



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

Augmented BPM: A CxO Companion Portal

Trabalho Final de curso

Relatório Final

Discente: António Rocha

Docente Orientador: João Caldeira

Trabalho Final de Curso | LIG | 13/07/2024

www.ulusofona.pt

Direitos de cópia

Augmented BPM: A CxO Companion Portal, Copyright de António Rocha, ULHT.

A Escola de Comunicação, Arquitectura, Artes e Tecnologias da Informação (ECATI) e a Universidade Lusófona (UL) têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Resumo

A mineração de processos de negócio enfrenta desafios significativos de acessibilidade por parte de executivos não-técnicos, criando uma lacuna entre análises de dados complexos e a tomada de decisões estratégicas. Este trabalho tem como foco desenvolver uma plataforma que permita a gestão e questionar processos de negócio através de processamento de linguagem natural, facilitando insights críticos para executivos.

A solução proposta utiliza Large Language Models (LLMs) para responder a informações existentes em processos de negócio contidos em documentos com formato (.csv) e (.xes), em diferentes línguas e com outros desafios da área de mineração de processos. A implementação inclui autenticação de utilizadores, ecrãs para ingestão de dados, serviços auxiliares para interagir com a plataforma, serviços para interagir com inteligência artificial generativa (GenAI), a criação de microsserviços em containers e a utilização de computação cloud.

O sistema desenvolvido demonstra com sucesso a capacidade de permitir consultas em linguagem natural sobre processos de negócio, oferecendo operações CRUD para gestão de processos e deployment escalável em ambiente cloud. A plataforma prova ser eficaz na transformação de dados estruturados em insights acessíveis para utilizadores não-técnicos.

Esta solução contribui para reduzir a lacuna entre a mineração técnica de processos e a acessibilidade executiva, estabelecendo uma base sólida para investigação futura em business intelligence aumentada por inteligência artificial.

Este trabalho, nesta fase, assume que não é necessário aprofundar o tema da afinação do modelo escolhido nem a aquisição de dados sobre processos de negócio.

Palavras-Chave: mineração de processos de negócio, processamento de linguagem natural, Large Language Models, tomada de decisão, inteligência artificial generativa, microsserviços, computação cloud, csv, xes, business intelligence, transformação de dados, dados estruturados.

Abstract

Business process mining faces significant accessibility challenges for non-technical executives, creating a gap between complex data analysis and strategic decision-making. This work focuses on developing a platform that enables the management and querying of business processes through natural language processing, facilitating critical insights for executives.

The proposed solution uses Large Language Models (LLMs) to respond to information existing in business processes contained in documents with (.csv) and (.xes) formats, in different languages and with other challenges in the field of process mining. The implementation includes user authentication, screens for data ingestion, auxiliary services to interact with the platform, services to interact with generative artificial intelligence (GenAI), the creation of microservices in containers, and the use of cloud resources.

The developed system successfully demonstrates the ability to enable natural language queries about business processes, offering CRUD operations for process management and scalable deployment in a cloud environment. The platform proves effective in transforming structured data into accessible insights for non-technical users.

This solution contributes to reducing the gap between technical process mining and executive accessibility, establishing a solid foundation for future research in artificial intelligence-enhanced business intelligence.

This work, at this stage, assumes that it is not necessary to delve into the topic of fine-tuning the chosen model or acquiring data on business processes.

Keywords: business process mining, natural language processing, Large Language Models, decision-making, generative artificial intelligence, microservices, cloud computing, csv, xes, business intelligence, data transformation, structured data.

Índice

Resumo.....	iii
Abstract	iv
Índice.....	v
Lista de Figuras	vii
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Motivação e Identificação do Problema	5
1.3 Objetivos	6
1.4 Estrutura do Documento	7
2 Viabilidade e Pertinência	8
2.1 Pertinência	8
2.2 Viabilidade.....	8
2.3 Análise Comparativa com Soluções Existentes	9
2.3.1 Soluções Existentes	9
2.3.2 Análise de Benchmarking	9
2.4 Proposta de inovação e mais-valias.....	10
2.5 Identificação de oportunidade de negócio	10
3 Especificação e Modelação.....	12
3.1 Análise de Requisitos	12
3.1.1 Enumeração de Requisitos	12
3.1.2 Descrição detalhada de requisitos principais	13
3.1.3 Casos de Uso/User Stories.....	14
3.2 Modelação	15
3.3 Protótipos de Interface	16
4 Solução Proposta	18
4.1 Arquitetura.....	18
4.2 Tecnologias e Ferramentas Utilizadas	19
4.3 Ambientes de Teste e de Produção	19
4.4 Abrangência	19
5 Plano de Testes e Validação	21

5.1	Plano de Testes Inicial.....	21
5.2	Abordagem de Validação Implementada	21
5.3	Ambiente de Desenvolvimento e Validação	21
5.4	Validação Funcional Realizada	22
5.5	Teste de validação principal.....	22
5.6	Limitações da Validação.....	23
6	Método e Planeamento.....	24
6.1	Planeamento Inicial	24
7	Resultados	25
7.1	Resultados dos Testes.....	25
7.2	Cumprimento de Requisitos.....	25
	Bibliografia	27
	Anexos.....	29
	Glossário.....	30

Lista de Figuras

Figura 1 – Exemplo visual de um processo simples (BPMN)	2
Figura 2 - Exemplo de uma UI para interagir com um LLM	5
Figura 3 - Interação com um LLM sobre exploração de processos	4
Figura 4 - Exemplo de um ficheiro no formato (.csv)	5
Figura 5 - Exemplo de um ficheiro no formato (.xes)	6
Figura 6 - Schemas das bases de dados	14
Figura 7 – Documentação das API's realizada com o Swagger	15
Figura 8 - Operações CRUD com Autentificação	16
Figura 9 - UI para interagir com ChatBot	16
Figura 10 – Arquitetura da aplicação	17
Figura 11 - Calendarização do Projeto, Gantt Chart	20

1 Introdução

A grande maioria das empresas ativas em qualquer área de negócio executam um ou mais processos de negócio. Independentemente de a empresa fabricar produtos ou fornecer serviços, a execução eficiente das suas operações depende de processos de negócio bem definidos. Por exemplo, uma pizzaria executa processos desde a receção do pedido até à entrega ao cliente.

A mineração de processos de negócios, é a disciplina que explora registo de eventos para gerar conhecimento prático sobre um processo, e existe uma ampla variedade de sistemas, por exemplo, SAP, Oracle, Salesforce, entre outros, que permitem extrair, de uma forma ou de outra, tais registos num formato apropriado para leitura humana.

Para os executivos de alto nível (C-level), como CEOs, CFOs, COOs, e outros, o impacto destes processos no desempenho geral da empresa é crítico. Com a crescente complexidade dos processos eles precisam ter uma visão clara de como os processos influenciam a estratégia, os custos e a diferenciação da organização. E neste contexto, a mineração processos torna-se uma metodologia indispensável, que fornece insights que ajudam os líderes a tomar decisões estratégicas mais informadas e alinhadas com os objetivos da empresa.

No âmbito deste TFC a inteligência artificial (IA) surge como uma oportunidade e é usada como ferramenta fundamental na tentativa de otimizar esta tarefa tradicional de gestão.

1.1 Enquadramento

Em geral, existem várias noções do conceito de processo. No entanto, na área de mineração de processos e neste trabalho assumimos a seguinte definição conceitual:

“Um processo representa uma coleção de atividades que executamos para atingir um determinado objetivo.” [1]

Com base no exemplo da pizza descrito anteriormente, poderíamos descrever um processo nas etapas seguintes:

1. Trabalhador Y recebe um pedido para fazer uma pizza do Cliente X.
2. Trabalhador Y aponta detalhes do pedido.
3. Chef Z prepara a pizza.
4. Trabalhador Y coloca a pizza numa caixa.
5. Trabalhador Y entrega o pedido

A representação visual deste processo através da notação BPMN (Business Process Model Notation) pode ser observada na Figura 1, que ilustra o fluxo sequencial das atividades e os respectivos responsáveis.

