualidade e conformidade dos documentos gerados. Foram considerados aspectos como a organização estrutural, a clareza e objetividade dos textos, a coerência entre as seções e a adequação aos padrões de apresentação exigidos. Os resultados indicaram que os textos produzidos pelo sistema estavam bem organizados, com uma redação clara e coesa. Em casos mais específicos, identificou-se a

necessidade de complementações, especialmente em trechos que exigem maior profundidade metodológica ou justificativas personalizadas, mas, de modo geral, os documentos cumpriram os requisitos esperados.

4.3 LIMITAÇÕES IDENTIFICADAS

Durante o processo de testes, foram identificadas algumas limitações que merecem destaque. A primeira diz respeito à dependência de entradas precisas. A ferramenta se baseia inteiramente nas informações fornecidas pelo usuário e, portanto, dados incompletos ou genéricos resultaram em documentos superficiais que demandaram intervenção manual para ajustes e enriquecimento de conteúdo.

Outra limitação observada foi o desempenho do sistema em contextos com alta complexidade. Projetos com uma abordagem interdisciplinar ou com metodologias muito específicas exigiram uma atenção maior por parte do usuário após a geração automática do conteúdo, pois os agentes ainda não conseguem capturar com precisão todas as nuances desses tipos de texto. Apesar de os agentes organizarem as seções de forma correta e lógica, a ligação semântica entre as partes nem sempre foi perfeitamente fluida, o que exige uma etapa posterior de revisão para garantir a coesão total do texto.

4.4 SUGESTÕES DE MELHORIA

Com base na análise realizada durante o uso da ferramenta, foram propostas algumas melhorias que poderão ser incorporadas em futuras versões do sistema, visando ampliar sua robustez e flexibilidade. Uma das principais sugestões envolve o aprimoramento dos agentes de revisão textual. Ao incorporar técnicas mais avançadas de Processamento de Linguagem Natural (PLN), será possível alcançar uma coesão e coerência mais refinadas entre as partes do documento, além de permitir uma melhor adaptação do texto às particularidades de cada conteúdo inserido.

Outra melhoria proposta é a implementação de uma interface de personalização integrada ao sistema. Essa funcionalidade permitiria que o usuário realizasse edições diretamente na estrutura gerada antes da exportação final do documento, otimizando ainda mais o processo de refinamento textual. Também se sugere a adaptação do sistema para diferentes modelos e formatos de documentos, aumentando sua aplicabilidade em contextos variados, especialmente

em instituições que seguem padrões próprios de estrutura documental.

Por fim, é recomendável incluir suporte multilíngue à ferramenta, oferecendo opções de tradução automática que possibilitem a geração de documentos em outros idiomas, o que ampliaria significativamente o alcance do sistema, permitindo seu uso por uma comunidade mais ampla de usuários em contextos internacionais. Essas melhorias, quando implementadas, poderão contribuir para tornar o sistema ainda mais eficiente, versátil e alinhado às necessidades reais do público-alvo que busca soluções práticas para a elaboração de documentos técnicos e institucionais.

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo reúne as considerações finais a respeito do sistema multiagente desenvolvido ao longo deste trabalho. Também são discutidas as principais contribuições da proposta apresentada, suas limitações identificadas durante o processo de desenvolvimento e validação, além de sugestões concretas para possíveis desdobramentos e aprofundamentos futuros. O objetivo aqui é sintetizar os aprendizados e indicar caminhos que podem ser seguidos por novos estudos ou aprimoramentos técnicos da ferramenta.

5.1 CONCLUSÃO

A proposta deste trabalho concentrou-se na criação e validação de uma aplicação fundamentada em sistemas multiagentes para automatizar a geração de projetos de pesquisa em conformidade com o modelo exigido pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Com o auxílio da plataforma CrewAI, foi possível coordenar a atuação de diferentes agentes inteligentes, cada um incumbido de elaborar uma seção específica do projeto. Essa abordagem foi adotada com o intuito de simplificar o processo de produção documental, oferecendo aos pesquisadores uma ferramenta útil para reduzir o tempo de elaboração, minimizar erros de formatação e aumentar a aderência às normas institucionais.

Ao final do processo, os resultados se mostraram promissores. A ferramenta desenvolvida conseguiu reduzir significativamente o tempo normalmente necessário para elaborar um projeto de pesquisa, além de demonstrar maior padronização textual e estrutural nos documentos gerados. A análise dos testes realizados aponta para a viabilidade prática da proposta, especialmente em contextos nos quais a formalização e a conformidade documental são exigências essenciais. Dessa forma, conclui-se que o uso de sistemas multiagentes pode contribuir efetivamente para a automação de processos burocráticos, como a geração de documentos acadêmicos, representando um avanço importante no uso da inteligência artificial no contexto educacional e científico.

5.2 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

O desenvolvimento deste sistema resultou em diversas contribuições relevantes para a área de tecnologia aplicada à educação e à pesquisa. A primeira delas está relacionada à automatização de tarefas repetitivas e normativas. Ao propor uma ferramenta que automatiza a criação de projetos de pesquisa, este trabalho apresenta uma solução prática e funcional que pode aliviar uma parte significativa da carga burocrática enfrentada por estudantes e pesquisadores.

