

Desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Funcionalidades de *Business Intelligence* em Plataforma *Low-code*

PROJETO DE MESTRADO

João Leandro Gouveia Mendes
MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA



UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade
www.uma.pt

fevereiro | 2023

**Desenvolvimento de um Sistema
de Gestão de Funcionalidades
de *Business Intelligence*
em Plataforma *Low-code***

PROJETO DE MESTRADO

João Leandro Gouveia Mendes

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

ORIENTAÇÃO

David Sardinha Andrade de Aveiro



FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E DA
ENGENHARIA

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

Desenvolvimento de um sistema de gestão de funcionalidades de Business Intelligence em plataforma low-code

João Leandro Gouveia Mendes

Orientado por:
David Sardinha Andrade de Aveiro

Constituição do júri de provas públicas:
Karolina Baras (Professora Auxiliar da Universidade da Madeira), Presidente
Filipe Magno Gouveia Quintal (Professor Auxiliar da Universidade da Madeira),
Arguente

3 de julho de 2023

Agradecimentos

Gostaria de estender a minha sincera gratidão aquelas pessoas que ajudaram tornar possível este desafio.

Antes de mais agradeço ao meu orientador de tese, David Aveiro, pelo apoio ao longo de todo o processo de elaboração desta tese. Os seus conhecimentos e *feedback* construtivo foram inestimáveis para me ajudar a dar forma a este trabalho e a levá-lo a bom termo.

Agradeço a todos os elementos da presente equipa do Enterprise Engineering Lab (eelab) que me acolheram bem e proporcionaram um bom ambiente de trabalho.

Estou também grato à minha família pelo seu apoio e compreensão durante esta jornada. O vosso amor e incentivo deram-me a força para superar desafios e avançar. Um agradecimento especial ao meu irmão, Ricardo Mendes, pelo apoio, motivação e a sua colaboração na realização dos testes de usabilidade do sistema, incluindo o seu *feedback* técnico na avaliação das funcionalidades implementadas.

Agradeço à minha namorada, Maria Barros, pelo seu amor, apoio, motivação e a sua colaboração na realização dos testes de usabilidade do sistema. Para além disso, a sua presença na minha vida tem sido uma fonte de inspiração e felicidade e estou grato de a ter ao meu lado.

Finalmente, gostaria de agradecer aos meus amigos pela sua amizade e apoio. O vosso suporte e apoio ao longo deste processo foi muito apreciado, importante e estou grato pela vossa presença contínua na minha vida.

Do coração um Muito obrigado a todos!

Abstract

Data is currently one of the most important and critical assets of an organization. Its exploration and analysis is an asset in supporting decision making. This volume is growing exponentially and access to this information in a timely manner can make all the difference in the organizational context. This means that organizations must be agile and often make complex, less intuitive and more information-based decisions, whether they are strategic, tactical, or operational decisions. In this master's thesis in Software Engineering, a *Business Intelligence* (BI) functionality management system was developed to support the strategic management of the *opensource* DISME ("Dynamic Information System Modeler and Executer") software developed in the Enterprise Engineering Lab at ARDITI. The system integrates *dashboards*, data analysis and exploration components, providing users with a simple and user-friendly interface. The results of the study demonstrated the effectiveness of the system in terms of its ability to integrate and manage different BI tools, resulting in more informed decision making. This solution is well suited to meet the requirements of organizations looking to integrate BI capabilities, especially on *low-code* platforms, providing a scalable and functional solution.

Keywords

Business Intelligence (BI); Management System; Decision Making; Opensource; Low-code platforms; Data Analysis

Resumo

Os dados são atualmente um dos bens mais importantes e críticos de uma organização. A sua exploração e análise é uma mais valia no suporte à tomada de decisão. Este volume está a crescer exponencialmente e o acesso a esta informação de forma atempada pode fazer toda a diferença no contexto organizacional. Isto significa que as organizações devem ser ágeis e tomar frequentemente decisões complexas, menos intuitivas e mais baseadas em informação, sejam elas decisões estratégicas, táticas, ou operacionais. Nesta tese de mestrado em Engenharia Informática, foi desenvolvido um sistema de gestão de funcionalidades de *Business Intelligence* (BI) para suportar a gestão estratégica do software *opensource* DISME (“Dynamic Information System Modeler and Executer”) desenvolvido no Enterprise Engineering Lab do M-ITI. O sistema integra *dashboards*, análise de dados e componentes de exploração, proporcionando aos utilizadores uma interface simples e de fácil utilização. Os resultados do estudo demonstraram a eficácia do sistema em termos da sua capacidade de integrar e gerir diferentes ferramentas de BI, resultando numa tomada de decisão mais informada. Esta solução é bem adequada para satisfazer os requisitos das organizações que procuram integrar capacidades de BI, especialmente em plataformas de *low-code*, proporcionando uma solução escalável e funcional.

Palavras Chave

Business Intelligence (BI); Sistemas de gestão; Tomadas de decisões; Opensource; Plataformas Low-code; Análise de dados

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contextualização	2
1.2	Definição do problema	3
1.3	Solução proposta	4
1.4	Gestão do projeto	6
1.4.1	Calendarização	7
1.5	Estrutura do documento	13
2	Revisão da Literatura	17
2.1	Plataformas <i>Low-code</i>	18
2.1.1	Vantagens e desvantagens de plataformas <i>low-code</i>	18
2.2	Business Intelligence	20
2.2.1	Importância dos dados e introdução a <i>Business Intelligence</i>	20
2.2.2	Definição	21
2.2.3	História	21
2.2.4	Estado atual de arte	22
2.2.5	Arquitetura	23
2.3	Integração de ferramentas de Business Intelligence (BI) em plataformas de <i>Low-code</i>	32
2.3.1	Desafios e Limitações	33
2.3.2	Estado atual da arte	34
2.3.3	Lacunas na literatura existente	34
2.3.4	Notas finais	35
2.4	Tecnologias <i>opensource</i> em ferramentas BI	36
2.4.1	Vantagens e desvantagens das tecnologias <i>opensource</i> em relação às comerciais	36
2.4.2	Estado atual da arte	38
2.4.3	Lacunas na literatura existente	39

3	Análise e testes de soluções de Business Intelligence	41
3.1	Visão geral das ferramentas de BI	41
3.2	Comparação das ferramentas	43
3.2.1	Identificação inicial de candidatos a plataformas de BI <i>open-source</i> para integração	44
3.2.2	Análise a ferramentas comerciais	46
3.3	Análise detalhada das plataformas de BI <i>open-source</i> selecionadas . .	47
3.3.1	Discussão e seleção da ferramenta final	51
4	Especificação	53
4.1	Análise dos <i>stakeholders</i> e requisitos	53
4.1.1	<i>Stakeholders</i>	54
4.1.2	Requisitos funcionais	55
4.1.3	Requisitos não funcionais	59
4.2	Arquitetura do sistema	62
4.2.1	Módulos da ferramenta selecionada	62
4.2.2	Arquitetura geral	64
4.2.3	Arquitetura detalhada com as tecnologias	65
5	Implementação	69
5.1	Desenvolvimento e evolução do protótipo: Do descartável à solução final	69
5.2	Painel de controlo	71
5.2.1	<i>Widgets</i> e formulário de login	71
5.2.2	Painel principal	72
5.3	Componentes de gestão	73
5.3.1	Gestão de Elementos de BI	74
5.3.2	Gestão de elementos do Knowage	76
5.3.3	Gestão dos tipos de elemento BI	79
5.3.4	Gestão das ferramentas BI	79
5.4	Componentes de visualização	80
5.4.1	Visualização dos elementos BI	80
5.4.2	Visualização dos elementos do Knowage	83
5.4.3	Visualização das ferramentas BI integradas	84
5.5	Componente de coleção	85
5.6	Componente de análise de dados	86

6	Avaliação	87
6.1	Procedimento dos testes de usabilidade	87
6.1.1	Estrutura dos testes de usabilidade	89
6.2	Participantes	91
6.3	Dados recolhidos	92
6.4	Avaliação ao sistema	94
6.4.1	Avaliação qualitativa	94
6.4.2	Avaliação quantitativa	96
7	Conclusão	97
7.1	Contribuições	97
7.2	Limitações e trabalho futuro	99
7.3	Síntese e conclusões	100
	Bibliografia	101
A	Apêndice A - Análise das ferramentas de <i>Business Intelligence</i>	115
A.1	Análise das ferramentas gratuitas & <i>opensource</i>	116
A.2	Análise das ferramentas comerciais	121
B	Apêndice B - Ambiente e tecnologias	129
B.1	Ambiente de desenvolvimento	130
B.1.1	Ambiente de hardware	130
B.1.2	Ambiente de software	131
B.2	Tecnologias	145
B.2.1	Tecnologias do lado do servidor	146
B.2.2	Tecnologias do lado do cliente	147
B.2.3	Tecnologia de armazenamento persistente	149
C	Apêndice C - Protótipos	151
C.1	Protótipo descartável	152
C.2	Protótipo funcional versão 1	154
C.3	Protótipo funcional versão 2	155
C.3.1	Componente dos utilizadores	156
C.3.2	Componente dos membros	163
C.3.3	Componente dos administradores	166

D	Apêndice D - Testes realizados	179
D.1	Procedimento dos testes de funcionalidade	180
D.2	Pré-processamento dos dados e configuração da fonte de dados	180
D.3	Criação do conjunto de dados funchal_alerta no Knowage	183
D.4	Criação do cockpit Funchal Alerta no Knowage	184
D.5	Integração do cockpit Funchal Alerta no DISME	186
E	Apêndice E - Guia de testes e resultados do questionário	189
E.1	Guia de testes de usabilidade	190
E.2	Resultados do questionário	212
F	Anexos	233
F.1	Anexo A - Apresentação	234
F.2	Anexo B - Questionário	238
F.3	Anexo C - Calculer System Usability Scale (SUS)	249
F.4	Anexo D - Artigo	250

Lista de Figuras

1.1	Versão inicial do diagrama de <i>Gantt</i> do projeto	9
2.1	Arquitetura de um Sistema de BI [1]	24
4.1	Módulos do Knowage [2]	62
4.2	Arquitetura geral do sistema	64
4.3	Arquitetura detalhada do sistema com as tecnologias utilizadas	65
5.1	Painel de controlo com formulário de login	72
5.2	Painel de controlo com <i>dashboard</i> principal	72
5.3	Componente de gestão de Elementos de BI	74
5.4	Formulário de adição de elementos BI	75
5.5	Componente de gestão de painéis criados com o Knowage	76
5.6	Formulário de adição de painéis criados com o Knowage	77
5.7	Exemplo de um painel criado utilizando o Knowage com permissões de edição	78
5.8	Componente de gestão dos tipos do elemento BI	79
5.9	Componente de gestão dos <i>engines</i> do elemento BI	79
5.10	Componente de visualização dos elemento BI	80
5.11	Visualização detalhada de um painel de um Elemento BI	81
5.12	Exemplo de um painel criado com permissões de visualização	82
5.13	Componente de visualização dos elemento BI	83
5.14	Visualizar detalhadamente cada painel do Knowage	83
5.15	Componente de visualização das ferramentas BI integradas	84
5.16	Componente de coleção de painéis	85
5.17	Componente de análise e exploração dos conjunto de dados	86
6.1	Pontuação dos resultados do SUS	96

B.1	Exemplo de utilização do phpStorm para o backend	133
B.2	Exemplo de utilização do Visual Studio Code para o frontend	134
B.3	Exemplo de utilização do Github desktop para o controlo de versões	135
B.4	Exemplo de utilização do Gitlab para gestão do projeto DISME v0.2	136
B.5	Exemplo de utilização do Postman para criação de REST APIs	137
B.6	Exemplo de utilização da Oracle VM VirtualBox com o Knowage	138
B.7	Exemplo de utilização do Google Sheets no registo de trabalho do projeto	139
B.8	Exemplo de utilização do XAMPP Control Painel	141
B.9	Exemplo da utilização do Balsamiq Wireframes na criação do protótipo descartável	142
B.10	Exemplo de utilização do Diagrams.net na criação da arquitetura do sistema com as tecnologias utilizadas	143
B.11	Exemplo da utilização do JabRef na gestão das referências	144
B.12	Exemplo de utilização do Overleaf na escrita do relatório	145
C.1	Protótipo descartável da página inicial	152
C.2	Protótipo descartável do popup com a funcionalidade BI	153
C.3	Protótipo descartável do formulário de inserção de um dashboard	153
C.4	Protótipo v1 - Página inicial	154
C.5	Protótipo v1 - Popup	155
C.6	Protótipo v1 - Formulário de inserção de dados	155
C.7	Protótipo v2 - Página inicial login	158
C.8	Protótipo v2 - Página inicial com painel de visualização	158
C.9	Protótipo v2 - Visualização dos engines	159
C.10	Protótipo v2 - Visualização dos elementos BI para o respetivo engine	159
C.11	Protótipo v2 - Visualização dos elementos BI	160
C.12	Protótipo v2 - Visualização dos elementos do Knowage	160
C.13	Protótipo v2 - Detalhes dos elementos BI	161
C.14	Protótipo v2 - Popup com um elemento BI criado com a ferramenta BI Knowage	161
C.15	Protótipo v2 - Detalhes dos elementos do Knowage	162
C.16	Protótipo v2 - Popup com um elemento do Knowage criado	162
C.17	Protótipo v2 - Visualização do dataset foodmart	163
C.18	Protótipo v2 - Visualização de todos os dataset disponíveis	163
C.19	Protótipo v2 - Formulário de registo dos membros	164
C.20	Protótipo v2 - Formulário de login dos membros	165

C.21 Protótipo v2 - Perfil do membro	165
C.22 Protótipo v2 - Coleção de funcionalidade BI	166
C.23 Protótipo v2 - Formulário de login dos administradores	168
C.24 Protótipo v2 - Painel de controlo	169
C.25 Protótipo v2 - Gestão dos elementos BI	169
C.26 Protótipo v2 - Formulário de criação dos elementos BI	170
C.27 Protótipo v2 - Formulário de edição dos elementos BI	171
C.28 Protótipo v2 - Gestão dos elementos do Knowage	172
C.29 Protótipo v2 - Formulário de criação dos elementos do Knowage	173
C.30 Protótipo v2 - Formulário de edição dos elementos do Knowage	174
C.31 Protótipo v2 - Gestão das ferramentas BI (Engines)	175
C.32 Protótipo v2 - Formulário de criação das ferramentas BI (Engines)	176
C.33 Protótipo v2 - Formulário de edição das ferramentas BI (Engines)	176
C.34 Protótipo v2 - Gestão dos membros	177
D.1 Teste da fonte de dados	182
D.2 Conjunto de dados atualizado Funchal Alerta	183
D.3 Cockpit com o Mapa de ocorrências do Funchal Alerta	184
D.4 Cockpit com o conjunto de dados do Funchal Alerta	185
D.5 Integração do cockpit Funchal Alerta no DISME	186
F.1 Apresentação Powerpoint - Capa	234
F.2 Apresentação Powerpoint - Problemas	234
F.3 Apresentação Powerpoint - Objetivos	235
F.4 Apresentação Powerpoint - Definição e público-alvo	235
F.5 Apresentação Powerpoint - Funcionalidades principais	236
F.6 Apresentação Powerpoint - Agradecimentos	236
F.7 Questionário - Informação acerca do estudo	238
F.8 Questionário - Consentimento e autorização	239
F.9 Questionário - Dados do participante	240
F.10 Questionário - Questões SUS 1	241
F.11 Questionário - Questões SUS 2	242
F.12 Questionário - Questionário para os utilizadores 1	243
F.13 Questionário - Questionário para os utilizadores 2	244
F.14 Questionário - Questionário para os utilizadores 3	245
F.15 Questionário - Questionário para os profissionais de informática 1	246

F.16	Questionário - Questionário para os profissionais de informática 2 . . .	247
F.17	Questionário - Questionário para os profissionais de informática 3 . . .	248
F.18	Folha de excel utilizada para calcular a pontuação SUS	249

Lista de Tabelas

1.1	Especificação e descrição da estrutura do diagrama de Gantt para o projeto	10
2.1	Vantagens e desvantagens de plataformas low-code	19
2.2	Data warehouse - características e tipos	25
2.3	OLAP - características e tipos	25
2.4	Data Mining - características e tipos	26
2.5	Integração de dados - características e tipos	27
2.6	Gestão de metadados - características e tipos	27
2.7	Arquitetura tradicional de Business Intelligence - Características, vantagens e desvantagens	28
2.8	Arquitetura moderna de Business Intelligence - Características, vantagens e desvantagens	29
2.9	Desafios comuns e soluções na arquitetura de Business Intelligence (BIA)	30
2.10	Vantagens e desvantagens das tecnologias opensource em relação às comerciais	37
3.1	Avaliação das soluções <i>opensource</i> selecionadas com base nas métricas de <i>Business Intelligence</i> especificadas	49
6.1	Estrutura para os testes de usabilidade	89
6.2	Tempo gasto por participante	92
6.3	Tarefas erradas por participante	92
A.1	Análise das ferramentas gratuitas e <i>opensource</i>	116
A.2	Análise das ferramentas comerciais analisadas	121
B.1	Características dos computadores utilizados em ambiente virtual	131

Acrónimos

API	Application Programming Interface
ARDITI	Regional Agency for the Development of Research
BI	Business Intelligence
BIA	Arquitetura de Business Intelligence
CMF	Câmara Municipal do Funchal
CRM	Customer relationship management
CRUD	Create, read, update, and delete
CSS	Cascading Style Sheets
CSV	Comma Separated Values
DISME	Dynamic Information System Modeler and Executer
eelab	Enterprise Engineering Lab
ETL	Extract, transform and load
GUI	Graphical user interface
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IA	Inteligência Artificial
IA32	Intel Architecture - 32
IBM	International Business Machines
IDE	Integrated Development Environment
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
iFRAME	inline Frame

IoT	Internet of Things
JabRef	Java, Alver, Batada, Reference
JDBC	Java Database Connectivity
KPIs	Key performance indicators
ML	Machine Learning
NoSQL	Not only Structured Query Language
OLAP	Online analytical processing
OLTP	Online transaction processing
ORM	Object-Relational Mapping
PHP	Hypertext Preprocessor
POS	Point-Of-Sale
REST	Representational State Transfer
RGPD	Regulamento Geral de Proteção de Dados
SDK	Software development kit
SGBD	Sistema de Gestão de Base de Dados
SAD	Sistemas de Apoio à Decisão
SOA	Service-oriented architecture
SUS	System Usability Scale
SQL	Structured Query Language
TI	Tecnologias de Informação
URL	Uniform Resource Locator
www	World Wide Web

1

Introdução

Conteúdo

1.1	Contextualização	2
1.2	Definição do problema	3
1.3	Solução proposta	4
1.4	Gestão do projeto	6
1.5	Estrutura do documento	13

Atualmente, presenciamos a convergência de tecnologias digitais e a proliferação de fontes de informação, o que tem impacto significativo tanto na vida individual quanto organizacional. Essa tendência tem como resultado o aumento do acesso e da utilização do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento e aperfeiçoamento tanto na esfera pessoal quanto institucional.

No entanto, as organizações modernas enfrentam desafios crescentes na análise assertiva e tempestiva dos dados gerados e armazenados, com o objetivo de produzir informação de qualidade superior e suportar processos organizacionais. A capacidade de lidar eficazmente com grandes volumes de informação é crucial para alcançar e manter a competitividade no ambiente empresarial e o crescimento contínuo [3–5].

O tema desta dissertação aborda a necessidade crescente de uma gestão eficaz e eficiente de ferramentas e funcionalidades de Business Intelligence (BI) em grandes organizações. O BI tornou-se uma ferramenta essencial para organizações de todas as dimensões, uma vez que lhes permite tomar decisões mais informadas e ganhar uma vantagem competitiva nos seus respetivos mercados. Com a crescente disponibilidade de dados, as organizações passaram a ser capazes de adquirir conhecimentos valiosos que podem ser utilizados para melhorar o seu desempenho empresarial. Isto ocorre apesar do desafio de gerir e integrar as várias ferramentas e funcionalidades de BI que estão atualmente disponíveis no mercado [6, 7].

A utilização de BI é particularmente importante para grandes organizações que operam em diferentes regiões demográficas, uma vez que necessitam de ter em conta os desafios e requisitos únicos destas regiões. Por exemplo, as diferenças linguísticas e culturais podem ter um impacto significativo na forma como o BI é utilizado e compreendido dentro de uma organização. Além disso, as grandes organizações têm frequentemente múltiplos departamentos e unidades de negócio, cada um com os seus próprios requisitos específicos de BI. Estas variáveis podem tornar difícil estas organizações implementarem e gerirem soluções de BI que sejam adaptadas às suas necessidades [6, 8, 9].

As plataformas de *low-code* surgiram como uma solução para os desafios do processo de implementação de software, uma vez que permitem o rápido desenvolvimento e implementação de aplicações sem a necessidade de um extenso conhecimento de programação. Estas plataformas têm-se tornado cada vez mais populares nos últimos anos, uma vez que permitem aos utilizadores não técnicos criar e personalizar aplicações para satisfazer as suas necessidades específicas. Contudo, apesar da sua crescente popularidade, as plataformas *low-code* têm sido tradi-

cionalmente limitadas na sua capacidade de fornecer funcionalidades avançadas de BI [10, 11]. Esta dissertação visa abordar esta limitação, desenvolvendo um sistema de gestão que integra ferramentas e funcionalidades de BI existentes à data, no projeto *low-code* Dynamic Information System Modeler and Executer (DISME), que está a ser desenvolvido por uma equipa constituída por bolseiros/mestrandos integrados no Enterprise Engineering Lab (eelab) da Regional Agency for the Development of Research (ARDITI), recorrendo-se a tecnologias/*frameworks* inovadoras/abertas como: Hypertext Preprocessor (PHP) (Laravel), Javascript (AngularJS e Bootstrap) e Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) (Structured Query Language (SQL) e Not only Structured Query Language (NoSQL)).

1.1 Contextualização

O sistema de gestão proposto será concebido no âmbito do projeto DISME, mas especificamente como uma ferramenta de auxílio a grandes organizações que operam em diferentes regiões demográficas, o que visa a possibilitar a redução da curva de aprendizagem destas ferramentas entre os seus colaboradores. Este será projetado para ser flexível e adaptável, de modo a poder ser facilmente personalizado para satisfazer as necessidades específicas de diferentes organizações.

Através de uma revisão detalhada do atual estado da arte e das últimas investigações na área, esta dissertação pretende apresentar um novo sistema de gestão que utiliza funcionalidades de BI de vanguarda com ênfase a tecnologias *open-source*. Serão examinadas e comparadas diversas alternativas existentes à data no mercado com diferentes parâmetros de análise com base nos critérios a ter em conta para a integração na plataforma. Adicionalmente, serão analisados os benefícios e desafios da implementação do sistema e como poderá ajudar a organização a obter novos conhecimentos e a tomar decisões empresariais mais assertivas. Particularmente o impacto do sistema de gestão proposto no desempenho da organização e como poderá auxiliar grandes organizações a ultrapassar os desafios que enfrentam ao implementar serviços de BI em diferentes regiões demográficas. Em última análise, esta dissertação irá demonstrar como este sistema pode ajudar as organizações a racionalizar os seus processos de BI e melhorar o seu desempenho global, fornecendo uma gestão centralizada de ferramentas e funcionalidades de BI, dentro de uma plataforma *low-code*.

1.2 Definição do problema

Mais de metade dos projetos informáticos falham em cumprir satisfatoriamente as expectativas. Uma das principais causas identificadas em pesquisas científicas, é um conhecimento insuficiente/inadequado da realidade organizacional a ser automatizada ou suportada por um sistema de informação. Por outro lado, os sistemas de informação e *software* em geral, são pouco flexíveis e difíceis de alterar, sendo necessário muito esforço para se acompanhar as constantes mudanças de requisitos, mudança de legislação, etc. [12, 13].

A área de Engenharia Organizacional, fornece métodos e ferramentas para colmatar a falha a nível de modelação da realidade e determinação de requisitos. No entanto, há uma tendência crescente a nível internacional para o surgimento de *software* dinâmico e adaptável, com geração automática de código a partir de modelos, ou execução direta de modelos.

As ferramentas atualmente existentes para modelação de processos organizacionais, levantamento de requisitos e sistemas de apoio à decisão são complexas e/ou dispendiosas. As interfaces de aplicações informáticas tendem a ser complexas e difíceis de adaptar às necessidades dos utilizadores. A dimensão e a complexidade que estão presentes na realidade de uma organização, por vezes tornam-se difíceis de gerir e conseqüentemente encaminhando a problemas na eficiência e funcionamento dos processos associadas à mesma. Portanto, à medida que esta complexidade cresce, a gestão dos dados armazenados, torna-se também desafiante e complexa [14–17].

A área de BI tem visto um aumento significativo no número de ferramentas disponíveis para as organizações obterem conhecimentos a partir dos seus dados. Contudo, a grande variedade de ferramentas de BI disponíveis e as suas respetivas funcionalidades e limitações tornam difícil para as organizações avaliar e escolher a mais apropriada para satisfazer as suas necessidades [18]. Para além disso, a integração de múltiplas ferramentas de BI num ambiente partilhado é crucial para melhorar a eficácia e eficiência da tomada de decisões dentro de uma organização de grande escala [19] e diminuir a curva de aprendizagem dos colaboradores.

A escassez de plataformas *low-code* que suportam a integração de ferramentas de BI também dificulta a implementação destas ferramentas dentro das organizações. Estas plataformas estão a tornar-se cada vez mais populares, pois permitem o rápido desenvolvimento e implementação de aplicações de software sem a necessidade de

um extenso conhecimento de programação. No entanto, a integração de ferramentas de BI nestas plataformas continua a ser um desafio [20–22].

Em geral, o problema de investigação abordado nesta dissertação é a análise, comparação e integração de múltiplas ferramentas de BI num ambiente partilhado dentro de uma plataforma *low-code*, com ênfase a tecnologias *open-source*, a fim de melhorar a eficácia e eficiência da tomada de decisão em organizações de pequena a grande escala.

1.3 Solução proposta

Estudos anteriores propuseram várias soluções para integrar múltiplas ferramentas de BI num ambiente partilhado dentro de diferentes tipos de organizações. Estas incluem plataformas de integração central, utilização de tecnologias de *open-source* e integração de plataformas *low-code*. Adicionalmente, foram propostas *frameworks* para avaliar e seleccionar ferramentas de BI apropriadas para uma organização. Algumas empresas também desenvolveram soluções, tais como plataformas centrais, plataformas de *low-code*, e integração de tecnologia *open-source* para abordar o problema. No entanto, estes estudos concluíram que é necessário haver mais investigação e desenvolvimento nestas áreas [23–26].

A solução proposta para o problema delineado nesta dissertação é o desenvolvimento de um sistema de gestão de funcionalidades BI dentro da plataforma *low-code* DISME. A integração destas ferramentas num ambiente partilhado, irá permitir a uma organização avaliar e escolher a ferramenta de BI mais apropriada para satisfazer as suas necessidades, bem como melhorar a eficácia e eficiência da tomada de decisões, fornecendo uma localização central para a integração e gestão de múltiplas ferramentas de BI.

A relevância das tecnologias *open-source* será devidamente analisada, dado que oferecem maior flexibilidade e escalabilidade em comparação a soluções proprietárias. A implementação do sistema será baseada principalmente nas tecnologias já adoptadas pela organização. Após uma análise minuciosa e uma comparação detalhada das diversas tecnologias de BI disponíveis até a presente data, será seleccionada a ferramenta que melhor atenda às expectativas estabelecidas. É importante ressaltar que a escolha recairá sobre uma ferramenta *open-source*. Esta ferramenta será totalmente integrada no DISME e irá ser utilizada como ferramenta principal para a criação de

painéis e relatórios dentro da organização.

Esta solução irá incluir um módulo de gestão que irá permitir à organização gerir e controlar a utilização das ferramentas de BI integradas no sistema. Esta componente irá ainda fornecer um ponto central de gestão para garantir que todas as ferramentas de BI são utilizadas de acordo com as políticas e regulamentos da entidade. Além disso, no caso da ferramenta integrada terá de incluir um módulo de segurança para proteger os dados armazenados contra acessos não autorizados, incluindo autenticação e perfis de autorização de utilizadores.

A validação da solução será realizada através de um estudo de usabilidade, avaliando as funcionalidades e a facilidade de utilização do sistema. Para tal, serão realizados cenários hipotéticos e questionários com diferentes tipos de utilizadores. Os resultados serão analisados para identificar quaisquer problemas ou melhorias a serem implementadas no sistema. Além disso, a solução será submetida a testes por meio da sua implementação em um contexto real, no qual serão desenvolvidos diversos painéis empregando dados reais.

Este método irá proporcionar uma oportunidade para avaliar a eficácia e eficiência da solução em um ambiente real e recolher *feedback* dos utilizadores sobre como o sistema poderá e deverá ser aprimorado.

De uma forma mais concreta a solução proposta pretende contribuir com os seguintes pontos:

1. Revisão da literatura sobre BI, plataformas *low-code* e as suas aplicações em Engenharia de *Software* com o objetivo de identificar as limitações e desafios na integração de ferramentas BI em plataformas *low-code*.
2. Estudo e comparação de diferentes ferramentas BI com ênfase a tecnologias *opensource*, o que irá permitir identificar as funcionalidades e limitações das ferramentas a utilizar e a melhor ferramenta para atender às necessidades da organização.
3. Implementação do sistema de gestão de funcionalidades BI em plataforma *low-code*, com o intuito não só da integração da ferramenta BI escolhida, como também permitir adicionar outras ao sistema, visando ampliar as capacidades analíticas do DISME.
4. Conceção de testes e validação do sistema desenvolvido, para garantir a sua eficácia e usabilidade.

Em geral, este sistema como proposta de solução, visa enfrentar os desafios da integração de múltiplas ferramentas de BI num ambiente partilhado dentro de organizações de pequena a grande escala e a escassez de plataformas *low-code* que suportam a integração de ferramentas de BI.

Como objetivos principais, pretende-se a inclusão de funcionalidades de BI (*datawarehouse*, Online analytical processing (OLAP), *data mining*, etc.) no DISME com recursos a módulos de plataformas BI gratuitas & *opensource*, sendo analisadas e comparadas alternativas. A solução será desenvolvida utilizando as tecnologias já adotadas nesta plataforma *low-code* e a ferramenta BI totalmente integrada será *opensource* e irá ter de incluir módulos de gestão e segurança para assegurar a eficácia e eficiência das tomadas de decisões e a proteção dos dados armazenados no sistema. A solução será validada através da realização de um estudo de usabilidade e testes num cenário do mundo real, o que proporcionará uma oportunidade para recolher *feedback* e melhorar o sistema.

1.4 Gestão do projeto

O presente trabalho consistiu na pesquisa, estudo, análise, desenvolvimento e testes da proposta de solução desenvolvida para o problema existente.

Inicialmente foi especificada uma *timeline* para o projeto, através de um diagrama de *Gantt*, que será abordado nesta secção.

O objetivo deste método foi representar as atividades planeadas de forma que pudessem ser executadas dentro do prazo estabelecido, permitindo que os recursos necessários como a duração e a sequência lógica de realização de cada atividade estivessem definidas, de modo a gerir os prazos durante toda a execução do projeto. Para complementar este método, foi utilizado um registo de trabalho em formato *excel* no Google *Sheets*, de forma a organizar melhor as tarefas diárias e cumprir as metas estabelecidas.

Quanto ao esforço projetado para o design, foi analisada a possibilidade de métodos de personalização da interface segundo o perfil de utilizador, de modo a fornecer adaptabilidade aos diferentes requisitos do sistema.

No que diz respeito à fase de implementação, foi previsto e comprovado que re-digiria um maior esforço. Assim, foi inicialmente necessário dedicar um extenso intervalo de tempo na compreensão das tecnologias a utilizar, bem como no desafio

de integração, resposta, desempenho e escalabilidade do sistema. Até esta fase pretendeu-se analisar com detalhe a documentação existente, não só relativamente às tecnologias utilizadas no projeto DISME, como as que seriam adotadas para o desenvolvimento das funcionalidades de BI, dado que o conhecimento inicial destas tecnologias revelou-se insuficiente.

Posteriormente, foi definida a estrutura a ser aplicada no projeto e a configuração e instalação das ferramentas necessárias para a utilização destas tecnologias.

Após a fase de implementação dos requisitos propostos e outros que se revelaram uma mais-valia para o cliente e para o bom funcionamento do sistema, foram efetuados testes de usabilidade. Neste processo foi medida a curva de aprendizagem que o utilizador apresenta na interação com as funcionalidades do sistema, independentemente da sua experiência com este tipo de tecnologia. Também foram efetuados testes de funcionalidade, onde se pretendeu analisar a facilidade de criação de funcionalidades de BI através da utilização da ferramenta totalmente integrada, empregando dados reais. Para além disso, estes testes permitiram analisar a eficácia dos recursos de visualização da informação suportados e por fim medir o nível de desempenho geral do sistema, com particular atenção à criação de painéis.

1.4.1 Calendarização

O diagrama de *Gantt* é uma ferramenta essencial na gestão de projetos, uma vez que permite uma visualização clara e organizada das várias tarefas a serem completadas ao longo do tempo. No contexto do atual projeto, a plataforma *Instagantt* foi utilizada para criar um diagrama de *Gantt* de uma forma simples e intuitiva. Além disso, para facilitar a sua gestão, esta ferramenta foi sincronizada com a plataforma *Asana*, que contém todas as tarefas e atividades necessárias a serem completadas ao longo do desenvolvimento do projeto. Esta secção irá fornecer uma explicação detalhada da estrutura do diagrama de *Gantt* a ser utilizada para assegurar a gestão eficiente do projeto e o cumprimento dos prazos estabelecidos.

Contudo, é de notar que as datas iniciais propostas neste diagrama não puderam ser cumpridas a partir da fase 8, o que envolveu a instalação e análise dos dois serviços selecionados. Isto deveu-se a vários problemas encontrados durante a instalação destas ferramentas, particularmente no caso do *LinceBI*, onde a documentação estava muito incompleta e carecia de apoio adequado.

Outro fator (apesar de não ser adicionado ao diagrama de *Gantt*, inicialmente es-

pecificado) que se revelou o principal no contributo para o atraso no cumprimento das datas propostas, foi a fase de implementação (fase 9 na tabela 1.1), uma vez que a proposta de solução inicial foi significativamente alterada.

Originalmente, a proposta de solução consistia no "Desenvolvimento de funcionalidades de *BI* em plataforma *low-code: datawarehouse e reporting*", ou seja, após selecionar a melhor ferramenta de *BI* com base num estudo e análise comparativa, o objetivo seria desenvolver funcionalidades de *BI* na plataforma *low-code* DISME, nomeadamente a criação de um *datawarehouse* e de painéis e relatórios *ad-hoc* utilizando os dados presentes à data na base de dados do DISME. Todavia, a solução mudou drasticamente, tornando o projeto muito mais complexo e trabalhoso. O principal desafio passou a ser o desenvolvimento de um sistema de gestão dentro da plataforma DISME, que seria totalmente integrado com uma ferramenta de *BI* e que pudesse integrar outras para proporcionar uma maior flexibilidade à organização e outras de pequena a grande escala que possam vir utilizar este sistema. Adicionalmente, este desafio teria ainda de ser conseguido utilizando as mesmas tecnologias já adotadas pela equipa do eelab.

A figura abaixo apresenta o diagrama de *Gantt* que representa toda a estrutura e calendarização do esforço de trabalho planeado e alcançado no âmbito desta tese. De modo a auxiliar na compreensão do esquema, a figura é acompanhada da respetiva explicação das tarefas e etapas a concluir, dispostas com precisão na tabela 1.1.

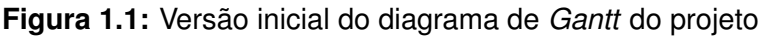


Tabela 1.1: Especificação e descrição da estrutura do diagrama de Gantt para o projeto

Tarefa	Descrição
1- Análise e tratamento do problema abordado	Nesta primeira fase do projeto foi efetuada uma revisão e análise em relação às ideias retiradas da primeira reunião com o orientador. Os objetivos desta reunião foram essencialmente a discussão do problema a ser tratado, a motivação levada a cabo para este projeto e a finalidade da integração do sistema a ser desenvolvido nesta dissertação com o projeto DISME. Posteriormente, foi marcada outra reunião já presencial, para explicar com maior detalhe o projeto DISME e as suas funcionalidades à data.
2- Elicitação e refinamento dos requisitos	Após consolidados os objetivos deste projeto, foram especificados os requisitos maioritariamente funcionais propostos. Nesta fase pretendeu-se dar mais atenção aos requisitos prioritários sugeridos pelo orientador, uma vez que facilitaram a tarefa de investigação das funcionalidades de BI necessárias, nomeadamente, <i>datawarehouse</i> , <i>OLAP</i> e <i>data mining</i> . Nesta fase foi ainda elaborada a documentação destes requisitos.
3- Análise da documentação das tecnologias necessárias	Dado que este projeto incidiu na plataforma DISME, foi vital compreender as tecnologias atualmente utilizadas seguindo o fluxograma previamente estruturado por membros da equipa do eelab. Para este efeito, foi estudada a documentação funcional de ambas as versões atuais desta plataforma e da documentação fornecida no repositório do projeto. Contudo esta documentação revelou-se insuficiente, sendo levado a cabo um aprendizagem mais independente, nomeadamente, através de tutoriais e informações na internet, para obter uma compreensão mais aprofundada das tecnologias necessárias a adotar no sistema a ser desenvolvido.
4- Configuração do ambiente de desenvolvimento	Nesta fase, efetuou-se a instalação e configuração do ambiente de hardware e software não só para a execução e manutenção da plataforma DISME, mas especialmente para o desenvolvimento do sistema nesta plataforma.