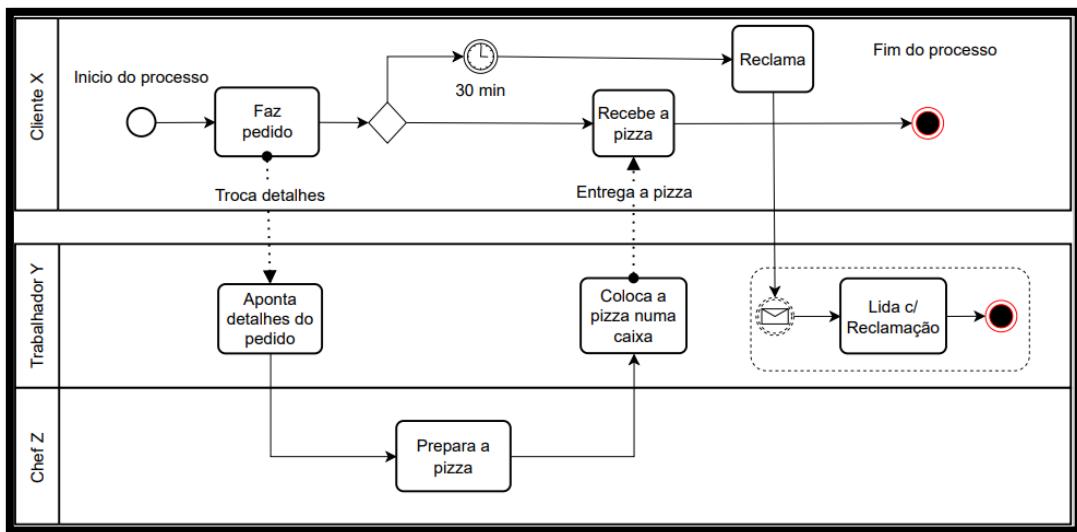


Figura 1 – Exemplo visual de um processo de fabrico de pizza simples (BPMN)

Um problema comum no processo de fabrico de uma pizza é a possibilidade de atrasos, especialmente em momentos de alta demanda. Aqui podemos realçar um caso de uso em que a inteligência artificial generativa (GenAI) poderia ser aplicada para solucionar possíveis bottlenecks no processo.

Por exemplo, utilizando modelos tradicionais de *Machine Learning (ML)* e *Deep Learning (DL)*, poderiam ser analisados padrões, prever períodos de pico e sugerir ajustes. Além disso, poderiam ser otimizados processos e sugerir melhorias sobre a eficiência dos trabalhadores.

No entanto, estes modelos exigem conhecimentos em ciência de dados tanto para a construção quanto para a interpretação dos resultados, criando uma lacuna entre as equipas técnicas, e os gestores de nível executivo.

Uma solução promissora para reduzir essa lacuna é a aplicação de GenAI através de *Natural Language Processing (NLP)*, uma área de estudo que investiga a capacidade de as máquinas compreenderem, interpretarem e gerarem linguagem humana de maneira natural.

No contexto de gestão, NLP é crucial porque possibilita a análise de grandes volumes de dados textuais estruturados e não estruturados de forma simples. Isso não apenas facilita a extração de informações de várias fontes, mas também possibilita a compreensão dos dados por qualquer pessoa.

Para os executivos e para a gestão, essa capacidade aumentada de tomada de decisões, contribuiria para uma gestão mais eficaz. A interação com sistemas de NLP pode ser realizada

através de interfaces intuitivas, como demonstrado na Figura 2, que ilustra um exemplo de uma interface de utilizador para comunicar com um LLM através de linguagem natural.



Figura 2 – Exemplo de uma UI para interagir com um LLM

Por exemplo, um executivo de alto nível poderia usar NLP para analisar relatórios, e-mails e indagar outros dados textuais, identificando automaticamente bottlenecks nos processos de entrega de produtos e sugerindo áreas para melhoria com base nas informações extraídas.

Por sua vez, se tivermos em conta que a mineração de processos apresenta alguns desafios tais como a complexidade de processos e que desenvolver soluções de ML e DL para NLP são custosas para os negócios, faz todo o sentido investigar as soluções inteligentes existentes que possam ser usadas sem requisitos específicos, treinados com milhares de dados, para todo o tipo de tarefas cognitivas. O que se denomina de modelos fundacionais sendo estes coloquialmente conhecidos como *Large Language Models* (LLMs) no campo de NLP.

Com o surgimento de LLMs, as organizações podem começar a tirar partido destas ferramentas inteligentes para questionarem em linguagem natural o estado dos seus processos. Processos esses que serão minerados previamente e de acordo com as melhores técnicas e ferramentas existentes.

Essa abordagem não apenas melhora a eficiência operacional, mas também se alinha aos interesses de executivos de alto nível (C-level). Ao fornecer uma visão abrangente de todos os processos, com a sua capacidade de raciocínio aumentada, a GenAI aumentaria a capacidade

dos líderes em tomar decisões estratégicas informadas identificando oportunidades de aprimoramento de processos e garantindo um fluxo de trabalho mais eficiente em toda a organização. A Figura 3 demonstra um exemplo prático desta interação, onde um utilizador pode explorar e questionar dados de processos através de linguagem natural, ilustrando a facilidade de uso proporcionada por estas tecnologias.

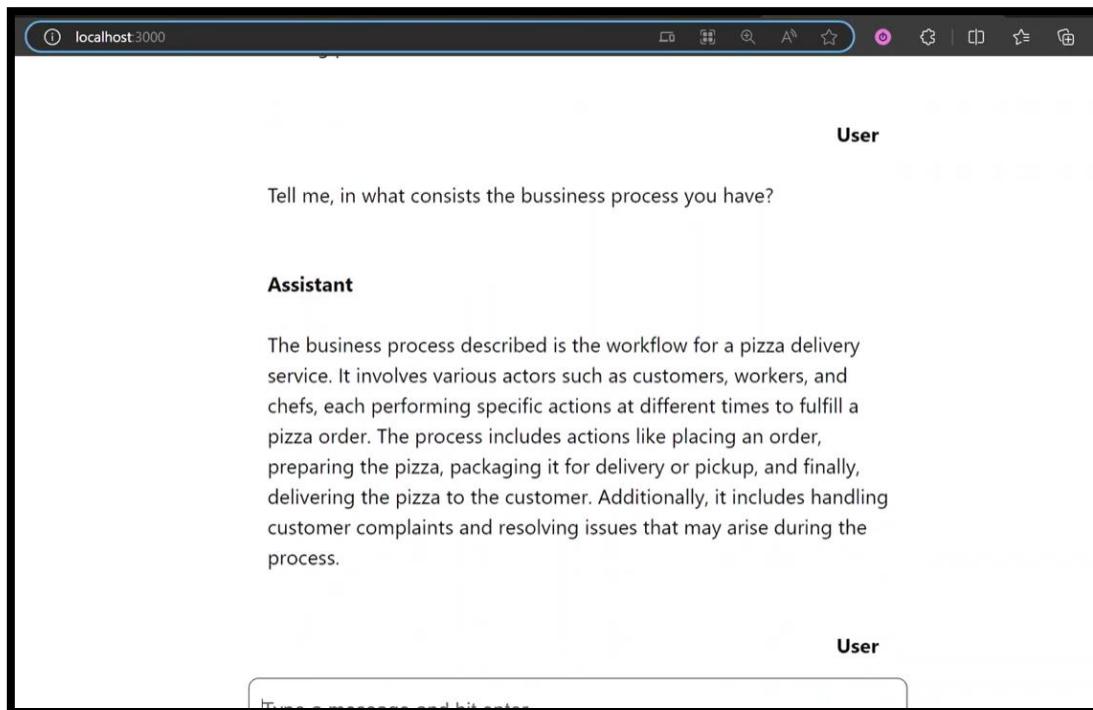


Figura 3 – Interação com um LLM sobre exploração de processos

Por detrás de um sistema impulsionado por IA para executivos, com toda a sua capacidade de gerar insights de forma simples e intuitiva, terá de existir uma infraestrutura de back-end robusta que integre várias tecnologias. A criação de uma aplicação web de mineração de processos com essas capacidades requer o desenvolvimento de software que conecte serviços de computação em nuvem (serviços cloud), APIs e serviços de terceiros, garantindo a extração de dados e a integração com sistemas de gestão.