Além disso, a pesquisa confirmou que sistemas multiagentes são capazes de atuar em cenários do mundo real, demonstrando seu potencial para dividir tarefas complexas e promover maior eficiência e organização na resolução de problemas (FERBER, 1999). A integração com a plataforma CrewAI evidenciou que é possível utilizar ferramentas emergentes da área de inteligência artificial para orquestrar a atuação de múltiplos agentes de forma coordenada, conferindo agilidade e precisão ao processo de geração textual (FERREIRA; SOUZA, 2023).

Outro aspecto importante foi a contribuição para a desburocratização da pesquisa. Ao facilitar a produção de documentos requeridos pelo CEP, a ferramenta pode representar um ganho real de produtividade para a comunidade acadêmica, liberando tempo para atividades centrais do fazer científico, como a revisão da literatura, a coleta de dados e a análise de resultados.

5.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Embora os resultados tenham sido animadores, algumas limitações foram identificadas e merecem destaque. Um dos principais desafios enfrentados foi a dependência da qualidade das entradas fornecidas pelo usuário. O sistema exige que as informações sejam detalhadas, claras e completas, pois dados vagos resultam em documentos insatisfatórios que necessitam de correções manuais. Isso indica que há espaço para avanços no uso de técnicas de Processamento de Linguagem Natural mais robustas (RUSSELL; NORVIG, 2016).

O sistema também apresenta um escopo limitado, já que foi desenvolvido com base nas diretrizes específicas do CEP da UFPE. Para que ele seja adotado por outras instituições, seria necessário adaptar o modelo e a lógica dos agentes conforme os critérios de cada órgão regulador (BRASIL, 2012; BRASIL, 2016). Soma-se a isso o fato de que, atualmente, a ferramenta só está apta a gerar documentos em português. A ausência de suporte multilíngue restringe

seu uso em contextos internacionais, o que pode ser considerado um ponto de atenção para futuras evoluções.

5.4 TRABALHOS FUTUROS

Com base nas limitações e nos potenciais identificados, é possível vislumbrar diversas oportunidades para a continuidade e o aprimoramento deste trabalho. Um dos caminhos mais promissores está na incorporação de técnicas mais sofisticadas de PLN, especialmente aquelas baseadas em modelos do tipo transformers, como BERT e GPT. Esses modelos podem ampliar significativamente a capacidade dos agentes em compreender o contexto e gerar textos mais coesos e coerentes (VASWANI et al., 2017).

Outra proposta é a evolução da interface de edição embutida no próprio sistema, que permite ao usuário visualizar e personalizar o conteúdo das seções antes de finalizar o documento. Isso torna a ferramenta mais flexível e adaptável às necessidades específicas de cada projeto.

Também seria interessante expandir o escopo do sistema para abranger diferentes modelos de CEP, incluindo instituições brasileiras e estrangeiras. Tal adaptação aumentaria consideravelmente a aplicabilidade da solução em contextos diversos. Adicionalmente, implementar suporte multilíngue, especialmente em inglês e espanhol, facilitaria a submissão de projetos a comitês internacionais.

Outra possibilidade relevante envolve a integração com plataformas de repositórios institucionais e sistemas de submissão online, permitindo uma automação ainda mais ampla do fluxo de submissão e aprovação. Finalmente, recomenda-se a realização de testes em larga escala com pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, o que permitiria avaliar melhor a robustez, a usabilidade e a versatilidade do sistema em situações reais.

A continuidade deste trabalho, aliada a essas melhorias, poderá fortalecer ainda mais o uso de tecnologias inteligentes no apoio à pesquisa acadêmica, oferecendo uma alternativa viável, eficiente e alinhada às necessidades da comunidade científica atual.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. *Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012*. 2012. Conselho Nacional de Saúde.
- BRASIL. *Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016*. 2016. Conselho Nacional de Saúde.
- FERBER, J. *Multi-Agent Systems: An Introduction to Distributed Artificial Intelligence*. [S.l.]: Addison-Wesley, 1999.
- FERNANDES, J.; SILVA, A.; LIMA, P. Implementação de agentes multiagentes com crewai para redação automatizada de documentos científicos. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 15, n. 2, p. 34–56, 2023.
- FERREIRA, J.; SOUZA, A. Crewai: Uma plataforma multiagente para coordenação de equipes inteligentes. *Revista Brasileira de Inteligência Artificial*, v. 15, n. 3, p. 45–58, 2023.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. [S.l.]: Atlas, 2010.
- GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. *Deep Learning*. [S.l.]: MIT Press, 2016.
- JENNINGS, N. R.; WOOLDRIDGE, M. *Agent Technology: Foundations, Applications, and Markets*. [S.l.]: Springer, 2001.
- PERNAMBUCO, U. F. de. *Modelo de Projeto do CEP da UFPE*. 2023.
- ROWLING, J. *Harry Potter and the Order of the Phoenix*. London: Bloomsbury Publishing, 2003.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 3. ed. [S.l.]: Pearson, 2016.
- TURBAN, E.; POLLARD, C.; WOOD, G. *Sistemas de Informação: Tecnologia para Gestão*. 10. ed. São Paulo: Pearson Education, 2018.
- VASWANI, A.; SHAZEER, N.; PARMAR, N. et al. Attention is all you need. In: *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*. [S.l.: s.n.], 2017.
- WEISS, G. *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*. [S.l.]: MIT Press, 1999.
- WOOLDRIDGE, M. *An Introduction to MultiAgent Systems*. 2. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2009.