5- Exploração das tecnologias presentes à data	Esta fase revelou-se significativa, uma vez que permitiu estudar as tecnologias mais utilizadas neste tipo de sistema, assim como obter uma visão mais perceptível das funcionalidades BI a ter em conta no produto final. Para este propósito, foi efetuada uma pesquisa por tecnologias BI, gratuitas & <i>opensource</i> e comerciais, seguindo os critérios previamente especificados.
6- Escrita do artigo de preparação para a Tese	Inicialmente foram pesquisados e analisados diferentes gestores de referências para <i>Latex</i>, de modo a estruturar a bibliografia do artigo e mais tarde do relatório da Tese segundo as normas Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). De seguida foi configurado o editor <i>Latex, Overleaf</i>, com o gestor de referências selecionado. Concluído estes passos, o artigo foi escrito seguindo a estrutura inicialmente delineada, ou seja, a introdução, enquadramento conceptual, enquadramento tecnológico e o resumo. Por fim foi revisto de modo a efetuar eventuais melhorias com base no <i>feedback</i> apresentado pelo júri, nesta fase.
7- Análise detalhada dos serviços	Neste ponto, foi organizado com maior grau de especificidade, os serviços identificados como possíveis soluções. Esta fase, foi dividida em sub fases. Numa primeira abordagem foram investigadas todas as soluções presentes à data, com ênfase a serviços gratuitos <i>open-source</i> e que cumprissem de um modo geral os requisitos prioritários do sistema. De seguida, estes serviços foram filtrados e escolhidos aqueles que melhor se enquadravam na proposta de solução, através de uma análise de usabilidade, nomeadamente através de "<i>trials</i>" disponíveis ou versões de demonstração. Esta análise permitiu identificar as suas funcionalidades e limitações principais. Filtrados os serviços identificados, foram escolhidos aqueles que apresentavam ser as melhores soluções segundo os requisitos para o projeto. Posteriormente, estas ferramentas foram comparadas segundo os critérios principais especificados para o sistema. Por fim, foram selecionados os dois serviços identificados como as melhores soluções, para uma avaliação detalhada final.

8- Instalação e análise dos 2 serviços selecionados	Terminada a fase de análise dos serviços identificados e a escolha das duas melhores soluções com base nos critérios especificados, foi efetuada a instalação destes serviços com a finalidade de obter uma análise mais detalhada e objetiva para a seleção da solução final a ser integrada no sistema desenvolvido.
9- Implementação da solução	Na proposta inicial para esta tese de mestrado, o objetivo era desenvolver funcionalidades de Business Intelligence/Datawarehouse/Mineração no DISME. Para alcançar este objetivo, pretendia-se seguir as tarefas apresentadas no diagrama de Gantt. Inicialmente, seria realizada a limpeza e tratamento dos dados utilizando a ferramenta Pentaho Data Integration. Em seguida, seria criado um esquema relacional para facilitar o desenvolvimento do Datawarehouse. Com o Datawarehouse criado, o próximo passo seria criar um cubo de dados para o modelo multidimensional, seguido da elaboração de dashboards e relatórios baseados nos dados do Datawarehouse. Finalmente, após a conclusão bem-sucedida de todas as etapas anteriores, seria realizada a integração da solução final com uma das ferramentas BI candidatas. No entanto, como a proposta de solução foi alterada, essas etapas seguiram um caminho diferente. Após a seleção da ferramenta que foi totalmente integrada no sistema de gestão desenvolvido para o DISME, utilizou-se o conjunto de dados <i>opensource</i> "foodmart"¹, para testar detalhadamente o processo de criação de um datawarehouse e todas as etapas necessárias. Dado que a ferramenta selecionada já possui capacidades de pré-processamento dos dados, não foi necessário utilizar ferramentas externas, como o Pentaho Data Integration. O processo de implementação do sistema de gestão de BI é explicado ao detalhe no capítulo 5, onde são exibidos e explicados os resultados desta implementação.

¹<https://www.kaggle.com/datasets/dermisfit/foodmart-dataset>

10- Concepção de testes ao sistema	Nesta fase, foram realizados diversos testes ao sistema, utilizando os dados do Funchal Alerta fornecidos pela Câmara Municipal do Funchal (CMF). Embora os testes de usabilidade não estivessem incluídos no diagrama de <i>Gantt</i> da proposta de solução anterior, nesta nova proposta de solução foram realizados de forma detalhada, dado que se tornou uma prioridade. Numa primeira abordagem, foram realizados testes de funcionalidade do sistema, com o objetivo de garantir que as principais funcionalidades estavam em conformidade com a especificação dos requisitos. No que diz respeito aos testes de usabilidade, o objetivo foi avaliar a capacidade do utilizador em interpretar, aprender e operar as funcionalidades disponibilizadas, bem como a forma como o sistema desenvolvido pode contribuir para a eficácia e eficiência do trabalho dos colaboradores. Para a realização destes testes, foi criado um Guia de Tarefas juntamente com um questionário utilizando a abordagem System Usability Scale (SUS).
11- Eventual refinamento e melhoria de funcionalidades	Durante a realização dos testes ao sistema e a análise dos resultados obtidos, incluindo o <i>feedback</i> dos utilizadores, algumas funcionalidades foram refinadas para proporcionar uma melhor usabilidade.
12- Instalação e configuração do sistema para produção	Após a conclusão bem sucedida das tarefas e refinamento das funcionalidades para melhorar a usabilidade, o produto final foi considerado bom conforme os requisitos propostos e as expectativas do cliente. O próximo passo seria instalar e configurar o sistema desenvolvido, no projeto DISME para produção. No entanto, devido aos limites de tempo, esta etapa não foi concluída no âmbito desta tese. Todavia, pretende-se posteriormente dar continuidade a este processo.

1.5 Estrutura do documento

A estrutura da dissertação será a seguinte:

1. **capítulo 1: Introdução** - Este capítulo fornece uma visão geral da investigação, incluindo um historial das áreas científicas de engenharia de *software*, sistema

de apoio à decisão, análise de dados e BI. O capítulo define o problema a resolver, ou seja, a análise, comparação e integração de múltiplas ferramentas de BI num ambiente partilhado dentro de uma plataforma *low-code*, com ênfase a tecnologias *open-source*, a fim de melhorar a eficácia e eficiência da tomada de decisão em diferentes tipos de organizações de pequena a grande escala. A finalidade e os objetivos do estudo são também descritos, incluindo uma descrição da solução proposta para enfrentar estes desafios.

2. **capítulo 2: Revisão da Literatura** - Este capítulo fornece uma revisão aprofundada da literatura mais relevante, relacionada com as áreas científicas de engenharia de software, sistema de apoio à decisão, análise de dados e BI, bem como o estado da arte em plataformas de *low-code* e integração de ferramentas de BI. O capítulo também identifica lacunas na literatura existente e justifica a necessidade de mais investigação neste tema.

3. **capítulo 3: Análise e testes de soluções de Business Intelligence** - Este capítulo visa avaliar as várias ferramentas de BI para selecionar a melhor solução a ser integrada no sistema. Este passo foi crucial e necessário para assegurar que a solução final escolhida satisfizesse os requisitos e objetivos da proposta de solução. Este processo permitiu avaliar diferentes aspetos, tais como: a facilidade de utilização, a análise de dados e as capacidades de exploração e integração.

Ao analisar o desempenho de diferentes ferramentas de BI, esta dissertação pôde fornecer uma avaliação exaustiva da melhor solução à data a ser totalmente integrada, é ainda de salientar que os resultados desta comparação desempenharam um papel crítico no restante desenvolvimento do sistema.

4. **capítulo 4: Especificação** - Este capítulo assume um papel fundamental para a compreensão dos principais intervenientes no desenvolvimento de uma solução adaptada às suas necessidades. Para além disso, são apresentados os requisitos funcionais e não funcionais identificados, assim como outros elementos considerados como mais-valias, com vista a identificar claramente as funcionalidades esperadas na solução final. Na secção seguinte é abordada e explicada a arquitetura em camadas do sistema, incluindo não só os seus módulos e a forma como estes comunicam entre si, mas também a arquitetura detalhada com as tecnologias adotadas.

5. **capítulo 5: Implementação** - Neste capítulo é explicado o processo de implementação do projeto. Inicialmente é explicado sucintamente a evolução dos protótipos, desde a versão descartável à solução final implementada no DISME. De seguida são apresentados os resultados do desenvolvimento e implementação do sistema, através de "*prints*" com uma explicação genérica, destacando as principais características do sistema e a forma como contribuem para o processo de BI.
6. **capítulo 6: Avaliação** - Neste capítulo, são abordados os testes e a avaliação metódica do sistema implementado. Ao longo da implementação, foram realizados testes minuciosos em todas as funcionalidades, tanto em nível unitário quanto funcional, a fim de verificar se atendiam às expectativas estabelecidas. Após a conclusão da implementação, foram conduzidos diversos testes de usabilidade envolvendo utilizadores finais, representados por colaboradores da CMF e utilizadores externos. Foram empregues os métodos SUS, "*think aloud*" e análise da interface. Os critérios de avaliação adotados foram de natureza qualitativa e quantitativa, com o intuito de abarcar todas as principais funcionalidades.
7. **capítulo 7: Conclusão** - Este capítulo fornece um resumo dos principais resultados e contribuição do estudo para as áreas científicas de engenharia de software, sistema de apoio à decisão, análise de dados e BI. São também fornecidas recomendações para investigação futura e implicações práticas para organizações interessadas em melhorar a eficácia e eficiência da tomada de decisões, utilizando plataformas *low-code* e integração de ferramentas de BI.

2

Revisão da Literatura

Conteúdo

2.1	Plataformas <i>Low-code</i>	18
2.2	Business Intelligence	20
2.3	Integração de ferramentas de BI em plataformas de <i>Low-code</i> . .	32
2.4	Tecnologias <i>opensource</i> em ferramentas BI	36

Introdução

A integração de ferramentas de BI dentro de um ambiente compartilhado é uma tarefa desafiante, particularmente dentro de organizações de grande escala. Não obstante, a utilização de plataformas *low-code* está a tornar-se cada vez mais popular como forma de melhorar a eficiência e eficácia da tomada de decisão dentro das organizações [27]. No entanto, a integração de ferramentas de BI dentro de plataformas de *low-code* é ainda uma área de investigação ativa [20–22].

O propósito desta revisão da literatura é fornecer uma visão abrangente do atual estado da arte na área das plataformas de *low-code*, BI e as suas aplicações em engenharia de software. O foco principal é a identificação das limitações e desafios na integração de ferramentas de BI em plataformas *low-code*.

Esta revisão irá começar por fornecer uma introdução geral às plataformas *low-code* e o seu papel no desenvolvimento de *software*. De seguida, será efetuado um exame detalhado das várias ferramentas de BI disponíveis, com particular ênfase a tecnologias *opensource*. A análise da literatura irá inclusivamente explorar as várias funcionalidades e limitações destas ferramentas, bem como as melhores ferramentas para satisfazer as necessidades de organizações de grande escala. Adicionalmente, serão avaliadas as várias abordagens e metodologias utilizadas para integrar as ferramentas de BI em plataformas *low-code*, o que irá incluir uma análise das tendências atuais, desafios, e melhores práticas a adotar. A análise da literatura irá ainda explorar os vários benefícios e desvantagens da utilização de plataformas de *low-code* para a integração de ferramentas de BI e como estas podem ter impacto na eficácia e eficiência da tomada de decisões dentro de organizações de grande escala.

Em geral, esta análise irá abranger uma série de tópicos relacionados com plataformas *low-code*, BI e as suas aplicações em engenharia de *software*. A revisão irá centrar-se na identificação das limitações e desafios da integração de ferramentas de BI em plataformas de *low-code* e explorar as diferentes ferramentas de BI disponíveis à data da dissertação, com particular ênfase a tecnologias *opensource*. Será também examinado o estado atual da investigação nesta área e identificar áreas onde é necessária mais investigação.

2.1 Plataformas *Low-code*

As plataformas *low-code*, também conhecidas como plataformas *no-code* ou de programação visual, são ferramentas de desenvolvimento de software que permitem aos utilizadores criar aplicações sem escrever grandes quantidades de código. O conceito deste tipo de plataformas existe desde a década de 70, mas tem assistido a um recente aumento de popularidade com a crescente procura de soluções digitais e a necessidade das organizações desenvolverem e implementarem aplicações de forma rápida e eficiente. Ao utilizar tipicamente uma interface visual de *drag-and-drop* para construir aplicações, permite aos utilizadores criar sistemas complexos sem a necessidade de conhecimentos extensivos de programação. Também vêm frequentemente com modelos pré-construídos, bibliotecas e módulos que podem ser utilizados para desenvolver rapidamente funcionalidades comuns. Isto torna estas plataformas uma opção atrativa para as organizações, uma vez que podem reduzir o tempo e o custo associados ao desenvolvimento de software tradicional e torná-lo mais acessível aos utilizadores não técnicos [21].

Atualmente, estas plataformas tornaram-se uma escolha popular para organizações que procuram acelerar os seus processos de desenvolvimento de software. Dado que oferecem uma gama de recursos que tornam mais fácil para as organizações desenvolver e implementar aplicações, incluindo interfaces *drag-and-drop*, componentes pré-construídos e Integrated Development Environment (IDE). Apesar da análise e comparação de ferramentas *low-code* se encontrar fora do escopo deste estudo, algumas plataformas populares à data desta dissertação incluem o *Mendix*, *OutSystems* e *Salesforce Lightning*.

2.1.1 Vantagens e desvantagens de plataformas *low-code*

As plataformas *low-code* têm visto um crescimento significativo nos últimos anos como uma forma de desenvolver *software* de forma rápida e eficiente. Contudo, como qualquer tecnologia, existem prós e contras a utilização destas plataformas. Esta secção, visa analisar as principais vantagens e desvantagens destas plataformas e explorar o seu efeito no desenvolvimento de software.

Tabela 2.1: Vantagens e desvantagens de plataformas low-code

Vantagens	Desvantagens
Velocidade de desenvolvimento mais rápida: Um dos principais benefícios das plataformas de <i>low-code</i> é a capacidade de desenvolver software rapidamente sem programação extensiva [28]. Isto pode acelerar exponencialmente o desenvolvimento e permitir às organizações trazer novas soluções para o mercado mais rapidamente.	Personalização limitada: Apesar da sua flexibilidade, as plataformas <i>low-code</i> podem ainda ter limitações quando se trata de personalização e integração com sistemas existentes [29]. Isto pode limitar a capacidade das organizações de personalizar totalmente as soluções às suas necessidades.
Melhoria na eficiência: As plataformas de <i>low-code</i> têm frequentemente uma interface visual para a construção de aplicações, tornando o desenvolvimento mais eficiente e útil. Isto pode também reduzir o tempo e o esforço necessários para formar e integrar novos membros.	Dependência do fornecedor: As organizações que dependem de plataformas de baixo código podem tornar-se dependentes do fornecedor para apoio e actualizações, o que pode levar ao bloqueio do fornecedor e ao aumento dos custos ao longo do tempo [28].
Aumento da acessibilidade: Estas plataformas podem tornar o desenvolvimento de software acessível a um maior número de pessoas, incluindo as que não possuem capacidades técnicas avançadas de programação [30]. Isto pode fomentar a colaboração e inovação dentro das organizações e permitir que sejam criadas soluções por um leque mais vasto de interessados.	Questões de desempenho: A utilização de plataformas de baixo código pode resultar em desempenho reduzido em comparação com soluções personalizadas, uma vez que as plataformas de baixo código podem não ser optimizadas para casos de utilização específicos ou configurações de hardware [29].
Aumento da Flexibilidade: As plataformas de <i>low-code</i> oferecem frequentemente um elevado nível de flexibilidade e personalização, permitindo às organizações adaptar as soluções às suas necessidades [28]. Isto pode auxiliar as organizações a adaptarem-se a requisitos empresariais e condições de mercado em mudança.	Riscos de segurança: A utilização de plataformas de baixo código pode levantar preocupações de segurança, uma vez que as organizações podem necessitar de partilhar dados sensíveis com o fornecedor para integração e apoio [28]. Componentes e conectores pré-construídos dentro de plataformas de código baixo podem também aumentar o risco de vulnerabilidades e violações de segurança.

Conforme verificado nos pontos anteriores, as plataformas *low-code* oferecem vários benefícios para organizações que procuram desenvolver rapidamente soluções de software, tais como maior velocidade de desenvolvimento, maior eficiência, maior acessibilidade, e maior flexibilidade [29]. Além disso, a *Gartner* prevê que "a construção de aplicações de *low-code* reuniria mais de 65% de todas as funções de desenvolvimento de aplicações até 2024 e com cerca de 66% das grandes empresas utilizando um mínimo de quatro plataformas *low-code*" [31]. No entanto, é crucial considerar as limitações destas plataformas, incluindo personalização limitada, dependência de fornecedores, problemas de desempenho e riscos de segurança [28].

2.2 Business Intelligence

BI é um campo de estudo que se concentra no desenvolvimento de sistemas e tecnologias que apoiam a tomada de decisões por parte das organizações. Envolve a utilização de dados, algoritmos e ferramentas para ajudar as organizações a converter dados brutos em informação e conhecimentos valiosos [32]. Esta secção fornece uma visão abrangente aos pontos principais de BI e o seu papel em engenharia de *software*.

2.2.1 Importância dos dados e introdução a *Business Intelligence*

No contexto de um sistema de BI e, não obstante serem o elemento mais básico nesta cadeia de criação de valor, os dados assumem uma importância vital.

Segundo (Alter, 1999), os dados são "fatos, imagens ou sons que podem ou não ser pertinentes ou úteis para uma tarefa particular" [33]. Habitualmente correlacionamos com as operações do dia a dia de uma organização (podendo assim ser armazenados na forma de base de dados transacionais), os dados por si só, não representam, geralmente, relevância, propósito ou significado para tomada de decisões. Porém, não deixam de ser um fator importante para a criação de informação, dado que, de uma análise cuidada sobre os dados se obtém padrões e tendências que por sua vez se traduzem em informações relevantes que servem de ponte para a extração de conhecimento. Conhecimento pode definir-se como sendo, "um conjunto completo de informações, dados e relações que auxiliam os indivíduos na tomada de decisão, à realização de tarefas e à geração de novas informações e conhecimentos." [34]. Nos últimos anos e, devido ao aumento exponencial do volume de dados armazenados, os sistemas e competências de gestão das organizações têm sido alvo de novos desafios relacionados com a criação de conhecimento específico, tornando-se imprescindível o recurso às Tecnologias de Informação (TI) no processo de transformação dos dados, em conhecimento. Os sistemas de BI surgem neste contexto como um importante contributo na recolha, análise e transformação de dados [35] ao nível empresarial, proporcionando às organizações, conhecimento útil e oportuno para que seja tomada a decisão mais acertada.

2.2.2 Definição

O software de BI, representa um conjunto de ferramentas de suporte à decisão, que compreende as estratégias e tecnologias utilizadas por organizações para a análise de dados de informações de negócio [36]. Estas tecnologias podem lidar com grandes quantidades de dados estruturados e às vezes são estruturados para ajudar a identificar, desenvolver e criar novas oportunidades estratégicas de negócios. Permitem ainda a fácil interpretação de grandes quantidades de informação. Identificar novas oportunidades e implementar uma estratégia eficaz com base em percepções o que permite fornecer às empresas uma vantagem competitiva no mercado e estabilidade a longo prazo. [37]

O termo BI tem muitas explicações.

Novotný et al. define BI como "processos, aplicações e tecnologias, trabalhando e existentes para apoiar de forma eficaz e eficiente o processo de tomada de decisão e planeamento de atividades analíticas de negócios e organizações, e são construídos em visualizações multidimensionais de dados" [38].

Kopáčková, descreve BI como um armazenamento de dados em três camadas, onde cada camada tem um uso diferente. Em primeiro lugar há uma camada para consulta de dados e relatórios. As segundas camadas, geralmente, ficam para OLAP, que costumam oferecer suporte a diferentes visualizações e agregações para diferentes fins de relatório. A última camada é utilizada principalmente para mineração de dados [39].

Embora BI seja comumente entendido como um sistema, a tecnologia ou metodologia é uma combinação de produtos, tecnologias e métodos cujo objetivo principal é organizar informações-chave úteis para a gestão na tomada de decisões mais completas sobre uma organização [40], BI também pode ser uma ferramenta cujo objetivo não é apenas facilitar a tomada de decisões, mas também melhorar a eficiência de uma organização [39].

2.2.3 História

Em 1865, Richart Millar Devens apresentou a frase BI na *Cyclopædia of Commercial and Business Anecdotes*, utilizada para descrever como *Sir Henry Furnese*, um banqueiro, lucrou com informações recolhidas ao agir com essas informações antes da concorrência [41]. No entanto, o conceito de BI encontrou as suas raízes na década de 50, onde começou a surgir as primeiras tentativas de utilização de dados para fins

de tomada de decisões. A primeira utilização deste termo foi num artigo de 1958 do investigador da International Business Machines (IBM) *Hans Peter Luhn* [42]. As primeiras fases do desenvolvimento de BI foram marcadas pela utilização de processos manuais e demorados, tais como a preparação de relatórios e a análise de dados, com o objetivo principal de fornecer uma visão empresarial aos gestores.

Na década de 70, o BI começou a evoluir com o desenvolvimento do processamento eletrónico de dados e a utilização de computadores para análise de dados. Este período assistiu à emergência de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), que utilizavam ferramentas de análise de dados para apoiar os processos de tomada de decisão [43].

Nos anos 80 e 90, o foco do BI deslocou-se para o desenvolvimento do armazenamento de dados, o que permitiu às organizações armazenar, gerir e analisar grandes quantidades de dados. Este período também assistiu ao surgimento da prospeção de dados, que utilizou algoritmos e modelos estatísticos para extrair conhecimento dos dados [44].

No início dos anos 2000, o desenvolvimento do BI deu outro salto com a introdução de relatórios baseados na *Web* e ferramentas de visualização de dados, o que facilitou o acesso, análise e partilha de dados por parte das organizações. Este período também assistiu ao aparecimento de BI como um mercado de *software*, com a introdução de fornecedores que ofereciam soluções comerciais [45].

Atualmente a utilização generalizada da computação em nuvem, *Big Data* e Inteligência Artificial (IA) é fundamental em BI, o que levou a uma nova era de desenvolvimento de novas ferramentas. As organizações têm acesso a uma vasta gama de soluções de BI que fornecem *insights* em tempo real, análises preditivas, e visualização de dados, que podem ser acedidos de qualquer lugar, a qualquer momento, e em qualquer dispositivo. Este tópico será abordado em maior detalhe na secção seguinte.

2.2.4 Estado atual de arte

O atual estado da arte de BI é caracterizado pela proliferação de grandes dados e pela crescente necessidade de tomada de decisões orientadas por dados nas organizações. O BI evoluiu desde o seu início como um conjunto de processos manuais para um conjunto integrado de tecnologias, plataformas e metodologias que permitem às organizações recolher, armazenar, processar, analisar e apresentar dados para apoiar os seus processos de tomada de decisão.

Uma das principais tendências no estado atual de BI é o aumento da análise de

self-service [46]. Isto permite aos utilizadores empresariais aceder e analisar dados sem a necessidade de apoio informático. A proliferação da computação em nuvem também teve um impacto significativo no panorama do BI, permitindo às organizações armazenar e analisar enormes quantidades de dados a um custo mais baixo e com maior flexibilidade [47].

Outra tendência é a integração de Machine Learning (ML) e IA nos sistemas de BI, proporcionando às organizações a capacidade de identificar automaticamente padrões e relações nos seus dados [48]. Isto é particularmente útil em áreas como a análise do comportamento do cliente e a análise preditiva.

O aparecimento da Internet of Things (IoT) também teve um profundo impacto no estado atual de BI, fornecendo às organizações grandes quantidades de dados em tempo real a partir de dispositivos conectados [49]. Isto levou ao desenvolvimento de novas soluções de BI especificamente concebidas para lidar com dados de IoT, tais como a manutenção preditiva e a deteção de anomalias.

2.2.5 Arquitetura

A arquitetura de BI refere-se à infra-estrutura técnica e sistemas necessários para apoiar a implementação e execução de programas de BI [50]. Esta arquitetura fornece uma abordagem estruturada à conceção, desenvolvimento e implementação de aplicações de BI, permitindo às organizações utilizar eficazmente os dados para a tomada de decisões e planeamento estratégico [51].

A importância da arquitetura de BI reside na sua capacidade de assegurar a entrega eficaz e eficiente das capacidades de BI aos utilizadores finais [44]. Uma arquitetura de BI bem concebida permite às organizações gerir melhor os dados, melhorar a qualidade dos dados, e aumentar a precisão dos conhecimentos empresariais [52]. Também proporciona uma base escalável e flexível para futuras iniciativas, permitindo que as organizações se adaptem rapidamente a requisitos empresariais em mudança [53].

O objetivo desta secção é fornecer uma visão abrangente da arquitetura de BI, incluindo a sua definição, importância e componentes-chave. Esta secção irá também destacar os vários padrões e estruturas de arquitetura de BI que existem, e discutir a sua utilização em implementações de BI no mundo real. A secção irá concluir com uma discussão dos desafios e melhores práticas associadas à conceção e implementação da arquitetura de BI.

Componentes

A arquitetura de BI fornece uma abordagem estruturada à concepção, desenvolvimento e implementação de aplicações de BI, permitindo às organizações utilizar eficazmente os dados para a tomada de decisões e planeamento estratégico. Os componentes da arquitetura de BI incluem *Data warehouse*, OLAP, *Data mining*, processo Extract, transform and load (ETL) e gestão de metadados. De seguida, será mencionada uma breve explicação, características e os tipos existentes de cada um destes componentes.



Figura 2.1: Arquitetura de um Sistema de BI [1]

1) *Data warehouse*

O *Data Warehousing* é um repositório centralizado de dados especificamente concebido para fins de análise de dados, relatórios, e tomada de decisões [54]. É utilizado para armazenar e gerir grandes quantidades de dados que são provenientes de diferentes fontes, de modo a poderem ser analisados para apoiar as decisões de negócio [55].

Tabela 2.2: Data warehouse - características e tipos

Caraterísticas
Contém uma grande quantidade de dados que provém de múltiplas fontes [54]
Os dados num <i>datawarehouse</i> são organizados, integrados, e estruturados para apoiar a análise de dados, relatórios, e tomada de decisões [55].
Um <i>datawarehouse</i> utiliza uma abordagem orientada para o assunto, o que significa que os dados são organizados com base em assuntos empresariais específicos, tais como clientes, produtos, ou vendas [54].
Os dados são armazenados num local centralizado e são concebidos para serem partilhados entre múltiplos utilizadores [55].
Tipos
Armazéns de Dados Operacionais (ODW) [55]: Este tipo de armazém de dados armazena dados operacionais que são gerados por sistemas transacionais.
Armazém de Dados de Empresas (EDW) [55]: Este tipo de armazém de dados armazena dados de múltiplas unidades de negócio ou departamentos e é utilizado por toda a organização para análise de dados, relatórios e tomada de decisões.
Data Mart [55]: Um data mart é um subconjunto dos dados num armazém de dados empresarial e é concebido para apoiar as necessidades específicas de uma unidade de negócios ou departamento em particular.

2) OLAP

O OLAP é uma tecnologia que permite a análise multidimensional de dados armazenados num armazém de dados [54]. Fornece uma forma dos utilizadores interagirem com dados num armazém de dados e os analisar a partir de diferentes perspetivas [55].

Tabela 2.3: OLAP - características e tipos

Caraterísticas
Fornecer uma visão multidimensional dos dados que permite aos utilizadores analisar os dados a partir de diferentes perspetivas [55].
Utiliza uma estrutura em cubo que fornece uma forma de organizar os dados em dimensões e medidas [54].
Capacidade de um tempo de resposta rápido para a recuperação de dados, mesmo quando se trabalha com grandes quantidades de dados [55].
Suporta cálculos complexos, incluindo a capacidade de efectuar cálculos em múltiplas dimensões [54].
Tipos
OLAP relacional (ROLAP) [55]: ROLAP armazena dados numa base de dados relacional e utiliza SQL para consultar os dados.
OLAP Multidimensional (MOLAP) [55]: MOLAP armazena os dados numa estrutura multidimensional, tal como um cubo, e fornece uma rápida recuperação de dados.
OLAP Híbrido (HOLAP) [55]: HOLAP combina os benefícios de ROLAP e MOLAP, proporcionando uma rápida recuperação de dados para dados frequentemente utilizados e a capacidade de armazenar grandes quantidades de dados.

3) Data Mining

O *Data Mining* (mineração de dados) é o processo de descoberta de padrões ou conhecimentos a partir de grandes quantidades de dados armazenados num armazém de dados ou tipo de bases de dados. Envolve o uso de técnicas e algoritmos para extrair informações e conhecimentos valiosos dos dados e para ajudar as organizações a tomar decisões informadas [56].

Tabela 2.4: Data Mining - características e tipos

Caraterísticas
Envolve o uso de técnicas e algoritmos para analisar grandes quantidades de dados [55].
Utiliza métodos estatísticos, aprendizagem de máquinas, e visualização de dados para identificar padrões e relações nos dados [56].
Fornecer uma forma de identificar padrões e relações ocultos em dados que podem não ser imediatamente óbvios [55].
Pode ajudar as organizações a identificar novas oportunidades e a tomar melhores decisões, ao fornecer uma visão dos seus dados [56].
Tipos
Data Mining supervisionado [55]: Este tipo de mineração de dados envolve a utilização de dados etiquetados para treinar o modelo e efetuar previsões.
Data Mining sem Supervisão [55]: Este tipo de mineração de dados envolve a utilização de dados não etiquetados para identificar padrões e relações nos dados.
Data Mining semi-Supervisionado [55]: Este tipo de mineração de dados envolve a utilização de uma combinação de dados etiquetados e não etiquetados para treinar o modelo.

4) Integração de Dados

A Integração de Dados ou processo ETL é o processo de combinar dados de diferentes fontes numa visão única e consistente para apoiar a análise de dados, relatórios, e tomada de decisões [57]. O objetivo da integração de dados é fornecer uma visão unificada dos dados que seja precisa, consistente e acessível aos utilizadores [55].

Tabela 2.5: Integração de dados - características e tipos

Caraterísticas
Envolve a combinação de dados de múltiplas fontes numa visão única e consistente [55].
Destina-se a fornecer uma visão unificada dos dados que seja exacta, consistente, e acessível aos utilizadores [57].
É uma componente crítica de uma arquitectura de business intelligence, uma vez que permite às organizações aproveitar dados de múltiplas fontes para apoiar os seus processos de tomada de decisão [55].
Pode ajudar as organizações a identificar novas oportunidades e a tomar melhores decisões, ao fornecer uma visão dos seus dados [56].
Tipos
Integração de Dados em Lote [55]: Este tipo de integração de dados envolve a transferência de dados de uma fonte para outra a intervalos específicos.
Integração de dados em tempo real [55]: Este tipo de integração de dados envolve a transferência de dados de uma fonte para outra, em tempo real.

5) Gestão de Metadados

A gestão de metadados é o processo de gestão de informação sobre dados, incluindo definições de dados, relações de dados, e linhagem de dados [58]. O objetivo da gestão de metadados é fornecer uma compreensão abrangente dos dados e da forma como são utilizados dentro da organização [59].

Tabela 2.6: Gestão de metadados - características e tipos

Caraterísticas
Envolve a criação, gestão e utilização de metadados para descrever os dados [59].
Proporciona uma compreensão abrangente dos dados e da forma como são utilizados dentro da organização [58].
Ajuda a assegurar a exactidão e consistência dos dados, bem como a utilização e interpretação adequadas dos dados [59].
Tipos
Gestão de Metadados Estruturais [55] [58]: Este tipo de gestão de metadados centra-se na estrutura e organização dos dados, tais como definições e relações de dados.
Gestão Semântica de Metadados [58]: Este tipo de gestão de metadados centra-se no significado dos dados e na forma como são utilizados, tais como termos comerciais e relações entre elementos de dados.
Gestão Técnica de Metadados [59]: Este tipo de gestão de metadados centra-se na informação técnica sobre os dados, tais como formato, local de armazenamento, e restrições de acesso.

Modelos

Assim como os seus componentes, os modelos de arquitetura de BI referem-se à estrutura organizacional e conceção de sistemas utilizados para apoiar a recolha, armazenamento, análise e apresentação de dados empresariais. Existem dois tipos princi-

país de modelos desta arquitetura: os modelos tradicionais e os modernos. Cada um tem as suas próprias características, vantagens e desvantagens. A escolha do modelo de arquitetura de BI depende das necessidades e objetivos específicos de uma organização. Todavia, a compreensão destes modelos é crucial para a implementação e gestão bem sucedida destes sistemas.

1) Arquitetura tradicional de BI

A Arquitetura Tradicional de BI é um tipo de arquitetura de dados que se concentra no fornecimento de armazenamento e gestão centralizada de dados. Foi concebida para fornecer um ponto único de controlo de dados, o que facilita às organizações a gestão e análise dos dados [54].

Tabela 2.7: Arquitetura tradicional de Business Intelligence - Características, vantagens e desvantagens

Caraterísticas	
Armazenamento e gestão centralizada de dados [54].	Depende de uma combinação de OLAP (Online Analytical Processing) e técnicas de mineração de dados [60].
Os dados são armazenados num <i>datawarehouse</i> ou <i>data mart</i> [61].	Proporciona um ponto único de controlo de dados, facilitando a gestão e análise de dados [54].
Vantagens	Desvantagens
Fornecer um local centralizado para armazenamento e gestão de dados [62].	Pode ser lento, uma vez que os dados são armazenados num único local [63].
Os dados são mais fáceis de gerir e analisar, uma vez que são todos armazenados num único local [62].	Pode exigir recursos significativos para a sua manutenção, uma vez que depende de uma arquitetura complexa [63].
Oferece uma visão consistente dos dados, uma vez que são armazenados numa única versão [62].	Escalabilidade limitada, à medida que os dados crescem, o sistema pode ficar sobrecarregado [63].

2) Arquitetura moderna de BI

A arquitetura moderna de BI é um tipo de arquitetura de dados que se concentra em fornecer uma solução flexível e escalável para a gestão e análise de dados. Permite às organizações aceder, analisar, e gerir dados de múltiplas fontes, independentemente do local onde os dados são armazenados [63].

Tabela 2.8: Arquitetura moderna de Business Intelligence - Características, vantagens e desvantagens

Caraterísticas	
Solução flexível e expansível para a gestão e análise de dados [63].	Permite às organizações aceder, analisar e gerir dados de múltiplas fontes, independentemente do local onde os dados são armazenados [63].
Depende da virtualização de dados e das técnicas de federação de dados [64].	Oferece o acesso e análise de dados em tempo real [65].
Vantagens	Desvantagens
Oferece uma solução flexível e escalável para a gestão e análise de dados [63].	Pode ser complexo de implementar e manter, uma vez que depende de tecnologia avançada [66].
Permite às organizações aceder e analisar dados de múltiplas fontes [63].	Pode exigir recursos significativos para implementar, incluindo a integração e governação dos dados [67].
Oferece acesso e análise de dados em tempo real [65].	A segurança dos dados pode ser uma preocupação, uma vez que os dados são armazenados em múltiplos locais [68].

Desafios e Soluções

Conforme abordado nas secções anteriores, a Arquitetura de Business Intelligence (BIA) é um aspeto crucial das organizações modernas, uma vez que lhes permite recolher, armazenar, aceder e analisar dados empresariais a fim de tomarem decisões informadas. No entanto, a implementação e manutenção de um sistema BIA bem sucedido apresenta vários desafios, incluindo a integração de dados, qualidade de dados, escalabilidade, segurança e custo. Estes desafios podem dificultar a eficácia e eficiência desta arquitetura, levando a uma diminuição do valor para as organizações. Felizmente, existem soluções disponíveis para enfrentar estes desafios, incluindo armazenamento de dados, governação de dados, computação em nuvem, encriptação, e muito mais. A tabela seguinte, visa explorar os desafios comuns enfrentados nesta arquitetura e as soluções disponíveis à data para as ultrapassar, salientando a importância de uma arquitetura BI eficaz no ambiente empresarial atual.

Tabela 2.9: Desafios comuns e soluções na arquitetura de Business Intelligence (BIA)

Desafios comuns	Possíveis soluções
Integração de dados	
Um dos maiores desafios no âmbito do BIA consiste em integrar dados provenientes de diversas fontes num sistema centralizado. Para tal, as organizações devem ultrapassar problemas de compatibilidade, mapeamento e duplicação de dados, o que pode ser um processo complexo e demorado, exigindo conhecimentos e recursos significativos. [69].	Pode ser utilizado armazenamento de dados, federação de dados e virtualização de dados para integrar dados de várias fontes nesta arquitetura. O armazenamento de dados centraliza os dados de várias fontes num repositório único. A federação de dados permite o acesso a dados de várias fontes sem armazenamento físico num local centralizado. A virtualização de dados usa tecnologia de <i>middleware</i> para integrar dados independentemente do formato ou localização [69].
Qualidade dos dados	
Garantir a qualidade dos dados é um desafio importante no BIA. A qualidade dos dados inclui a precisão, integridade, consistência e confiabilidade dos dados. A má qualidade dos dados pode levar a decisões comerciais incorretas e reduzir a confiança na informação analisada. [70].	Pode ser implementado processos de governação e validação de dados. A governação de dados, envolve o estabelecimento de políticas e procedimentos para a gestão de dados, incluindo a qualidade e segurança dos dados. A validação de dados, envolve a verificação da exatidão e consistência dos dados antes da sua utilização na análise [70].
Escalabilidade	
Com o aumento da quantidade de dados, as organizações podem precisar de expandir esta arquitetura para garantir a escalabilidade do sistema. A escalabilidade refere-se à capacidade do sistema lidar com grandes quantidades de dados. Se o sistema BI não for escalável, pode ficar sobrecarregado, resultando em desempenho lento e diminuição da eficiência [69].	Para lidar com o desafio da escalabilidade, as organizações podem adotar estratégias como a computação em nuvem, bases de dados <i>in-memory</i> e técnicas de partição de dados. A computação em nuvem, permite o acesso e armazenamento escalável e económico de dados. As bases de dados <i>in-memory</i> , armazenam dados na memória do computador permitindo acesso e análise mais rápidos. A partição de dados divide grandes conjuntos de dados em quantidades menores e mais manejáveis, reduzindo a carga no sistema BI. [69].
Segurança	

Proteger dados comerciais sensíveis contra acesso não autorizado é um desafio crítico na BIA. Riscos de segurança incluem violações de dados, roubo de informação confidencial e ataques de <i>malware</i> . As organizações precisam de medidas de segurança robustas para garantir a segurança do sistema BI. [71].	As organizações podem implementar vários métodos, incluindo encriptação, controlos de acesso e <i>firewalls</i> . A encriptação converte dados em forma codificada para protegê-los contra acesso não autorizado. Os controlos de acesso restringem o acesso a dados sensíveis com base em políticas de segurança pré-definidas, enquanto as <i>firewalls</i> agem como barreira para impedir o acesso não autorizado e proteger o sistema de possíveis ameaças. [71].
Custo	
A implementação e manutenção de sistemas BI pode ser dispendiosa, exigindo investimentos significativos em tecnologia, pessoal e recursos. Os custos podem incluir despesas de <i>hardware</i> e <i>software</i> , integração de dados e gestão de dados. As organizações precisam avaliar se o investimento vale a pena, tendo em conta os custos contra os benefícios desta ferramenta [72].	As organizações podem optar por soluções de <i>opensource</i> , plataformas baseadas na nuvem e análise custo-benefício. As soluções de <i>opensource</i> oferecem tecnologia BI mais acessível, enquanto as plataformas baseadas na nuvem oferecem escalabilidade e custo-benefício. A análise custo-benefício ajuda a pesar os custos e benefícios do investimento. [72].