Para construir uma solução tão abrangente, é essencial contar com uma equipa multidisciplinar. Executivos e analistas de negócio que desempenham um papel fundamental na identificação de requisitos organizacionais. Engenheiros de dados que garantem que os dados provenientes de diversas fontes. Cientistas de dados que são responsáveis por construir modelos capazes de gerar insights. Desenvolvedores de software e especialistas em computação na nuvem que criem a infraestrutura que conecta esses sistemas e orquestram os serviços necessários para o processamento em tempo real. Por fim, designers UX/UI que garantem que a complexidade do sistema seja traduzida em uma interface clara e acessível para os utilizadores finais.

1.2 Motivação e Identificação do Problema

O trabalho desenvolvido neste TFC está alinhado com a minha carreira atual como cientista de dados e empreendedor, além de minha formação em informática e gestão.

Na prática, observo que ainda existem dificuldades na comunicação entre equipas de ciência de dados e a gestão, além da falta de infraestrutura adequada para explorar novos casos de uso, especialmente em estágios iniciais, sem casos de uso comprovados.

Um desses casos de uso envolve a transformação de dados estruturados, como ficheiros de valores separados por vírgula (.csv) e ficheiros de fluxo de eventos extensíveis (.xes), em dados não estruturados, como a linguagem natural, para aplicações de mineração de dados.

Pois são, tipicamente estes os dois formatos de dados padrão para capturar registo de eventos para facilitar a interoperabilidade entre diferentes ferramentas e bibliotecas de mineração de processos.

Os ficheiros (.csv) assemelham-se a tabelas. Cada linha do ficheiro descreve um evento que ocorreu. As colunas representam o mesmo tipo de dados, por exemplo, o caso para o qual o evento ocorreu, a atividade, a data e hora, o recurso que executa a atividade.

A Figura 4 apresenta um exemplo prático da estrutura típica de um ficheiro (.csv) utilizado em mineração de processos.

```
back-end > pizza_business_process.csv > data
1 time,step,actor,action,description
2 2024-03-05 10:30:00,Pedido,Cliente X,Vai à pizzaria,"Escolhe tipo, ingredientes, tamanho e quantidade. Fornece informações de entrega."
3 2024-03-05 10:35:00,Recebe Pedido,Trabalhador Y,Recebe o pedido,Anota os detalhes e encaminha para o Chef Z.
4 2024-03-05 10:40:00,Prepara Pizza,Chef Z,Inicia preparação da pizza,Prioriza pedidos conforme ordem de chegada. Prepara pizza de acordo com
5 2024-03-05 10:45:00,Recebe Pizza,Trabalhador Y,Embala pizza,Prepara a embalagem para entrega ou para o cliente retirar no balcão.
6 2024-03-05 10:50:00,Entrega Pizza,Trabalhador Y,Trabalhador entrega pizza para cliente que aguarda no local ou retorna para buscar,A equipe
7 2024-03-05 10:55:00,Reclamação,Cliente X,Cliente reclama,Registro da reclamação e ação para resolução.
8 2024-03-05 10:31:00,Pedido,Cliente X,Vai à pizzaria,"Escolhe tipo, ingredientes, tamanho e quantidade. Fornece informações de entrega."
9 2024-03-05 10:36:00,Recebe Pedido,Trabalhador Y,Recebe o pedido,Anota os detalhes e encaminha para o Chef Z.
10 2024-03-05 10:41:00,Prepara Pizza,Chef Z,Inicia preparação da pizza,Prioriza pedidos conforme ordem de chegada. Prepara pizza de acordo com
11 2024-03-05 10:46:00,Recebe Pizza,Trabalhador Y,Embala pizza,Prepara a embalagem para entrega ou para o cliente retirar no balcão.
12 2024-03-05 10:51:00,Entrega Pizza,Trabalhador Y,Trabalhador entrega pizza para cliente que aguarda no local ou retorna para buscar,A equipe
13 2024-03-05 10:56:00,Reclamação,Cliente X,Cliente reclama,Registro da reclamação e ação para resolução.
14 2024-03-05 20:00:00,Pedido,Cliente Y,Vai à pizzaria,"Escolhe tipo, ingredientes, tamanho e quantidade. Fornece informações de entrega."
15 2024-03-05 20:05:00,Recebe Pedido,Trabalhador Z,Recebe o pedido,Anota os detalhes e encaminha para o Chef Z.
16 2024-03-05 20:10:00,Prepara Pizza,Chef Z,Inicia preparação da pizza,Prioriza pedidos conforme ordem de chegada. Prepara pizza de acordo com
17 2024-03-05 20:15:00,Recebe Pizza,Trabalhador Z,Embala pizza,Prepara a embalagem para entrega ou para o cliente retirar no balcão.
18 2024-03-05 20:20:00,Entrega Pizza,Trabalhador Z,Trabalhador entrega pizza para cliente que aguarda no local ou retorna para buscar,A equipe
```

Figura 4 - Exemplo de um ficheiro no formato (.csv)

O formato de arquivo (.xes) é um formato baseado em XML que nos permite descrever o comportamento do processo. No decorrer deste trabalho será o formato utilizado ao trabalhar as operações de mineração de processos.

Como demonstrado na Figura 5, este formato XML estrutura os dados de eventos de forma hierárquica, permitindo uma representação mais rica e detalhada dos processos.

```
<global scope="event">
  <string key="concept:name" value="name"/>
  <string key="lifecycle:transition" value="transition"/>
  <string key="org:resource" value="resource"/>
  <date key="time:timestamp" value="2015-04-05T14:30:13.876+01:00"/>
  <string key="Activity_Name" value="string"/>
  <string key="Event_Type" value="string"/>
  <string key="Performer" value="string"/>
  <string key="Role" value="string"/>
</global>
<classifier name="Activity" keys="Activity_Name"/>
<classifier name="Resource" keys="Performer"/>
<string key="lifecycle:model" value="standard"/>
<string key="creator" value="Fluxicon Disco"/>
<string key="library" value="Fluxicon Octane"/>
<trace>
  <string key="concept:name" value="L08"/>
  <string key="creator" value="Fluxicon Disco"/>
  <event>
    <string key="concept:name" value="Define Research Topic"/>
    <string key="lifecycle:transition" value="start"/>
    <string key="org:resource" value="John"/>
    <date key="time:timestamp" value="2014-05-24T12:45:00.000+01:00"/>
    <string key="Activity_Name" value="Define Research Topic"/>
    <string key="Event_Type" value="Completed"/>
    <string key="Performer" value="John"/>
    <string key="Role" value="Research Student"/>
  </event>
</trace>
```

Figura 5 - Exemplo de um ficheiro no formato (.xes)

Este trabalho tem como objetivo criar uma aplicação que sirva como base para o desenvolvimento futuro em mineração de dados com ciência de dados. Com isso, espera-se não apenas contribuir para a área, mas também estabelecer um ponto de partida para futuras inovações.

1.3 Objetivos

O objetivo deste trabalho é criar uma prova de conceito (PoC) de mineração de dados que permita integrar e processar diferentes fontes de dados, com foco na construção de uma solução escalável e eficaz.

O projeto será dividido em várias etapas, cada uma com seus próprios objetivos específicos. Enumeradas em baixo:

- A implementação de serviços cloud, garantindo a escalabilidade e a flexibilidade necessários para o processamento de grandes volumes de dados.
- Desenvolvimento do back-end, que gerenciará a lógica de negócios.
- Criação de dados fictícios simples para simular o processamento e testar as funcionalidades da aplicação.