Futuras direções de investigação

A BIA tem visto avanços significativos nos últimos anos e está pronta para continuar a evoluir e a moldar o futuro dos negócios. Como tal, é importante considerar as futuras orientações de investigação desta arquitetura para entender completamente o seu potencial e enfrentar os desafios que lhe são inerentes.

- 1) **BIA baseada em *cloud***: As soluções baseadas em *clouds* estão a tornar-se cada vez mais populares na BIA, uma vez que fornecem às empresas soluções escaláveis e rentáveis. A investigação futura deve concentrar-se no desenvolvimento de novas soluções BIA baseadas em *cloud* que possam fornecer às empresas capacidades melhoradas de gestão de dados, melhor qualidade de dados e melhor segurança [73].
- 2) **IA e ML**: Estas áreas estão a ganhar rapidamente força na BIA, dado que podem ajudar a automatizar o processo de integração de dados, melhorar a qua-

lidade dos dados e aumentar a precisão dos conhecimentos empresariais. A investigação futura deve concentrar-se no desenvolvimento de novas soluções IA e ML para que as BIA possam fornecer às empresas capacidades ainda mais avançadas [74].

- 3) **Análise *Big Data*:** O crescimento de *Big Data* está a apresentar novas oportunidades e desafios para a BIA. Como tal, a investigação futura deve concentrar-se no desenvolvimento de novas soluções analíticas de dados que possam fornecer às empresas capacidades mais avançadas de integração e gestão de dados [75].
- 4) **Privacidade e segurança dos dados:** à medida que as empresas confiam cada vez mais na BIA para tomarem decisões críticas, é importante assegurar que os seus dados sensíveis sejam protegidos contra roubo, acesso não autorizado, e outros riscos de segurança. A investigação futura deve concentrar-se no desenvolvimento de novas soluções de privacidade e segurança de dados para que as BIA possam proporcionar às empresas uma maior segurança e proteção da privacidade dos dados [76].

Embora estas futuras orientações de investigação sejam cruciais à data desta dissertação, é importante notar que não devem ser vistas como as únicas áreas de foco. A BIA é um campo complexo e multifacetado e é provável que haja outras áreas importantes de investigação que ainda não tenham sido descobertas. Por conseguinte, é fundamental estar a par aos novos desenvolvimentos e tendências desta tecnologia e continuar a alargar os limites do que é possível neste campo.

2.3 Integração de ferramentas de BI em plataformas de *Low-code*

As ferramentas de BI estão a tornar-se cada vez mais essenciais para as organizações que procuram tomar decisões informadas com base na análise de dados. As plataformas de *low-code* oferecem às organizações uma forma de desenvolver rapidamente e facilmente aplicações com codificação mínima, tornando-as uma abordagem promissora para a integração de ferramentas de BI. A integração destas ferramentas em plataformas de *low-code* pode fornecer às organizações uma plataforma mais flexível e eficiente para análise de dados e tomada de decisões.

Nos últimos anos, tem havido avanços significativos na integração de ferramentas de BI com estas plataformas. Esta integração tornou-se um tópico importante para as organizações que procuram racionalizar os seus processos de análise de dados e tomada de decisão. Contudo, apesar dos potenciais benefícios, a integração de ferramentas de BI em plataformas de *low-code* não está isenta de desafios e limitações.

Este estudo visa fornecer uma visão geral do atual estado da arte na integração de ferramentas de BI com plataformas *low-code*, destacando os desafios e limitações, bem como lacunas na literatura existente. O estudo proporcionará uma revisão abrangente dos recentes avanços no campo e irá fornecer uma visão da direção futura da integração de ferramentas de BI nestas plataformas.

2.3.1 Desafios e Limitações

A integração de ferramentas de BI em plataformas de *low-code* tem o potencial de racionalizar significativamente a análise de dados e os processos de tomada de decisão. No entanto, há vários desafios e limitações que as organizações precisam de ter presentes ao utilizar esta abordagem.

Um dos maiores desafios é assegurar a compatibilidade entre estes sistemas. Diferentes ferramentas de BI podem ter diferentes requisitos e questões de compatibilidade, tornando o processo de integração complexo. Isto pode resultar numa experiência de utilizador subótima ou numa funcionalidade reduzida destas ferramentas integradas [77].

Outro desafio é o nível de personalização disponível. Embora as plataformas de *low-code* ofereçam um ambiente de desenvolvimento rápido, podem ter limitações em termos de personalização das ferramentas de BI e painéis de análise e controlo para satisfazer necessidades empresariais específicas. Isto pode limitar a capacidade das organizações em aproveitar plenamente as capacidades das suas ferramentas de BI. Além disso, as plataformas de *low-code* podem ter limitações no contexto de fontes de dados que podem suportar, o que pode limitar o âmbito das ferramentas que podem ser integradas [78].

Para superar estes desafios, as organizações precisam de avaliar rigorosamente a compatibilidade das suas ferramentas de BI com a respetiva plataforma de *low-code* e considerar as limitações da plataforma em termos de personalização e apoio às fontes de dados. Em alguns casos, as organizações podem necessitar ainda de considerar soluções alternativas, tais como abordagens tradicionais de desenvolvimento

de software ou outras plataformas que melhor satisfaça as suas necessidades [77].

2.3.2 Estado atual da arte

Nos últimos anos, tem havido avanços significativos nesta integração. Muitas plataformas de *low-code* fornecem agora conectores e modelos pré-construídos para integrar ferramentas de BI populares, tornando o processo de integração mais fácil e mais racionalizado. Isto permite às organizações desenvolver rapidamente aplicações com codificação mínima e fornece uma plataforma flexível para a integração de ferramentas de BI [79]. Para além dos conectores pré-construídos, a integração de tecnologias de IA e ML está a tornar-se cada vez mais comum nestas plataformas. Isto permite a automatização de processos complexos de análise de dados e tomada de decisões, melhorando a sua eficiência e precisão [79].

Atualmente, há um aumento significativo de plataformas de *low-code* para integrar ferramentas de BI, proporcionando recursos abrangentes para análise, visualização e relatórios de dados. No entanto, é essencial que as organizações avaliem os seus requisitos específicos e comparem diferentes opções para escolher a plataforma mais adequada [77].

2.3.3 Lacunas na literatura existente

Apesar dos avanços nesta integração, ainda existem lacunas na literatura existente que precisam ser colmatadas. Uma destas é a falta de investigação e de melhores práticas sobre como integrar eficazmente as ferramentas de BI nestas plataformas. Embora muitas plataformas de *low-code* forneçam conectores e modelos pré-construídos para integrar ferramentas de BI, existe a necessidade de mais investigação sobre as melhores práticas para integrar estas ferramentas e maximizar os seus benefícios.

Outra lacuna é a falta de investigação sobre os desafios e limitações específicas desta integração. As organizações necessitam de uma melhor compreensão destes desafios e de como superá-los para assegurar uma integração eficaz e bem sucedida.

Finalmente, há ainda a necessidade de mais investigação sobre o impacto desta integração, nomeadamente, no desempenho global e na escalabilidade da plataforma. Isto proporcionará às organizações uma melhor compreensão dos *trade-offs* entre a utilização destas plataformas e as abordagens tradicionais [77].

2.3.4 Notas finais

Tendo por base este estudo, a integração de ferramentas de BI em plataformas de *low-code* é uma abordagem promissora para as organizações que procuram racionalizar a sua análise de dados e processos de tomada de decisão. No entanto, há vários desafios e limitações que as organizações precisam de estar conscientes, incluindo questões de compatibilidade, limitações na personalização, apoio às fontes de dados e escassez de investigação sobre as melhores práticas e desafios.

Para superar estes desafios, as organizações precisam de avaliar cuidadosamente os seus requisitos específicos e considerar as limitações da plataforma de *low-code* que estão a considerar. Isto pode incluir soluções alternativas, tais como abordagens tradicionais de desenvolvimento de *software* ou outras plataformas que melhor satisfaçam as suas necessidades.

O atual estado da arte nesta integração, inclui avanços significativos tais como conectores, modelos pré-construídos, a integração de tecnologias IA e ML e plataformas especificamente concebidas para integrar ferramentas de BI. Contudo, existem ainda lacunas na literatura existente que precisam de ser colmatadas, incluindo as melhores práticas de integração, os desafios e limitações da integração e o impacto da integração de BI no desempenho global e na escalabilidade da plataforma.

Por conseguinte, as organizações precisam de avaliar rigorosamente os seus requisitos específicos e considerar todos os aspetos da integração de BI em plataformas de *low-code* antes de tomarem uma decisão. Mais investigação sobre as melhores práticas e desafios, bem como o impacto no desempenho e escalabilidade, fornecerá às organizações a informação de que necessitam para tomar decisões informadas e assegurar a integração bem sucedida destas ferramentas.

2.4 Tecnologias *opensource* em ferramentas BI

As tecnologias de *opensource* tornaram-se cada vez mais populares nos últimos anos, especialmente no campo de BI. A ideia por detrás destas tecnologias é tornar o código fonte publicamente disponível, permitindo qualquer pessoa utilizá-lo, modificá-lo e distribuí-lo . Isto contrasta com as tecnologias proprietárias, que mantêm o código fonte em sigilo e são tipicamente vendidas ou licenciadas aos utilizadores. Nesta secção, será explorada as vantagens e desvantagens das tecnologias de *opensource* para BI em comparação com as tecnologias proprietárias, o atual estado de arte das ferramentas de BI *opensource* e identificar lacunas na literatura existente.

2.4.1 Vantagens e desvantagens das tecnologias *opensource* em relação às comerciais

A tabela seguinte fornece uma comparação dos benefícios e desvantagens da utilização de tecnologias de *opensource* em oposição às comerciais. O quadro apresenta um resumo das principais diferenças entre estes dois tipos de tecnologias, incluindo fatores cruciais, como o custo, a flexibilidade, o apoio e a segurança. Ao comparar estes fatores, é possível obter uma melhor compreensão dos potenciais benefícios e limitações destas tecnologias, bem como de que forma podem ser adequadas a diferentes casos de utilização e necessidades organizacionais.

Tabela 2.10: Vantagens e desvantagens das tecnologias opensource em relação às comerciais

Tecnologias opensource	
Vantagens	Desvantagens
Custo-eficácia: Um dos principais benefícios das tecnologias de <i>opensource</i> é que são frequentemente de livre utilização, enquanto que o software proprietário requer uma taxa de licença. Isto torna as tecnologias <i>opensource</i> uma opção atractiva para empresas e indivíduos que procuram reduzir os custos [80], [81]. Por exemplo, a ferramenta de BI <i>opensource</i> "Metabase" é de utilização livre e é uma escolha popular entre pequenas empresas e <i>start-ups</i> [82].	Falta de apoio: Embora as tecnologias <i>opensource</i> sejam apoiadas por uma grande comunidade de utilizadores e programadores, não há garantias de que estes utilizadores forneçam apoio quando surgem problemas. Em contraste, o software comercial é tipicamente suportado pelo fabricante, que fornece aos utilizadores apoio e assistência técnica [80], [81].
Flexibilidade: Estas tecnologias são tipicamente mais flexíveis que o <i>software</i> comercial, uma vez que os utilizadores com as devidas capacidades técnicas, são livres de modificar o código fonte para satisfazer as suas necessidades específicas. Isto é particularmente útil para empresas que requerem características únicas e específicas que podem não estar disponíveis em software proprietário [80], [81]. Por exemplo, a ferramenta de BI <i>opensource</i> "Pentaho" pode ser utilizada nos sistemas operativos Windows, Linux, e Mac, tornando-a uma opção atractiva para as empresas que utilizam múltiplas plataformas [83].	Falta de documentação: Estas tecnologias são frequentemente desenvolvidas por voluntários, o que pode resultar na falta de documentação e de guias de utilizador. Isto pode tornar difícil aos utilizadores compreenderem como utilizar o software, especialmente se não estiverem familiarizados com a tecnologia [80], [81].
Tecnologias comerciais	
Vantagens	Desvantagens
Apoio Garantido: Este tipo de <i>software</i> é tipicamente suportado pelo fabricante, que fornece aos utilizadores apoio e assistência técnica. Este apoio pode ser crucial no caso de problemas de suporte ou problemas de <i>software</i> [84], [85].	Preço: Uma das principais desvantagens das tecnologias comerciais é que são frequentemente mais caras do que as alternativas, uma vez que exigem uma taxa de licença. Isto pode ser uma barreira para as empresas e indivíduos que procuram reduzir os custos [84], [85].
Atualizações de confiança: Sendo frequentemente atualizado pelo fabricante, assegura que os utilizadores tenham sempre acesso às últimas características e funcionalidades. Em contraste, às tecnologias de <i>opensource</i> podem não ser atualizadas com tanta frequência, ou até mesmo descontinuadas, uma vez que o processo de desenvolvimento é frequentemente conduzido pela comunidade [84], [85].	Falta de Flexibilidade: As tecnologias comerciais são frequentemente menos flexíveis do que as tecnologias de <i>opensource</i>, uma vez que os utilizadores não são capazes de modificar o código fonte para satisfazer as suas necessidades específicas. Isto pode limitar a capacidade das empresas de personalizar o software para satisfazer as suas necessidades únicas [84], [85].

Com base nesta análise, tanto as tecnologias de *opensource* como as tecnologias comerciais têm as suas vantagens e desvantagens. As primeiras são frequentemente rentáveis, flexíveis e apoiadas por uma grande comunidade de utilizadores e programadores, contudo podem carecer de apoio garantido e documentação necessária. Por

outro lado, as tecnologias comerciais oferecem apoio garantido e atualizações fiáveis, mas podem ser caras e menos flexíveis em relação às *opensource*.

2.4.2 Estado atual da arte

O atual estado da arte em ferramentas de BI *opensource* está a evoluir rapidamente, com um número crescente de opções de escolha para as organizações. As ferramentas de BI de *opensource* oferecem às empresas alternativas rentáveis, flexíveis e escaláveis às soluções comerciais e têm-se tornado cada vez mais populares nos últimos anos. Nesta secção, serão examinadas de maneira geral algumas das tendências atuais no mercado *opensource* de BI, bem como serão destacadas algumas das ferramentas mais populares atualmente disponíveis, este tópico será posteriormente analisado ao detalhe no decorrer da dissertação.

Tendências no mercado *opensource* de BI:

- **Soluções baseadas na Nuvem:** A procura de soluções de BI baseadas na nuvem tem aumentado nos últimos anos, à medida que as organizações procuram formas de aceder aos seus dados e análises a partir de qualquer lugar a qualquer momento. As soluções baseadas nas nuvens são frequentemente mais escaláveis e flexíveis do que as soluções locais, e são também tipicamente mais rentáveis [86], [87].
- **Ferramentas de visualização de dados:** As ferramentas de visualização de dados têm-se tornado cada vez mais populares neste mercado, uma vez que proporcionam às empresas uma forma poderosa de explorar e analisar os seus dados. Estas ferramentas permitem às organizações criar painéis interativos e relatórios, facilitando a compreensão dos dados [86], [87].
- **Ferramentas Inovadoras de BI:** Estas ferramentas são concebidas para satisfazer as necessidades e requisitos únicos das organizações, oferecendo características e funcionalidades avançadas não tipicamente encontradas nas ferramentas de BI tradicionais [86], [87]s.

Ferramentas populares *opensource* de BI:

Atualmente existem várias ferramentas populares de BI *opensource* disponíveis, como o "Apache Superset", "Metabase" e "Redash". Estas ferramentas oferecem uma gama de funcionalidades, incluindo visualização de dados, painéis, e relatórios.

- **Apache Superset:** fornece visualização de dados, painéis e capacidades de elaboração de relatórios. É construído em cima do *Flask*, uma estrutura *web Python*, e foi concebido para ser escalável e flexível. Esta ferramenta é particularmente popular entre os cientistas e analistas de dados devido à sua interface intuitiva e às suas capacidades analíticas avançadas [88].
- **Metabase:** oferece visualização de dados, painéis e funcionalidades de relatório. Foi concebido para ser fácil de utilizar, com uma interface simples e intuitiva, tornando-o ideal para organizações explorarem e analisarem os seus dados. Esta ferramenta é também altamente escalável, tornando-a adequada para organizações de todas as dimensões [89].
- **Redash:** oferece visualização de dados, painéis, e capacidades de relatórios. Foi concebido para ser altamente escalável e flexível, tornando-o adequado para organizações de todas as dimensões. *Redash* é também altamente personalizável, permitindo às organizações integrá-lo facilmente com outras ferramentas e sistemas [90].

2.4.3 Lacunas na literatura existente

As tecnologias *opensource* de BI ganharam popularidade generalizada nos últimos anos devido à sua rentabilidade, flexibilidade e apoio de uma grande comunidade de utilizadores e programadores. Apesar da utilização generalizada destas ferramentas, ainda há uma falta de investigação sobre o tema na literatura atual. Neste estudo, são destacadas algumas destas lacunas à data desta dissertação.

Uma lacuna na literatura existente é a falta de estudos sobre a integração destas ferramentas com outras tecnologias e sistemas. Embora haja alguma investigação sobre a integração de ferramentas de BI comerciais com outras tecnologias, há uma falta de investigação sobre a integração de ferramentas *opensource* de BI. Esta lacuna na literatura é significativa à medida que as organizações procuram cada vez mais integrar as suas ferramentas de BI com outras tecnologias, tais como armazéns de dados e plataformas de nuvem, para melhor gerir os seus dados e análises [91].

Outra lacuna na literatura existente é a falta de estudos sobre a adoção de utilizadores de ferramentas de BI *opensource*. Embora haja alguma investigação sobre a adoção de ferramentas de BI proprietárias, há uma falta de investigação sobre a adoção de ferramentas de BI *opensource*. Esta lacuna na literatura é importante ser

abordada, porque limita a compreensão dos fatores que influenciam a adoção destas ferramentas e os desafios que as organizações enfrentam quando as adotam [92].

A crescente popularidade das soluções de BI baseadas na nuvem não tem sido adequadamente abordada na literatura existente. Existe falta de investigação sobre a utilização de ferramentas de BI *opensource* em ambientes na nuvem e os desafios que as organizações enfrentam quando implantam estas ferramentas na nuvem. Esta lacuna na literatura é significativa à medida que as organizações procuram cada vez mais aceder aos seus dados e análises a partir de qualquer lugar, em qualquer altura, e as soluções de BI baseadas na nuvem são vistas como uma alternativa rentável e escalável às soluções locais [93].

3

Análise e testes de soluções de Business Intelligence

Conteúdo

3.1	Visão geral das ferramentas de BI	41
3.2	Comparação das ferramentas	43
3.3	Análise detalhada das plataformas de BI <i>open-source</i> selecionadas	47

Introdução

Este capítulo aborda o papel crucial da seleção da ferramenta BI mais apropriada para a sua plena integração no sistema. O objetivo deste estudo foi ajudar a identificar a ferramenta de BI ideal gratuita & *opensource* que pudesse ser integrada no sistema, proporcionando aos utilizadores uma experiência confortável e eficiente na tomada de decisão. O capítulo fornece uma visão abrangente das várias ferramentas de BI disponíveis no mercado e compara-as com base em requisitos e funcionalidades chave.

Na secção "Visão geral das ferramentas de BI", são discutidas as características críticas que a ferramenta selecionada deve ter para satisfazer as necessidades do projeto. A secção "Comparação das ferramentas" apresenta um estudo comparativo das mais recentes tecnologias de BI presentes à data no mercado, abrangendo tanto ferramentas gratuitas & *opensource* como comerciais.

Após a identificação e análise de múltiplas ferramentas de BI, foi realizada uma análise para selecionar as quatro melhores ferramentas gratuitas & *opensource* que satisfizessem os requisitos propostos. Além disso, o estudo revelou que a maioria das ferramentas comerciais têm capacidades de integração em aplicações web externas.

Posteriormente, o capítulo apresenta uma avaliação métrica das quatro soluções escolhidas e as duas melhores foram selecionadas. Finalmente, estas duas ferramentas foram avaliadas com mais detalhe e a mais apta foi escolhida para a integração total.

Este capítulo serve de base para as fases subsequentes de implementação e avaliação, uma vez que a seleção da ferramenta certa foi um passo fundamental para o sucesso do projeto.

3.1 Visão geral das ferramentas de BI

Depois dos conceitos associados aos sistemas de BI serem abordados na revisão da literatura, importa agora referir as ferramentas que suportam a sua criação e gestão.

De acordo com a *Forbes*, cerca de 54% das empresas afirmam que as ferramentas de BI em nuvem são "críticas ou muito importante para as suas estratégias atuais e futuras" [94].

No mercado atual encontra-se uma grande diversidade de ferramentas no âmbito de BI (comerciais ou não), cada uma com as suas vantagens e desvantagens em relação às demais, mas com um propósito em comum, agrupar grandes quantidades

de dados, organizando-os de uma forma unificada e clara e transformando-os em informação útil e com qualidade, para a tomada de decisão.

Todas as ferramentas referidas neste capítulo, têm a capacidade de dar suporte à tomada de decisão, permitindo a estruturação e o avanço dos processos de negócio das organizações e oferecendo um vasto conjunto de funcionalidades principais para uma estratégia de BI eficiente. Para a solução final pretende-se que a ferramenta selecionada suporte as seguintes funcionalidades:

- **OLAP** - A tecnologia OLAP possibilita que ferramentas de BI executem a preparação e o processamento de dados em estatísticas de resultados, culminando na criação de relatórios consolidados que preservam a integridade dos dados relevantes. Essa abordagem se mostra valiosa para identificar os Key performance indicators (KPIs) de uma organização, sejam eles trimestrais ou anuais. Além disso, é possível utilizar a tecnologia para reunir dados em tempo real e categorizá-los com base em parâmetros definidos pelo utilizador, incluindo parâmetros geográficos, temporais e de desempenho. [95].
- **Relatórios e Alertas** - As ferramentas de software de BI proporcionam um sistema preciso e conveniente de relatórios e consultas que permitem uma solução perfeita de problemas e integração de dados. Os relatórios e alertas são principalmente categorizados em dois segmentos: *ad hoc* e personalizados. Ambos permitem a agregação rápida de dados e sua disseminação dentro da organização ou para o público. Os sistemas de consulta de ferramentas modernas de BI possibilitam que clientes e utilizadores compreendam dados e números complexos sem a necessidade de conhecimentos em codificação e outras áreas técnicas. [96].
- **Painéis interativos e visuais** - Estes recursos são extremamente relevantes no contexto destas ferramentas de software. A fim de tornar todas as tarefas mais simples e convenientes, é crucial que estes recursos sejam interativos e responsivos. As modernas ferramentas de BI são altamente interativas e adaptáveis, o que torna o trabalho do utilizador mais simples do que nunca. Gráficos, diagramas e visualizações são excelentes recursos para tornar as estatísticas e análise de dados entediantes, mais interessantes e fáceis de estudar. A análise comparativa também se torna mais simples e há disponibilidade de opções mais avançadas, incluindo estatísticas geográficas e monitorização em tempo real [97].

- **Integração** - A integração de dados e multiplataforma é fundamental na análise de negócios. As ferramentas de BI agregam o poder de diversas ferramentas de software, como Customer relationship management (CRM), vendas e Point-Of-Sale (POS), em um único ambiente, tornando a análise de dados complexos e estatísticas, mais acessível e conveniente. A integração de múltiplas plataformas permite a mobilidade e a adaptabilidade do software, suportando-as em conjunto [98].

3.2 Comparação das ferramentas

Esta secção tem como objetivo apresentar o estudo comparativo realizado entre as últimas tecnologias de BI atualmente disponíveis no mercado.

A comparação e análise dos serviços disponíveis foram divididos em duas partes. A primeira parte consistiu na pesquisa e análise de serviços gratuitos e *open-source*. Esta análise permitiu a adoção de soluções que podem ser adaptadas às necessidades do cliente, enquanto o código *open-source* permite que seja possível alterar o software, reduzindo os custos de manutenção. A segunda parte desta tarefa foi a análise de serviços comerciais de BI, embora estas soluções não estejam no escopo do projeto, elas foram incluídas como uma mais valia para este estudo, pois permitiram obter uma visão mais detalhada das funcionalidades que devem ser consideradas para a integração total no sistema.

No que concerne às ferramentas de BI gratuitas e *opensource* analisadas, constatou-se que existe um número considerável de opções, tais como: *BIRT*, *LinceBI*, *ClicData*, *The ELK Stack*, *Helical Insight*, *Jedox*, *JasperReports Server*, *JasperSoft*, *KNIME*, *Pentaho*, *RapidMiner*, *ReportServer*, *Seal Report*, *Knowage*, *SQL Power Wabbit*, *Tableau Public*, *Zoho Reports*, *Metabase*, *Redash*, *A Reporting Tool*, *Bamboobsc*, *Light-Dash* e *Count*.

Por outro lado, num mercado mais competitivo, várias organizações disponibilizam ferramentas de BI comerciais, tais como: *SAS Business Intelligence*, *InforBirst*, *SAP Business Objects*, *DOMO*, *Oracle Business Intelligence*, *ZOHO Analytics*, *Microstrategy*, *Dundas BI*, *GoodData*, *IBM Cognos Analytics*, *QlikSense*, *Board*, *Microsoft Power BI*, *Cluvio*, *Mode*, *Datapine*, *YellowfinBI* e *Looker*.

Para além das ferramentas referidas, que, segundo a pesquisa efetuada, se verificam como as mais utilizadas no mercado atual à data, existem muitas outras.

Nesta análise, foi dada maior atenção às ferramentas gratuitas e *opensource*, dado se tratar de um dos requisitos prioritários para a solução final. Todavia, os testes efetuados a partir de *DEMOS* ou *trials* disponíveis nas ferramentas comerciais permitiram obter uma visão mais ampla de outros possíveis requisitos a ter em conta para a integração da solução final no sistema de gestão. Inicialmente, as ferramentas identificadas foram analisadas de forma genérica segundo os seus critérios funcionais e, em seguida, foram filtradas e listadas conforme referido anteriormente.

3.2.1 Identificação inicial de candidatos a plataformas de BI *opensource* para integração

Após uma criteriosa seleção das ferramentas de BI mais promissoras do mercado, o próximo passo do projeto foi conduzir uma análise mais seletiva das mesmas. A fim de garantir a adequação dos recursos tecnológicos aos requisitos do projeto, foram estabelecidas métricas de avaliação específicas para a seleção das melhores soluções. As duas métricas selecionadas neste contexto, foram a capacidade de adaptação da ferramenta para ecrãs menores, como dispositivos móveis e *tablets* e a sua capacidade de integração com outras aplicações web.

Para realizar esta análise mais detalhada, foram avaliadas as vantagens e desvantagens de cada ferramenta, com base em critérios como funcionalidades principais, usabilidade, robustez, disponibilidade, facilidade de configuração, integração com outras ferramentas, personalização e documentação. A fim de fornecer uma visão geral clara das ferramentas avaliadas e as suas respetivas vantagens e desvantagens, foi criada uma tabela comparativa. Esta tabela encontra-se no apêndice A e apresenta uma visão geral das plataformas analisadas e das suas respetivas vantagens e desvantagens.

Com base na análise exaustiva apresentada na Tabela A.1, foram selecionados quatro candidatos que satisfaziam plenamente os requisitos prioritários para a solução final: *LinceBI*, *Knowage*, *Apache Superset* e *Metabase*. A decisão baseou-se principalmente nas principais características de cada ferramenta, incluindo a capacidade de resposta em diferentes ecrãs, a integração com outras aplicações Web e a sua conformidade geral com o projeto. Segue-se um resumo dos fatores que levaram a esta decisão.

O *LinceBI* destacou-se por ser uma plataforma especializada no tratamento de *Big Data*. Para além disso, oferece elevados níveis de personalização e permite uma

integração perfeita com outras aplicações. A plataforma também fornece relatórios e painéis abrangentes que podem ser facilmente acedidos em qualquer dispositivo, tornando-a adequada para o projeto.

O *Knowage*, por outro lado, destacou-se na gestão do desempenho. As suas capacidades de inteligência incorporada e de análise preditiva revelaram-se ótimas. Além disso, oferece fácil conectividade a diferentes repositórios de dados, facilitando aos utilizadores a gestão e o acesso a dados de fontes variadas.

O *Apache Superset* foi outro dos principais concorrentes, graças à sua interface intuitiva e fácil de navegar, mesmo para utilizadores sem conhecimentos técnicos. O processo de configuração é simples e a plataforma fornece uma funcionalidade "SQL-Lab" que permite a consulta interativa. Além disso, a sua visualização interativa não só é visualmente apelativa, como também oferece uma forma fácil de explorar os dados. Pode não ser tão sofisticada como algumas outras plataformas da lista, mas oferece funcionalidades simples de análise de dados que podem satisfazer as necessidades da maioria dos clientes.

O *Metabase* destacou-se por ser uma plataforma fácil de instalar, com uma interface simplificada, intuitiva e fácil de utilizar. É também muito flexível, permitindo uma fácil personalização de acordo com os requisitos específicos de cada projeto. A sua qualidade de simples compreensão torna-a ideal para utilizadores menos experientes que podem não estar bem versados nas complexidades das plataformas de BI.

Em contrapartida, as restantes plataformas analisadas não satisfizeram os requisitos prioritários para a solução final. Por exemplo, o *BIRT* não foi selecionado devido à ausência de um servidor de relatórios *opensource*, à falta de integração de mapas e a uma gama reduzida de tipos de dados pré-configurados. O *Jasper Reports*, por outro lado, tinha uma curva de aprendizagem acentuada, *bugs* frequentes e exigia uma quantidade significativa de tempo para a criação de relatórios com aspeto profissional. Os códigos de erro pouco claros do *Pentaho*, o difícil agendamento de ETL e os problemas de tempo limite de ligação traduziram-se em instabilidades críticas, tornando-o não recomendável, pelo menos a longo prazo. O *software* desatualizado do *BambooBSC* e a documentação prática limitada para a implementação foram desvantagens significativas. No caso do *Light Dash* a falta de funcionalidades de autenticação e permissão, a falta de integração com outras aplicações e a variedade insuficiente de gráficos e personalização de painéis tornaram-no inadequado.

3.2.2 Análise a ferramentas comerciais

No âmbito da análise dos serviços comerciais de BI, foram considerados os recursos distintivos e as limitações presentes nos serviços disponíveis no mercado atual. Embora esses serviços não sejam *opensource*, oferecem uma série de recursos que podem ser relevantes para a solução final a ser integrada. Por exemplo, algumas das ferramentas comerciais mais populares, como *Tableau*, *QlikView* e *Microsoft Power BI*, oferecem recursos avançados de visualização de dados, que podem ajudar os utilizadores a entender e explorar melhor as informações de negócios.

No entanto, é importante ressaltar que os serviços comerciais também apresentam limitações significativas, como a falta de flexibilidade e personalização. Por exemplo, muitos destes serviços possuem modelos pré-configurados de visualização de dados, que podem não atender às necessidades específicas dos utilizadores finais. Além disso, os serviços comerciais geralmente exigem um investimento financeiro significativo, o que pode ser um obstáculo para organizações com recursos limitados.

Devido às restrições de espaço, optou-se por dar prioridade às possíveis soluções que serão analisadas em detalhe para atender aos requisitos funcionais do projeto. Todavia, foi feita uma análise comparativa destas soluções de acordo com a sua avaliação nas plataformas conceituadas, *Capterra* e *G2Crowd* e destacados os recursos e limitações mais pertinentes. Esta análise encontra-se no apêndice A na tabela A.2 e permitiu uma visão mais extensiva do que esperar em ferramentas BI de alto nível, fornecendo uma perspectiva valiosa para a solução final a ser desenvolvida. Esta análise também ajudou a identificar um conjunto de requisitos a serem considerados, como a flexibilidade e personalização, a capacidade de integração com outras ferramentas de BI e a escalabilidade.

Além disso durante a análise dessas ferramentas, foi possível verificar a facilidade de integração em aplicações web. Essa capacidade é altamente relevante para o sistema desenvolvido, já que um dos requisitos funcionais principais é a capacidade de integração com a plataforma *low-code* DISME. Esta característica permite a escalabilidade de novas possibilidades e poder de decisão não só para a organização, como também para as aplicações de terceiros que utilizam o sistema. Com isso, espera-se que a solução final possa atender plenamente as necessidades e requisitos de integração dos utilizadores finais, proporcionando maior eficiência e produtividade para as atividades de análise e tomada de decisão.

3.3 Análise detalhada das plataformas de BI *open-source* selecionadas

Tendo em conta as principais funcionalidades globais de uma ferramenta de BI e os requisitos que foram identificados como essenciais para a integração dessas ferramentas com o DISME, foram definidos um conjunto de cinco critérios (ou funcionalidades principais) para uma análise e teste mais aprofundados das soluções mais promissoras identificadas na etapa anterior:

- **Visualização & Dashboards** - Estas funcionalidades são extremamente relevantes no contexto das plataformas de BI. Para tornar todas as tarefas mais simples e cómodas. É crucial que as funcionalidades de visualização disponibilizadas sejam interativas, responsivas e adaptáveis, tornando o trabalho do utilizador mais fácil e intuitivo. Os gráficos, diagramas e visualizações são excelentes recursos para tornar a estatística e a análise de dados mais interessantes e fáceis de estudar.
- **Relatórios Ad-hoc** - As plataformas de BI devem disponibilizar um sistema preciso e prático de *reporting* baseado em consultas. Os relatórios são principalmente classificados em dois segmentos: *ad-hoc* e personalizados. Ambos permitem a rápida agregação de dados e a sua divulgação dentro da organização ou ao público. Os sistemas de consulta das plataformas de BI devem permitir aos utilizadores compreender dados e números complexos sem necessidade de codificação.
- **ETL** - As funcionalidades *ETL* são uma parte vital das plataformas de BI. Os dados têm de ser extraídos de diversas fontes, com etapas de pré-processamento, limpeza e agregação, possíveis transformações num formato consistente e, em seguida, carregados para um repositório central. As capacidades multiplataforma e multi-formato são essenciais.
- **Big Data & OLAP** - As plataformas de BI devem ser capazes de lidar com *Big Data*, ou seja: conjuntos de dados grandes, complexos e de crescimento rápido que podem exceder as capacidades dos sistemas tradicionais de processamento de dados, exigindo tecnologias e técnicas avançadas de processamento e armazenamento. Outro componente essencial relacionado é o OLAP uma abordagem

multidimensional da análise de dados que permite aos utilizadores realizar consultas complexas, interativas e em tempo real em armazéns de dados ou em marcos de dados, facilitando a exploração dinâmica dos dados, a identificação de tendências e o apoio à tomada de decisões.

- **Data Mining** - O *Data Mining* permite a descoberta de padrões ou conhecimentos a partir de grandes quantidades de dados armazenados num armazém de dados ou noutros tipos de bases de dados. Envolve a utilização de técnicas e algoritmos, incluindo abordagens de ML, para extrair informações e conhecimentos valiosos dos dados e para ajudar as organizações a tomar decisões informadas.

Com base nos cinco critérios de avaliação acima definidos, foi efetuada uma análise mais exaustiva das quatro plataformas selecionadas, que é apresentada na tabela seguinte.

Tabela 3.1: Avaliação das soluções *opensource* selecionadas com base nas métricas de *Business Intelligence* especificadas

Nome da Ferramenta	Métricas de comparação				
	Visualização & Dashboards	Relatórios <i>adhoc</i> *	Integração de dados	Big Data & OLAP	Data Mining
LinceBI	Fácil de utilizar com modelos e <i>wizard</i> ; Ligação a conteúdo externo; Competências técnicas não são necessárias; Permite alertas de notificação;	Fácil de construir com recursos <i>Drag & Drop</i> ; Modelos pré-construídos; Presença de filtros avançados; Agendar tarefas para execução automática	Múltiplas fontes de dados permitidas; Perfil de dados; Fácil implementação e automização; Integração com ferramentas de pré-processamentos de dados	Suporte para grandes volumes de dados, estruturados, semi-estruturados e não estruturados; Permite análise OLAP	Algoritmos de <i>Machine Learning</i> (Classificação, regressão, <i>Clustering</i> etc.); Múltiplos casos de utilização: sistemas de recomendação; previsão de vendas; segmentação, etc.
Knowage	<i>Dashboards</i> interativos e intuitivos; Grande variedade de <i>widgets</i> ; Permite alertas de notificação apenas na versão <i>enterprise</i> ;	Fácil de construir para utilizadores sem conhecimentos técnicos; Relatórios com alta qualidade; Agendar tarefas para execução automática	Múltiplas fontes de dados permitidas; Pré-processamento dos dados apenas na versão <i>enterprise</i>	Suporte para grandes volumes de dados, estruturados, semi-estruturados e não estruturados; Permite análise OLAP	Suporte para análise preditiva com algoritmos de <i>machine learning</i> Permite a manipulação dos dados com as linguagens de programação R e <i>Python</i>

Metabase	<i>Dashboards</i> interativos e intuitivos; Fácil de utilizar e compreender as ferramentas; Permite alertas de notificação;	Atualmente não suporta relatórios <i>adhoc</i>	Necessita de uma ferramenta externa como por exemplo o <i>Precog</i> para efetuar o tratamento dos dados;	Suporta grandes volumes de dados, apartir da integração com serviços de <i>datawarehouses</i> populares como, Google BigQuery, Amazon Redshift, Apache Druid etc. Permite análise OLAP	Atualmente não suporta análise preditiva.
Superset	<i>Dashboards</i> partilháveis e editáveis; Amplo conjunto de ferramentas de visualização de dados; Permite alertas de notificação	Atualmente não suporta relatórios <i>adhoc</i>	Necessita de uma ferramenta externa como por exemplo o <i>Precog</i> para efetuar o tratamento dos dados;	Suporta grandes volumes de dados, apartir da integração com vários serviços de <i>datawarehouses</i> como, Google BigQuery, Amazon Redshift, Panoply etc. Permite análise OLAP	Suporte para análise preditiva apartir de ferramentas externas como por exemplo o <i>MindsDB</i>

*Permitem criar rapidamente relatórios de acordo com as necessidades do cliente

As quatro plataformas foram instaladas, configuradas e testadas com alguns conjuntos de dados e analisadas em relação aos cinco critérios apresentados anteriormente.

Em termos de Visualização & *Dashboards* (painéis), todas as plataformas oferecem painéis interativos e intuitivos com uma grande variedade de *widgets*. Para relatórios *ad-hoc*, o *LinceBI* e o *Knowage* oferecem relatórios fáceis de construir com funcionalidades de arrastar e largar, modelos pré-construídos e tarefas de agendamento para execução automática. À data o *Metabase* e o *Superset* não suportam relatórios *ad-hoc*.

Para *ETL*, o *LinceBI* e o *Knowage* permitem a integração com múltiplas fontes de dados e suportam a definição de perfis de dados. O *Metabase* necessita de uma ferramenta externa, como o *Precog*, para efetuar o tratamento de dados, enquanto o *Superset* para além de necessitar de uma ferramenta externa para o tratamento de dados, não possui características de fácil implementação e automatização.

Relativamente a *Big Data & OLAP*, o *LinceBI* e o *Knowage* suportam grandes volumes de dados estruturados, semi-estruturados e não estruturados, juntamente com análise *OLAP*. O *Metabase* e o *Superset* suportam grandes volumes de dados através da integração com serviços externos de data warehousing e ambas as ferramentas permitem a análise *OLAP*.

Para a extração de dados, tanto o *LinceBI* como o *Knowage* oferecem suporte para análise preditiva com algoritmos de *ML*, permitindo a manipulação de dados com as linguagens de programação *R* e *Python*. O *Metabase*, não oferece esta funcionalidade e o *Superset* suporta análise preditiva com recurso a ferramentas externas como o *MindsDB*.

3.3.1 Discussão e seleção da ferramenta final

O *LinceBI* e o *Knowage* destacaram-se como os dois melhores candidatos para a solução final, uma vez que satisfaziam todos os critérios, sendo que o único aspeto em falta no *LinceBI* foi o suporte direto para as funcionalidades de *Data Mining*. Como alguns destaques a registar, o *LinceBI* foi considerado fácil de utilizar com modelos e assistentes pré-construídos. Esta plataforma permite alertas de notificação e oferece recursos *Drag and drop* para facilitar a criação de relatórios *ad-hoc*. Também suporta grandes volumes de dados estruturados, semi-estruturados e não-estruturados, com análise *OLAP* integrada. Além disso, oferece vários casos de utilização para sistemas

de recomendação e previsão.

De acordo com os respetivos critérios o *Knowage* foi a outra ferramenta que se destacou claramente das restantes. Esta plataforma revelou-se fácil de utilizar para construir componentes de visualização de dados com recursos *Drag and drop*. Tem modelos pré-construídos e filtros avançados e permite a integração de várias fontes de dados, a criação de perfis de dados, a fácil implementação de automação e a integração com ferramentas de pré-processamento de dados. Além disso, suporta grandes volumes de dados, análise OLAP e oferece vários algoritmos de ML, incluindo classificação, regressão e agrupamento.

Portanto, com base nos requisitos mencionados, o *LinceBI* e o *Knowage* foram classificados como as melhores opções em comparação com o *Superset* e o *Meta-base*. Tanto o *LinceBI* como o *Knowage* oferecem um conjunto mais abrangente de funcionalidades, tais como modelos e assistentes fáceis de utilizar, ligação a conteúdos externos, alertas de notificação para Visualização, Relatórios *Ad-hoc*, ETL, juntamente com suporte para mineração de dados.

A seleção final dos dois candidatos eleitos baseou-se numa análise cuidada das características, funcionalidades, usabilidade e documentação destas plataformas, durante testes precisos de implementação e integração com a plataforma *low-code*. No caso do *Knowage* foi considerada a melhor solução para integração total no DISME devido à sua extensa documentação e recursos de suporte, bem como à sua vasta gama de funcionalidades de integração.

O *LinceBI* foi rejeitado devido à falta de documentação e suporte fornecidos pelo fornecedor. Observou-se, por exemplo, que a equipa de suporte do *LinceBI* demorou mais de dois meses a responder a uma questão relacionada com a integração de um painel de testes numa aplicação web ¹, sem uma resposta clara e útil. Nomeadamente, não responderam como foi gerado o *URL* do painel para integração noutra aplicação. Esta ausência de documentação e de recursos de apoio dedicados a utilizadores não *premium* tornou o processo de integração complexo, prolongado e inviável.

A seleção do *Knowage* como a ferramenta de BI a integrar no DISME foi considerada uma escolha acertada, uma vez que a extensa documentação e os recursos de apoio desta solução tornaram o processo de integração suave e eficiente, com um tempo de implementação altamente reduzido em comparação ao *LinceBI*.

¹<https://support.lincebi.com/t/custom-dashboard-integration-in-web-application/286>

4

Especificação

Conteúdo

4.1	Análise dos <i>stakeholders</i> e requisitos	53
4.2	Arquitetura do sistema	62

Introdução

Este capítulo pretende fornecer conhecimentos técnicos sobre os passos necessários que asseguram informações importantes para as fases subsequentes do projeto, nomeadamente a implementação e testes.

Inicialmente foram identificados e especificados os requisitos funcionais e não funcionais do projeto, referindo os intervenientes e o seu papel no âmbito do projeto. Esta secção inclui ainda o refinamento dos requisitos mais importante e o seu agrupamento hierárquico. Na secção seguinte, foi apresentada e explicada em detalhe a arquitetura do sistema, que inclui três componentes principais, o *Knowage*, o *DISME* e o Elemento BI.

4.1 Análise dos *stakeholders* e requisitos

Nesta secção será aprofundada a análise dos *stakeholders* e dos requisitos do projeto, onde serão identificados e especificados os requisitos funcionais e não funcionais do sistema.

Para este efeito, na primeira fase do projeto foram realizadas uma série de reuniões com o orientador, para obter uma visão clara dos futuros intervenientes do sistema e discutidas as características que se esperava para o produto final. Conforme demonstrado anteriormente, foi também realizada uma revisão da literatura extensiva e detalhada para obter um conhecimento mais aprofundado na área e as suas aplicabilidades atuais, assim como analisadas e comparadas as soluções existentes à data, tanto gratuitas e *opensource* como comerciais. Estas tarefas permitiram determinar quais as características e funcionalidades mais importantes que a ferramenta BI integrada deveria ter.

A análise feita dos *stakeholders* do projeto, teve a finalidade de fornecer uma visão sucinta dos diferentes grupos e indivíduos que estão direta ou indiretamente envolvidos no projeto e as suas expectativas. Este estudo foi fundamental para assegurar que o produto final satisfizesse as necessidades destes intervenientes.

Na fase de análise dos requisitos foi avaliado em detalhe o problema a ser solucionado. Inicialmente, foi efetuada a elicitação geral dos requisitos com o orientador, de seguida procedeu-se a um refinamento detalhado e o agrupamento hierárquico dos mesmos. Posteriormente, fez-se a revisão destes requisitos e definiu-se os requisitos não funcionais.

Os requisitos funcionais delinearão o que o sistema deve fazer para satisfazer as necessidades e expectativas das partes interessadas. Estes permitiram fornecer uma compreensão clara da funcionalidade que deve ser incluída no sistema e do que este deve ser capaz de realizar.

Por outro lado, os requisitos não funcionais descrevem as qualidades e restrições que o sistema deve satisfazer. Estes requisitos dizem respeito ao modo como o sistema deve funcionar e não ao que deve fazer. Neste projeto foram avaliados diferentes fatores, tais como segurança, desempenho, escalabilidade, e usabilidade.

4.1.1 *Stakeholders*

Os *stakeholders* desempenham um papel crucial no desenvolvimento de qualquer projeto. Estes representam os vários grupos ou indivíduos que têm um interesse no resultado do produto final.

Compreender as necessidades e expectativas das partes interessadas é importante para assegurar o sucesso e a sustentabilidade do projeto, assim como auxiliar e alinhar as metas e objetivos com as expectativas destes principais intervenientes.

Entre os vários *stakeholders* identificados, inicialmente temos os **clientes**. No caso do sistema desenvolvido, estes estão representados pelo *eelab*, uma vez que foi a entidade que destinou o projeto desenvolvido no âmbito desta tese. Estes intervenientes requeriam um sistema que satisfizesse as suas necessidades e lhes proporcionasse valor, a partir dos dados por eles fornecidos.

O **proprietário do produto**, representado pelo mesmo autor desta tese. Este interveniente foi responsável pela entrega de um produto de alta qualidade aos clientes e pela garantia de que o sistema cumprisse os padrões exigidos.

O **desenvolvedor**, sendo o mesmo autor desta tese, desempenhou o papel inerente ao desenvolvimento do sistema, sendo o responsável pelo desenvolvimento do código que o implementa, testando-o e assegurando que o mesmo cumpre os requisitos elicitados.

A **equipa de teste**, composta pelo mesmo autor desta tese, três colaboradores da CMF e dois utilizadores externos, foi responsável por assegurar que o sistema cumprisse os padrões exigidos e que funcionasse como esperado. Adicionalmente também foi responsável pela realização de vários testes, incluindo testes unitários, funcionais e de usabilidade, para assegurar que o sistema cumpre os padrões de qualidade.

O **gestor do projeto**, que neste caso é o orientador da tese, foi responsável por supervisionar o projeto e assegurar que este fosse concluído a tempo, dentro dos prazos estabelecidos e de acordo com as normas exigidas. Sendo também responsável por comunicar com as partes interessadas e assegurar que as suas necessidades e requisitos fossem satisfeitos.

Os **fornecedores** de tecnologia, representados pelo *eelab*, foram responsáveis por fornecer a tecnologia e a infraestrutura necessária para apoiar o desenvolvimento e a implementação do sistema. Estas partes interessadas desempenharam um papel importante na garantia de que o sistema fosse robusto, escalável e seguro.

Finalmente, o **regulador**, representado pelo gestor de desenvolvimento de projetos do *eelab*. Apesar de não participar no projeto, este seria responsável por assegurar que o sistema cumprisse os requisitos regulamentares e as leis relevantes, como o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD) antes de entrar em produção.

Em geral, todas as partes envolvidas são diversas e multifacetadas e cada parte interessada desempenhou um papel importante na garantia do sucesso do projeto. A análise dos requisitos do sistema teve de ter em conta as necessidades e requisitos de todos os intervenientes para assegurar que o sistema satisfizesse as suas necessidades e lhes fornece valor.

4.1.2 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais descrevem o comportamento do sistema numa série de condições específicas. Por outras palavras, refere o que o sistema deve fazer em termos de tarefas e serviços. Estes requisitos encontram-se organizados de acordo com a interação dos utilizadores finais com o sistema e foram identificados de forma hierárquica, para uma melhor perceção da sua utilidade no sistema, assim como as suas dependências.

1 Requisitos de interação utilizador/sistema

- 1.1 O sistema deverá permitir que os utilizadores visualizem todos os elementos dos painéis BI criados.
- 1.2 O sistema deverá fornecer aos utilizadores a capacidade de visualizar detalhes de todos os painéis, incluindo nome, descrição, tipo, *engine* (ferramenta BI) e data de criação.
- 1.3 O sistema deverá ter a capacidade de abrir painéis em um *pop-up* modal.

- 1.4 O sistema deverá permitir que os utilizadores colem elementos BI para cada utilizador DISME.
- 1.5 O sistema deverá permitir que os utilizadores visualizem todas as ferramentas BI adicionadas.
- 1.6 O sistema deverá permitir que os utilizadores visualizem os painéis de todas as ferramentas BI.
- 1.7 O sistema deverá fornecer aos utilizadores uma representação visual dos dados em todos os painéis.
- 1.8 O sistema deverá permitir que os utilizadores personalizem a visualização de qualquer painel.
- 1.9 O sistema deverá permitir que os utilizadores guardem as suas personalizações para uso futuro.
- 1.10 O sistema deverá fornecer aos utilizadores a capacidade de partilhar os painéis com outros via *email* ou *link* partilháveis.
- 1.11 O sistema deverá permitir que os utilizadores imprimam os painéis em um formato claro e legível.
- 1.12 O sistema deverá fornecer uma funcionalidade para que os utilizadores exportem os dados de um painel para um formato *CSV*, *Excel* ou outro.
- 1.13 O sistema deverá fornecer aos utilizadores a capacidade de descarregar imagens ou representações visuais dos dados em um painel.
- 1.14 O sistema deverá permitir que os utilizadores façam *zoom in e out* nos dados em um painel do tipo "mapa".

2 Requisitos de interação administrador/sistema

- 2.1 O sistema deverá fornecer um painel de controlo de administrador para gerir todos os elementos BI.
- 2.2 O sistema deverá exibir um contador de todos os elementos BI adicionados.
- 2.3 O sistema deverá fornecer a capacidade de integrar completamente elementos BI.
- 2.4 O sistema deverá exibir diferentes tipos de elementos BI.
- 2.5 O sistema deverá exibir todas as ferramentas BI.

- 2.6 O administrador deverá ter a capacidade de visualizar, editar e eliminar qualquer painel do elemento BI integrado.
- 2.7 O administrador deverá ter a capacidade de visualizar, editar e eliminar qualquer painel do elemento BI totalmente integrado.
- 2.8 O sistema deverá fornecer a capacidade de visualizar, editar e eliminar as ferramentas BI adicionadas.
- 2.9 O elemento BI totalmente integrado deverá permitir gerir os utilizadores a partir do perfil de administrador.

3 Requisitos de interação utilizador/Elemento BI totalmente Integrado

- 3.1 O sistema deverá permitir aos utilizadores efetuar login no elemento BI totalmente integrado diretamente no DISME.
- 3.2 O sistema deverá fornecer permissões diferentes para diferentes utilizadores no elemento BI totalmente integrado.
- 3.3 O sistema deverá permitir aos utilizadores visualizar todos os painéis do elemento BI totalmente integrado.
- 3.4 O sistema deverá fornecer aos utilizadores a capacidade de visualizar detalhes de todos os painéis, incluindo nome, descrição, tipo, ferramenta BI e data de criação.
- 3.5 O sistema deverá fornecer uma ferramenta de análise de dados para os conjuntos de dados de cada painel do elemento BI totalmente integrado.
- 3.6 O sistema deverá permitir aos utilizadores criar dinamicamente painéis a partir do elemento BI totalmente integrado.
- 3.7 O sistema deverá fornecer a capacidade de editar dinamicamente todas as componentes do painel a partir do elemento BI totalmente integrado.
- 3.8 O sistema deverá permitir aos utilizadores guardar painéis do elemento BI totalmente integrado na base de dados desse elemento.

4 Requisitos de interação utilizador/Ferramenta de análise de dados

- 4.1 O sistema deverá ter propriedades avançadas de filtragem.
 - 4.1.1 O sistema deverá ter capacidade de paginação.
 - 4.1.2 O sistema deverá ter capacidade de ordenação dos dados.

- 4.1.2.1 O sistema deverá ordenar os dados por ordem alfabética.
- 4.1.2.2 O sistema deverá ordenar os dados por ordem numérica.
- 4.1.3 O sistema deverá mostrar os registos presentes.
 - 4.1.3.1 O sistema deverá mostrar todos os registos.
 - 4.1.3.2 O sistema deverá mostrar os registos filtrados.
- 4.1.4 O sistema deverá ter a capacidade de pesquisa instantânea de toda a informação registada.
- 4.1.5 O sistema deverá ter a capacidade de pesquisa instantânea personalizada para campos específicos.
 - 4.1.5.1 O sistema deverá permitir visualizar os filtros ativos.
 - 4.1.5.2 O sistema deverá permitir remover os filtros ativos.
 - 4.1.5.3 O sistema deverá efetuar a contabilização automática dos dados.
- 4.1.6 O sistema deverá permitir uma consulta dinâmica dedicada.
 - 4.1.6.1 O sistema deverá permitir adicionar parâmetros de filtragem para cada consulta (texto, número e datas).
 - 4.1.6.2 O sistema deverá permitir adicionar parâmetros de filtragem para cada consulta (texto, número e datas).
 - 4.1.6.3 O sistema deverá permitir múltiplas consultas em simultâneo.
 - 4.1.6.4 A consulta dinâmica deverá filtrar os dados em tempo real.
- 4.1.7 O sistema deverá permitir alterar a visibilidade de colunas de dados.
 - 4.1.7.1 O sistema deverá permitir ocultar ou exibir colunas.
 - 4.1.7.2 O sistema deverá permitir reordenar as colunas.
 - 4.1.7.3 O sistema deverá salvar as preferências de exibição de colunas para cada utilizador.
- 4.1.8 O sistema deverá ter a capacidade de exportar os dados.
 - 4.1.8.1 O sistema deverá permitir exportar os dados para diferentes formatos de ficheiro (*Excel e PDF*).
 - 4.1.8.2 O sistema deverá permitir exportar apenas os registos selecionados.

4.1.3 Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais definem o que o sistema deverá fazer. Ou seja, não interferem diretamente no desenvolvimento do sistema. Têm como objetivo atender a requisitos do sistema, que não são requisitos funcionais (não se referem a funcionalidades do negócio), mas que fazem parte do seu escopo. Estes requisitos dizem respeito a como as funcionalidades serão entregues ao utilizador do software.

Foi verificado como necessário especificar estes requisitos, pois são tão importantes quanto os requisitos funcionais ou regras de negócio e têm um papel fundamental para o sucesso do produto final. Estes requisitos foram abordados com base em diferentes categorias (desempenho, segurança, usabilidade, disponibilidade, interoperabilidade, compatibilidade, flexibilidade, confiabilidade, Hardware e software, robustez e padrões), porém foram especificados naquelas, que segundo o âmbito do projeto, foram consideradas as prioritárias (desempenho, segurança, usabilidade, compatibilidade, Hardware e software). Tal como os requisitos funcionais foram identificados por identificadores de forma hierárquica, para uma melhor percepção da sua utilidade no sistema, assim como as suas respetivas dependências.

Desempenho

Estes requisitos correspondem às necessidades da infraestrutura para garantir que o sistema funcione sem lentidão, sem problemas por falta de espaço em disco ou com outras ocorrências que impactem na qualidade de uso do sistema.

1.1. Tempo de resposta da página de *login*: tempo máximo de 2 segundos para carregamento da tela de login.

1.2. Tempo de resposta da página de pesquisa: tempo máximo de 2 segundos para exibição dos resultados da pesquisa de documentos/painéis.

1.3. Taxa de atualização em tempo real: as informações dos documentos/painéis devem ser atualizadas em tempo real com o máximo de 5 segundo de atraso.

1.4. O sistema deverá permitir a limitação da taxa de transferência de dados.

1.5. Conectividade de rede: velocidade de rede de pelo menos 100MB para garantir acesso satisfatório ao sistema.

Segurança

Os requisitos de segurança correspondem às definições sobre as regras de segurança que o sistema deverá suportar.

2.1. Autenticação de utilizadores: o sistema deve exigir que os utilizadores forneçam nome de utilizador e senha antes do acesso às funcionalidades da ferramenta de BI integrada.

2.2. Autorização de acesso baseada em perfis: o sistema deve controlar o acesso às informações sensíveis dos documentos/painéis com base nas permissões de acesso atribuídas a cada perfil de utilizador.

2.3. Criptografia de dados sensíveis: todos os dados sensíveis dos utilizadores devem ser encriptados antes de serem armazenados no sistema e durante a transmissão na rede.

2.4. Armazenamento seguro de dados: o sistema deve armazenar os dados sensíveis dos utilizadores e dos documentos/painéis em servidores seguros, protegidos por *firewall* e outros mecanismos de segurança de rede.

Usabilidade

Trata-se dos requisitos voltados à facilidade de compreensão e utilização do sistema.

3.1. O sistema deve ser fácil de navegar com uma interface intuitiva.

3.2. O sistema deve ser fácil de usar não exigindo formação prévia para o utilizador.

3.3. As funcionalidades do sistema devem ser claras com fácil acesso.

3.4. O sistema deve ser acessível de utilizar para utilizadores com diferentes níveis de habilidade técnica.

3.5. O sistema deve fornecer *feedback* claro ao utilizador sobre as ações realizadas.

3.6. O sistema deve permitir ao utilizador facilitar a acessibilidade aos painéis adicionados a partir de uma componente de coleção.

3.7. O sistema deve permitir que o utilizador possa facilmente corrigir erros durante o uso.

Compatibilidade

Nestes requisitos, são especificadas quais as compatibilidades necessárias para a execução do sistema.

6.1. O sistema deve ser compatível com os navegadores web, *Google Chrome*, *Mozilla Firefox*, *Microsoft Edge*, *Apple Safari*, *Opera*.

6.2. O sistema deve ser compatível com qualquer resolução de tela.

6.3. O sistema deve ser compatível com os sistemas operativos, Windows, Linux, macOS.

6.4. O sistema deve ser compatível para dispositivos *desktop*, *laptop*, *tablet* e *smartphone*.

6.5. O sistema deve ser compatível com as necessidades e expectativas dos utilizadores, incluindo acessibilidade e usabilidade.

Hardware e Software

Nestes requisitos são especificados o hardware onde o sistema deverá ser instalado, assim como o seu nível de processamento, consumo de memória, conexões, base de dados necessária e tipo de dispositivo que o software pode ser instalado.

7.1. O sistema deve ter requisitos mínimos de *hardware* claramente definidos, incluindo *CPU*, *RAM* e espaço em disco.

7.2. O sistema deve ser projetado para funcionar com uma ampla variedade de navegadores web, incluindo *Google Chrome*, *Mozilla Firefox* e *Safari*.

7.3. O sistema deve fornecer suporte ao uso de dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*.

7.4. O sistema deve ser projetado para funcionar em base de dados relacional, nomeadamente o *MySQL*.

7.5. O sistema deve ser projetado para ser escalável, permitindo a adição de mais hardware para acompanhar o crescimento do uso do sistema.

4.2 Arquitetura do sistema

A arquitetura do sistema desenvolvido é composta por três componentes: *Knowage*, *DISME* e *BI Element*. A componente *Knowage* é a principal ferramenta de BI, selecionada e integrada no sistema, esta é responsável pela criação de relatórios e painéis, análise de dados, visualização de informações etc. O *DISME* é a plataforma *low-code* onde o sistema de gestão das funcionalidades de BI foi implementado. A componente BI Element representa a possível ferramenta de BI integrada ao sistema, responsável por fornecer novas funcionalidades de BI.

A arquitetura em camadas utilizada, permite a separação das preocupações, tornando mais fácil compreender cada uma e alinhando melhor os requisitos empresariais com a implementação técnica. Cada camada pode ser desenvolvida, testada e mantida independentemente, facilitando a gestão e modificação do sistema ao longo do tempo. Estas podem também ser substituídas ou atualizadas sem afetar outras camadas, o que facilita a evolução do sistema à medida que surgem novas exigências.

Nesta secção, serão inicialmente abordados de forma geral, os módulos da ferramenta de BI selecionada, uma vez que permitem obter um conhecimento mais fundamentado do funcionamento desta ferramenta e como interage com o sistema desenvolvido. De seguida, será analisada a arquitetura geral do sistema, incluindo a interação entre as camadas e como cada uma delas contribui para o seu funcionamento. Posteriormente, será explicada a arquitetura detalhada com as respetivas tecnologias utilizadas, onde será incluída uma visão mais aprofundada sobre as ferramentas e tecnologias empregadas em cada camada.

4.2.1 Módulos da ferramenta selecionada

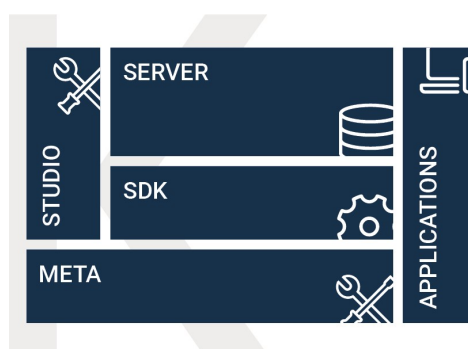


Figura 4.1: Módulos do Knowage [2]

A figura acima representa os diferentes módulos que compõem o *Knowage Suite*. Com base na documentação oficial [2] estes módulos incluem o *Knowage Server*, *Knowage Meta*, *Knowage Studio*, *Knowage Software development kit (SDK)*, e *Knowage Applications*. Embora cada um destes módulos tenha um propósito único e um utilizador alvo, o foco será no *Knowage Server* do ponto de vista de um administrador.

O *Knowage Server* é o núcleo da suite e fornece todas as características analíticas e funcionalidades administrativas. É uma solução de nível empresarial para BI, suportando todo o ciclo de vida do projeto e gerindo arquiteturas de segurança, escalabilidade e alta disponibilidade. Compreender como funciona o *Knowage Server* é essencial para a utilização eficaz do sistema desenvolvido. Portanto, esta secção é crucial para proporcionar uma melhor compreensão de como o *Knowage* funciona e de como utilizá-lo em todo o seu potencial.

- **Knowage Server** - O núcleo do Knowage, que inclui todas as características analíticas. Este é o ambiente de referência para o utilizador final e para o administrador.
- **Knowage Meta** - O ambiente de apoio à criação e gestão de modelos de metadados. Este módulo foi concebido para programadores de BI.
- **Knowage Studio** - O ambiente que permite aos programadores de BI configurar análises e características analíticas relacionadas que são depois libertadas e disponibilizadas ao utilizador final no Servidor.
- **Knowage SDK** - Um conjunto de Application Programming Interface (API) em conformidade com a Service-oriented architecture (SOA), permitindo que aplicações externas interajam com o Servidor *Knowage* e os seus metadados.
- **Knowage Applications** - Um conjunto de modelos analíticos prontos a utilizar em domínios empresariais específicos.

Em suma, o *Knowage Server* é o módulo principal da suite de BI, que prevê toda a potência analítica do produto e todas as funcionalidades administrativas. Ele representa uma solução de nível empresarial para BI, suportando todo o ciclo de vida do projeto, gerindo a segurança e garantindo escalabilidade, *clustering* e alta disponibilidade. Além disso, é a referência principal para todos os utilizadores e usos potenciais. Adicionalmente esta ferramenta, lidera a tendência de desenvolvimento em termos de recursos, serviços e modelos de entrega.

4.2.2 Arquitetura geral

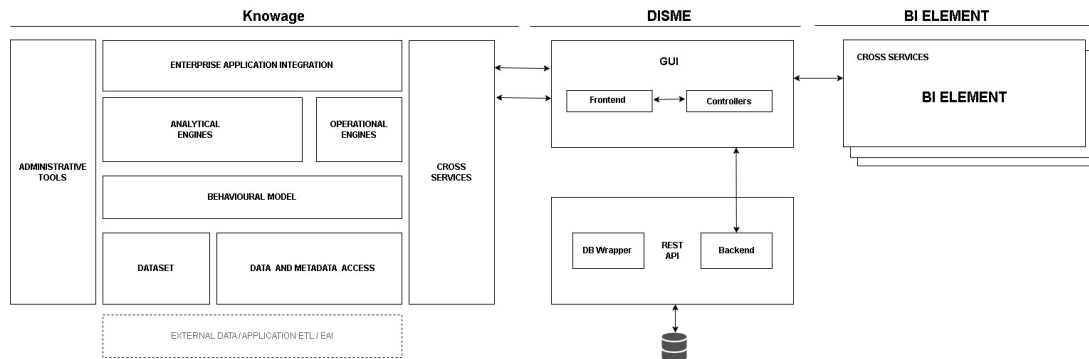


Figura 4.2: Arquitetura geral do sistema

Conforme ilustra a figura, a arquitetura estruturada para o sistema, é uma arquitetura em camadas constituída por três módulos principais: *Knowage*, *DISME*, e *Bi Element*. Este tipo de arquitetura é amplamente utilizada no desenvolvimento de *software* devido às suas numerosas vantagens, tais como a escalabilidade, a capacidade de manutenção e a flexibilidade.

- O *Knowage* foi a solução selecionada como a principal ferramenta de BI integrada no sistema. Tendo por base a documentação oficial desta solução [2] a sua arquitetura é também uma arquitetura em camadas. A camada de entrega "*Enterprise Application Integration*" gere todas as utilizações possíveis do servidor por utilizadores finais ou aplicações externas. A camada analítica, que inclui "*Analytical Engines*", "*Operational Engines*" e "*Behavioural Model*" fornece todas as funcionalidades analíticas do produto, enquanto a camada de dados "*Dataset*" e "*Data and Metadata Access*" regula o carregamento de dados através de várias estratégias de acesso.
- O *DISME*, representa a plataforma *low-code* onde o sistema foi desenvolvido, esta está dividida em duas camadas - Graphical user interface (GUI) e Representational State Transfer (REST) API, com comunicação à base de dados. A camada GUI é responsável pelo *frontend* e pelos controladores, enquanto a camada REST API é composta pelo *DB Wrapper* e o *Backend*.
- O módulo final da arquitetura é o *BI Element*, que representa as outras ferramentas de BI integradas no sistema. Este módulo permite a integração de múltiplas ferramentas de BI, fornecendo um conjunto alargado de funcionalidades.

A arquitetura do sistema desenvolvido oferece várias vantagens. A sua estrutura modular permite a escalabilidade, facilitando a adição de novas funcionalidades ou a realização de modificações sem afetar todo o sistema. A separação das "preocupações" entre as camadas permite a manutenção, facilitando a localização e correção de bugs ou problemas. Além disso, a utilização de diferentes camadas proporciona flexibilidade, permitindo alterações numa camada sem afetar as outras. Em geral, esta arquitetura fornece uma solução robusta e eficiente para a gestão de funcionalidades de BI na plataforma *low-code DISME*.

4.2.3 Arquitetura detalhada com as tecnologias

Esta secção fornece a descrição detalhada da arquitetura detalhada do sistema ilustrada na figura abaixo (fig. 4.3), composta por três módulos o *Knowage*, *DISME* e *BI Element*.

Inicialmente, será explicada a arquitetura do módulo *Knowage*, que está dividida em três camadas, a camada de entrega, a camada analítica, e a camada de dados. Cada camada executa um conjunto distinto de funções, proporcionando um acesso seguro a todas as capacidades analíticas. O módulo *DISME* onde o sistema de gestão foi desenvolvido e a maneira como este se comunica com os restantes módulos. Esta arquitetura baseia-se numa abordagem em camadas, que separa responsabilidades e facilita a manutenção e evolução do sistema. Por fim, o módulo *BI Element* permite a integração com outras ferramentas BI usando o mecanismo inline Frame (iFRAME).

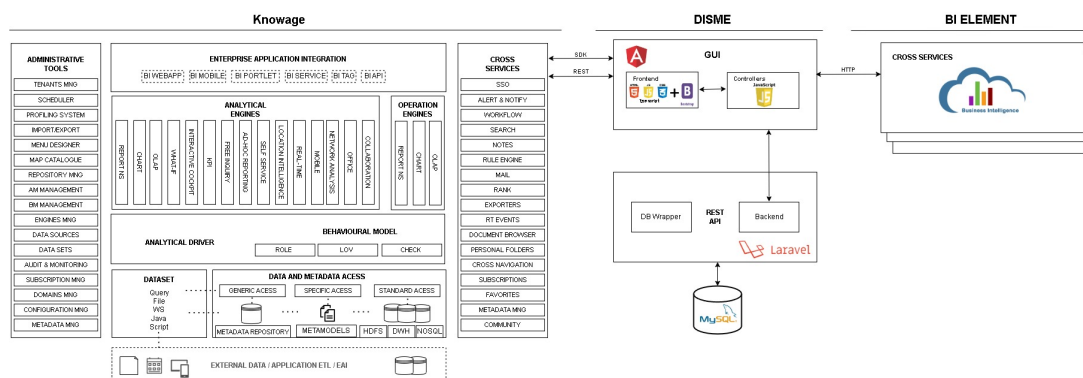


Figura 4.3: Arquitetura detalhada do sistema com as tecnologias utilizadas

Knowage

Segundo a documentação oficial [2], o módulo *Knowage* está dividido em três camadas: a camada de entrega, a camada analítica e a camada de dados.

- **Camada de entrega** - Esta camada é responsável pela publicação de todas as análises de BI. Pode ser acedida de várias maneiras, inclusive através de uma aplicação *web* ou dispositivos móveis, com vistas personalizáveis para cada tipo de utilizador. O Serviço de *BI* e a *BI Tag* também permitem que as aplicações externas interajam com os componentes do *Knowage*. Além disso, a *BI API* permite a integração com aplicações empresariais.
- **Camada analítica** - A camada analítica do Servidor é a parte central que fornece acesso seguro a todas as capacidades analíticas. Inclui motores analíticos e operacionais, um modelo comportamental, e múltiplas soluções para cada requisito analítico. Esta camada oferece alta flexibilidade, escalabilidade e modularidade, com impacto mínimo nos ambientes existentes. O modelo comportamental controla a visibilidade dos dados com base nas funções do utilizador.

Para além disso, os motores analíticos fornecem várias ferramentas para diferentes tipos de análise, enquanto que os motores operacionais tratam de registos BI básicos e interagem com os sistemas Online transaction processing (OLTP).

A lógica e arquitetura do *Knowage* oferecem vários benefícios, incluindo carga de trabalho limitada, abertura para melhoramento ou extensão, e alto desempenho.

- **Camada de dados** - Os produtos *Knowage* oferecem uma ferramenta ETL para carregar dados na camada de dados, que armazena dados e metadados. O *Knowage* pode aceder a *datawarehouses* através de ligações Java Database Connectivity (JDBC) ou metamodelos construídos através do *Knowage Meta*. Pode também aceder a fontes de dados Big Data e NoSQL. Os metadados são armazenados num repositório privado utilizando tecnologia *Hibernate* e incluem informação técnica, metadados empresariais, e registo de metamodelos.

O *Knowage* adota uma abordagem evolutiva e permite aos utilizadores adaptar as suas características de acordo com as suas necessidades específicas ao longo do tempo. Para além disso garante segurança e consistência através do seu modelo de comportamento independente. Tendo em conta, que a sua lógica distribuída permite

a distribuição da carga de trabalho em múltiplos servidores, assegurando a escalabilidade linear do sistema.

A seguinte lista abrange as funcionalidades analíticas e operacionais, ferramentas de administração e serviços cruzados do Knowage.

- **Funcionalidades analíticas e operacionais** - O servidor do Knowage fornece muitas características analíticas, juntamente com a capacidade de interagir com sistemas operativos. O servidor utiliza ETL para carregamento contínuo de dados e movimento interno de dados, e pode também utilizar processos externos para interação bidirecional com sistemas operativos. Além disso, permite a gestão manual de dados de domínio, através de dados-mestre.
- **Ferramentas administrativas e serviços cruzados** - O *Knowage Server* oferece ferramentas administrativas para apoiar os programadores, "testers" e administradores com diversas características, tais como, programação, importação/exportação e configuração de fontes de dados, bem como serviços multi-produto, incluindo *login* único, alerta e notificação, e ferramentas de colaboração.

Outras funcionalidades desta ferramenta incluem a conceção de menus, gestão de repositórios e metadados, análise de auditoria e monitorização e gestão de comunidades.

DISME

A arquitetura do módulo DISME, onde o sistema de gestão foi desenvolvido, é baseada em uma abordagem em camadas, que visa separar as responsabilidades e facilitar a manutenção e a evolução do sistema.

A primeira camada é o GUI que é responsável por apresentar as informações e interagir com os utilizadores finais. O GUI é desenvolvido usando Angular, uma plataforma *web* que permite criar aplicações dinâmicas e reativas usando *HTML5*, *CSS3*, *Typescript* e *Bootstrap*. O GUI se comunica com o *controller*, que é um *script Javascript* que controla o fluxo de dados entre o GUI e a REST API.

A segunda camada é a REST API que é responsável por prover os serviços de negócio e acesso aos dados do sistema. A REST API é composta por dois componentes: o *backend* e o *DB Wrapper*. O backend é um conjunto de classes PHP que implementam a lógica de negócio do sistema usando o Laravel. O *DB Wrapper* é uma camada de abstração que permite acessar os dados armazenados na base de dados

MySQL usando o *Eloquent* Object-Relational Mapping (ORM), uma ferramenta que mapeia os objetos PHP para as tabelas SQL.

A terceira camada é a base de dados *MySQL* que é responsável por armazenar os dados persistentes do sistema. O *MySQL* é o sistema gestão de base de dados relacional utilizado, dado que oferece alta performance, segurança e flexibilidade.

Além destas três camadas principais, o *DISME* também se integra com outras ferramentas externas para fornecer funcionalidades adicionais ao sistema. Uma delas é o *Knowage Suite*, a ferramenta totalmente integrada no sistema, através do seu *SDK* e da *REST API*, que permitem interagir com os recursos desta ferramenta BI de forma programática.

Adicionalmente o *DISME* possibilita a integração de outras ferramenta BI, representadas por BI *Element*. Esta capacidade é possível através do Uniform Resource Locator (URL) automaticamente gerado pela respetiva ferramenta, que pode ser integrado ao sistema via *iFRAME*, um elemento HyperText Markup Language (HTML) que permite incorporar outra página web dentro da página atual, através do protocolo Hypertext Transfer Protocol (HTTP), que é o padrão usado para transferir dados na web.

BI ELEMENT

O módulo *Bi Element* é uma componente do sistema que amplia as possibilidades de integração com outras ferramentas BI para além do *Knowage*, esta integração é realizada usando o mecanismo de *iFRAME* pelo protocolo HTTP, conforme ilustra a fig. 4.3.

O objetivo deste módulo é oferecer aos utilizadores finais mais opções e flexibilidade na hora de criar e visualizar gráficos e relatórios, usando dados provenientes de diferentes fontes. O módulo *Bi Element* também facilita a integração de ferramentas BI que não possuem uma API ou um SDK disponíveis para interagir com o sistema.