- Gerenciar a propriedade dos dados, permitindo que diferentes utilizadores possam realizar operações CRUD (criar, ler, atualizar e apagar) sobre os dados, garantindo que cada dado esteja corretamente atribuído a um proprietário e que o acesso aos dados seja controlado de maneira segura e eficiente.
- Desenvolvimento do front-end, com o objetivo de proporcionar uma interface de utilizador simples e intuitiva.
- Integração entre o front-end e o back-end, para que a experiência do utilizador seja fluida e funcional.
- Integração de serviços de terceiros, como APIs externas para expandir as funcionalidades da aplicação.
- Por fim, realizar o deploy da aplicação utilizando Docker, para garantir que a aplicação seja facilmente escalável e portável.

Com estes objetivos, espera-se criar uma base sólida para futuras inovações na área, como teses de mestrado e provas de conceitos (PoCs) desenvolvidos para a tarefa mineração de processos.

Temas como fine-tuning de LLMs e a escolha do Modelo são alguns dos temas não abordados neste trabalho que também são uma área de investigação ativa e que estão diretamente relacionados com o caso de uso de mineração de processos.

1.4 Estrutura do Documento

O presente relatório, está organizado da seguinte forma:

No Capítulo 1 é contextualizado o tema do trabalho em desenvolvimento, incluindo definições, a motivação para a realização deste trabalho e os objetivos a serem atingidos.

No Capítulo 2 é analisado a viabilidade e pertinência do projeto, a sua importância para o contexto atual de GenAI e mineração de processos, a comparação com soluções existentes no mercado, a proposta de inovação e a identificação de oportunidades de negócio.

No Capítulo 3 é realizado a especificação e modelação do sistema, através da análise de requisitos funcionais e não funcionais, a enumeração dos principais requisitos, e a definição dos casos de uso que guiam o desenvolvimento da solução.

No Capítulo 4 é apresentado mais sobre a solução proposta, a arquitetura simplificada da aplicação, as tecnologias e ferramentas utilizadas, bem como a abrangência científica e técnica relacionadas com cadeiras de LIG.

No Capítulo 5 é descrito as estratégias de teste e validação, de integração, de aceitação, com foco na verificação funcional da solução e na confirmação do cumprimento dos objetivos definidos.

No Capítulo 6 é apresentado o método de gestão do trabalho, descrevendo o planeamento inicial com apoio em um diagrama de Gantt, bem como o estado atual do desenvolvimento e as perspetivas de conclusão do projeto.

2 Viabilidade e Pertinência

Sobre a orientação do professor João Caldeira, foi proposto o desenvolvimento de uma solução para gerir toda a informação proveniente de ficheiros (.csv) e (.xes). A solução fundamentalmente teria de ter a capacidade de efetuar operações CRUD com os processos contidos nos ficheiros e a integração com serviços de terceiros com GenAI em linguagem natural.

Espera-se também que com este trabalho, a solução de GenAI desenvolvida para mineração de processos impacte positivamente os vários papéis de chefes executivos (C-level) numa organização fornecendo observações valiosas dos processos e melhor tomada de decisão. Para o COO (Chief Operating Officer) a solução potencialmente, poderia permitir identificar bottlenecks nos workflows e otimizar eficiência operacional, para o CFO (Chief Financial Officer) a solução poderia permitir uma melhor gestão dos dados e mais tomada de decisões data-driven, para o CCO (Chief Customer Officer) a solução poderia permitir insights sobre o custo e alocação de recursos nos processos financeiros, entre outras vantagens não enumeradas para os mais variados executivos.

2.1 Pertinência

O advento da GenAI permitiu às empresas aumentar a capacidade de raciocínio em casos de uso empresariais ao automatizar processos de tomada de decisão complexos. No entanto, desde o lançamento do famoso ChatGPT em 2022, observamos avanços significativos no entendimento e na aplicação da linguagem natural em diversas aplicações e em vários setores. Pode-se dizer que há uma corrida e uma grande demanda por parte das empresas para aplicar soluções de GenAI em casos de uso, visando impulsionar a inovação.

Um estudo recente da MIT Technology Review Insights [2] realizado com 300 executivos (C-level) revelou que 82% dos executivos entrevistados consideram a escalabilidade de casos de uso de IA ou GenAI uma prioridade para gerar valor de negócios em 2024. No entanto, embora as soluções de GenAI tenham enorme potencial, elas dependem de dados internos das organizações para gerar insights práticos e exclusivos. A preparação de dados enfrenta desafios significativos, como a integração de múltiplas fontes e o gerenciamento de grandes volumes de dados, além da necessidade de governança e segurança, especialmente em setores regulamentados.

No mesmo estudo, 83% dos executivos afirmaram que nas suas organizações identificaram várias fontes de dados que precisam ser reunidas para viabilizar as suas iniciativas de IA. Este cenário destaca a relevância deste trabalho e da pesquisa contínua em GenAI para expandir os limites do entendimento por parte das empresas.

2.2 Viabilidade

Este projeto está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos pelos Estados-Membros das Nações Unidas relacionados à inovação e infraestrutura, especialmente com o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura). A solução proposta visa facilitar o uso de tecnologias de GenAI, permitindo a integração e o processamento de dados de forma eficiente, o que contribui para melhorar a infraestrutura digital e promover a inovação nas empresas.

A solução terá um protótipo funcional, testado e validado durante o processo, assegurando a viabilidade técnica. A prova de conceito (PoC) permitirá avaliar o funcionamento da solução e identificar potenciais desafios técnicos.

O projeto será financeiramente acessível, visto que as ferramentas open source utilizadas serão o máximo gratuitas possível, o que minimiza os custos de desenvolvimento. Não há custos adicionais associados ao uso das tecnologias propostas, tornando a solução de baixo custo para os utilizadores finais.

A viabilidade social do projeto está diretamente ligada à sua contribuição para o avanço do conhecimento e à pesquisa acadêmica na área de GenAI e processamento de dados. O trabalho desenvolvido serve como base para uma futura dissertação de mestrado ou oferecendo um ponto de partida para estudos adicionais sobre a aplicação de GenAI em ambientes empresariais. A pesquisa não só aborda uma demanda prática de mercado, como também abre oportunidades para futuras explorações acadêmicas e inovações na área.

2.3 Análise Comparativa com Soluções Existentes

2.3.1 Soluções Existentes

Num primeiro momento, quando o TFC foi iniciado, eram desconhecidas aplicações comerciais de LLMs para mineração de processos da mesma forma que proposta neste trabalho.

No entanto, pouco tempo depois, a Mindzie.AI nos Estados Unidos lançou uma aplicação com LLMs que incide sobre a mineração de dados, o que representa a concorrência direta ao trabalho proposto neste TFC.

2.3.2 Análise de Benchmarking

De momento já existem no mercado algumas soluções que são usadas para mineração de processos e já tem funcionalidades de GenAI, pelo que nesta fase é relevante listar tais soluções para identificar qual o melhor posicionamento.

Algumas das soluções são:

- Oracle Data Mining.
- SAP HANA com soluções para data mining.
- Salesforce Einstein Analytics.

Ao analisar as soluções observamos que as soluções existentes não são adequadas para trabalhar com ficheiros, especialmente dados textuais em ficheiros. Estas soluções são geralmente desenhadas para gerir bases de dados de grande escala e/ou sistemas integrados.

Existe valor em construir a solução proposta neste trabalho final de curso e melhorar a medida que novos desenvolvimentos na área de ciência de dados vão surgindo.

Por outro lado:

- A empresa Mindzie. Lançou sua solução com LLMs para mineração de dados, destacando-se como uma concorrente importante no mercado. A aplicação de Mindzie.AI foca em automação de processos de negócios e na extração de insights a partir de dados, utilizando inteligência artificial.

Não foi possível investigar muito sobre a solução pois é privada e não existe muita documentação sobre o código fonte.

2.4 Proposta de inovação e mais-valias

A solução proposta neste projeto destaca-se pela sua capacidade de integrar dados estruturados de diferentes formatos, como ficheiros (.csv) e (.xes), e permitir a manipulação desses dados através de operações CRUD. Além disso, o uso de serviços de inteligência artificial generativa (GenAI) em linguagem natural para análise e interpretação de dados adiciona um nível de inovação que ainda pode ser mais explorado em soluções tradicionais de gestão de dados, mais especificamente para executivos (C-Level).