Para utilizar este módulo, de uma forma geral, o utilizador necessita seguir os seguinte passo: 1- Escolher uma ferramenta BI externa que seja compatível com o sistema e que gere um URL para acessar os recursos criados pela ferramenta; 2- Criar um gráfico ou um relatório usando a ferramenta BI externa e copiar o URL gerado pela ferramenta; 3- Acessar o módulo *Bi Element* no sistema e colar o URL no campo correspondente; 4- Visualizar o gráfico ou o relatório incorporado ao sistema via *iFRAME*.

5

Implementação

Conteúdo

5.1	Desenvolvimento e evolução do protótipo: Do descartável à solução final	69
5.2	Painel de controlo	71
5.3	Componentes de gestão	73
5.4	Componentes de visualização	80
5.5	Componente de coleção	85
5.6	Componente de análise de dados	86

Introdução

O desenvolvimento de uma aplicação baseada na *web* é um processo complexo e multifásico que requer uma compreensão profunda do público-alvo, do problema que a aplicação está a resolver e das tecnologias mais recentes. O resultado deste processo é uma aplicação que não só é útil como também proporciona uma interface de fácil utilização e que pode ser facilmente personalizada [99].

Nesta fase de desenvolvimento, procedeu-se à conceção da interface do sistema, que teve como objetivo garantir um elevado nível de conforto para o utilizador e uma interface de fácil utilização. Foram aplicadas as tendências de design atuais, como o design responsivo, de forma a tornar a aplicação acessível a partir de qualquer dispositivo, seja um computador, *tablet* ou *smartphone*. Além disso, foi adotada a estrutura de codificação do *DISME* para garantir total conformidade com o desenvolvimento das outras componentes desta plataforma.

Neste capítulo será explicado o desenvolvimento e evolução dos protótipos, desde a versão descartável à solução final. Nas secções seguintes serão apresentados os resultados do desenvolvimento e implementação do sistema. Estes resultados serão demonstrados através de "*prints*", de modo a proporcionar uma representação visual objetiva das diferentes funcionalidades. Adicionalmente, será dada uma explicação genérica dos resultados, destacando as principais características do sistema e a forma como contribuem para o processo de BI.

5.1 Desenvolvimento e evolução do protótipo: Do descartável à solução final

Inicialmente deu-se início à criação de um protótipo descartável (apêndice C.1), com o propósito de assegurar uma compreensão mais clara dos requisitos iniciais e dissipar eventuais dúvidas acerca da interação dos utilizadores com as funcionalidades de BI. Com base no protótipo descartável, foi então desenvolvida a versão inicial do protótipo funcional (apêndice C.2), com o objetivo de criar uma aplicação simples destinada exclusivamente a testar a integração das ferramentas de BI no *DISME*.

Após uma nova discussão e clarificação dos objetivos para a solução final, deu-se início ao desenvolvimento da versão 2 do protótipo funcional (apêndice C.3). Esta implementação revelou-se uma das fases mais desafiadoras e exigentes do projeto,

uma vez que o resultado final visava a criação de um sistema semelhante à versão final a ser implementada no DISME porém com requisitos adicionais, tais como perfis de administrador e membros. Na versão final do sistema implementado no DISME, estes requisitos não foram incluídos, pois é pretendido que no futuro o DISME possua uma componente própria para a gestão de utilizadores e permissões de acesso.

Após a validação da versão 2 do protótipo funcional pelo orientador, foram destacadas as seguintes alterações:

1. Utilizar apenas a versão mais recente do DISME.
2. Adicionar as tabelas `bi_element_text`, `bi_element_type`, `bi_element_type_text`, `bi_element_colletion` à base de dados.
3. Alterar os nomes das tabelas na base de dados.
4. Utilizar exclusivamente a estrutura de código do DISME.
5. Utilizar a codificação base64 para todas as pré-visualizações das imagens.
6. Adicionar a possibilidade de terminar sessão do *Knowage* a partir do DISME.
7. A API do *Knowage* deverá enviar os dados em Português.
8. Obter os dados de criação dos documentos do *Knowage* diretamente da base de dados.
9. Integrar strings e interfaces de texto para a conversão entre idiomas.
10. Incluir paginação nas componentes de visualização.
11. Adicionar o *plugin datatables* e as suas extensões na visualização dos conjuntos de dados a partir do DISME.

Para dar início ao processo de desenvolvimento do sistema de gestão no DISME, foram inicialmente analisadas as alterações discutidas para esta fase, nomeadamente os pontos 2 e 4, uma vez que essas alterações exigiram uma mudança drástica na estrutura do código implementado na versão 2 do protótipo.

Depois de compreender claramente como cada uma dessas alterações seria aplicada, deu-se início à implementação do sistema de gestão no DISME. Esta fase revelou-se a mais exigente de todo o processo de trabalho desta tese, pois além das

alterações laboriosas e exigentes que se aproximavam, foi necessário implementar o projeto desde o início, seguindo estritamente a estrutura do código utilizada no DISME, assim como a implementação dos requisitos em falta, como o caso da utilização da REST API do Knowage para obter todos os dados de um documento e aprofundar a integração do *Knowage* no DISME.

Após a finalização das principais modificações e a implementação de todos os requisitos ausentes, a versão final do sistema no DISME foi submetida a uma demonstração funcional ao orientador, sido posteriormente sujeita a pequenos refinamentos no que concerne a questões de usabilidade da interface. Estando estas etapas concluídas, o projeto foi aprovado para testes de usabilidade com os clientes, conforme descrito no capítulo 6.

5.2 Painel de controlo

O painel de controlo assume um papel primordial como componente central do sistema, proporcionando ao utilizador a capacidade de aceder e gerir todas as funcionalidades disponíveis no *Knowage*, com base em suas próprias credenciais de acesso. Além disso, oferece uma navegação facilitada pelas diversas componentes de gestão, abrangendo tanto os elementos BI adicionados como os elementos nativos do *Knowage*.

Por meio do formulário de *login*, o acesso ao *Knowage* é protegido e garante a segurança e a privacidade dos dados e informações armazenados nesta ferramenta. Através de um sistema de autenticação robusto, apenas utilizadores autorizados obtêm permissão para acessar áreas específicas e funcionalidades relevantes para suas tarefas e responsabilidades.

5.2.1 Widgets e formulário de login

Os quatro *widgets* do painel de controlo exibem os valores totais de elementos BI integrados, elementos BI do *Knowage* integrados, os tipos de elementos BI adicionados e a quantidade de ferramentas BI disponíveis.

O primeiro *widget*, fornece uma visão geral da capacidade de integrar múltiplas ferramentas de BI. O segundo *widget*, destaca a capacidade do sistema em aproveitar o poder do *Knowage* e a sua total integração no sistema para a criação e gestão das

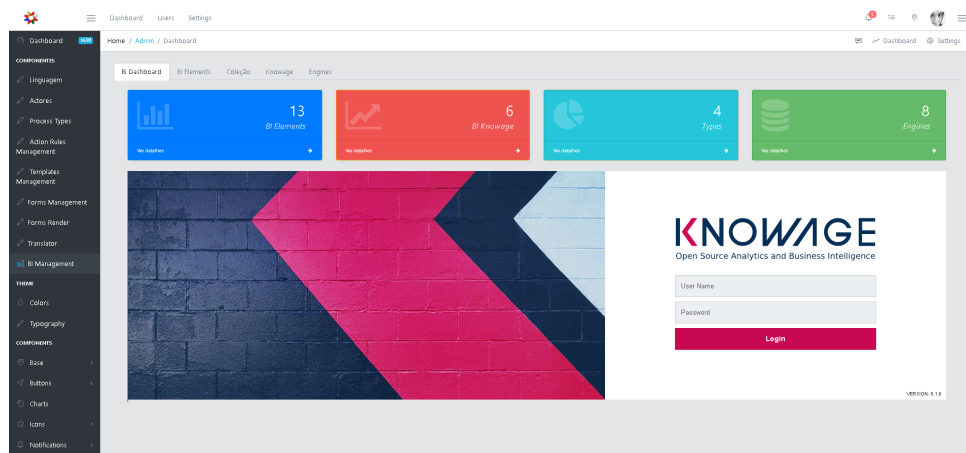


Figura 5.1: Painel de controlo com formulário de login

suas funcionalidades BI. O terceiro *widget*, que exibe os tipos de elementos de BI adicionados, proporciona uma visão mais granular dos elementos BI. O quarto *widget*, representa as ferramentas de BI que foram integradas no sistema.

Como é possível observar na fig. 5.1, para além dos quatro *widgets*, o painel principal proporciona um formulário de *login* para utilizadores com as devidas permissões. Este formulário fornece o acesso ao painel principal do *Knowage* sendo concedido diferentes níveis de acesso com base no perfil do utilizador.

5.2.2 Painel principal

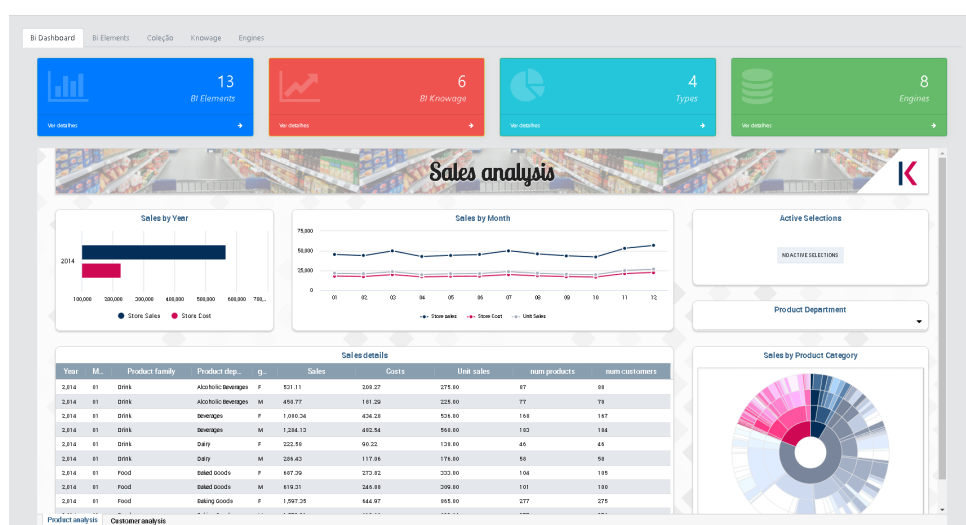


Figura 5.2: Painel de controlo com *dashboard* principal

Após efetuar *login* o utilizador com as devidas permissões de acesso, tem acesso ao painel principal do sistema. Este tem por objetivo funcionar como o ponto central de todas as informações relevantes. Apesar deste painel ter sido embutido apenas como demonstração com um conjunto de dados utilizado apenas para teste e não como a fonte de dados do DISME, foi embutido para fornecer aos utilizadores acesso rápido às informações.

A integração do painel principal com um *dashboard* multi-vista criado usando a ferramenta de BI "*Knowage*", selecionada é uma característica poderosa do sistema. Ao integrar o painel principal com um *dashboard* de análise de vendas de produtos alimentado por *Knowage*, o sistema fornece aos utilizadores uma visão abrangente do desempenho de suas vendas, permitindo-lhes identificar tendências, oportunidades e áreas para melhoria.

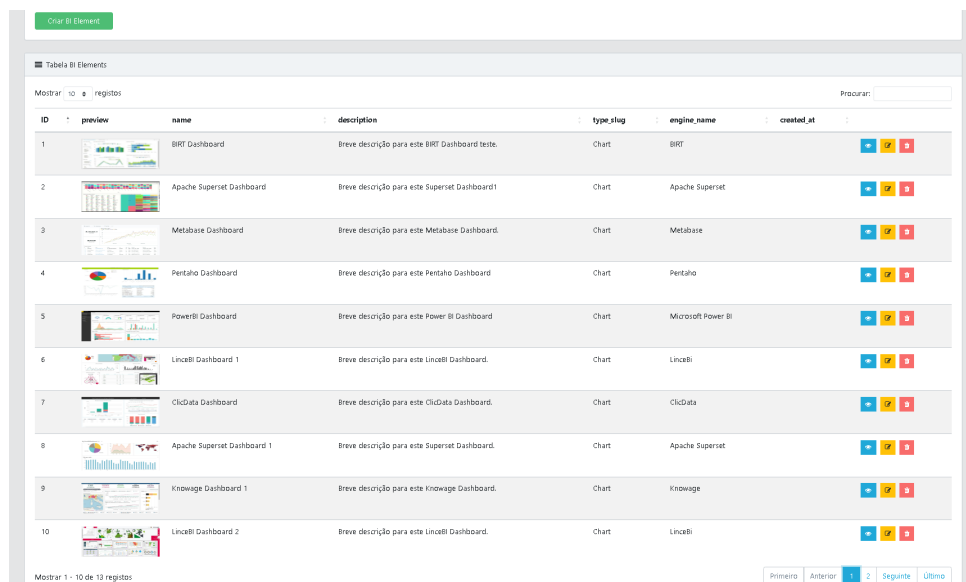
O painel criado com a ferramenta *Knowage* foi projetado para fornecer aos utilizadores uma interface flexível e intuitiva para a exploração de dados. Este permite aos utilizadores alternar rapidamente entre diferentes visualizações dos dados de vendas, incluindo gráficos de barras, gráficos de linhas e gráficos circular. Além disso, o *dashboard* fornece aos utilizadores a capacidade de filtrar e agregar dados com base em critérios específicos, como categorias de produtos ou regiões de vendas.

5.3 Componentes de gestão

As componentes de gestão proporcionam aos utilizadores a habilidade de gerir eficazmente todas as funcionalidades do sistema por meio de tabelas interativas que utilizam o recurso das *DataTables* com funcionalidades (Create, read, update, and delete (CRUD)), além de possibilitar uma gestão granular dos elementos do *Knowage*, de acordo com o perfil de cada utilizador.

Esta secção aborda as componentes de gestão de elementos de BI, que como o nome indica possibilita a gestão de todos os elementos BI, gestão dos elementos do *Knowage*, gestão dos tipos de elemento BI e gestão das ferramentas BI.

5.3.1 Gestão de Elementos de BI



ID	preview	name	description	type_slug	engine_name	created_at
1		BIRT Dashboard	Breve descrição para este BIRT Dashboard teste.	Chart	BIRT	
2		Apache Superset Dashboard	Breve descrição para este Superset Dashboard1	Chart	Apache Superset	
3		Metabase Dashboard	Breve descrição para este Metabase Dashboard.	Chart	Metabase	
4		Pentaho Dashboard	Breve descrição para este Pentaho Dashboard	Chart	Pentaho	
5		PowerBI Dashboard	Breve descrição para este Power BI Dashboard	Chart	Microsoft Power BI	
6		LincBI Dashboard 1	Breve descrição para este LincBI Dashboard.	Chart	LincBI	
7		ClickData Dashboard	Breve descrição para este ClickData Dashboard.	Chart	ClickData	
8		Apache Superset Dashboard 1	Breve descrição para este Superset Dashboard.	Chart	Apache Superset	
9		Knowage Dashboard 1	Breve descrição para este Knowage Dashboard.	Chart	Knowage	
10		LincBI Dashboard 2	Breve descrição para este LincBI Dashboard.	Chart	LincBI	

Figura 5.3: Componente de gestão de Elementos de BI

A figura retrata a componente de gestão de Elementos de BI, uma parte essencial do sistema. A componente fornece uma visão global de todos os elementos BI integrados no sistema e permite aos utilizadores efetuar eficazmente a sua gestão.

O componente consiste numa tabela com operações **CRUD**, alimentada pela biblioteca de *angular DataTables*. Esta tabela permite aos utilizadores visualizar, pesquisar e filtrar todos os elementos BI que foram adicionados ao sistema. Os utilizadores podem também adicionar um novo elemento BI, editar ou apagar um já existente e visualizar a sua informação detalhada.

A tabela fornece uma interface intuitiva e de fácil utilização para uma gestão simplificada, permitindo aos utilizadores realizar várias operações de forma rápida e fácil. A integração com as *DataTables* fornece características avançadas para a gestão e exibição de dados, tais como pesquisa e filtragem. Esta componente permite aos utilizadores encontrar rapidamente a informação de que necessitam e executar ações objetivas.

Formulário de adição de elementos BI

Bi Elements ✕

Engine
LinceBI ✕

Tipo
Custom ✕

Nome
LinceBI dashboard

Descrição
Introduzir o descrição do BI Element

Embed
Introduzir o embed do BI Element

Upload preview

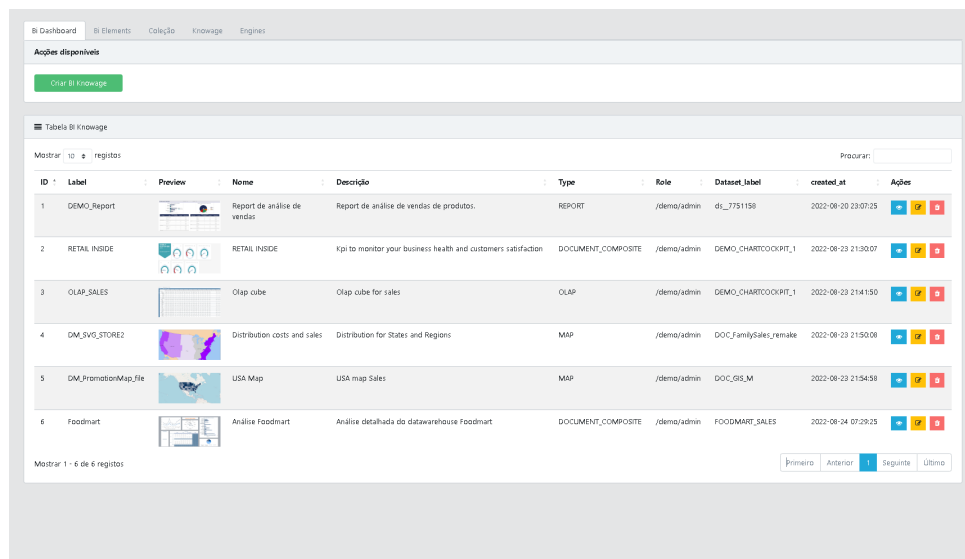
Remove

Guardar

Figura 5.4: Formulário de adição de elementos BI

Este formulário permite aos utilizadores adicionar novos elementos de BI ao sistema. Contém seis campos: Ferramenta BI, Tipo, Nome, Descrição, URL de integração e Imagem de pré-visualização. O campo "Ferramenta BI" permite ao utilizador seleccionar a ferramenta BI utilizada para criar o painel enquanto que o campo "Tipo" possibilita escolher o seu tipo dentro dos disponíveis. O campo "Nome" é onde o utilizador pode nomear o painel, o campo "Descrição" permite descrever com maior detalhe a finalidade deste painel, o campo "URL de integração" é onde o utilizador pode introduzir o URL gerado pela ferramenta BI adicionada. Este URL se refere ao painel criado pela respectiva ferramenta BI e é utilizado para embutir uma funcionalidade BI no sistema. Por fim o último campo, permite ao utilizador carregar uma imagem de representação desta funcionalidade.

5.3.2 Gestão de elementos do Knowage



The screenshot displays the 'BI Elements' management interface in Knowage. At the top, there's a navigation bar with tabs for 'BI Dashboard', 'BI Elements', 'Coleção', 'Knowage', and 'Engines'. Below this, a section titled 'Ações disponíveis' contains a green button labeled 'Criar BI Knowage'. The main area is titled 'Tabela BI Knowage' and features a table with 10 columns: ID, Label, Preview, Nome, Descrição, Type, Role, Dataset_label, created_at, and Ações. The table lists six BI elements, each with a preview image, name, description, type, role, dataset label, and creation date. At the bottom of the table, there are pagination controls showing 'Mostrar: 1 - 6 de 6 registros' and buttons for 'Primeiro', 'Anterior', '1', 'Seguinte', and 'Último'.

ID	Label	Preview	Nome	Descrição	Type	Role	Dataset_label	created_at	Ações
1	DEMO_Report		Report de análise de vendas	Report de análise de vendas de produtos.	REPORT	/demo/admin	ds_7751158	2022-08-20 23:07:25	
2	RETAIL_INSIDE		RETAIL INSIDE	Kpi to monitor your business health and customers satisfaction	DOCUMENT_COMPOSITE	/demo/admin	DEMO_CHARTCOOKPIT_1	2022-08-23 21:30:07	
3	OLAP_SALES		Olap cube	Olap cube for sales	OLAP	/demo/admin	DEMO_CHARTCOOKPIT_1	2022-08-23 21:41:50	
4	DM_SVO_STORE2		Distribution costs and sales	Distribution for States and Regions	MAP	/demo/admin	DOC_familySales remake	2022-08-23 21:50:08	
5	DM_IrronisionMap_File		USA Map	USA map Sales	MAP	/demo/admin	DOC_GIS_M	2022-08-23 21:54:58	
6	Foodmart		Análise Foodmart	Análise detalhada do datawarehouse Foodmart	DOCUMENT_COMPOSITE	/demo/admin	FOODMART_SALES	2022-08-24 07:29:25	

Figura 5.5: Componente de gestão de painéis criados com o Knowage

Este é um dos componente mais importantes do sistema, uma vez que permite aos utilizadores gerir todos os painéis do *Knowage* que foram adicionados. Assim como a fig. 5.3, o componente inclui uma tabela com operações **CRUD** com recurso à biblioteca *DaTatables*, fornecendo uma visão abrangente dos dados de todos os painéis adicionados.

Esta componente proporciona aos utilizadores diferentes funcionalidades como, pesquisar, filtrar, ordenar, adicionar, editar ou eliminar painéis e o poder de visualizar a informação detalhada de cada um destes. A tabela exibe a informação principal de cada painel, incluindo o rótulo, imagem de pré-visualização, nome, descrição, tipo, perfil do utilizador que criou a respetiva funcionalidade BI, rótulo do conjunto de dados e data de criação.

Formulário de adição de painéis criados com o Knowage

Bi Knowage

Label: BestProductSingPar

Nome: Best Product single parameter

Descrição: BestProduct single parameter - Composite Document

Tipo: REPORT

Role: demoadmin

Dataset label: BestProductSingPar_label

Upload preview

Product Name	Unit Sales	Total Sales
Best Product Sing Par	1,011 €	4,001,011 €
Best Product Sing Par	1,011 €	4,001,011 €
Best Product Sing Par	1,011 €	4,001,011 €

Figura 5.6: Formulário de adição de painéis criados com o Knowage

Este formulário fornece uma parte chave do sistema, dado possibilitar aos utilizadores adicionar novos painéis de BI criados com a ferramenta BI selecionada e totalmente integrada (Knowage). O comportamento deste formulário é: o utilizador seleciona o painel que pretende adicionar ao sistema a partir do seu "Label" (rótulo do painel) e automaticamente todos os outros campos são preenchidos, sendo que o utilizador pode editar qualquer campo se assim o pretender.

O primeiro campo dispõe uma lista pendente que permite aos utilizadores seleccionar o rótulo do painel que pretendem adicionar. Este rótulo é obrigatório ser único pois funciona como identificador do painel. O campo "Nome" é utilizado para fornecer um nome descritivo, enquanto que o campo "Descrição" tem o intuito que o utilizador forneça uma breve descrição geral desta funcionalidade BI. O campo "Tipo" refere-se aos diferentes tipos de BI existentes no *Knowage*, tal como "REPORT", "MAP" ou "OLAP". O campo "Perfil" representa o tipo de utilizador que criou o respetivo painel e o campo "Rótulo do conjunto de dados" é o identificador único para o conjunto de dados deste painel. O último campo, possibilita ao utilizador carregar uma imagem de representação desta funcionalidade BI para auxiliar a sua identificação.

Exemplo de um painel criado com permissões de edição



Figura 5.7: Exemplo de um painel criado utilizando o Knowage com permissões de edição

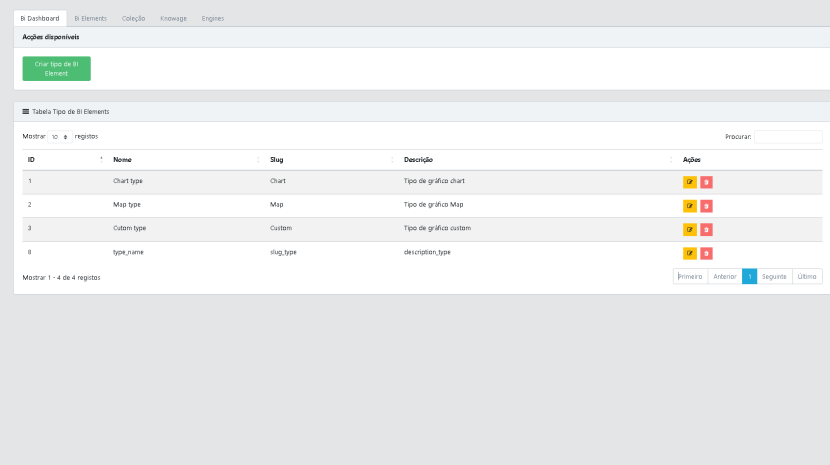
A figura representa um painel que foi criado com as capacidade BI do *Knowage* e integrado no sistema, fornecendo uma análise abrangente das vendas de produtos utilizando o conjunto de dados *open-source* "foodmart"¹ e a possibilidade uma gestão granular deste painel a partir do DISME.

Esta componente não só permite ao utilizador visualizar os dados representados com diferentes gráficos e tabela, como também de acordo com o perfil do utilizador, confere a capacidade de editar os dados e fazer alterações à composição geral do painel, como editar ou alterar os dados, o tipo de gráfico o design etc. o utilizador pode ainda realizar tarefas adicionais tais como impressão, envio de *emails*, exportação para vários formatos, adição de novos *widgets* e muito mais, tudo isto sem sair da plataforma do DISME.

Em essência, esta característica do sistema dá ao utilizador o controlo total sobre os dados e a capacidade de os analisar e visualizar da forma mais eficaz e personalizada, proporcionando uma visão mais completa e aprofundada.

¹<https://www.kaggle.com/datasets/dermisfit/foodmart-dataset>

5.3.3 Gestão dos tipos de elemento BI

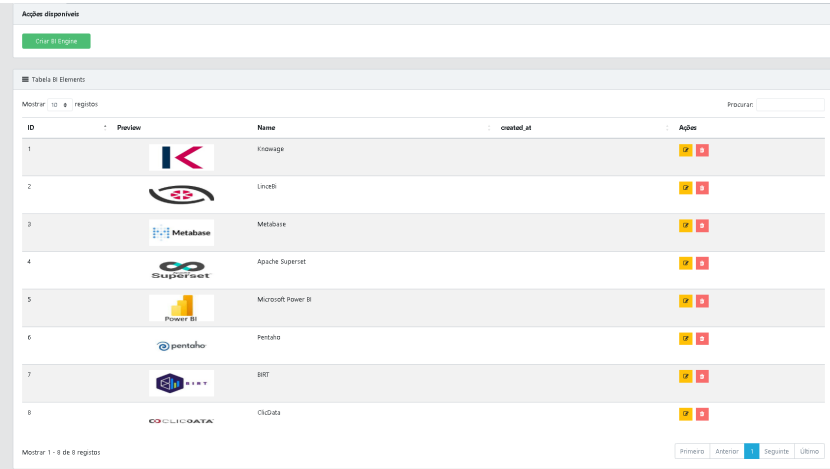


ID	Name	Slug	Descrição	Ações
1	Chart type	chart	Tipo de gráfico chart	 
2	Map type	map	Tipo de gráfico Map	 
3	Custom type	custom	Tipo de gráfico custom	 
4	type_name	slug_type	description_type	 

Figura 5.8: Componente de gestão dos tipos do elemento BI

Esta componente fornece uma gestão abrangente de todos os tipos de elementos BI adicionados ao sistema, permitindo aos utilizadores visualizar, pesquisar, filtrar e ordenar estes tipos com base nos painéis adicionados. O utilizador pode facilmente adicionar um novo tipo de elemento de BI preenchendo os campos relevantes do formulário de adição. Adicionalmente é possível editar ou apagar um tipo existente, bem como visualizar a sua informação detalhada.

5.3.4 Gestão das ferramentas BI



ID	Preview	Name	created_at	Ações
1		Knowledge		 
2		LindeB		 
3		Metabase		 
4		Apache Superset		 
5		Microsoft Power BI		 
6		Pentaho		 
7		BIRT		 
8		ClouData		 

Figura 5.9: Componente de gestão dos *engines* do elemento BI

Esta componente permite gerir as ferramentas BI que podem ser adicionadas ao sistema. Estas ferramentas, como por exemplo, o *Pentaho*, *Metabase*, *LinceBI* etc. permitem criar outras funcionalidades BI e ampliar as capacidades analíticas do DISME.

Assim como as outras componentes de gestão já abordadas, o utilizador pode realizar operações **CRUD**, tornando simples a realização de várias ações relacionadas com a gestão destas ferramentas. A tabela permite aos utilizadores visualizar, pesquisar, filtrar e ordenar todas as ferramentas BI adicionadas.

5.4 Componentes de visualização

As componentes de visualização concedem aos utilizadores a habilidade de contemplar e interagir com todas as funcionalidades de BI do sistema, valendo-se de *cards* e *iFRAME*, que proporcionam uma apresentação visual apelativa e intuitiva. Além disso, estas componentes dispõem de maneira clara as informações essenciais de cada funcionalidade de BI, visando promover uma compreensão aprofundada ao utilizador.

Esta secção aborda as componentes de gestão de elementos de BI, que como o nome indica possibilita a gestão de todos os elementos BI, gestão dos elementos do *Knowage*, gestão dos tipos de elemento BI e gestão das ferramentas BI.

5.4.1 Visualização dos elementos BI

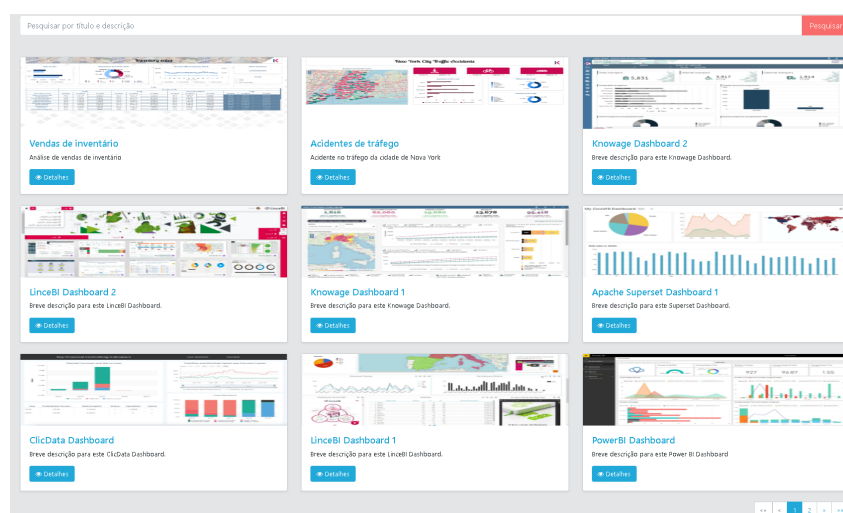


Figura 5.10: Componente de visualização dos elemento BI

Esta componente permite aos utilizadores visualizar todos os painéis que foram adicionados a partir de diferentes ferramentas BI de uma forma organizada e de fácil utilização. Estes são exibidos em formato de "cartão" desde o mais recente ao mais antigo. Cada cartão consiste numa imagem de pré-visualização, um título e uma descrição do respetivo painel. Esta disposição proporciona aos utilizadores uma visão geral, clara e concisa de todos os painéis disponíveis no sistema, permitindo-lhes identificar facilmente os que necessitam. Para além disso, como podemos observar na figura acima tem a capacidade de pesquisa por título e descrição, o que possibilita aos utilizadores localizarem rapidamente um painel específico sem terem de percorrer toda a lista.

Visualização detalhada de um painel de um Elemento BI

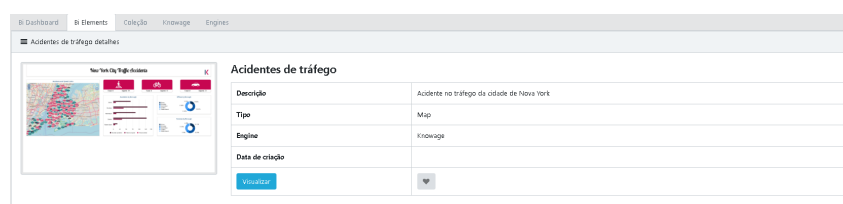


Figura 5.11: Visualização detalhada de um painel de um Elemento BI

A fig. 5.11 representa a visão detalhada de um painel adicionado ao sistema. O utilizador tem a possibilidade de visualizar as suas várias características, incluindo a sua imagem de pré-visualização, o título, a descrição, o tipo, ferramenta BI associada e data de criação.

Além disso, o utilizador tem a capacidade de interagir diretamente com o painel, clicando no botão "visualizar". Esta característica permite explorar este painel e os seus dados em tempo real, facilitando a compreensão da análise dos dados e tirando conclusões significativas. O componente inclui também um botão que representa os "favoritos" e que permite guardar este painel numa componente própria (seção 5.5), para uma futura referência e acesso.

Exemplo de um painel criado com permissões de visualização

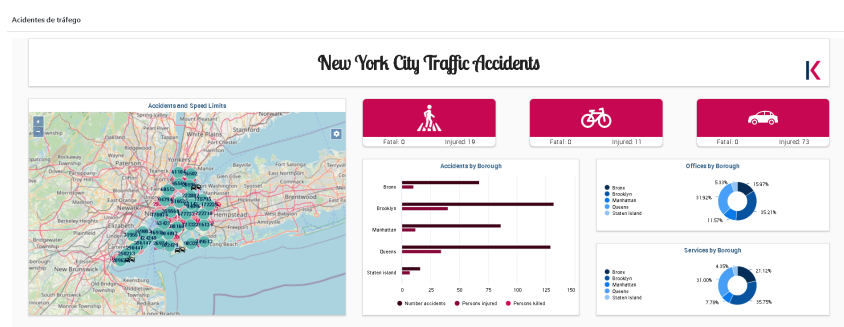


Figura 5.12: Exemplo de um painel criado com permissões de visualização

A figura representa um exemplo de um painel criado com a ferramenta *Knowage* e integrado no sistema. O seu propósito é oferecer uma visão abrangente dos acidentes de trânsito na cidade de Nova Iorque.

Este painel não só é esteticamente apelativo, como também serve como uma funcionalidade poderosa para a exploração e análise de dados desta região. O utilizador pode interagir com os dados representados graficamente, tais como o número de acidentes e feridos por região, proporcionando uma visão mais profunda do assunto.

Em termos funcionais, o que distingue este painel da fig. 5.7 é o facto de ter sido criado apenas com permissões de visualização. Isto significa que o utilizador tem a capacidade de aceder e interagir com o painel permitindo-lhe explorar os dados, no entanto, sem a capacidade de os alterar e obter uma compreensão mais profunda dos conhecimentos e padrões apresentados, através de outras representações gráficas.

5.4.2 Visualização dos elementos do Knowage

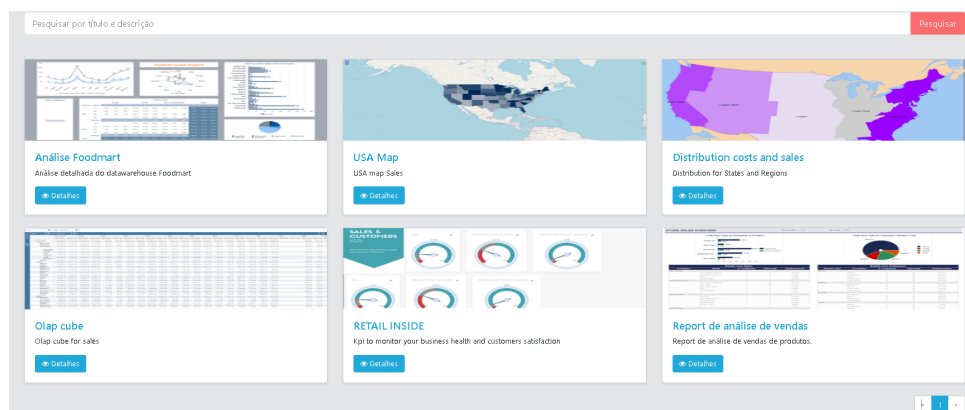


Figura 5.13: Componente de visualização dos elemento BI

Assim como a seção 5.4.1, esta componente permite aos utilizadores visualizar todos os painéis que foram adicionados, todavia apenas referentes ao *Knowage*. Estes são exibidos em formato de "cartão" desde o mais recente ao mais antigo. Cada cartão é composto por uma imagem de pré-visualização, um título e uma descrição do respetivo painel. O intuito desta componente é ser dedicada a utilizadores que trabalham exclusivamente com a ferramenta Knowage diretamente na plataforma *DISME*.

Visualização detalhada de um painel do Knowage

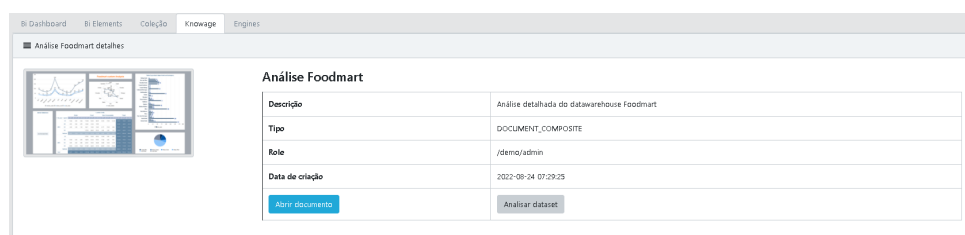


Figura 5.14: Visualizar detalhadamente cada painel do Knowage

A imagem representa a visão detalhada de um painel do *Knowage*. O utilizador é capaz de visualizar a suas várias características, incluindo a sua representação de imagem, título, descrição, tipo, perfil do utilizador do Knowage que o criou e a sua data de criação.

Além disso, é possível interagir diretamente com este painel, para tal, apenas é necessário clicar no botão a azul "Abrir documento"(fig. 5.7). Esta característica permite

ao utilizador explorar ou editar (se tiver privilégios para esta operação) este painel e os seus dados em tempo real, facilitando a compreensão da análise dos dados e tirando conclusões significativas. Adicionalmente é incluído um botão que possibilita a visualização e análise do conjunto de dados referente. Para além disso, é ainda de salientar que o utilizador necessita de ter feito "login" na ferramenta *Knowage* para poder utilizar estas funcionalidades, caso contrário é aberto em iFRAME o formulário de login.

5.4.3 Visualização das ferramentas BI integradas

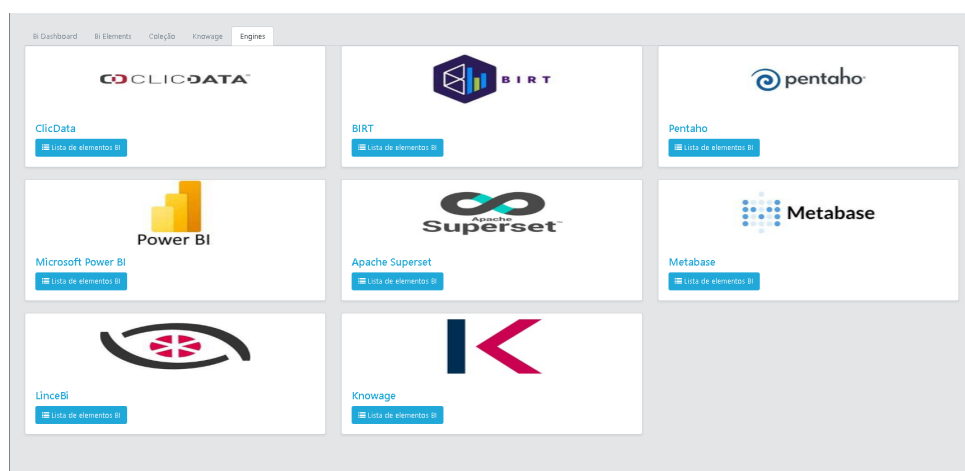


Figura 5.15: Componente de visualização das ferramentas BI integradas

Assim como o nome indica esta componente permite ao utilizador visualizar todas as ferramentas *BI* integradas no sistema. O que proporciona uma melhor perceção das ferramentas de *BI* que o sistema suporta. Além disso, contém o botão "Lista de elementos BI" onde é possível observar uma lista dos elementos *BI* associados à respetiva ferramenta *BI*.

5.5 Componente de coleção

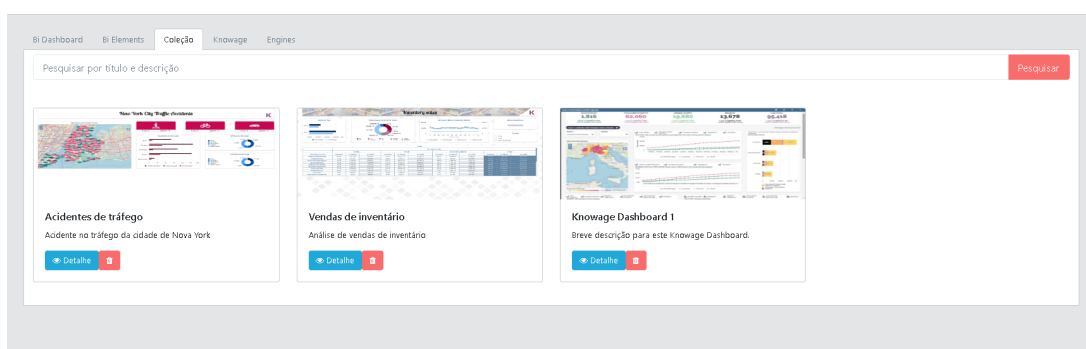


Figura 5.16: Componente de coleção de painéis

A componente de coleção de painéis BI, representa a reunião de todos os painéis que foram adicionados ao sistema e selecionados pelo utilizador para compor a sua coleção independente. Esta característica proporciona uma visão abrangente da coleção de painéis, sendo essencial para acompanhar o progresso do utilizador e compreender os conhecimentos advindos da análise de dados.

Em conformidade com a prática comum em todo o sistema, os painéis são apresentados de forma simples e intuitiva, exibindo uma imagem de pré-visualização, título e descrição. O propósito principal desta componente é facilitar a pronta distinção, por parte do utilizador, dos painéis mais frequentemente utilizados e procurados para o respetivo acesso e análise.

5.6 Componente de análise de dados

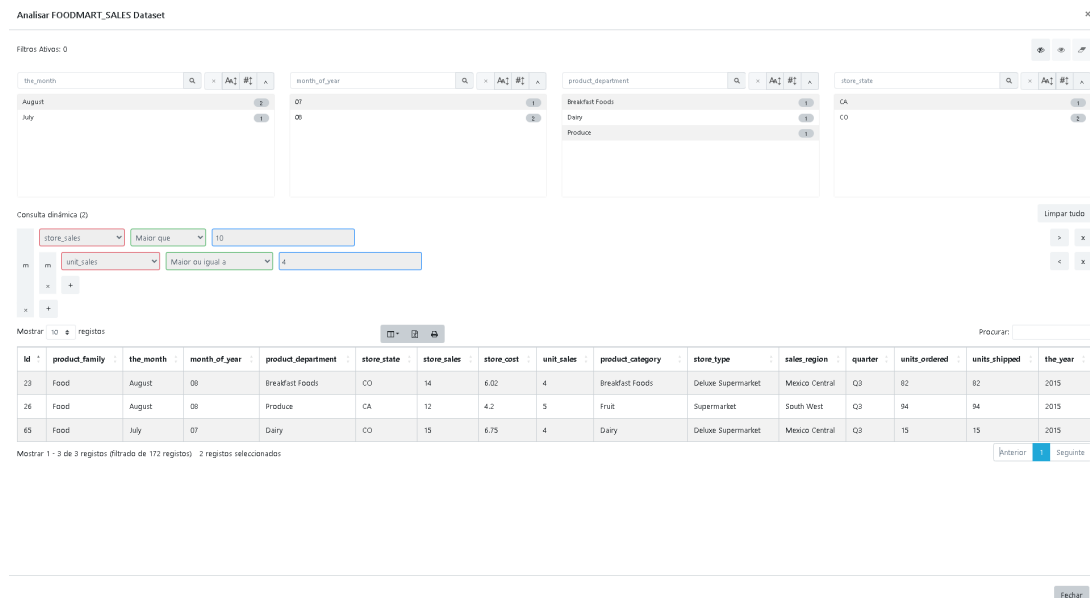


Figura 5.17: Componente de análise e exploração dos conjunto de dados

Esta componente fornece ao utilizador capacidades poderosas de exploração e análise de dados, facilitando a perceção dos conjunto de dados.

A biblioteca *DataTables* para angular é uma das principais ferramentas integradas nesta componente, por ser uma biblioteca altamente flexível e personalizável para a exibição e manipulação de dados tabulares. Para além disso, os painéis de pesquisa e os *plugins* de construção de pesquisa foram integrados para aumentar a capacidade do utilizador de pesquisar e filtrar dados. Estas ferramentas trabalham em sincronia para proporcionar uma experiência de exploração de dados mais eficiente.

Outra funcionalidade desta componente é a capacidade de exportar e imprimir os dados totais ou apenas os selecionados. Isto é útil para partilhar dados com outros ou para os arquivar para referência futura. O utilizador pode ainda alterar a visibilidade das colunas e tabelas, o que facilita a concentração em aspetos específicos dos dados.

6

Avaliação

Conteúdo

6.1	Procedimento dos testes de usabilidade	87
6.2	Participantes	91
6.3	Dados recolhidos	92
6.4	Avaliação ao sistema	94

Introdução

Neste capítulo são apresentados os testes realizados ao sistema implementado e a avaliação ao mesmo. Primeiramente, ao longo da implementação deste sistema, foi necessário realizar diferentes testes unitários e funcionais a todas as funcionalidades individualmente, de forma a avaliar se as mesmas estavam dentro do pretendido. Estes testes foram realizados pelo desenvolvedor (autor da tese) e analisados com o gestor do projeto (orientador).

Após o sistema estar completamente implementado foram realizados vários testes de usabilidade utilizando os métodos SUS, *think aloud* e análise da utilização da *interface*. Estes testes foram realizados pelos utilizadores finais, com três colaboradores da CMF e com utilizadores externos (um utilizador não técnico e um profissional de informática).

Os critérios utilizados para a avaliação do sistema serão apresentados posteriormente. Todavia, foram definidos pelo desenvolvedor com o propósito em testar todas as funcionalidades principais.

6.1 Procedimento dos testes de usabilidade

Após a fase de implementação do sistema estar concluída foram efetuados testes de usabilidade.

Estes testes são realizados com utilizadores representativos do público-alvo e consistem em avaliar um produto ou serviço, medindo a sua usabilidade ou facilidade de utilização. Com base nestes testes, é possível compreender melhor a relação do utilizador com o produto e identificar problemas na interação com a interface [100].

Para que os testes de usabilidade sejam executados eficazmente é necessário desenvolver um plano de teste sólido. Para isso é essencial definir o perfil dos utilizadores e recrutá-los, definir as tarefas para os utilizadores executarem, decidir que métricas serão avaliadas e por fim, analisar os resultados dos testes para proceder às alterações necessárias.

Segundo Jakob Nielsen, especialista em usabilidade, se o objetivo é expor os problemas de usabilidade do produto, num curto período de tempo, 4 a 5 participantes serão capazes de identificar a maioria (85%) dos problemas [101]. Portanto, para a realização dos testes foram recrutados 5 utilizadores.

Antes de começar os testes é importante contextualizar os utilizadores. Deste modo, foi proferida uma breve descrição sobre a plataforma e logo de seguida o utilizador explorou o sistema livremente durante cerca de dois minutos para se adaptar. Só após esta contextualização é que foi dado início aos testes. O guia de usabilidade onde se encontram os cenários hipotéticos elaborados e as tarefas a serem executadas pelos participantes pode ser consultado no apêndice E.1. Durante a realização dos testes foi utilizado o método *think aloud*, onde os participantes foram observados e foi-lhes pedido que verbalizassem as suas dúvidas e dessem *feedback* do sistema de modo a compreender melhor a ocorrência e a razão dos problemas. Para além disso, para cada participante foi registado o tempo despendido para completar cada cenário e foram registadas as tarefas incorretas. Após a conclusão dos cenários, os participantes responderam a um questionário (apêndice F.2) utilizando o método SUS e com outras questões de avaliação do sistema mais personalizadas, cuja finalidade foi a recolha de dados subjetivos sobre a sua satisfação. Os resultados podem ser consultados no apêndice E.2

6.1.1 Estrutura dos testes de usabilidade

Tabela 6.1: Estrutura para os testes de usabilidade

	Fases	Duração média (minutos)
Apresentação	Introdução	3
	Funcionalidade principais	2
Ambientação com o sistema	Exploração livre	1-2
Cenários	1 - Funchal Alerta: Guardar uma captura de ecrã das ocorrências que estão em processo de resolução na freguesia de Santa Maria Maior	2
	2 - Funchal Alerta: exportar dados filtrados da freguesia de São Pedro para um ficheiro PDF	2
	3 - Como adicionar um painel na coleção de utilizador e proceder à sua impressão	1
	4 - Funchal Alerta: Visualizar a distribuição de categorias no painel de Ocorrências do Funchal Alerta para a freguesia do Monte	3
	5 - Funchal Alerta: Alterar o título e personalizar cor das bordas de um gráfico	2
	6 - Exportar os dados filtrados do painel "USA Map" para Excel	1
	7 - Integração no sistema de um painel criado com o Microsoft Power BI	3
	8 - Como alterar a descrição de uma funcionalidade BI e explorar um cubo de dados OLAP do Knowage	2
	9 - Como adicionar um novo tipo aos elementos BI e remover ferramentas BI do sistema	1
	10 - Como adicionar uma funcionalidade BI no sistema, criada no Knowage e a enviar por email	2
	11 - Como testar a configuração da fonte de dados "funchal_alerta_DB" e criar um novo conjunto de dados no Knowage	5
	12 - Como criar um novo cockpit com o conjunto de dados do Funchal Alerta	14
Questionários	<i>Google Forms</i>	4-6
Feedback final	Funcional/design	1-3
Conclusão	Agradecimento	1
Total		50-60

Conforme ilustra a tabela 6.1 a estrutura dos testes de usabilidade foi a seguinte:

- **Apresentação:** Foi elaborada uma apresentação em *PowerPoint* (apêndice F.1) de forma a proporcionar aos participantes uma compreensão concisa sobre a razão da implementação do sistema. Num primeiro momento, foram identificados os principais problemas, seguidos pelos objetivos da proposta de solução, destacando-se as funcionalidades de BI que devem ser incorporadas no sistema. Também foi fornecida uma breve explicação do sistema e seu público-alvo. Para concluir a apresentação, foram mencionadas e demonstradas em tempo real as principais funcionalidades do sistema, ao mesmo tempo que se expressou gratidão pela atenção dedicada pelos participantes.
- **Ambientação com a plataforma:** Disponibilizou-se o computador ao participante, a fim de permitir que ele testasse a plataforma em um ambiente local. Foi-lhe concedida total liberdade para explorar todas as funcionalidades existentes do sistema. Durante sua imersão nessa experiência, o participante prontamente compartilhou suas impressões, utilizando, assim, a abordagem do *think aloud* como método de avaliação.
- **Cenários:** Os cenários hipotéticos serviram como um apoio e guia na realização dos testes de usabilidade. Foi impresso e entregue o guia de usabilidade disponível no apêndice E.1 para auxiliar cada utilizador. O protocolo utilizado na realização de cada cenário foi o seguinte: inicialmente o utilizador deveria ler cuidadosamente o título e a descrição de cada cenário e proceder à realização de cada tarefa individualmente. O tempo despendido em cada cenário, assim como os erros cometidos em cada tarefa foram contabilizados.
- **Questionários:** Após a conclusão de todas as tarefas, o participante procedeu ao preenchimento do questionário (apêndice F.2), acessado por meio do *Google Forms*. Este formulário foi estruturado em seis secções distintas: informações abrangendo o estudo em questão (objetivo, procedimento, critério de inclusão, riscos, benefícios, compensação e custos, bem como a confidencialidade); consentimento e autorização (direitos, questões e contatos, e consentimento voluntário informado); dados pessoais dos participantes (género e faixa etária); perguntas relacionadas à escala SUS; e, por fim, perguntas personalizadas direcionadas aos utilizadores (que responderam aos cenários de 1 a 10) e aos profissionais de informática (cenários 11 e 12).

- **Feedback final:** Foi solicitado ao participante que expressasse seu feedback final em relação às funcionalidades e ao design do sistema.
- **Conclusão:** Por fim, encerrou-se o teste de usabilidade com uma breve exposição sobre as perspectivas futuras do trabalho, acompanhada de um sincero agradecimento pela participação no estudo.

6.2 Participantes

Este estudo teve a participação de um total de 5 utilizadores, cujos dados foram coletados garantindo a confiabilidade dos resultados obtidos. Conforme evidenciado na secção de resultados do questionário (apêndice E.2), 4 participantes eram do sexo masculino, representando uma maioria significativa. Em relação à faixa etária, constatou-se que 60% de todos os participantes situavam-se com idades compreendidas entre 18 e 30 anos, demonstrando uma representação notável de jovens adultos. Os restantes participantes encontravam-se na faixa etária entre os 41 e 50 anos, refletindo uma diversidade geracional relevante.

Vale ainda ressaltar que parte dos testes foram realizados por uma equipa experiente, composta por 3 profissionais na área de informática, cujo conhecimento técnico contribuiu para uma análise mais aprofundada dos resultados obtidos. Além disso, também foram incluídos 2 utilizadores não técnicos, visando captar perspectivas e opiniões diversificadas, enriquecendo assim a abordagem multidisciplinar adotada neste estudo de usabilidade.

6.3 Dados recolhidos

Tabela 6.2: Tempo gasto por participante

Cenários	Tempos de execução				
	Participantes externos		Colaboradores da CMF		
	U1	U2	U3	U4	U5
1	3min 17sec	2min 46sec	2min 35 sec	1min 59 sec	-
2	3min 30sec	2min 30sec	1min 44 sec	2min 29 sec	-
3	1min 32sec	1min 29sec	1min 18 sec	58 sec	-
4	3min 13sec	4min 50sec	2min 29 sec	2min 22 sec	-
5	1min 57sec	2min 49sec	2min 11 sec	2min 16 sec	-
6	1min 13sec	2min 10sec	1min 30 sec	1min 29 sec	-
7	2min 07sec	3min 07sec	2min 24 sec	3min 19 sec	-
8	1min 21sec	2min 25sec	1min 20 sec	1min 35 sec	-
9	1min 02sec	1min 46sec	1min 05 sec	1min 04 sec	-
10	1min 55sec	1min 54sec	2min 16 sec	2min 40 sec	-
11	6min 06sec	3min 42sec	-	-	5min 49 sec
12	13min 51sec	14min 24sec	-	-	15min 30 sec

Tabela 6.3: Tarefas erradas por participante

Cenários	Tarefas erradas				
	Participantes externos		Colaboradores da CMF		
	U1	U2	U3	U4	U5
1	-	17 e 19	14	-	-
2	10	10	-	-	-
3	-	11	-	-	-
4	-	9 e 18	-	-	-
5	-	17	-	-	-
6	-	-	-	-	-
7	-	2	2	2	-
8	-	15	-	-	-
9	-	7	-	-	-
10	-	-	-	-	-
11	21	18 e 21	-	-	21
12	39, 42	28, 49, 50, 69	-	-	50

Após a conclusão dos testes de usabilidade com os utilizadores, revelou-se de fundamental analisar minuciosamente os dados obtidos, diagnosticar os problemas identificados e realizar as alterações necessárias. Com esse propósito, uma tabela foi

elaborada para registrar o tempo gasto por cada participante, assim como para apontar as tarefas executadas de maneira incorreta em cada cenário.

Conforme explicitado no guia de usabilidade (apêndice E.1), os cenários de 1 a 10 englobaram exclusivamente as funcionalidades do sistema desenvolvido, enquanto os cenários 11 e 12 abordaram especificamente as funcionalidades do *Knowage*, incluindo a configuração das fontes de dados e a criação de um conjunto de dados no caso do cenário 11 e a criação de um *cockpit* simples, contendo um gráfico e um mapa, utilizando os dados da aplicação "Funchal Alerta" no caso do cenário 12.

Em relação aos participantes, cada um foi identificado por um identificador único e foram divididos em dois grupos distintos: os participantes externos, que não possuíam nenhum conhecimento prévio sobre o projeto nem estavam vinculados à CMF e os colaboradores da CMF, que tinham familiaridade com a aplicação "Funchal Alerta", mas não tinham conhecimento do sistema desenvolvido no âmbito da presente tese. O grupo de utilizadores externos foi composto por um profissional de informática e um utilizador não técnico, sendo que ambos foram solicitados a realizar todos os cenários do guia de usabilidade, o que permitiu uma obtenção de *feedback* mais aprofundado e uma média realista para os tempos de execução de cada cenário.

O grupo de colaboradores da CMF também foi composto por profissionais de informática (dois) e utilizadores não técnicos. A fim de otimizar o tempo e focar nas funcionalidades pertinentes a cada tipo de utilizador, os participantes não técnicos executaram os cenários de 1 a 10, enquanto os profissionais de informática se dedicaram aos cenários 11 e 12. No entanto, dado o tamanho reduzido da amostra de participantes e o objetivo principal de testar as funcionalidades do sistema, foi solicitado a um profissional de informática que realizasse os cenários de 1 a 10, em detrimento dos cenários 11 e 12.

Ao analisar a tabela 6.2, é possível observar que, nos cenários de 1 a 10, os tempos de duração foram relativamente curtos, variando entre 50 segundos e 5 minutos. No entanto, os cenários 11 e 12 se mostraram mais demorados, com tempos que ultrapassaram os 15 minutos. Esta discrepância deveu-se tanto à variação da dificuldade de cada tarefa entre os participantes, quanto às exigências técnicas inerentes aos cenários 11 e 12.

No que diz respeito à tabela 6.3, constatou-se que o cenário 12 foi responsável por um maior número de erros, como era de se esperar. No entanto, foi observada certa correlação entre as tarefas executadas incorretamente, destacando-se a tarefa 2 no cenário 7 e a tarefa 21 no cenário 11. Conforme relatado no *feedback* de alguns par-

ticipantes, essa dificuldade foi atribuída, em sua maioria, a uma falha na interpretação das explicações correspondentes às respetivas tarefas no guia de usabilidade.

6.4 Avaliação ao sistema

O propósito desta secção é fazer a avaliação qualitativa e quantitativa ao sistema. No caso da avaliação qualitativa os participantes foram divididos em 2 grupos, os participantes não técnicos e os profissionais de informática.

6.4.1 Avaliação qualitativa

Uma avaliação qualitativa em engenharia de software assume um papel fundamental no zelo pela qualidade do software. Seu propósito consiste em submeter o software a testes minuciosos, que permitem identificar necessidades de ajustes e corrigir eventuais falhas antes que o produto final seja entregue [102]. Conforme previamente descrito, a presente avaliação foi estruturada em dois grupos distintos de utilizadores: os técnicos e os profissionais de informática. Ao compor estes grupos, levou-se em consideração características específicas de cada utilizador, como anos de experiência, familiaridade com ferramentas de BI e conhecimento e vivência prévia com o DISME. Optou-se por dividir a avaliação por funcionalidade, contrariamente por participante, devido à existência de opiniões comuns que permeavam o grupo de participantes.

Utilizadores não técnicos

Os utilizadores não técnicos, identificados como "U2" e "U4", demonstraram certa facilidade ao realizar os cenários dentro dos tempos estipulados. Apesar de alguns erros na execução de determinadas tarefas por parte do "U2", este participante rapidamente compreendeu como proceder, não sendo necessária intervenção por parte do avaliador.

Com base nos resultados do questionário personalizado para os utilizadores (apêndice E.2), ambos classificaram seus conhecimentos na perspetiva do utilizador como medianos, atribuindo notas 3 e 4 em uma escala de 1 a 6. Em relação à aparência do sistema, ambos classificaram com nota máxima, descrevendo-a como "muito apelativa". Estes também consideraram as funcionalidades do sistema muito bem organizadas, elogi-

ando as cores e o design agradável. Ambos destacaram que o sistema fornece *feedback* adequado sobre suas ações, sendo fácil de aprender, com tempo de resposta satisfatório e atendendo às suas expectativas. No entanto, houve algumas divergências de opinião em relação às opções de navegação e facilidade de encontrar informações desejadas. Embora ambos tenham achado fácil encontrar o que procuravam, metade sugeriu que algumas melhorias poderiam ser feitas nesse aspeto.

Para concluir, quando questionados sobre observações ou melhorias no sistema, um dos participantes mencionou ter enfrentado dificuldades na execução de certas tarefas dado que alguns pontos não foram facilmente discerníveis em uma primeira abordagem, como, por exemplo, os três pontos em cinza na interação dos gráficos.

Profissionais de informática

Assim como os utilizadores não técnicos, os profissionais de informática, identificados como "U1", "U3" e "U5", demonstraram certa facilidade ao realizar os cenários dentro dos tempos estabelecidos. Como era de se esperar, o cenário 12 revelou-se o mais desafiante devido à quantidade de etapas descritas no guia de usabilidade que necessitavam de ser concluídas até se chegar ao resultado final.

Com base nos resultados do questionário personalizado para os profissionais de informática (apêndice E.2), todos os participantes concordaram que as opções de navegação eram fáceis de encontrar e consideraram o sistema útil. No entanto, as opiniões em relação a outros aspetos críticos do sistema foram diversificadas. Um utilizador classificou a interface como muito intuitiva, enquanto outro a classificou como mediana (atribuindo uma pontuação de 3 em uma escala de 1 a 6). Dois utilizadores também destacaram que a organização das funcionalidades e a disposição das informações poderiam ser melhoradas.

Em relação a questões de carácter mais técnico, estes participantes classificaram, em uma escala de 1 a 6, a consistência em relação aos padrões de design entre 4 e 6. A facilidade de criação de conjuntos de dados, criação de *cockpits* e adição de novos *widgets* a um *cockpit* foram avaliadas entre 4 e 5.

Em relação à eficácia e eficiência de utilizar este sistema em comparação com programação para obter os mesmos resultados, os participantes atribuíram notas entre 5 e 6 para a consistência em relação aos padrões de design. Quanto aos benefícios que a utilização da ferramenta totalmente integrada *Knowage* traria para o seu trabalho, as avaliações variaram de 4 a 6.

Por fim, quando questionados se recomendariam o sistema a outras pessoas ou entidades, a opinião foi unanimemente positiva.

6.4.2 Avaliação quantitativa

Uma avaliação quantitativa em engenharia de software consiste em um processo meticuloso que visa mensurar os atributos não funcionais de um sistema de software, como sua eficiência e desempenho [103]. Esta forma de avaliação engloba uma variedade de testes, incluindo os testes de usabilidade, cujo propósito é avaliar a facilidade e a intuição proporcionadas pela interface do sistema [104]. Entre os métodos amplamente adotados para mensurar esta avaliação, destaca-se o conhecido SUS [105].

Nesta secção, serão analisados os resultados detalhados da avaliação quantitativa, provenientes dos testes de usabilidade conduzidos por meio do método SUS, cujas pontuações podem ser consultadas no apêndice E.2. A pontuação final do questionário encontra-se representada graficamente na fig. 6.1.

No que concerne à primeira questão, observa-se que, com exceção de um participante, a maioria dos utilizadores demonstrou o desejo de utilizar o sistema com frequência. No entanto, quando indagados sobre a complexidade do sistema, as respostas apresentaram maior diversidade. Dois utilizadores consideraram o sistema mais complexo do que o necessário, ao passo que um participante discordou completamente, alegando que o sistema era simples de aprender. Quanto à facilidade de uso, as respostas foram predominantemente positivas, embora um utilizador tenha manifestado neutralidade. A maioria dos participantes concordou que o sistema é de fácil utilização. No que tange à necessidade de assistência técnica para a utilização do sistema, novamente foram expressas opiniões divergentes. Dois participantes discordaram completamente dessa necessidade, enquanto um utilizador concordou.

Em relação à questão seguinte, que aborda a integração das diversas funcionalidades do sistema, um dos utilizadores expressou a opinião de que tais funcionalidades não estavam bem integradas, enquanto a maioria concordou com a afirmação. Quanto à existência de inconsistências no sistema, as opiniões foram amplamente positivas, com a grande maioria discordando completamente dessa possibilidade. Relativamente à afirmação de que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar o sistema rapidamente, dois utilizadores manifestaram neutralidade, ao passo que os demais concordaram com a afirmação. No caso da percepção de que o sistema é considerado muito complicado de usar, a maioria respondeu de forma positiva, discordando dessa

afirmação, embora um participante tenha concordado.

Por fim, as duas últimas questões receberam respostas predominantemente positivas. A grande maioria dos participantes concordou que se sentia confiante ao utilizar o sistema e discordou da necessidade de adquirir um conhecimento extenso antes de lidar com ele.

Através das respostas dos participantes a cada questão é possível realizar o cálculo da pontuação de cada participante que varia entre 0 e 100 pontos, sendo este calculado através da seguinte fórmula [105]:

$$\begin{aligned} \text{SUS} = & ((Q1 - 1) + (5 - Q2) + (Q3 - 1) + (5 - Q4) \\ & + (Q5 - 1) + (5 - Q6) + (Q7 - 1) \\ & + (5 - Q8) + (Q9 - 1) + (5 - Q10)) \times 2.5 \end{aligned} \quad (6.1)$$

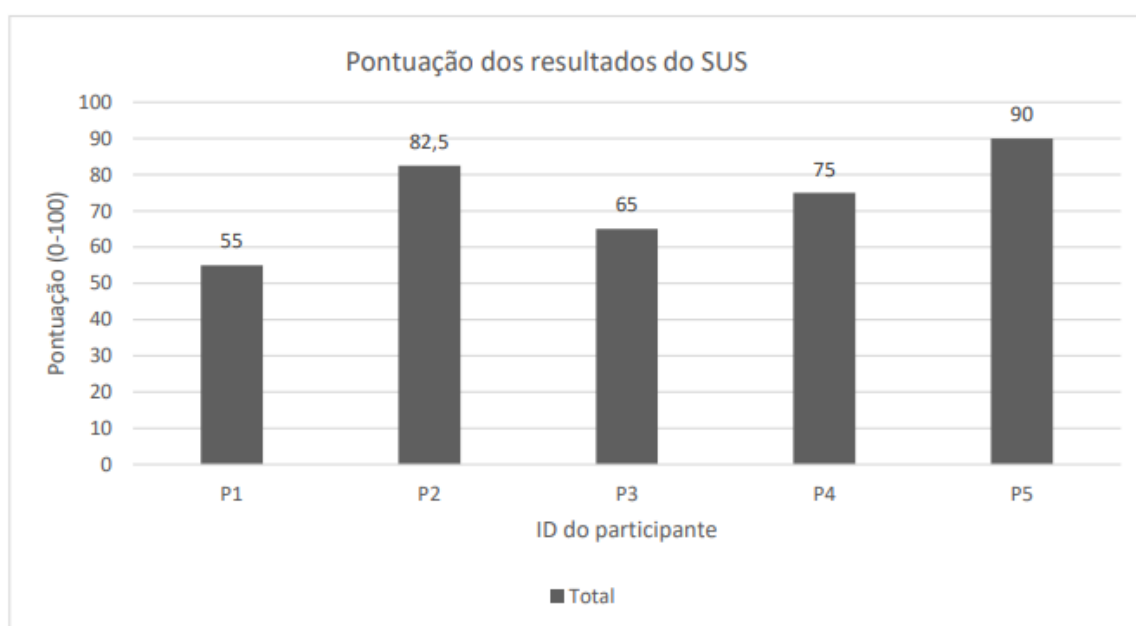


Figura 6.1: Pontuação dos resultados do SUS

Ao analisar a figura apresentada na fig. 6.1, observamos que a pontuação mais baixa obtida foi de 55 pontos, enquanto a mais alta foi de 90. Ao aplicarmos a fórmula 6.1, é obtida uma média de 73.5 pontos. De acordo com as indicações de [105], um produto é considerado aceitável quando sua pontuação varia entre 70 e 100 pontos. Nesse sentido, a média do produto em questão está acima dos 70 pontos, o que o classifica como "Aceitável" nas categorias adjetivas.

7

Conclusão

Conteúdo

7.1	Contribuições	97
7.2	Limitações e trabalho futuro	99
7.3	Síntese e conclusões	100

Neste capítulo, será apresentada uma síntese das contribuições desta tese (7.1), abordando também as limitações identificadas na solução e fornecendo sugestões para trabalhos futuros (7.2). Além disso, serão feitas considerações conclusivas e uma síntese abrangente de todo o trabalho realizado (7.3).

7.1 Contribuições

Através da solução proposta na seção 1.3, para solucionar os problemas identificados na seção 1.2, foi possível propor um total de quatro contribuições. Todas estas foram concluídas com sucesso e serão discutidas de seguida.

1. **Revisão da literatura sobre plataformas *low-code*, BI e as suas aplicações em Engenharia de *Software*.** A revisão da literatura proporcionou uma base teórica abrangente para aprofundar amplamente as fases subsequentes. O objetivo desta revisão foi fornecer uma compreensão completa do estado atual da arte no campo das plataformas de desenvolvimento *low-code*, tecnologias de BI e suas aplicações em engenharia de *software*. O foco principal deste estudo, foi identificar as limitações e desafios associados à integração de ferramentas de BI, com ênfase nas tecnologias *opensource*, em plataformas de desenvolvimento *low-code*. Inicialmente, na seção 2.1, sintetizaram-se as plataformas de desenvolvimento *low-code* e seu papel no processo de desenvolvimento de *software*, explorando as suas vantagens e desvantagens. Em seguida, realizou-se uma investigação minuciosa das ferramentas de BI na seção 2.2, com especial atenção à arquitetura destas ferramentas na apresentada na seção 2.2.5. Além disso, foi estudada a integração de ferramentas de BI em plataformas de desenvolvimento *low-code* na seção 2.3. Por fim, a seção 2.4 abordou a utilização de tecnologias *opensource* em ferramentas de BI.
2. **Estudo e comparação de diferentes ferramentas BI com ênfase a tecnologias *open-source*.** De forma a obter uma análise completa das ferramentas de BI selecionadas, tornou-se necessário incorporar uma análise individual por meio de uma metodologia extensiva, juntamente com uma variedade de critérios de avaliação. Na seção 3.1, foram discutidas as características essenciais que a ferramenta *open source* selecionada deveria oferecer. Além disso, foi conduzido um estudo comparativo demonstrado na seção 3.2 e complementado no apêndice A, abrangendo as tecnologias de BI mais recentes disponíveis

na época da pesquisa, incluindo tanto ferramentas gratuitas e *open source*, quanto soluções comerciais. Após identificar e analisar as ferramentas de BI que atendiam aos requisitos estabelecidos, um estudo foi realizado utilizando critérios específicos para selecionar as quatro melhores ferramentas gratuitas e *open source*, conforme apresentado na seção 3.3. Por fim, na seção 3.3.1, duas ferramentas foram selecionadas após uma análise mais detalhada, sendo escolhida a ferramenta gratuita e *open source* que melhor se adequava à proposta de solução. Esse estudo possibilitou a identificação das funcionalidades e limitações das ferramentas a serem utilizadas, bem como a escolha da ferramenta mais adequada para atender às necessidades da organização.

3. **Implementação de um sistema de gestão de funcionalidades BI em plataforma *low-code*.** Com base em toda a informação recolhida na revisão da literatura, no capítulo 3 e por meio da elicitação dos requisitos apresentados na seção 4.1.2, foi desenvolvido um sistema de gestão de funcionalidades de BI em uma plataforma de desenvolvimento *low-code*. Este sistema foi concebido de acordo com a arquitetura apresentada na seção 4.2, com o objetivo de alcançar a integração completa da ferramenta de BI selecionada (seção 3.3.1) e a capacidade de adicionar outras ferramentas de BI para ampliar as capacidades analíticas da plataforma *low-code*. Além disso, vários protótipos foram desenvolvidos, conforme apresentado no apêndice C, desde protótipos descartáveis até o protótipo final implementado no DISME, incorporando as tendências atuais de design, como o design responsivo, para tornar o sistema acessível em qualquer dispositivo, seja um computador, *tablet* ou *smartphone*.
4. **Conceção de testes e validação do sistema desenvolvido.** A conceção e validação dos testes realizados no sistema implementado permitiram comprovar, em um contexto real, sua eficácia e usabilidade acima da média. Durante a implementação do sistema, foram realizados testes unitários e funcionais abrangendo todas as funcionalidades individualmente, como documentado no apêndice D, a fim de avaliar se estavam alinhadas com os objetivos estabelecidos. Após a conclusão da implementação do sistema, foram conduzidos testes de usabilidade utilizando os métodos SUS, *think aloud* e análise da interface. Estes testes envolveram a participação de utilizadores finais, incluindo três colaboradores da CMF e utilizadores externos, um não técnico e um profissional de informática. Através dos dados recolhidos e apresentados na seção 6.3, foi

possível analisar a duração de cada cenário por participante, bem como os erros cometidos em cada tarefa. Os critérios utilizados para a avaliação do sistema foram detalhados na seção 6.4, onde uma análise qualitativa e quantitativa foi realizada com base no *feedback* dos participantes durante os testes, assim como nos resultados obtidos por meio de um questionário de usabilidade elaborado, disponível no apêndice E.2.

Em adição às contribuições acima referidas, foi elaborado um artigo científico para a "31ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS DEVELOPMENT (ISD2023 LISBON, PORTUGAL)"¹, disponível no apêndice F.4, redigido com outros investigadores do eelab e focado na análise comparativa das ferramentas de BI e *open-source* para integração em plataformas *low-code*.

7.2 Limitações e trabalho futuro

Apesar da interface de fácil utilização que permite aos utilizadores interagirem com seus dados, realizar análises detalhadas e tomar decisões informadas com base nos conhecimentos derivados da análise de dados utilizando diversas ferramentas de BI, algumas limitações foram observadas e necessitam de ser abordadas no futuro. Uma das principais limitações do sistema é a sua escalabilidade e robustez, implicando testes adicionais, otimização e integração em um ambiente distribuído, sendo uma adição interessante o uso de *Kubernetes*. Esta característica é crucial para garantir que o sistema possa lidar eficientemente com grandes volumes de dados, mesmo em ambientes mais exigentes.

Além disso, o sistema pode beneficiar de uma análise mais avançada dos dados, integrando modelos de IA existentes. O que proporcionaria aos utilizadores funcionalidades ainda mais extensivas e sofisticadas, permitindo análises mais complexas e descoberta de conhecimentos mais detalhados a partir dos dados. A integração completa de outras ferramentas de BI e de gestão de dados seria também uma valiosa adição, oferecendo aos utilizadores um conjunto mais abrangente de ferramentas para trabalhar diretamente na plataforma.

Outra limitação presente é a ausência de um componente central de gestão de utilizadores. Embora esta característica tenha sido implementada de maneira simplificada na versão 2 do protótipo funcional (ver apêndice C.3), foi excluída da solução

¹<https://isd2023.inesc-id.pt/>

final, dado que a equipa do eelab pretende implementar esta funcionalidade no DISME em futuras atualizações e incorporá-la na componente de gestão de BI desenvolvida no âmbito desta tese.

De forma global, as limitações e o trabalho futuro abordados nesta tese são cruciais para garantir que o sistema continue a atender às necessidades evolutivas da organização. O desenvolvimento de um sistema de gestão de funcionalidades de BI em uma plataforma de *low-code* representa uma contribuição significativa nessa área, com potencial para aprimorar a forma como as organizações trabalham com os seus dados, especialmente em diferentes regiões demográficas. O trabalho futuro do sistema basear-se-á nessa premissa, explorando novas vertentes e fornecendo ainda mais valor às organizações que buscam integrar funcionalidades de BI.

7.3 Síntese e conclusões

O desenvolvimento de um sistema de gestão de funcionalidades de BI numa plataforma de *low-code* representa um marco importante na área de BI e da gestão de dados. Este projeto apresenta um sistema intuitivo e de fácil utilização, concebido para fornecer às organizações uma solução altamente funcional para integrar ferramentas e funcionalidades de BI, ultrapassando a curva de aprendizagem entre os seus colaboradores.