2.5 Identificação de oportunidade de negócio

O projeto desenvolvido possui potencial para exploração comercial no crescente mercado de soluções de inteligência artificial aplicadas à análise de dados. A necessidade de empresas prepararem os seus dados para usufruir de iniciativas de IA, como apontado por estudos recentes, é um dos principais motivadores para o desenvolvimento de soluções como a proposta neste trabalho. Ao facilitar a integração de dados de diferentes fontes e ao permitir que empresas utilizem a GenAI para criar insights únicos, a solução abre novas oportunidades de negócio. Por exemplo, a criação de uma plataforma que ofereça serviços de integração, processamento e análise de dados utilizando GenAI. Esta plataforma poderia ser comercializada.

Além disso, há também a oportunidade de consultoria especializada, oferecendo serviços de personalização da solução para empresas com necessidades específicas de integração e governança de dados.

3 Especificação e Modelação

3.1 Análise de Requisitos

Referente ao âmbito do trabalho final de curso Augmented BPM: A CxO Companion Portal, foi efetuada uma análise aos processos de gestão para mineração de dados em ficheiros, da qual foram identificados um conjunto de insights relevantes para a criação de uma solução para os desafios encontrados, destacou-se as principais preocupações:

Aumentar eficiência na mineração de dados textuais em ficheiros – Muitas vezes soluções para mineração de dados existem sobre bases de dados e sistemas integrados em grande escala. Não estão disponíveis por exemplo para ficheiros (.csv) e (.xes).

Melhoria da experiência de utilização – Os processos de mineração de dados são complexos. Enquanto é possível derivar insights, todo o processo de mineração de dados poderia ser facilitado com a ajuda de linguagem natural assim como a tomada de decisão com base nos insights.

Potenciar CxOs – A potencial utilização de uma solução pelos cargos executivos poderia oferecer uma forma mais eficiente e precisa de rastreio de processos. Num cenário de alta competição, esta solução poderia ser apresentada como uma mais-valia para reduzir custos, otimizar processos, entre outros casos de uso.

3.1.1 Enumeração de Requisitos

A tabela a seguir apresenta os requisitos identificados, classificados conforme a sua prioridade, impacto e tipo. Para cada requisito, são indicados os critérios de aceitação que serão validados durante os testes:

Requisito	Prioridade	Impacto	Tipo	Critérios de Aceitação
Mineração de dados textuais	Alta	Alta	Funcional	A solução deve permitir a análise de dados em ficheiros (.csv) e (.xes) utilizando GenAI.
Integração com dados existentes	Alta	Alta	Funcional	A solução deve ser capaz de integrar dados de várias fontes e permitir a sua análise.
Utilização de linguagem natural	Média	Alta	Funcional	O sistema deve ser capaz de interagir com o utilizador por meio de comandos em linguagem natural para realizar a mineração de dados.

Requisito	Prioridade	Impacto	Tipo	Critérios de Aceitação
Visualização e relatórios de dados	Baixa	Médio	Opcional	A solução deve gerar relatórios e visualizações claras e concisas para análise dos dados.
Acesso seguro e controlado de utilizadores	Alta	Alta	Não-funcional	A solução deve garantir que apenas utilizadores autorizados, possam interagir com o sistema.
Desempenho do sistema	Alta	Alta	Não-funcional	O sistema deve ser capaz de processar dados de maneira rápida e sem perda de performance.
Escalabilidade	Média	Média	Sistema	A solução deve ser escalável para lidar com um aumento de dados sem comprometer a performance.
Login e Autenticação	Alta	Alta	Funcional	O sistema deve permitir que os utilizadores façam login de forma segura e autentiquem seu acesso.
Operações CRUD para Processos	Alta	Alta	Funcional	O sistema deve permitir criar, ler, atualizar e excluir processos, com a validação e segurança necessária.

3.1.2 Descrição detalhada de requisitos principais

Eficiência na mineração de dados textuais:

Objetivo: Permitir a extração de insights significativos a partir de dados textuais em ficheiros.

Dependências: A solução depende da capacidade de leitura e interpretação de dados não estruturados de diferentes fontes.

Critérios de Aceitação: O sistema deverá ser capaz de processar e gerar respostas com base nos dados existentes de forma eficiente em pouco tempo.

Utilização de linguagem natural para interação:

Objetivo: Melhorar a experiência do usuário com a utilização de linguagem natural.

Dependências: A solução depende de um modelo robusto de processamento de linguagem natural para entender e processar inputs do utilizador.

Critérios de Aceitação: O sistema deve ser capaz de interpretar corretamente comandos simples em linguagem natural como “Explica-me o processo X” ou “Mostra-me os resultados do processo Y”.

Login e Autenticação:

Objetivo: Garantir que apenas utilizadores autorizados podem aceder ao sistema e realizar operações.

Dependências: A solução depende de um sistema de autenticação seguro.

Critérios de Aceitação: O sistema deverá permitir que os utilizadores façam login de forma segura, com validação de credenciais, e manter a sessão autenticada de forma estável durante o uso.

Operações CRUD para Processos:

Objetivo: Permitir que os utilizadores possam criar, ler, atualizar e apagar processos de maneira eficiente, com controle total sobre os dados.

Dependências: A solução depende de um banco de dados que suporte operações CRUD e tenha a capacidade de gerenciar processos de forma segura.

Critérios de Aceitação: O sistema deverá permitir que os utilizadores realizem operações CRUD (criação, leitura, atualização e exclusão) nos processos de dados, com validação de segurança e integridade de dados para cada operação.

3.1.3 Casos de Uso/User Stories

Caso de Uso 1: Fazer login no sistema como Utilizador

Objetivo: Permitir que o utilizador aceda ao sistema de forma segura para realizar tarefas de mineração de dados.

Fluxo Principal:

- 1- O utilizador acede a página de login.
- 2- O utilizador insere suas credenciais (nome de utilizador/senha).
- 3- O sistema valida as credenciais.
- 4- Se válidas, o sistema concede acesso ao painel de controle.
- 5- Se inválidas, uma mensagem de erro é exibida e o utilizador é solicitado a tentar novamente.

Fluxo Alternativo:

- Se o utilizador esquecer a senha, ele pode iniciar um processo de recuperação de senha.

Caso de Uso 2: Operações CRUD para gerenciamento de processos

Objetivo: Permitir que o utilizador gerencie os dados associados aos processos, incluindo criar, ler, atualizar e apagar registros.

Fluxo Principal:

- 1- O utilizador navega até a seção de gerenciamento de processos da aplicação.
- 2- O utilizador pode escolher criar um processo, visualizar os existentes, atualizar um processo ou apagar um registo de processo.

- 3- Ao criar, o utilizador fornece os dados necessários (ex.: detalhes do processo, ficheiros associados, etc.).
- 4- Ao visualizar, o sistema recupera as informações do processo selecionado e as apresenta em um formato legível.
- 5- Ao atualizar, o utilizador edita os detalhes do processo relevante, e o sistema guarda as alterações.
- 6- Ao apagar, o sistema solicita confirmação antes de remover permanentemente o processo da base de dados.

Fluxo Alternativo:

- O sistema deve validar os dados antes de atualizar ou apagar, garantindo a integridade dos dados.

Caso de Uso 3: Interagir com o sistema usando linguagem natural

Objetivo: Permitir que o utilizador realize análises e obtenha insights por meio de queries em linguagem natural.

Fluxo Principal:

- 1- O utilizador digita um comando em linguagem natural (ex.: "Mostra as tendências nos dados do 1º trimestre de 2024").
- 2- O sistema processa o comando, executa as operações de mineração de dados necessárias e retorna os resultados de forma legível.

3.2 Modelação

No que diz respeito às tecnologias cloud, será utilizado serviços da Amazon Web (AWS), onde o Redis será utilizado para armazenamento de informações dos utilizadores e processos. Além disso, o serviço S3 da AWS será utilizado para armazenar os ficheiros relacionados aos processos. Na figura 6 está um esboço dos schemas pensados.