Os resultados dos testes realizados comprovaram a eficácia e usabilidade do sistema, uma vez que este integra e gere de forma harmoniosa as funcionalidades de BI numa plataforma de desenvolvimento de *low-code*. A interface, semelhante à utilizada no DISME, oferece facilidade de utilização, permitindo um acesso rápido e eficiente aos painéis e ferramentas de análise de dados. Estas funcionalidades permitem aos utilizadores interagir com os dados, efetuar análises detalhadas e tomar decisões informadas com base nos *insights* obtidos através da análise.

Além disso, a integração total da ferramenta BI *open-source*, *Knowage*, no sistema proporciona aos utilizadores as funcionalidades necessárias para realizar análises de dados detalhadas, garantindo que as organizações possam tomar decisões mais assertivas com base nas suas perceções de dados. A inclusão de outras ferramentas de análise e exploração de dados realça a importância deste sistema, pois oferece às organizações uma solução eficaz para satisfazer as suas necessidades sem a necessidade de sair da plataforma.

Bibliografia

- [1] VM2, “VM2.” [Online]. Available: <https://www.vm2.com.br/bi-business-intelligence>
- [2] “Knowage at a glance — Knowage documentation,” Aug. 2022, [Online; accessed 16. Mar. 2023]. [Online]. Available: <https://knowage-suite.readthedocs.io/en/7.2/administrator-guide/knowage-at-a-glance.html>
- [3] R. H. Hariri, E. M. Fredericks, and K. M. Bowers, “Uncertainty in big data analytics: survey, opportunities, and challenges,” *Journal of Big Data*, vol. 6, no. 1, pp. 1–16, 2019.
- [4] T. Payton and T. Claypoole, *Privacy in the age of Big data: Recognizing threats, defending your rights, and protecting your family*. Rowman & Littlefield, 2023.
- [5] M. Naeem, T. Jamal, J. Diaz-Martinez, S. A. Butt, N. Montesano, M. I. Tariq, E. De-la Hoz-Franco, and E. De-La-Hoz-Valdiris, “Trends and future perspective challenges in big data,” in *Advances in intelligent data analysis and applications*. Springer, 2022, pp. 309–325.
- [6] A. K. Mohamad, M. Jayakrishnan, and M. M. Yusof, “Thriving information system through business intelligence knowledge management excellence framework.” *International Journal of Electrical & Computer Engineering (2088-8708)*, vol. 12, no. 1, 2022.
- [7] W. R. Paczkowski, *Business Analytics: Data Science for Business Problems*. Springer Nature, 2022.
- [8] M. Lateef and P. Keikhosrokiani, “Predicting critical success factors of business intelligence implementation for improving smes’ performances: a case study of lagos state, nigeria,” *Journal of the Knowledge Economy*, pp. 1–26, 2022.

- [9] C. Kaewnaknaew, S. Siripipatthanakul, B. Phayaphrom, and P. Limna, "Modeling of talent management on construction companies' performance: A model of business analytics in bangkok," *International Journal of Behavioral Analytics*, vol. 2, no. 1, 2022.
- [10] N. Krishnaraj, R. Vidhya, R. Shankar, and N. Shruthi, "Comparative study on various low code business process management platforms," in *2022 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)*. IEEE, 2022, pp. 591–596.
- [11] Y. I. Rogozov, V. S. Lapshin, and M. A. Borovskaya, "Approach to the implementation of intelligent low-code platforms," in *Proceedings of the Sixth International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry"(IITI'22)*. Springer, 2022, pp. 42–50.
- [12] B. Shehzad, K. M. Awan, M. I. U. Lali, and W. Aslam, "Identification of patterns in failure of software projects." *J. Inf. Sci. Eng.*, vol. 33, no. 6, pp. 1465–1479, 2017.
- [13] S. L. Vrhovec, T. Hovelja, D. Vavpotič, and M. Krisper, "Diagnosing organizational risks in software projects: Stakeholder resistance," *International journal of project management*, vol. 33, no. 6, pp. 1262–1273, 2015.
- [14] J. L. Dietz and J. A. Hoogervorst, "A critical investigation of togap-based on the enterprise engineering theory and practice," in *Enterprise Engineering Working Conference*. Springer, 2011, pp. 76–90.
- [15] D. Aveiro, J. Tribolet, and D. Gouveia, *Advances in Enterprise Engineering VIII: 4th Enterprise Engineering Working Conference, EEWC 2014, Funchal, Madeira Island, Portugal, May 5-8, 2014, Proceedings*. Springer, Apr. 2014, google-Books-ID: ocS6BQAAQBAJ.
- [16] J. d. Jong, "Designing the information organization from ontological perspective," in *Enterprise Engineering Working Conference*. Springer, 2011, pp. 1–15.
- [17] M. R. Krouwel and M. Op't Land, "Combining demo and normalized systems for developing agile enterprise information systems," in *Enterprise engineering working conference*. Springer, 2011, pp. 31–45.

- [18] “O que é business intelligence? Seu guia sobre o BI e por que ele é importante.” [Online]. Available: <https://www.tableau.com/pt-br/learn/articles/business-intelligence>
- [19] K. Defossez, M. McMillan, and H. Vuppala, “Managing large technology programs in the digital era,” *McKinsey & Company*, Dec. 2020. [Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/managing-large-technology-programs-in-the-digital-era>
- [20] R. Sanchis, Ó. García-Perales, F. Fraile, and R. Poler, “Low-code as enabler of digital transformation in manufacturing industry,” *Applied Sciences*, vol. 10, no. 1, p. 12, 2019.
- [21] “Domo Resource - The top 5 benefits of low-code apps for business intelligence,” Jan. 2023, [Online; accessed 21. Jan. 2023]. [Online]. Available: <https://www.domo.com/learn/article/the-top-5-benefits-of-low-code-apps-for-business-intelligence>
- [22] S. J. Bigelow, “What is low-code? A guide to enterprise low-code app development,” *Software Quality*, Jan. 2023. [Online]. Available: <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/What-is-low-code-A-guide-to-enterprise-low-code-app-development>
- [23] M. Gibson, D. Arnott, I. Jagielska, and A. Melbourne, “Evaluating the intangible benefits of business intelligence: Review & research agenda,” in *Proceedings of the 2004 IFIP International Conference on Decision Support Systems (DSS2004): Decision Support in an Uncertain and Complex World*. Prato, Italy, 2004, pp. 295–305.
- [24] Sep. 2022, [Online; accessed 21. Jan. 2023]. [Online]. Available: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=04c04ba9730489709e50e5a6fafbeec74c3bd10d>
- [25] J. Lapa, J. Bernardino, and A. Figueiredo, “A comparative analysis of open source business intelligence platforms,” in *Proceedings of the International Conference on Information Systems and Design of Communication*, 2014, pp. 86–92.
- [26] A. Sahay, A. Indamutsa, D. Di Ruscio, and A. Pierantonio, “Supporting the understanding and comparison of low-code development platforms,” in *2020*

46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA). IEEE, 2020, pp. 171–178.

- [27] G. Srivastava, R. Venkataraman, and K. V, “A review of the state of the art in business intelligence software,” *Enterprise Information Systems*, vol. 16, no. 1, pp. 1–28, 2022.
- [28] H. A. Alsaadi, D. T. Radain, M. M. Alzahrani, W. F. Alshammari, D. Alahmadi, and B. Fakieh, “Factors that affect the utilization of low-code development platforms: survey study,” *Romanian Journal of Information Technology and Automatic Control*, vol. 31, no. 3, pp. 123–140, 2021.
- [29] Gartner, “Magic quadrant for low-code application development platforms,” 2022.
- [30] “What is low-code and no-code? A guide to development platforms,” Feb. 2023, [Online; accessed 1. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://www.zdnet.com/article/special-report-what-is-low-code-no-code-a-guide-to-development-platforms>
- [31] I. Koksai, “The Rise Of Low-Code App Development,” *Forbes*, Apr. 2020. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/ilkerkoksai/2020/04/29/the-rise-of-low-code-app-development/?sh=6bb80f556807>
- [32] “Episódio 11 - O valor do BI para as organizações,” Mar. 2022, [Online; accessed 28. May 2023]. [Online]. Available: <https://www.apbi.pt/bi-30-minutos/episodio-11-o-valor-do-bi-para-as-organizacoes>
- [33] S. Alter, “Information systems: a management perspective,” 1999.
- [34] F. Ceci, “Business intelligence,” *Palhoça, Unisul*, 2012.
- [35] R. Antonelli, “Conhecendo o Business Intelligence (BI),” vol. 3, Apr. 2010.
- [36] N. Dedić and C. Stanier, “Measuring the success of changes to existing business intelligence solutions to improve business intelligence reporting,” in *International conference on research and practical issues of enterprise information systems*. Springer, 2016, pp. 225–236.
- [37] O. P. Rud, *Business intelligence success factors: tools for aligning your business in the global economy*. John Wiley & Sons, 2009, vol. 18.

- [38] A. Hamranová and A. Romanová, "Approaches to the concept of business intelligence systems in slovak enterprises," *Management: science and education: Slovak scientific journal*, vol. 2, no. 2, pp. 30–33, 2013.
- [39] T. Vasista, "Knowledge on demand approach using Business Intelligence and Ontology," Feb. 2023, [Online; accessed 10. Feb. 2023]. [Online]. Available: https://www.academia.edu/3458783/Knowledge/_on/_demand/_approach/_par%20using/_Business/_Intelligence/_and/_Ontology
- [40] A. Popovic, P. S. Coelho, and J. Jaklic, "The Impact of Business Intelligence System Maturity on Information Quality," Rochester, NY, Tech. Rep. ID 1625573, Dec. 2009. [Online]. Available: <https://papers.ssrn.com/abstract=1625573>
- [41] K. D. Foote, "A Brief History of Business Intelligence - DATAVERSITY," *DATAVERSITY*, Sep. 2017. [Online]. Available: <https://www.dataversity.net/brief-history-business-intelligence>
- [42] H. P. Luhn, "A business intelligence system," *IBM Journal of research and development*, vol. 2, no. 4, pp. 314–319, 1958.
- [43] D. J. Power, "A brief history of decision support systems," *DSSResources. com*, vol. 3, 2007.
- [44] H. Chen, R. H. Chiang, and V. C. Storey, "Business intelligence and analytics: From big data to big impact," *MIS quarterly*, pp. 1165–1188, 2012.
- [45] E. Turban, D. Delen, R. Sharda, and D. King, *Business Intelligence: A Managerial Approach, Global Edition*. Pearson, 2015.
- [46] S. Michalczyk, M. Nadj, D. Azarfar, A. Maedche, and C. Gröger, "A state-of-the-art overview and future research avenues of self-service business intelligence and analytics," 2020.
- [47] Ijraset, "Impact and Implications of Big Data Analytics in Cloud Computing Platforms," Feb. 2023, [Online; accessed 2. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://www.ijraset.com/research-paper/impact-and-implications-of-big-data-analytics>
- [48] H. Ahmad, R. Hanandeh, F. Alazzawi, A. Al-Daradkah, A. EIDmrat, Y. Ghaith, and S. Darawsheh, "The effects of big data, artificial intelligence, and business intelligence on e-learning and business performance: Evidence from jordanian

- telecommunication firms,” *International Journal of Data and Network Science*, vol. 7, no. 1, pp. 35–40, 2023.
- [49] S. Yerpude and T. K. Singhal, “Internet of things and its impact on business analytics,” *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 10, no. 5, pp. 1–6, 2017.
- [50] R. Sharda, D. Delen, and E. Turban, *Business Intelligence: A Managerial Perspective on Analytics*, Dec. 2013.
- [51] K. Gupta and N. Jiwani, “A systematic overview of fundamentals and methods of business intelligence,” *International Journal of Sustainable Development in Computing Science*, vol. 3, no. 3, pp. 31–46, 2021.
- [52] D. Loshin, *Master data management*. Morgan Kaufmann, 2010.
- [53] M. N. Sadiku, S. M. Musa, M. N. Sadiku, and S. M. Musa, “Business intelligence,” *A primer on multiple intelligences*, pp. 177–190, 2021.
- [54] A. Berson and S. J. Smith, *Data Warehousing, Data Mining, and OLAP*. McGraw-Hill, 2002.
- [55] M. Ross and R. Kimball, *The data warehouse toolkit: the definitive guide to dimensional modeling*. John Wiley & Sons, 2013.
- [56] J. Han, J. Pei, and H. Tong, *Data mining: concepts and techniques*. Morgan kaufmann, 2022.
- [57] M. Souibgui, F. Atigui, S. Zammali, S. Cherfi, and S. B. Yahia, “Data quality in etl process: A preliminary study,” *Procedia Computer Science*, vol. 159, pp. 676–687, 2019.
- [58] G. Skevakis, K. Makris, V. Kalokyri, P. Arapi, and S. Christodoulakis, “Metadata management, interoperability and linked data publishing support for natural history museums,” *International Journal on Digital Libraries*, vol. 14, pp. 127–140, 2014.
- [59] J. W. Chapman, D. Reynolds, and S. A. Shreeves, “Repository metadata: approaches and challenges,” *Cataloging & classification quarterly*, vol. 47, no. 3-4, pp. 309–325, 2009.

- [60] P. Ponniah, *Data warehousing fundamentals: a comprehensive guide for IT professionals*. John Wiley & Sons, 2004.
- [61] A. Gutiérrez and A. Marotta, "An overview of data warehouse design approaches and techniques," *Reportes Técnicos 01-09*, 2001.
- [62] M. S. Raisinghani, *Business intelligence in the digital economy: opportunities, limitations and risks*. Igi Global, 2004.
- [63] P. Simon, *Analytics: The agile way*. John Wiley & Sons, 2017.
- [64] R. Van Der Lans, *Data Virtualization for business intelligence systems: revolutionizing data integration for data warehouses*. Elsevier, 2012.
- [65] A. Kumar, R. McCann, J. Naughton, and J. M. Patel, "Model selection management systems: The next frontier of advanced analytics," *ACM SIGMOD Record*, vol. 44, no. 4, pp. 17–22, 2016.
- [66] S. Kanchi, S. Sandilya, S. Ramkrishna, S. Manjrekar, and A. Vhadgar, "Challenges and solutions in big data management—an overview," in *2015 3rd international conference on future internet of things and cloud*. IEEE, 2015, pp. 418–426.
- [67] S. Ouf and M. Nasr, "Business intelligence in the cloud," in *2011 IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks*. IEEE, 2011, pp. 650–655.
- [68] V. Beleuta, "Data privacy and security in business intelligence and analytics," Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, 2017.
- [69] A. Rodrigues, "Top 6 Business Intelligence Challenges IT Teams will Face in 2023," *IT Knowledge Zone*, Feb. 2023. [Online]. Available: <https://itknowledgezone.com/top-6-business-intelligence-challenges-it-teams-will-face-in-2023>
- [70] A. Srinivasan, "Why Is Data Quality Important In Business Intelligence," *ITChronicles*, Jul. 2022. [Online]. Available: <https://itchronicles.com/big-data/why-is-data-quality-important-in-business-intelligence>
- [71] M. Smallcombe, "Why Business Intelligence is a Security Risk," *Integrate*, Apr. 2021. [Online]. Available: <https://www.integrate.io/blog/business-intelligence-is-a-security-risk/#why>

- [72] Aug. 2010, [Online; accessed 7. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://www.enixe.nl/Upload/Productvergelijk/enixe-it-solutions-lower-costs-with-osbi.pdf>
- [73] S. S. Gill, M. Xu, C. Ottaviani, P. Patros, R. Bahsoon, A. Shaghaghi, M. Golec, V. Stankovski, H. Wu, A. Abraham *et al.*, “Ai for next generation computing: Emerging trends and future directions,” *Internet of Things*, vol. 19, p. 100514, 2022.
- [74] B. Marr, “Beyond Dashboards: The Future Of Analytics And Business Intelligence?” *Forbes*, Nov. 2022. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2022/11/02/beyond-dashboards-the-future-of-analytics-and-business-intelligence/?sh=7ec622dd1804>
- [75] “A Better Way to Put Your Data to Work,” Jun. 2022, [Online; accessed 7. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://hbr.org/2022/07/a-better-way-to-put-your-data-to-work>
- [76] H. El Ghalbzouri and J. El Bouhdidi, “Integrating business intelligence with cloud computing: State of the art and fundamental concepts,” *Networking, Intelligent Systems and Security: Proceedings of NISS 2021*, pp. 197–213, 2022.
- [77] A. C. Bock and U. Frank, “Low-code platform,” *Business & Information Systems Engineering*, vol. 63, pp. 733–740, 2021.
- [78] Feb. 2016, [Online; accessed 8. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://www.scitepress.org/Papers/2005/25383/25383.pdf>
- [79] I. Tomlin, “Becoming Data-Driven with Low-Code Business Intelligence,” *Encanvas*, Mar. 2022. [Online]. Available: <https://www.encanvas.com/business-intelligence>
- [80] “The Open Source Definition (Annotated) | Open Source Initiative,” Feb. 2023, [Online; accessed 9. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://opensource.org/osd-annotated>
- [81] “Pros & Cons of Open Source in Business,” Feb. 2021, [Online; accessed 9. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://www.investintech.com/resources/blog/archives/7975-pros-cons-open-source-business.html>

- [82] “How companies use Metabase,” Feb. 2023, [Online; accessed 9. Feb. 2023]. [Online]. Available: https://www.metabase.com/case_studies
- [83] Apr. 2021, [Online; accessed 9. Feb. 2023]. [Online]. Available: https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/2953/1/Pentaho_Internship_Report_ViswesvarSekar.pdf
- [84] Lou, “Commercial vs Open Source Software: Benefits and Drawbacks,” *Echo*, Jan. 2023. [Online]. Available: <https://echoua.com/commercial-vs-open-source-software-the-benefits-and-drawbacks>
- [85] “LORECENTRAL,” Feb. 2023, [Online; accessed 9. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://www.lorecentral.org/2018/02/advantages-and-disadvantages-of-commercial-software.html>
- [86] A. Tripathi and T. Bagga, “Leading business intelligence (bi) solutions and market trends,” in *Proceedings of the International Conference on Innovative Computing & Communications (ICICC)*, 2020.
- [87] “Top 5 Business Intelligence Trends You Can’t Ignore | Zyxware,” Feb. 2023, [Online; accessed 9. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://www.zyxware.com/article/top-5-business-intelligence-trends-you-cant-ignore>
- [88] “Introduction | Superset,” Feb. 2023, [Online; accessed 9. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://superset.apache.org/docs/intro>
- [89] “Metabase documentation,” Feb. 2023, [Online; accessed 9. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://www.metabase.com/docs/latest>
- [90] “All the tools to unlock your data,” Feb. 2023, [Online; accessed 9. Feb. 2023]. [Online]. Available: <https://redash.io/product>
- [91] R. P. Santi and H. Putra, “A systematic literature review of business intelligence technology, contribution and application for higher education,” in *2018 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*. IEEE, 2018, pp. 404–409.
- [92] C.-M. Chiu, M.-H. Hsu, and E. T. Wang, “Understanding knowledge sharing in virtual communities: An integration of social capital and social cognitive theories,” *Decision support systems*, vol. 42, no. 3, pp. 1872–1888, 2006.

- [93] E. Indriasari, H. Prabowo, Meyliana, and A. N. Hidayanto, "Key benefits, challenges, and risk of cloud business intelligence: A systematic literature review," *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, vol. 9, no. 13, pp. 819–831, Dec. 2018. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/330479802_Key_benefits_challenges_and_risk_ofcloud_business_intelligence_A_systematic_literature_review
- [94] L. Columbus, "The State Of Cloud Business Intelligence, 2020." [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/louiscolumnbus/2020/04/12/the-state-of-cloud-business-intelligence-2020/>
- [95] "What is OLAP?" Apr. 2021. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/cloud/learn/olap>
- [96] "Business Intelligence Reporting: A Complete Guide." [Online]. Available: <https://www.qlik.com/us/business-intelligence/business-intelligence-reporting>
- [97] "Essentials of BI Dashboarding (Business Intelligence Dashboard Best Practices & Examples)." [Online]. Available: <https://wyn.grapecity.com/blogs/essentials-of-bi-dashboarding-business-intelligence-dashboard-best-practices-examples>
- [98] "Guide to integrating Business Intelligence and Analytics," May 2021. [Online]. Available: <https://www.canvasintelligence.com/guide-to-integrating-business-intelligence-and-analytics/>
- [99] "O processo de desenvolvimento de aplicações Web - Blog UDS," Feb. 2023, [Online; accessed 15. May 2023]. [Online]. Available: <https://uds.com.br/blog/desenvolvimento-de-aplicacoes-web>
- [100] A. S. f. P. Affairs, "Usability Testing," *Department of Health and Human Services*, Nov. 2013. [Online]. Available: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/usability-testing.html>
- [101] "Testes de Usabilidade," Apr. 2023, [Online; accessed 23. Apr. 2023]. [Online]. Available: <https://pt.slideshare.net/DanieleZ/testes-de-usabilidade-77273046>
- [102] M. Team, "Qualidade de software: o que é e como avaliar o seu resultado?" *Monitora BLOG*, Apr. 2023. [Online]. Available: <https://www.monitoretec.com.br/blog/qualidade-de-software>

- [103] R. Black, “23 métricas de desenvolvimento de software que devem ser monitoradas,” *ComputerWeekly.com*, Jun. 2021. [Online]. Available: <https://www.computerweekly.com/br/tip/23-metricas-de-desenvolvimento-de-software-que-devem-ser-monitoradas>
- [104] R. Eliza, “Teste de Software: Diferentes Tipos de Teste,” *Dev-Media*, Dec. 2013. [Online]. Available: <https://www.devmedia.com.br/introducao-aos-diferentes-tipos-de-teste/29799>
- [105] A. I. Martins, A. F. Rosa, A. Queirós, A. Silva, and N. P. Rocha, “European Portuguese Validation of the System Usability Scale (SUS),” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 67, pp. 293–300, Jan. 2015.
- [106] “The G2 on SAS Visual Analytics.” [Online]. Available: <https://www.g2.com/products/sas-visual-analytics/reviews>
- [107] “The Capterra on sas.” [Online]. Available: <https://www.capterra.com/p/127/SAS-Business-Intelligence/reviews/>
- [108] “The Capterra on sap businessobjects business intelligence reviews.” [Online]. Available: <https://www.capterra.com/p/92075/SAP-BusinessObjects/reviews/>
- [109] “The G2 on Infor Birst.” [Online]. Available: <https://www.g2.com/products/infor-birst/reviews>
- [110] “The Capterra on infor birst.” [Online]. Available: <https://www.capterra.com/p/127/SAS-Business-Intelligence/reviews/>
- [111] “The G2 on SAP BusinessObjects Business Intelligence (BI).” [Online]. Available: <https://www.g2.com/products/sap-businessobjects-business-intelligence-bi/reviews>
- [112] “The Capterra on oracle business intelligence reviews.” [Online]. Available: <https://www.capterra.com/p/180/Oracle-Business-Intelligence/reviews/>
- [113] “The G2 on Oracle Business Intelligence Publisher.” [Online]. Available: <https://www.g2.com/products/oracle-business-intelligence-publisher/reviews>
- [114] “The Capterra on zoho analytics reviews.” [Online]. Available: <https://www.capterra.com/p/211202/Zoho-Analytics-Formerly-Zoho-Reports/reviews/>

- [115] “The G2 on Zoho Analytics.” [Online]. Available: <https://www.g2.com/products/zoho-analytics/reviews>
- [116] “The Capterra on microstrategy analytics reviews.” [Online]. Available: <https://www.capterra.com/p/120/MicroStrategy-9/reviews/>
- [117] “The G2 on MicroStrategy.” [Online]. Available: <https://www.g2.com/products/microstrategy/reviews>
- [118] “The Capterra on dundas bi reviews.” [Online]. Available: <https://www.capterra.com/p/227408/Dundas-BI/reviews/>
- [119] “The G2 on Dundas BI.” [Online]. Available: <https://www.g2.com/products/dundas-bi/reviews>
- [120] “The Capterra on gooddata reviews.” [Online]. Available: <https://www.capterra.com/p/123828/GoodData/reviews/>
- [121] “The G2 on GoodData.” [Online]. Available: <https://www.g2.com/products/gooddata/reviews>
- [122] “The Capterra on gooddata reviews.” [Online]. Available: <https://www.capterra.com/p/85094/Cognos/reviews/>
- [123] “The G2 on Cognos Analytics with Watson.” [Online]. Available: <https://www.g2.com/products/cognos-analytics-with-watson/reviews>
- [124] “The Capterra on qlik sense reviews.” [Online]. Available: <https://www.capterra.ca/reviews/145530/qliksense>
- [125] “The G2 on Qlik Sense.” [Online]. Available: <https://www.g2.com/products/qlik-sense/reviews>
- [126] “The Capterra on board reviews.” [Online]. Available: <https://www.capterra.com/p/73473/BOARD/reviews/>
- [127] “The G2 on Board.” [Online]. Available: <https://www.g2.com/products/board/reviews>
- [128] Y. Linda, “What is PhpStorm?” *MonoVM*, Dec. 2021. [Online]. Available: <https://monovm.com/blog/what-is-phpstorm>

- [129] Contributors to Wikimedia projects, “Visual Studio Code - Wikipedia,” Apr. 2023, [Online; accessed 29. Apr. 2023]. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Visual_Studio_Code&oldid=1151177843
- [130] “Sobre o Git - GitHub Docs,” Apr. 2023, [Online; accessed 29. Apr. 2023]. [Online]. Available: <https://docs.github.com/pt/get-started/using-git/about-git>
- [131] K. Kelley, “What is GitLab and How to Use It?” *Simplilearn*, Jan. 2023. [Online]. Available: <https://www.simplilearn.com/tutorials/git-tutorial/what-is-gitlab>
- [132] “Postman - API Testing Tool: What It is, Tutorial - Javatpoint,” Apr. 2023, [Online; accessed 29. Apr. 2023]. [Online]. Available: <https://www.javatpoint.com/postman>
- [133] “First Steps,” Apr. 2023, [Online; accessed 29. Apr. 2023]. [Online]. Available: <https://docs.oracle.com/en/virtualization/virtualbox/7.0/user/Introduction.html#hostcpurequirements>
- [134] W. Chai, “Google Sheets,” *WhatIs.com*, May 2021. [Online]. Available: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/Google-Spreadsheets>
- [135] “XAMPP Tutorial - javatpoint,” May 2023, [Online; accessed 3. May 2023]. [Online]. Available: <https://www.javatpoint.com/xampp>
- [136] “Introduction to Balsamiq Wireframes for Desktop - Balsamiq for Desktop Documentation | Balsamiq,” Apr. 2023, [Online; accessed 29. Apr. 2023]. [Online]. Available: <https://balsamiq.com/wireframes/desktop/docs/intro>
- [137] Contributors to Wikimedia projects, “Diagrams.net - Wikipedia,” Feb. 2023, [Online; accessed 29. Apr. 2023]. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Diagrams.net&oldid=1142089111>
- [138] —, “JabRef - Wikipedia,” Apr. 2023, [Online; accessed 29. Apr. 2023]. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=JabRef&oldid=1147606976>
- [139] —, “Overleaf - Wikipedia,” Jan. 2023, [Online; accessed 29. Apr. 2023]. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Overleaf&oldid=1135185882>

- [140] “Technology Selection | OwnerTeamConsultation,” Apr. 2023, [Online; accessed 3. May 2023]. [Online]. Available: <https://www.ownerteamconsult.com/technology-selection>
- [141] C. H. Carvalho, “Com o aumento do volume de projetos de tecnologia, o planejamento se torna uma etapa essencial para evitar o gasto de recursos financeiros e tempo da equipe em propostas que agregaram pouco às empresas. Fases fundamentais durante o desenvolvimento de um projeto de tecnologia, seja de um aplicativo,,” Apr. 2023, [Online; accessed 1. Apr. 2023]. [Online]. Available: <https://pt.linkedin.com/pulse/o-que-%C3%A9-prototipagem-de-um-sistema-e-aplicativo-carvalho>



Apêndice A - Análise das ferramentas de *Business Intelligence*

Este capítulo apresenta uma análise aprofundada tanto das ferramentas de *BI* gratuitas & *opensource* como das comerciais selecionadas entre aquelas disponíveis no mercado à data desta pesquisa. Indo de encontro com a seção 3.2.1 e seção 3.2.2 respectivamente, esta análise foi conduzida com o objetivo de selecionar as soluções mais adequadas para o desenvolvimento de um sistema de BI que satisfaça os requisitos e necessidades específicas da organização.

A.1 Análise das ferramentas gratuitas & *opensource*

Tabela A.1: Análise das ferramentas gratuitas e *opensource*

Nome das Ferramentas	Métricas	Análise geral	
	Dispositivos móveis & Incorporação web	Vantagens	Desvantagens
BIRT	• Não é responsivo para dispositivos móveis; • Permite a incorporação em aplicações <i>Web</i>	• Poucas atualizações das funcionalidades nos últimos cinco anos; • Permite a incorporação com aplicações <i>Web</i>; • Construir Apresentações; • Partilha de dados	• Não dispõe de um servidor de relatórios <i>opensource</i>; • Não fornece integração de mapas; • Não fornece uma vasta gama de tipos de dados pré-configurados

LinceBI	• Responsivo para dispositivos móveis; • Permite a incorporação em aplicações <i>Web</i>	• Especializado para <i>Big Data</i>; • Muito customizável; • Permite a integração com outras aplicações; • Relatórios e <i>dashboards</i> em todos os dispositivos;	• Necessária a configuração de outros <i>softwares</i>; • Curva de aprendizagem íngreme; • Necessário dedicar muito tempo na configuração das ferramentas;
Knowage	• Algumas funcionalidades não são responsivas para dispositivos móveis • Permite a incorporação em aplicações <i>Web</i>	• Relatórios empresariais; • Gestão do desempenho; • Inteligência incorporada; • Análise preditiva; • Fácil de conectar com um repositório de dados	• Dificuldade de navegação em dispositivos móveis; • <i>Frontend</i> um pouco confuso para um novo utilizador; • Necessário dedicar muito tempo na configuração e compreensão das ferramentas;

JasperReports	• Necessário uma aplicação externa (<i>JasperMobile</i>) para a visualização dos dados em dispositivos móveis; • Permite a incorporação em aplicações <i>Web</i>	• Percepção rápida e fácil dos dados; • Acesso aos dados facilmente através de <i>datawarehouse</i>; • Gestão de permissões; • Colaboração entre equipas;	• A plataforma é propensa a bugs com alguma frequência; • Tem uma curva de aprendizagem íngreme; • A criação de relatórios com aspecto profissional é demorada;
Pentaho	• Necessário uma aplicação externa (<i>Pentaho Mobile</i>) para a visualização dos dados em dispositivos móveis; • Permite a incorporação em aplicações <i>Web</i>	• Análise <i>Big Data</i>; • Gestão eficiente de dados; • Análise preditiva; • Ferramentas orientadas para a comunidade;	• Códigos de erro pouco claros. Explicações detalhadas necessárias para uma resolução rápida. • A programação de pacotes ETL através do Programador de Tarefas do Windows é difícil. • Tempo de ligação a uma base de dados termina, após um determinado período de tempo.

SuperSet	• Não é responsivo para dispositivos móveis; • Permite a incorporação em aplicações <i>Web</i>	• Fácil de utilizar para quem não tem conhecimentos de programação; • O <i>setup</i> é fácil e rápido; • Fornece um “SQL-Lab” que permite <i>querying</i> interativo; • Visualização interativa fácil e apelativa, permitindo a exploração de dados; • Fornece uma análise de dados simplista, mas que satisfaz as necessidades dos clientes.	• Apresente um suporte limitado aos utilizadores; • Por vezes o <i>SQL-Lab</i> bloqueia quando o utilizador pretende efetuar queries em grandes quantidades de dados; • Não permite fazer visualizações complexas, limitando-se a uma utilização e exploração de dados mais básica.
Metabase	• Responsivo para dispositivos móveis; • Permite a incorporação com aplicações <i>Web</i>	• Fácil instalação; • Interface simplificada, intuitiva e fácil de utilizar; • É muito flexível; • Compreensão simples para utilizadores menos experientes;	• Não é adequado para análises detalhadas e <i>ad-hoc</i>. • Fraco controlo de permissões na versão gratuita e <i>opensource</i>. • Variedade limitada de funcionalidades BI.

Bamboobsc	• Não é responsivo para dispositivos móveis; • Não permite a incorporação em aplicações <i>Web</i>	• Gestão estratégica; • Permite a análise do desempenho dos departamentos; • Indicadores chave de desempenho (KPIs); • Relatórios KPI elaborados;	• <i>Software</i> desatualizado. • Fornece pouca documentação prática para a implantação. • Algumas funcionalidades necessitam de ser aprimoradas.
LightDash	• Responsivo para dispositivos móveis; • Permite a incorporação em aplicações <i>Web</i>	• Serviço auto-hospedado; • Opção gratuita e <i>opensource</i> do <i>looker</i>; • É muito flexível; • Permite a partilha de relatórios e colaboração;	• Falta de funcionalidades de autenticação e permissão. • Falta de integração com outras aplicações. • Pouca variedade de gráficos e personalização dos <i>dashboard</i>.

A.2 Análise das ferramentas comerciais

Tabela A.2: Análise das ferramentas comerciais analisadas

Ferramenta	Avaliação*	Recursos	Limitações
SAS Business Intelligence	Capterra: 4.3 [106] G2Crowd: 4.2 [107]	• Foca-se em exploração de dados, relatórios, <i>dashboards</i> interativos, colaboração e aplicações móveis; • A exploração de dados suportada por <i>machine learning</i>; • Recursos de análise de texto; • Relatórios e painéis em todos os dispositivos; • Permite a integração com outras aplicações	Considerando a complexidade do produto e as suas ofertas, a faixa de preço elevada e as opções de personalização limitadas. Estes podem ser fatores determinantes para decidir se esta ferramenta BI seria a melhor escolha, como grande parte dos utilizadores refere na plataforma de avaliação, <i>Capterra</i> e <i>G2crowd</i> [108], [106].

Infor Birst	Capterra: 4.1 [109] G2Crowd: 3.9 [110]	• Modelo arquitetural de dados moderno • <i>Business Intelligence</i> em rede; • Interface adaptativa; • Relatórios e painéis em todos os dispositivos; • Permite a integração com outras aplicações	Algumas análises de clientes descrevem a interface do utilizador como confusa em algumas partes [110]. Além disso, a integração de dados é mais complicada do que o descrito, dado que a ferramenta de <i>Business Intelligence</i>, não cria um modelo de dados baseado nas fontes de dados vinculadas de forma totalmente automatizada.
SAP Business Objects	Capterra: 4.2 [108] G2Crowd: 3.8 [111]	• Sistema de relatório BI moderno e completo; • <i>Dashboards</i> personalizados e baseados em funções; • Partilha de funcionalidades com outros utilizadores; • Permite a conectividade com o <i>SAP Warehouse</i> e <i>HANA</i>; • Permite a integração com o Microsoft Excel e Powerpoint	Alguns <i>feedbacks</i> relatam que funções de análise extensas raramente são utilizáveis sem formação adicional do utilizador [108]. Além disso, os custos dos módulos individuais são relativamente altos e há comparativamente poucas atualizações de funcionalidades.

DOMO	Capterra: 4.2 [108] G2Crowd: 4.4 [111]	• Vários conetores de nuvem pré-construídos; • Funcionalidade "Magic ETL permite fazer um pré-processamento dos dados sem ser necessário aprender SQL; • Visualizações sugeridas automaticamente; • Fornece um motor de Inteligência artificial para auxiliar a análise preditiva. • <i>Domo Appstore</i>	O software <i>Domo</i> não foi desenvolvido para iniciantes, pois a curva de aprendizagem pode ser íngreme, todavia a plataforma oferece treino, para qualquer tipo de utilizador. Os modelos de preços não são transparentes, no entanto segundo as <i>reviews</i> dos utilizadores, o seu preço é consideravelmente elevado.
-------------	---	---	---

Oracle Business Intelligence	Capterra: 4.2 [112] G2Crowd: 4.0 [113]	• Funcionalidades <i>ad hoc</i>, que permitem os utilizadores facilmente gerar gráficos e visualizar os seus dados de forma rápida e eficiente; • Oracle dashboards; • Oracle BI Publisher; • Servidor de decisão em tempo real. • <i>Domo Appstore</i>	De acordo com o <i>feedback</i> de utilizadores do <i>Capterra</i> e do <i>G2Crowd</i>, o <i>Oracle BI</i> fica lento em algumas ocasiões, principalmente na geração de relatórios. Para algumas funções, como adicionar informações a modelos de dados, são relatados processos complicados e demorados [112], [113].
ZOHO Analytics	Capterra: 4.3 [114] G2Crowd: 4.2 [114]	• Combinação e visualização de dados; • Assistente inteligente <i>Zia</i>; • Seção de comentários nas opções de partilha; • Visualização geográfica. • Interface semelhante a "<i>spreadsheet</i>" para análises mais detalhadas	Algumas avaliações referem que o utilizador necessita de conhecimento de desenvolvimento adicional se quiser utilizar tarefas mais avançadas [114], [115]. Além disso, levará tempo para o utilizador se familiarizar com a organização do seu fluxo de trabalho e conectar os pontos antes que possa aproveitar totalmente os seus recursos.

Microstrategy	Capterra: 4.2 [116] G2Crowd: 4.2 [117]	• Ferramenta de IA exclusiva do software, auxilia na extração dos dados; • Análise federada; • Implantação móvel; • Integração com tecnologia de voz. • Tecnologia de nuvem	Alguns utilizadores referem a existência de uma configuração inicial complexa, pois envolve muitas partes e conhecimento profundo do própria aplicação [116], [117]. A facilidade de utilização é certamente um aspecto que falta ao software, uma vez que é necessário uma equipa muito experiente para "colocá-lo em funcionamento".
Dundas BI	Capterra: 4.5 [118] G2Crowd: 4.4 [119]	• A versão mobile é muito semelhante à versão <i>desktop</i>; • Visualizações de dados personalizáveis; • Fácil integração do sistema com outra aplicação através da API; • Análise sob medida; • Alto nível de interatividade com as funcionalidades disponíveis	De acordo com análise feita apartir da versão trial do Dunbas BI, foi notado que a ferramenta tem uma curva de aprendizagem lenta e carece de uma opção de desfazer para que os utilizadores possam atrás em caso. Adicionalmente, as avaliações no capterra e G2Crowd acrescentam que algumas das suas funcionalidades ainda não estão totalmente desenvolvidas e possuem alguns <i>bugs</i> [118], [119].