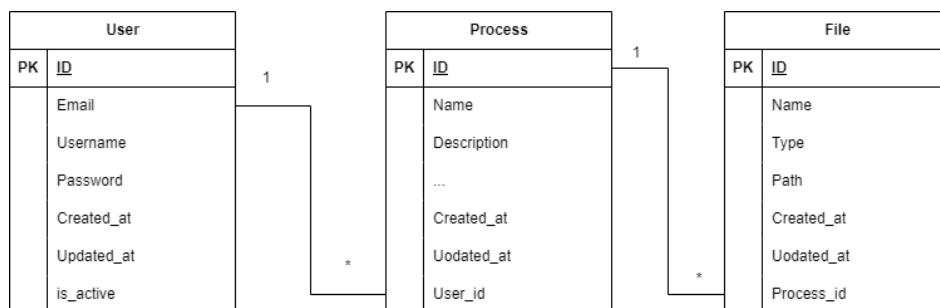


Figura 6 - Schemas das bases de dados

3.3 Protótipos de Interface

O protótipo da solução conta com um Back-End feito em FastAPI com API's que carecem por vezes de autentificação e um Front-End para interagir com os processos e os serviços de GenAI. As funcionalidades desenvolvidas são apresentadas através de mock-ups do protótipo nas figuras seguintes.

A Figura 7 apresenta a documentação automática das API's gerada pelo Swagger, destacando os endpoints principais para criação de utilizadores e interação com o chatbot.

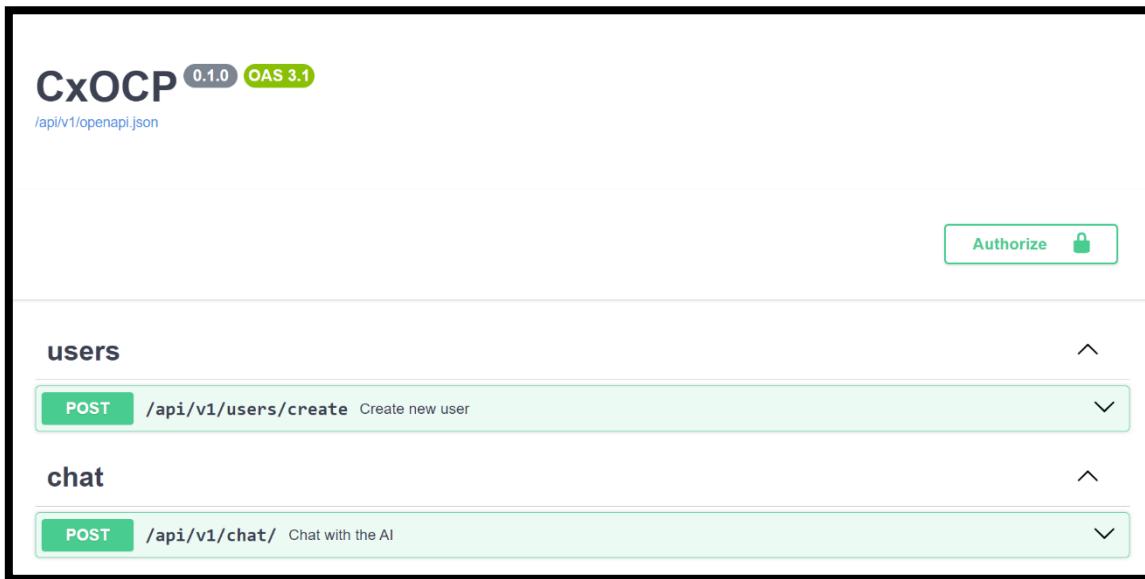


Figura 7 - Documentação das API's realizada com o Swagger

A Figura 8 ilustra as operações CRUD (Create, Read, Update, Delete) implementadas para a gestão de processos, bem como as operações de autenticação necessárias. Estas

funcionalidades garantem a gestão completa dos dados de processos e o controlo de acesso dos utilizadores.

The screenshot shows a list of API endpoints categorized under 'processes' and 'auth'.

- processes:**
 - GET /api/v1/process/** Get all processes of the user
 - POST /api/v1/process/create** Create a new process
 - GET /api/v1/process/{id}** Get a process by id
 - PUT /api/v1/process/{id}** Update a process by id
 - DELETE /api/v1/process/{id}** Delete a process by id
- auth:**
 - POST /api/v1/auth/login** Login to get an access token
 - POST /api/v1/auth/test-token** Test if access token is valid
 - POST /api/v1/auth/refresh-token** Refresh access token

Figura 8 - Operações CRUD com Autentificação

A Figura 9 demonstra a interface de utilizador desenvolvida para interação com o chatbot, incluindo a área de chat principal. Esta interface permite aos utilizadores comunicar em linguagem natural com o sistema e aceder às diferentes funcionalidades da plataforma.

The screenshot shows a conversational interface between a user and an AI assistant.

User Message: pizza_business_process

Assistant Response:

user
what about now? what do you know about business processes?

assistant
Based on the information provided, the text describes a business process related to a pizza delivery service. It outlines the steps involved in taking a customer's order, preparing the pizza, packaging it, and delivering it to the customer. Each step is assigned to a specific actor (such as the customer, worker, or chef) and includes a description of the action taken at that time. Business processes are a series of activities or tasks that are performed in a specific sequence to achieve a particular goal or outcome. They are essential for ensuring efficiency, consistency, and quality in operations. By defining and documenting business processes, organizations can streamline their operations, improve communication, and enhance customer

Buttons: New Process (+)

Input Field: Type a message and hit enter

Figura 9 - UI para interagir com ChatBot

4 Solução Proposta

Para resolver o problema identificado anteriormente a solução proposta neste trabalho é a criação de uma plataforma para gerir dados provenientes de ficheiros (.csv) e (.xes) com uma componente de GenAI para responder a perguntas efetuadas em linguagem natural a processos de negócio.

4.1 Arquitetura

A figura 10 representa a arquitetura da aplicação de uma forma intuitiva e visual.

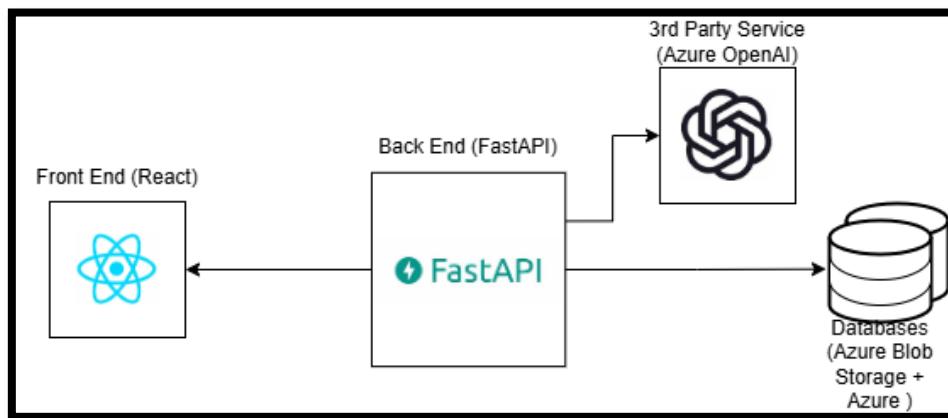


Figura 10 - Arquitetura da aplicação

Como é possível observar na Figura 10, a arquitetura da solução é composta por várias componentes de microserviços interligadas que garantem a funcionalidade completa da plataforma.

A componente do front-end, desenvolvida em React.JS, é responsável pela interface com o utilizador e permite a interação intuitiva com a plataforma através de ecrãs especializados para autenticação, ingestão de dados e consultas.

A componente do back-end, implementado em FastAPI, constitui o núcleo da aplicação e gere a lógica de negócio e orquestração dos diferentes serviços. Esta camada processa as requisições do front-end e coordena a comunicação com os serviços externos e bases de dados.

A componente para processamento de linguagem natural, a arquitetura integra serviços de terceiros como o OpenAI (LLM Provider), que são responsáveis por interpretar as questões dos utilizadores e gerar respostas contextualizadas sobre os processos de negócio.

A componente de persistência é composta por múltiplas bases de dados especializadas: Neo4j para o armazenamento de dados em grafos, essencial para representar as relações complexas entre elementos dos processos de negócio; Azure Cosmos DB para metadados referentes aos processos de negócio; e Azure Blob Storage para o armazenamento de ficheiros e documentos (.csv) e (.xes) que contêm os dados dos processos.

Esta arquitetura de microserviços garante escalabilidade, modularidade e facilita a manutenção e evolução da plataforma, permitindo que cada componente seja desenvolvida e implementada de forma independente.

4.2 Tecnologias e Ferramentas Utilizadas

Para o desenvolvimento da solução será usado a linguagem de programação **Python**, pois é uma linguagem bastante usada em ciência de dados e na criação de servidores em programação web, e **JavaScript**, pois é uma linguagem com frameworks e bibliotecas bastante consolidadas como a biblioteca React para desenvolver ecrãs e fazer a ligação com servidores via pedidos REST.

Também serão usadas outras tecnologias, algumas apresentadas em baixo:

GitHub & GitHub Actions - Ferramenta *open source* padrão para versionamento de código e automação de *workflows* de desenvolvimento.

Docker - Tecnologia de conteinerização que simplifica a distribuição de aplicações em ambientes de desenvolvimento e produção.

Microsoft Azure- Serviços em nuvem da Microsoft que oferece uma ampla variedade de recursos, como serviços de hospedagem, serviços de armazenamento de dados, serviços de autenticação e muito mais, permitindo a criação, implantação e gerenciamento escalável de soluções na nuvem. O trabalho insere-se perfeitamente no âmbito do TFC, pois para a sua concretização espera-se construir uma solução funcional, robusta e inovadora. Serão aplicadas habilidades de programação, sistemas de informação, engenharia de software, data mining, inteligência artificial e sistemas de informação na nuvem. De momento é a que permite num custo mais acessível desenvolver.

4.3 Ambientes de Teste e de Produção

Os ambientes de teste e produção para a solução proposta ainda não foram definidos, uma vez que a aplicação ainda se encontra em fase de desenvolvimento.

4.4 Abrangência

A solução proposta neste trabalho final de curso abrange várias áreas científicas e unidades curriculares do curso de Informática de Gestão. Abaixo, lista-se cada uma dessas disciplinas que contribuíram com métodos ou técnicas usadas para o desenvolvimento da solução:

- Fundamentos de Programação
- Fundamentos de Sistemas de Informação
- Linguagens de Programação I
- Linguagens de Programação II
- Bases de Dados
- Programação Web
- Redes de Computadores
- Data Mining
- Engenharia de Software
- Interação Humano-Máquina
- Inteligência Artificial
- Sistemas de Informação na Nuvem

5 Plano de Testes e Validação

Os testes são código que escrevemos, concebidos para falhar inteligivelmente quando o nosso código de desenvolvimento tem erros. Estes testes podem ajudar a apanhar alguns bugs antes de serem fundidos com a aplicação.

5.1 Plano de Testes Inicial

Inicialmente, estava planeado a execução dos seguintes métodos para testar e validar a aplicação:

Usar ferramentas de teste, como o Pytest para fazer testes unitários e outros.

Seriam criados "doctests", para verificar o código.

Seriam criados test cases para testar o front-end e as operações dos serviços de terceiros.

Seriam criados testes personalizados.

5.2 Abordagem de Validação Implementada

Dado o âmbito e tempo disponível para este protótipo, foi adotada uma abordagem de validação prática através de:

Testes manuais durante o desenvolvimento.

Verificação funcional dos componentes principais.

Validação de integração entre front-end e back-end.

Testes exploratórios para identificar problemas básicos.

5.3 Ambiente de Desenvolvimento e Validação

Ambiente Local: Desenvolvimento e testes realizados localmente.

Ferramentas: Postman para testes de API, browser developer tools.

Dados de Teste: Ficheiros CSV de exemplo.

Validação Manual: Verificação visual da interface e funcionalidades.

5.4 Validação Funcional Realizada

Componentes back-end (FastAPI)

- Endpoints de APIs: Verificação manual dos endpoints principais.
- Upload de ficheiro: Teste de upload de ficheiro CSV.
- Data Pipeline: Fluxo completo de processamento de dados CSV.
- Integração com LLM: Teste básico de verificação das respostas do chatbot.
- Autenticação: Teste básico de login/logout.

Componentes front-end (React)

- Interface do utilizador: Navegação e interação básica.
- Comunicação com back-end: Verificação da integração de APIs.
- Chat Interface: Funcionalidade de comunicação com o chatbot.

Integração de outras Componentes

- Database Connection: Conectividade com Neo4j.
- Neo4j Integration: Armazenamento e query aos dados.
- Cloud LLM Services: Integração com serviços de LLM na cloud (OpenAI).
- Data Transformation: Conversão de dados estruturados para contexto de linguagem natural.
- Cloud Services: Integração com serviços externos (Cosmos DB, Azure Blob Storage).
- Cloud Storage: Armazenamento de ficheiros uploaded e metadados.
- Docker Containers: Containerização da aplicação.
- Cloud Deployment: Deploy em ambiente cloud.

5.5 Teste de validação principal

Para validar que a solução se encontra de facto implementada, foi realizado um teste simples em que um utilizador cria um processo e faz perguntas a esse mesmo processo de negócio ao qual obtém respostas relacionadas com o assunto em Linguagem Natural.

Cenário de Teste:

1. Upload de ficheiro de processo de negócio (.csv)
2. Processamento e armazenamento dos dados
3. Interação através do chat com perguntas sobre o processo
4. Verificação das respostas em linguagem natural

5.6 Limitações da Validação

Não foram implementados testes unitários formais com Pytest.

Não foram criados doctests para verificação do código.

Não foram desenvolvidos test cases estruturados para frontend.

Não foram realizados testes de carga ou stress.

Não foram conduzidos testes com utilizadores reais.

6 Método e Planeamento

6.1 Planeamento Inicial

Para pesquisar mais sobre as tecnologias utilizadas será feito recurso de conteúdo online e livros, bem como qualquer outro material relevante encontrado.

Para a calendarização do projeto, foi feito um esquema Gantt do cronograma com respetivos entregáveis:

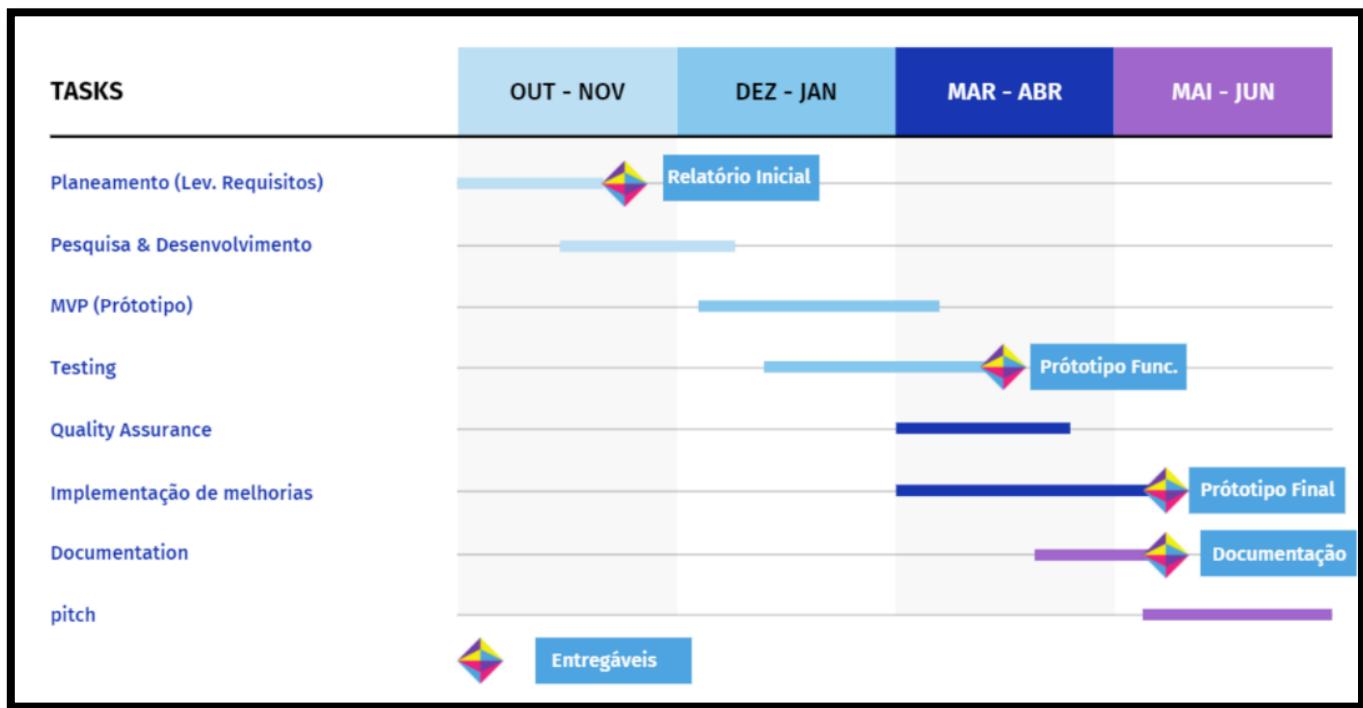


Figura 11 - Calendarização do Projeto, Gantt Chart

7 Resultados

7.1 Resultados dos Testes

Os testes realizados demonstraram que a solução desenvolvida atende aos requisitos principais estabelecidos no âmbito do protótipo:

- Upload e processamento: Ficheiros (.csv) é processado com sucesso através do pipeline de dados
- Integração LLM: O chatbot responde adequadamente a perguntas sobre processos utilizando serviços da OpenAI.
- Interface de Chat: Comunicação em linguagem natural funciona conforme esperado.
- Autenticação: Sistema de login/logout opera corretamente com validação de credenciais.
- Back-end e front-end: Comunicação entre FastAPI e React validada através de testes manuais.
- Base de dados: Conectividade e operações CRUD com Neo4j/Azure confirmadas.
- Serviços Cloud: Integração com OpenAI, Cosmos DB e Azure Blob Storage operacionais.
- Containerização: Deploy com Docker containers validado.

O teste principal consistiu num cenário end-to-end onde um utilizador:

1. Fez upload de um ficheiro CSV de processo de negócio.
2. O sistema processou e armazenou os dados na base de dados.
3. O utilizador interagiu através do chat fazendo perguntas sobre o processo.
4. O sistema forneceu respostas em linguagem natural baseadas nos dados processados.

Resultado: O teste foi bem-sucedido, demonstrando que o sistema processa ficheiros, armazena os dados corretamente, e responde adequadamente a perguntas em linguagem natural sobre os processos carregados.

7.2 Cumprimento de Requisitos

Requisitos Funcionais cumpridos.

Requisitos Não-Funcionais cumpridos.

Casos de Uso Validados.

Caso de Uso 1: Login no sistema

- Utilizador consegue fazer login com credenciais válidas
- Sistema valida credenciais e mantém sessão ativa
- Mensagens de erro apropriadas para credenciais inválidas
- Processo de logout funcional

Caso de Uso 2: Operações CRUD

- Criação, leitura, atualização e eliminação de processos funcional
- Validação de dados implementada em todas as operações
- Integridade de dados mantida
- Interface de gestão de processos operacional

Caso de Uso 3: Interação com linguagem natural

- Utilizador pode fazer perguntas sobre processos em linguagem natural
- Sistema processa queries e retorna respostas relevantes baseadas nos dados
- Interface de chat intuitiva e funcional
- Integração com LLM (OpenAI) validada
- Análise de Cumprimento

A solução desenvolvida atende com sucesso aos requisitos críticos estabelecidos, demonstrando funcionalidade completa para o âmbito de protótipo. Os objetivos principais foram alcançados:

1. Eficiência na mineração de dados: O sistema processa ficheiros com sucesso.
2. Melhoria da experiência: interface de linguagem natural implementada e funcional.
3. Potenciação de CxOs: Solução oferece análise de processos acessível via chat.

Bibliografia

- [1] Will van der Aalst , *Process Mining: Data Science in Action*, 2ª Edição, Springer-Verlag, 2016.
- [2] MIT Technology Review Insights, "AI-readiness for C-suite leaders," May 29, 2024.
- [3] Celonis, Process Mining For Dummies, Celonis Special 2nd Edition, 2nd ed., 2022.
- [4] A. Berti and M. S. Qafari, "Leveraging Large Language Models (LLMs) for Process Mining,"
- [5] FastAPI Cookbook: Develop high-performance APIs and web applications with Python, 2024.
- [6] S. Gupta, Building Web Applications with Python and Neo4j: Develop exciting real-world Python-based web applications with Neo4j using frameworks such as Flask, Py2neo, and Django, 2024.
- [7] E. Porcello and A. Banks, Learning React: Modern Patterns for Developing React Apps, 2024.
- [8] M. Lutz, Learning Python, 6th Edition, 2024.
- [9] M. Grzesiukiewicz, Hands-On Design Patterns with React Native, 2024.
- [10] L. Svekis, HTML CSS and JavaScript for Beginners - A Web Design Course, 2024.
- [11] K. Bourne, Unlocking Data with Generative AI and RAG, 2024.
- [12] M. Albada, Building Applications with AI Agents, 2024.
- [13] N. Poulton, Docker Deep Dive - Fifth Edition, 2024.

- [14] A. Skoulikari, Learning Git, 2024.
- [15] M. Tinderholt, Mastering Terraform. A practical guide to building and deploying infrastructure on AWS, Azure, and GCP, 2024.

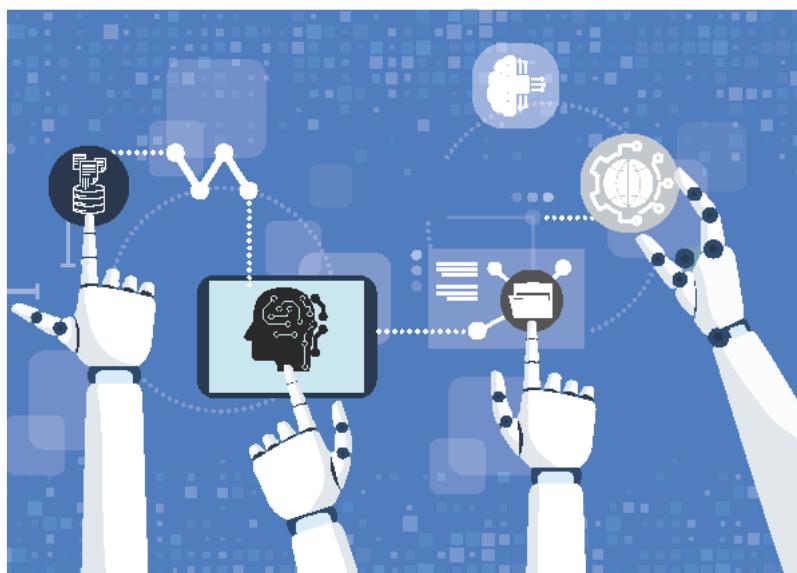
Anexos

**MIT
Technology
Review
Insights**

Produced in partnership with
Fivetran

AI is showing executives that a compelling data strategy is the foundation for technological success.

AI readiness for C-suite leaders



Glossário

CDO	Chief Data Officer
CFO	Chief Financial Officer
COO	Chief Operating Officer
CxO	Chief Executive Officer
DL	Deep Learning
GenAI	Generative Artificial Intelligence
IA	Inteligência Artificial
LIG	Licenciatura em Informática de Gestão
LLM	Large Language Model
ML	Machine Learning
NLP	Natural Language Processing
PoC	Proof of Concept
TFC	Trabalho Final de Curso