GoodData	Capterra: 4.3 [120] G2Crowd: 4.0 [121]	• Os utilizadores podem publicar seus próprios relatórios; • Um <i>pipeline</i> de dados modular; • Uma plataforma para desenvolvedores; • Suporte adicional. • 4 Centro de dados	Alguns utilizadores referem que é difícil de utilizar apesar das sessões de treino concluídas e uma faixa de preço elevada para pequenas organizações [120], [121].
IBM Cognos Analytics	Capterra: 4.1 [122] G2Crowd: 3.9 [123]	• Mecanismo de pesquisa muito robusto; • Um único módulo de dados; • Visualização de dados interativa; • Assistente AI; • Documentação muito desenvolvida e detalhada	É necessário um tempo considerável para o utilizador ficar a par de todos os recursos e capacidades que esta solução oferece e, caso esteja à procura de recursos abrangentes de <i>dashboard</i>, esta ferramenta não será adequada, como muitos utilizadores referem [122], [123].

QlikSense	Capterra: 4.3 [124] G2Crowd: 4.1 [125]	• Exploração associativa; • <i>Dashboards</i> visualmente destacados; • Motor associativo; • Utiliza uma estratégia de dupla utilização; • Plataforma adequada para desenvolvedores	O utilizador necessita estar disposto a aprender a utilizar este <i>software</i>, pois requer conhecimento técnico em muitos pontos, e as empresas de pequeno e médio porte podem achar esta solução muito cara.
------------------	---	---	---

Board	Capterra: 4.5 [126] G2Crowd: 4.4 [127]	• Combina o excelente desempenho com recursos completos de leitura e gravação que tornam processos como visualização de dados, simulação e planeamento consideravelmente mais rápidos; • Métricas calculadas; • Simulação; • Fluxo de trabalho aprimorado; • Algoritmo reverso, que permite que os utilizadores façam alterações em dimensões e hierarquias nos campos calculados.	As revisões apontam que instalar e atualizar complementos do software é complicado. Além disso, a documentação fornecida para esta solução deve ser aprimorada, caso contrário, algumas funções podem ser usadas de forma incorreta [126], [127].
-------	---	--	--

^a Avaliação no intervalo de 0 a 5, com base nos critérios das plataformas de avaliação, *Capterra* e *G2Crowd*

B

Apêndice B - Ambiente e tecnologias

Para uma melhor contextualização do trabalho elaborado, este capítulo tem por objetivo descrever as componentes de *hardware* e *software* utilizadas no desenvolvimento do projeto e dos testes efetuados, incluindo as dependências instaladas e a configuração para satisfazer as necessidades específicas do projeto. Foram também destacadas as tecnologias utilizadas no processo de desenvolvimento e categorizadas em servidor, cliente, e tecnologias de armazenamento persistente.

B.1 Ambiente de desenvolvimento

Para o desenvolvimento e teste do projeto, foi criado um ambiente composto por *hardware* e *software*. No que diz respeito às componentes de *hardware*, foram utilizados dois computadores com as seguintes especificações configuradas para ambiente virtual: processador de 2.5Ghz, placa gráfica *NVIDIA Geforce GTX*, 11GB de RAM e 220GB de armazenamento em disco rígido.

Em relação ao *software* utilizado, foram escolhidos uma variedade de ferramentas de acordo com as necessidades específicas do projeto. Entre elas encontram-se: *PhpStorm*, *Visual Studio Code*, *Github*, *Gitlab*, *Postman*, *Oracle VM VirtualBox*, *Google Sheets*, *XAMPP*, *Balsamiq Wireframes*, *Drawio*, *Jabref* e *Overleaf*. Estas ferramentas foram selecionadas tendo em conta o facto de algumas já serem utilizadas pela equipa do *ee/lab*, bem como pelo conhecimento prévio em outras, como o *vscode* ou o *github*. Para além disso, as suas funcionalidades específicas como a capacidade de criar um ambiente automatizado de desenvolvimento, com controlo de versões, tiveram um papel importante na tomada de decisão.

Nesta secção, serão descritos em detalhe o ambiente de *hardware* e *software* utilizados no projeto, bem como a configuração realizada para garantir que estes ambientes atendessem às necessidades específicas do projeto desenvolvido.

B.1.1 Ambiente de hardware

O ambiente de *hardware* foi responsável por fornecer os recursos computacionais necessários para executar o sistema e assegurar o seu desempenho eficaz.

Ao utilizar diferentes ferramentas *BI*, foi importante ter em consideração os requisitos específicos de *hardware* necessários para suportar as funcionalidades do sistema. O ambiente de hardware teve de ser capaz de acomodar os requisitos de processamento, armazenamento e rede, assegurando que as funcionalidades de *BI* fossem executadas de forma eficiente.

Um sistema de *BI* envolve frequentemente grandes quantidades de dados que precisam de ser processados em tempo real. Assim, é necessário um ambiente de *hardware* com um processador potente para lidar com estas exigências de processamento e assegurar que as funcionalidades de *BI* sejam executadas de forma atempada.

Para além do poder de processamento, os requisitos de armazenamento do sistema também foram tidos em consideração. Um sistema *BI* requer grandes quanti-

dades de dados a armazenar, que podem ser estruturados ou não estruturados. Um ambiente de hardware com capacidade de armazenamento suficiente é crucial para assegurar que o sistema seja capaz de armazenar e recuperar dados, conforme necessário.

Finalmente, os requisitos de rede para o sistema também devem ser considerados. O sistema necessitou de uma ligação de rede rápida e fiável para transferir dados e informações entre o sistema e diferentes ferramentas de BI. Um ambiente de *hardware* com uma infra-estrutura de rede robusta foi importante para assegurar que as funcionalidades *BI* fossem executadas de uma forma eficiente e eficaz.

A tabela seguinte descreve as características dos computadores utilizados para o desenvolvimento do projeto. Foi configurada uma máquina virtual da *Oracle a VM VirtualBox*, para facilitar a configuração dos testes ao ambiente necessário para as tecnologias de *software* utilizadas, logo as características apresentadas se referem de um modo geral ao ambiente de desenvolvimento configurado na máquina virtual e não às características da máquina anfitriã.

Tabela B.1: Características dos computadores utilizados em ambiente virtual

PC	Marcas	Processador	Placa gráfica	RAM	Disco	Sistema Operativo
2	HP e Asus	2.5GHz	NVIDIA GeForce GTX	11GB	220GB	Linux Ubuntu 20.04

B.1.2 Ambiente de software

O ambiente de *software* foi outro aspeto chave para o desenvolvimento do sistema. A seleção das componentes de software mais adequadas teve um impacto significativo no sucesso do projeto, bem como a sua capacidade de satisfazer as necessidades e requisitos dos utilizadores alvo.

Neste projeto, foi efetuado um estudo extensivo à seleção do ambiente de software, tendo em conta as necessidades dos utilizadores alvo, as características da plataforma do DISME, e os requisitos do sistema a ser desenvolvido. O intuito foi selecionar as componentes de software mais adequadas que permitissem fornecer uma solução robusta e eficaz atendendo às necessidades do cliente.

Um dos aspetos mais importantes a ter em consideração foi a própria plataforma *low-code*, como as tecnologias de linguagem de programação utilizadas foram as mesmas para o desenvolvimento do *DISME* e o sistema a ser desenvolvido seria imple-

mentado nesta plataforma, grande parte do ambiente de *software* incidiu no utilização destas mesmas ferramentas.

Para além da plataforma *low-code*, conforme demonstrado anteriormente, foram estudadas, analisadas e seleccionadas uma gama específica de ferramentas de *Business Intelligence* a ser integradas no sistema. Estas ferramentas concebidas para ajudar as organizações a analisar dados e tomar decisões informadas, incluem diferentes características tais como visualização de dados, armazenamento de dados, e análise de dados. A fim de assegurar que a solução fosse tão eficaz quanto possível, foram seleccionadas cuidadosamente as ferramentas mais adequadas para o projeto, tendo em conta as suas características, capacidades, e facilidade de integração no sistema.

Finalmente, foi também considerada a escalabilidade da solução. O sistema foi concebido para ser utilizado por organizações de grande escala, portanto, deve ser capaz de acomodar quantidades crescentes de dados e utilizadores ao longo do tempo. A fim de assegurar que o sistema possa ser escalado eficazmente, foi utilizado uma infra-estrutura com capacidade de implementação na *cloud*, para este efeito optou-se por utilizar diferentes *REST APIs*, que proporcionaram um ambiente flexível e escalável para a solução.

Nesta secção, será explicada de uma maneira geral, as ferramentas de *software* e produtos utilizados no sistema incluindo o papel principal de cada uma destas. Apesar da existência de várias alternativas ao ambiente utilizado, a escolha destas ferramentas foi com base naquelas já utilizadas pela plataforma "*DISME*", os custos de utilização e a experiência e conhecimento anteriormente adquirido, com o intuito de minimizar a curva de aprendizagem na utilização destas ferramentas.

PhpStorm

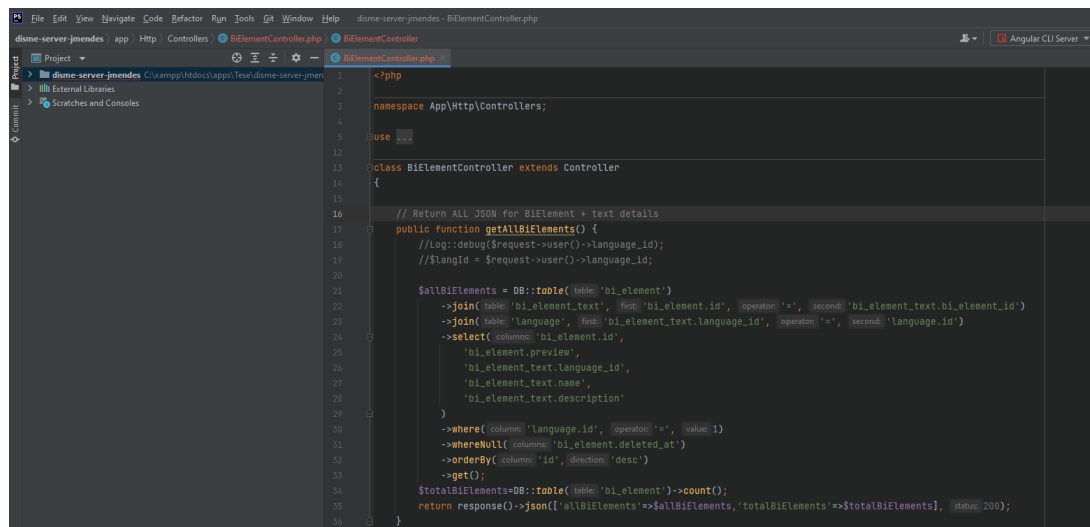


Figura B.1: Exemplo de utilização do PhpStorm para o backend

O *PhpStorm* é um *IDE* adequado para o desenvolvimento *web*. Este *IDE* oferece vários benefícios, como o destaque de sintaxe, conclusão de código, e outras características úteis para escrever, depurar, e manter o código. Também se integra com um sistema de controlo de versões para facilitar a gestão do repositório de código.

Este IDE também oferece ferramentas de desenvolvimento tais como depuração, teste, fatorização de código e gestão de bases de dados para racionalizar o processo de desenvolvimento e assegurar código de alta qualidade [128]. Outra característica a seu favor, foi a integração com as tecnologias utilizadas no projeto, como *"Laravel"*, *"NodeJS"*, *"Angular"*, e *"TypeScript"*, permitindo tirar partido das suas características e capacidades.

Visual Studio Code

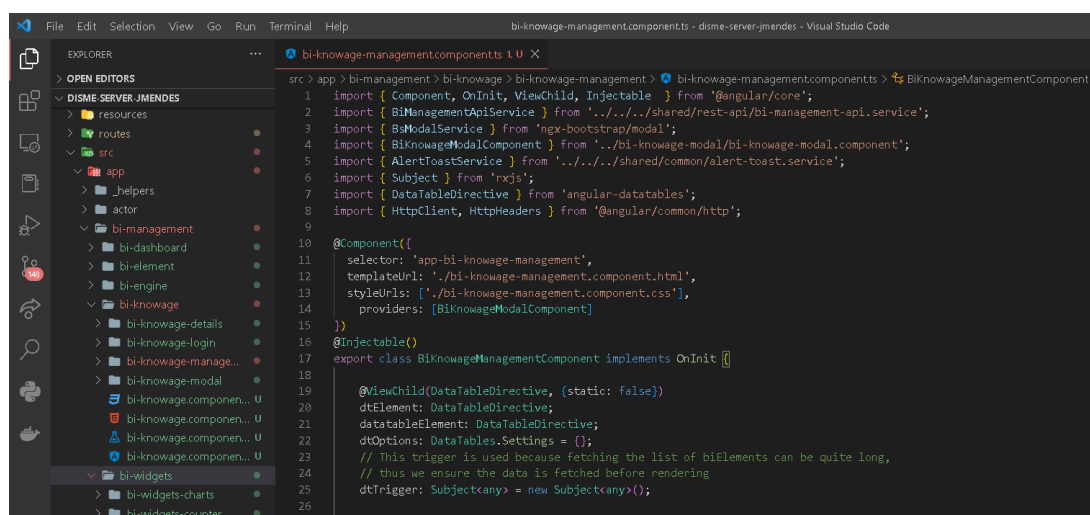


Figura B.2: Exemplo de utilização do Visual Studio Code para o frontend

O *VSCode* é um editor de código-fonte independente, que pode ser executado no *Windows*, *macOS* e *Linux*. É visto como a principal escolha para desenvolvedores *Java* e *da web*, com múltiplas extensões para oferecer suporte a praticamente qualquer linguagem de programação. Este editor inclui suporte para depuração, controle de versões, *Git* incorporado, realce de sintaxe, complementação inteligente de código, *snippets* e *refatoração* de código. Para além disso é customizável, free & opensource, apesar do download oficial estar sobre licença proprietária [129].

Para além do *PhpStorm*, este compilador foi utilizado, mais precisamente para o desenvolvido do *frontend* do sistema, por ser uma ferramenta leve, versátil e fiável que pode proporcionar um ambiente de desenvolvimento contínuo em diferentes sistemas operativos. Com a sua natureza *opensource*, características personalizáveis, interface amigável e com *Git* incorporado o que permitiu facilmente o controlo de versões através da plataforma *Github*.

GitHub

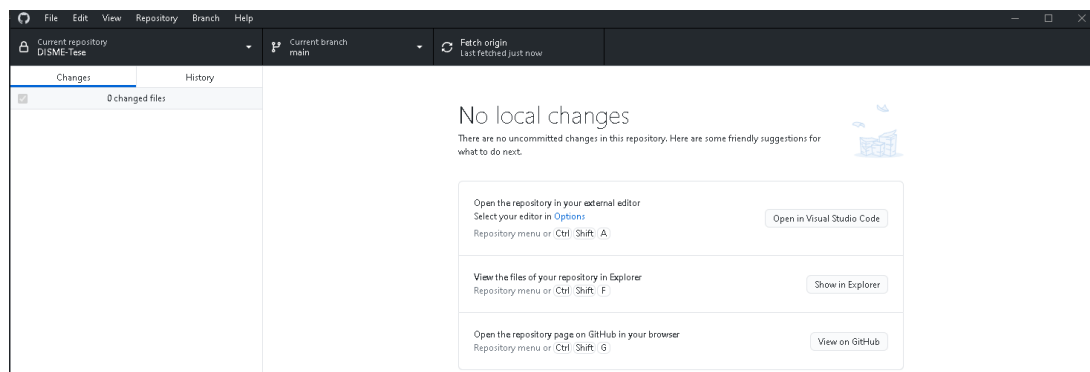


Figura B.3: Exemplo de utilização do Github desktop para o controlo de versões

O *GitHub* é uma plataforma baseada na *web* que oferece a gestão do código fonte, controlo de versões e características de colaboração para projetos de desenvolvimento de software [130]. Para o desenvolvimento do sistema e por se tratar de uma ferramenta já utilizada no desenvolvimento de outros projetos, o *GitHub* ofereceu vários benefícios, entre os quais um repositório centralizado, características robustas de pedido e revisão de código, integração com ferramentas de desenvolvimento, acompanhamento de problemas e ferramentas de gestão de projeto. Estas características ajudaram a racionalizar o processo de desenvolvimento, aumentar a produtividade, manter o projeto organizado e transparente e assegurar que futuros colaboradores tenham acesso à última versão do código e sejam informados do progresso do projeto. A utilização desta ferramenta foi essencial para o sucesso do projeto, uma vez que a gestão do código fonte, colaboração e capacidades de integração fazem desta uma ferramenta valiosa para o desenvolvimento de qualquer projeto de *software*.

Gitlab

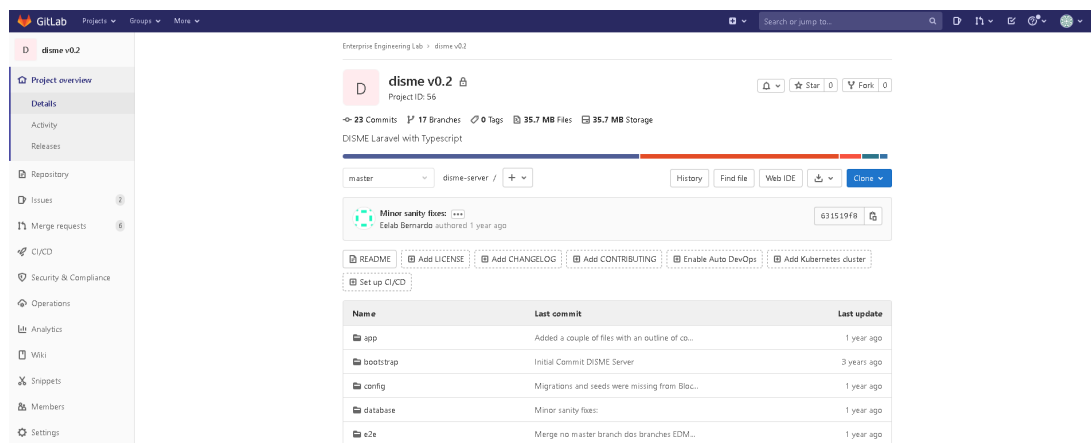


Figura B.4: Exemplo de utilização do Gitlab para gestão do projeto DISME v0.2

O *Gitlab* é uma plataforma completa de *DevOps* que fornece um repositório centralizado para uma equipa trabalhar, assegurando que todas as alterações são seguidas e que todos os colaboradores têm acesso à versão mais recente do código. O *Gitlab* também oferece integração contínua e características de entrega contínua para racionalizar o processo de desenvolvimento, bem como ferramentas de seguimento de problemas e gestão de projetos para manter o projeto organizado e no bom caminho [131]. A adoção do Gitlab foi particularmente influente na fase inicial do desenvolvimento do sistema, dado à data se tratar da plataforma de escolha da equipa de desenvolvimento do *ee/lab* para a gestão das tarefas e garantia da continuidade do projeto.

Postman

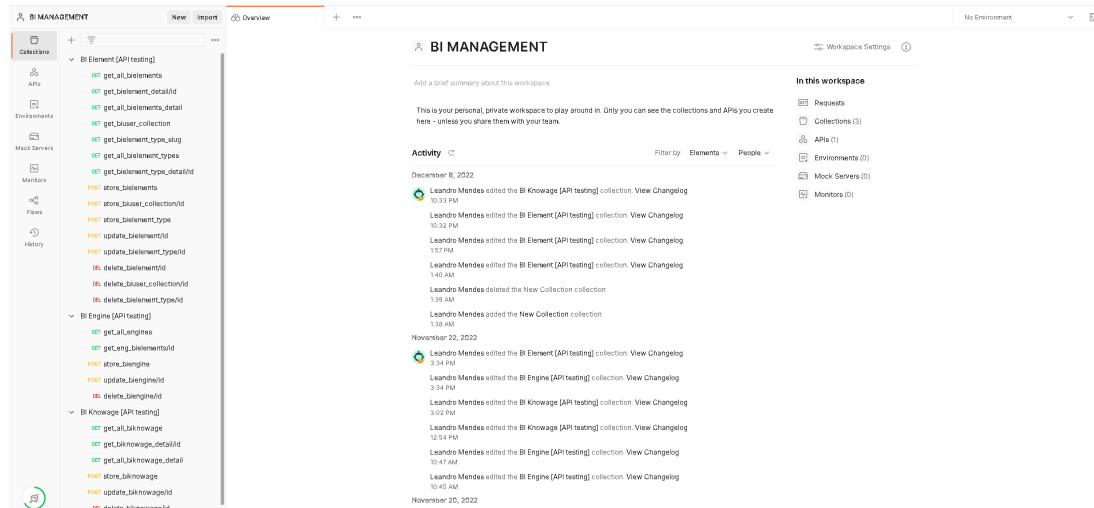


Figura B.5: Exemplo de utilização do Postman para criação de REST APIs

O Postman é uma ferramenta de desenvolvimento e teste de *API* que oferece vários benefícios para a equipa de desenvolvimento num projeto de desenvolvimento de *software*. Com a sua interface intuitiva e de fácil utilização, a equipa pode facilmente testar e depurar “*APIs*”, criando e enviando pedidos e visualizando respostas.

Esta ferramenta também tem características concebidas para melhorar os testes de *API*, tais como suporte para múltiplos ambientes e ferramentas integradas para análise de pedidos e respostas. Além disso, permite a integração com outras ferramentas e serviços de automatização de testes de *API*, assegurando a sua qualidade e o cumprimento dos requisitos do projeto [132]. A utilização desta ferramenta foi crucial para racionalizar o processo de desenvolvimento das REST *API* e assegurar o sucesso do projeto nesta vertente.

Oracle VM VirtualBox

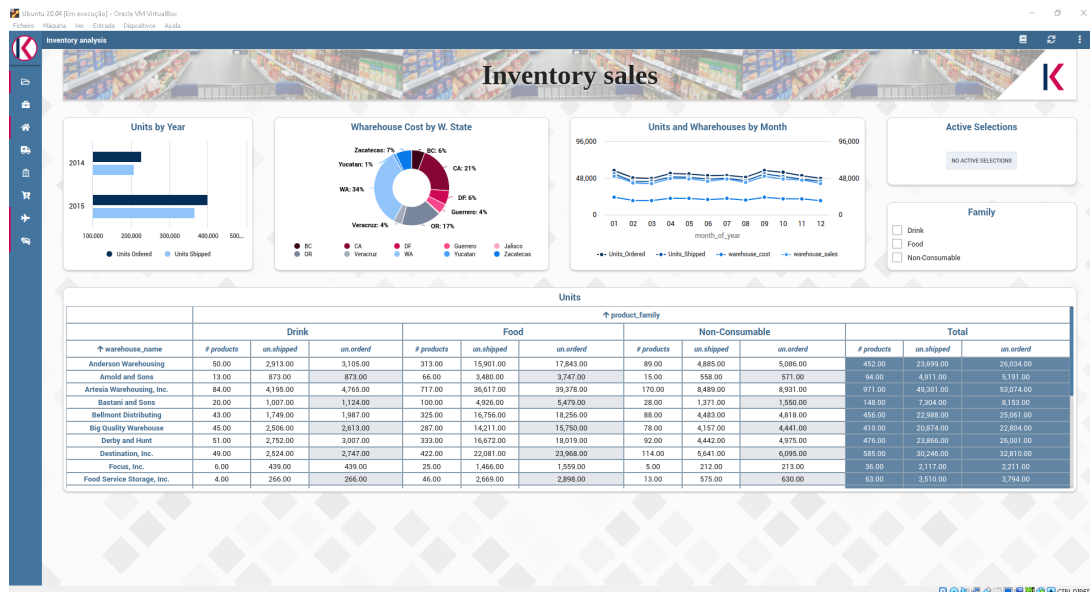


Figura B.6: Exemplo de utilização da Oracle VM VirtualBox com o Knowage

O *Oracle VM VirtualBox* é um *software* de virtualização que permite que vários sistemas operativos sejam executados numa única máquina física. Num projeto de desenvolvimento de software, proporciona um ambiente seguro e isolado para fins de teste e desenvolvimento. A equipa de desenvolvimento é capaz de criar máquinas virtuais e executar vários sistemas operativos sem afetar a máquina anfitriã ou outras máquinas virtuais, criando um ambiente estável para testes e desenvolvimento [133].

Este software foi aplicado no ambiente de desenvolvimento, não só para testar e utilizar o sistema, como a instalação da ferramenta *BI* selecionada num ambiente *Linux*.

Google Sheets

1	A	B	C	D	E
2				Horas de trabalho	Nota: Com excesso da primeira semana, cada semana está estipulada para 10h de trabalho.
3	Semanas	SegueData/Participantes	João Mendes	Descrição	
4	SEMANA 1	-14/03/2021			[Situação] Análise e tratamento do problema abordado
5	S01-Dia 1	1		X	Visão geral e discussão do projeto com o Orientador
6	S01-Dia 1	2		X	Visão geral e discussão do projeto com o Orientador
7	S01-Dia 1	3		X	Apointamentos tirados na reunião com o Orientador
8	S01-Dia 1	4		X	Breve análise dos apontamentos retirados na reunião com o Orientador
9	SEMANA 2	-29/11/2021			[Situação] Encerramento do projeto e Preparação final do ambiente de hardware e software
10	S02-Dia 1	5		X	Revisão/Organização dos apontamentos retirados na reunião com o Orientador
11	S02-Dia 1	6		X	Revisão/Organização dos apontamentos retirados na reunião com o Orientador
12	S02-Dia 1	7		X	Revisão/Organização dos apontamentos retirados na reunião com o Orientador
13	S02-Dia 1	8		X	Visão geral dos softwares necessários para o projeto
14	S02-Dia 1	9		X	Visão geral dos softwares necessários para o projeto
15	S02-Dia 1	10		X	Configuração de um ambiente Linux (Ubuntu) na máquina Virtual - Oracle VM VirtualBox
16	S02-Dia 1	11		X	Configuração de um ambiente Linux (Ubuntu) na máquina Virtual - Oracle VM VirtualBox
17	S02-Dia 2	12		X	Leitura geral dos requisitos de software para o projeto - [Nota] O ambiente Linux criado na máquina Virtual acabou por não ser utilizado, dado que seria mais adequado utilizar para o projeto o SO Windows
18	S02-Dia 2	13		X	O ambiente Linux criado na máquina Virtual acabou por não ser utilizado, dado que seria mais adequado utilizar para o projeto o SO Windows
19	S02-Dia 2	14		X	Disme V0.1 - Software necessário - desinstalação do Git versão antiga e instalação do Git versão 2.28.0 para windows
20	S02-Dia 2	15		X	Disme V0.1 - Software necessário - desinstalação do EasyPHP Dev Server
21	S02-Dia 2	16		X	Disme V0.1 - Software necessário - desinstalação do XAMPP versão antiga e instalação do XAMPP versão 7.4.26
22	S02-Dia 2	17		X	Disme V0.1 - Software necessário - desinstalação do Workbench versão antiga e instalação do XAMPP versão 8.0.27
23	S02-Dia 2	18		X	Disme V0.1 - Software necessário - desinstalação do Composer versão antiga e instalação do Composer versão 2.1.14
24	S02-Dia 2	19		X	Disme V0.1 - Software necessário - desinstalação do NodeJS versão antiga e instalação do NodeJS versão 16.13.1 LTS
25	S02-Dia 2	20		X	Disme V0.1 - Software necessário - Instalação do PhpStorm versão normal
26	S02-Dia 2	21		X	Disme V0.1 - Software necessário - Desinstalação do PhpStorm antigo e instalação do PhpStorm com o pack para estudantes
27	S02-Dia 2	22		X	Disme V0.1 - Software necessário - Adição dos softwares nas variáveis de ambiente no windows
28	S02-Dia 2	23		X	Disme V0.1 - Software necessário - desinstalação do Git versão antiga e instalação do Git versão 2.28.0 para windows
29	S02-Dia 3	24		X	Disme V0.1 - Software necessário - Correção de erro: https://stackoverflow.com/questions/67392755/how-to-solve-npm-install-error-npm-err-code-1 ao executar o comando <code>npm install</code>
30	S02-Dia 3	25		X	Disme V0.1 - Software necessário - Correção de erro: https://stackoverflow.com/questions/67392755/how-to-solve-npm-install-error-npm-err-code-1 ao executar o comando <code>npm install</code>
31	S02-Dia 3	26		X	Disme V0.1 - Software necessário - Correção de erro: https://stackoverflow.com/questions/67392755/how-to-solve-npm-install-error-npm-err-code-1 ao executar o comando <code>npm install</code>
32	S02-Dia 3	27		X	Disme V0.1 - Software necessário - desinstalação do NodeJS versão 16.13.1 LTS e instalação do NodeJS versão 14.16.1
33	S02-Dia 3	28		X	Disme V0.1 - Criação da Base de dados - Configuração da base de dados
34	S02-Dia 3	29		X	Disme V0.1 - Criação da Base de dados - Correção de erro: https://stackoverflow.com/questions/49212475/composer-require-npm-out-of-memory-php-fatal-error-allowed-memory-size
35	S02-Dia 4	30		X	Disme V0.1 - Criação da Base de dados - Correção de erro: https://stackoverflow.com/questions/49212475/composer-require-npm-out-of-memory-php-fatal-error-allowed-memory-size

Figura B.7: Exemplo de utilização do Google Sheets no registo de trabalho do projeto

O *Google Sheets* é uma aplicação baseada na *Web* que permite aos utilizadores criar, atualizar e modificar folhas de cálculo e partilhar os dados online em tempo real.

Este produto da *Google* oferece funcionalidades típicas de folhas de cálculo, como a capacidade de adicionar, eliminar e ordenar linhas e colunas. Mas, ao contrário de outros programas de folhas de cálculo, também permite que vários utilizadores geograficamente dispersos colaborem numa folha de cálculo ao mesmo tempo e conversem através de um programa de mensagens instantâneas incorporado. Adicionalmente, os utilizadores podem carregar folhas de cálculo diretamente a partir dos seus computadores ou dispositivos móveis. A aplicação guarda automaticamente todas as alterações e os utilizadores podem ver as alterações de outros utilizadores à medida que são efetuadas [134].

O registo de trabalho permitiu registar as tarefas diárias realizadas durante todo o ciclo de trabalho da tese. Cada tarefa introduzida é considerada um registo e representa 30 minutos de trabalho, sendo que o tempo em horas de trabalho é atualizado automaticamente. A planilha foi dividida por semana, contendo a data, o autor e a descrição de cada tarefa.

O objetivo do registo de trabalho foi fornecer uma visão clara das tarefas realizadas diariamente e do tempo dedicado a cada uma destas. Além disso, esta documentação permitiu ter uma ideia clara do trabalho efetuado e do caminho necessário para cumprir os requisitos propostos.

Durante o projeto, foi estabelecido que o mínimo de trabalho semanal a ser registrado seria de 10 horas ou mais, com exceção da primeira semana, que foi dedicada apenas à reunião com o orientador. Esta medida garantiu um compromisso mínimo de tempo dedicado ao projeto a cada semana.

Cada registro na planilha incluiu as seguintes informações: data, para manter um histórico cronológico das atividades; autor, para identificar quem realizou cada tarefa e descrição da tarefa, de forma clara e concisa, para facilitar a compreensão por outras pessoas que consultem o registro.

Foi importante atualizar o registro de trabalho diariamente, preferencialmente após a conclusão das tarefas, para garantir a precisão das informações e evitar que detalhes importantes fossem esquecidos ao longo do tempo.

Ao manter um registro de trabalho detalhado, foi possível acompanhar o progresso do projeto, identificar possíveis atrasos ou desvios em relação ao plano inicial e tomar medidas corretivas, se necessário. Além disso, o registro de trabalho pode ser uma ferramenta útil para relatórios de estado e avaliação de desempenho.

Em geral, o registro de trabalho foi visto como uma prática importante para o bom andamento do projeto, fornecendo transparência, organização e visibilidade das tarefas realizadas e do tempo dedicado a cada uma delas.

Xampp

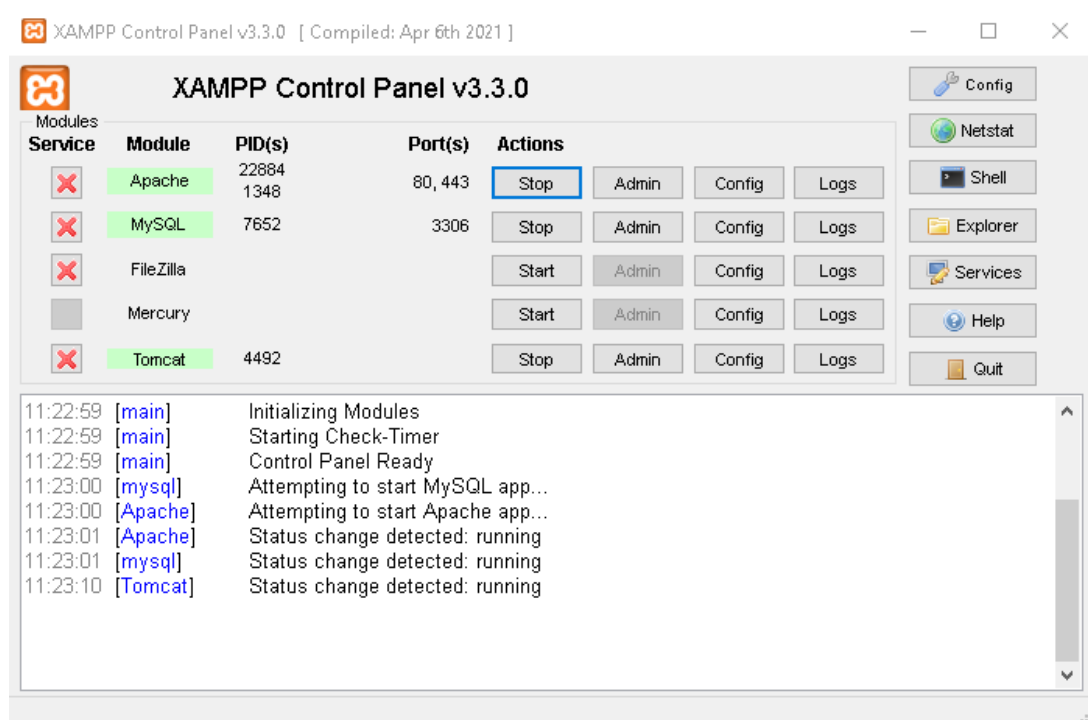


Figura B.8: Exemplo de utilização do XAMPP Control Painel

O *XAMPP* é um dos servidores *Web* multiplataforma mais utilizados, que ajuda os programadores a criar e testar os seus programas num servidor *Web* local. Foi desenvolvido pelos mesmos desenvolvedores que o *Apache*, e o seu código-fonte nativo pode ser revisto ou modificado pelo público. É composto pelo servidor *HTTP Apache*, *MariaDB* e um intérprete para diferentes linguagens de programação, como *PHP* e *Perl*. Está disponível em 11 línguas e é suportado por diferentes plataformas, como o pacote Intel Architecture - 32 (IA32) do *Windows* e o pacote *x64* do *macOS* e do *Linux* [135].

Este *software* foi empregado tanto no ambiente de desenvolvimento quanto na utilização da ferramenta de *Business Intelligence* integrada. Ambas as tecnologias utilizam um servidor *Apache* e uma base de dados *MySQL*.

Balsamiq Wireframes

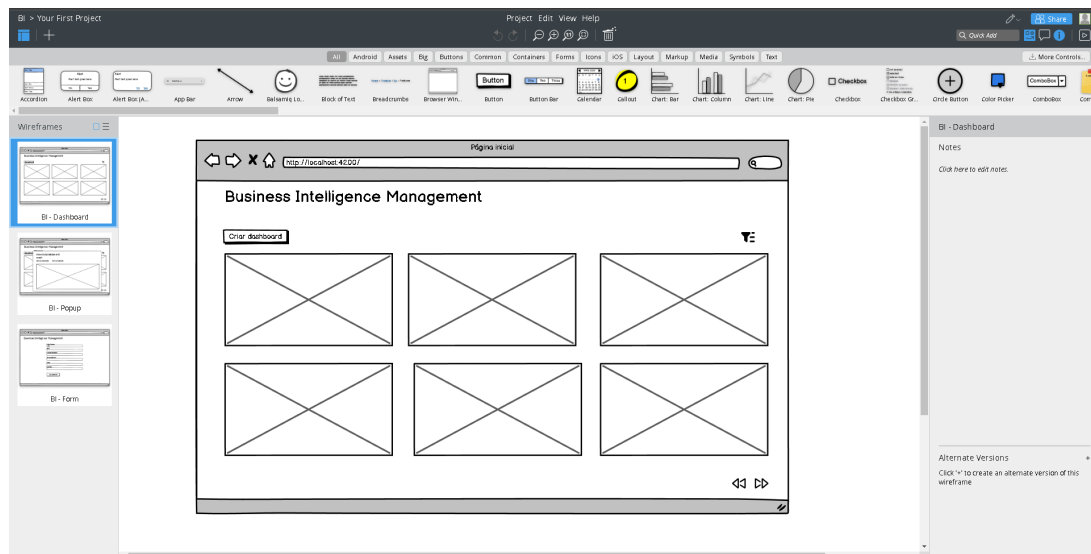


Figura B.9: Exemplo da utilização do Balsamiq Wireframes na criação do protótipo descartável

O *Balsamiq Wireframes* é uma ferramenta para a criação de protótipos em projetos de desenvolvimento de *software*. Tem uma interface *drag-and-drop* fácil de usar, permitindo à equipa criar e testar múltiplas versões do desenho. Inclui características como a adição de texto e imagens do mundo real, elementos interativos, e integração com outras ferramentas para colaboração e partilha com a equipa.

Esta ferramenta obriga ao utilizador se concentrar na estrutura e no conteúdo, evitando longas discussões sobre cores e detalhes que devem vir mais tarde no processo. Por ser rápido e permitir gerar mais ideais dos protótipos descartáveis e descobrir as melhores soluções para o produto final [136], esta ferramenta foi utilizada para realizar a prototipagem inicial do sistema, nomeadamente os protótipos descartáveis.

Diagrams.net

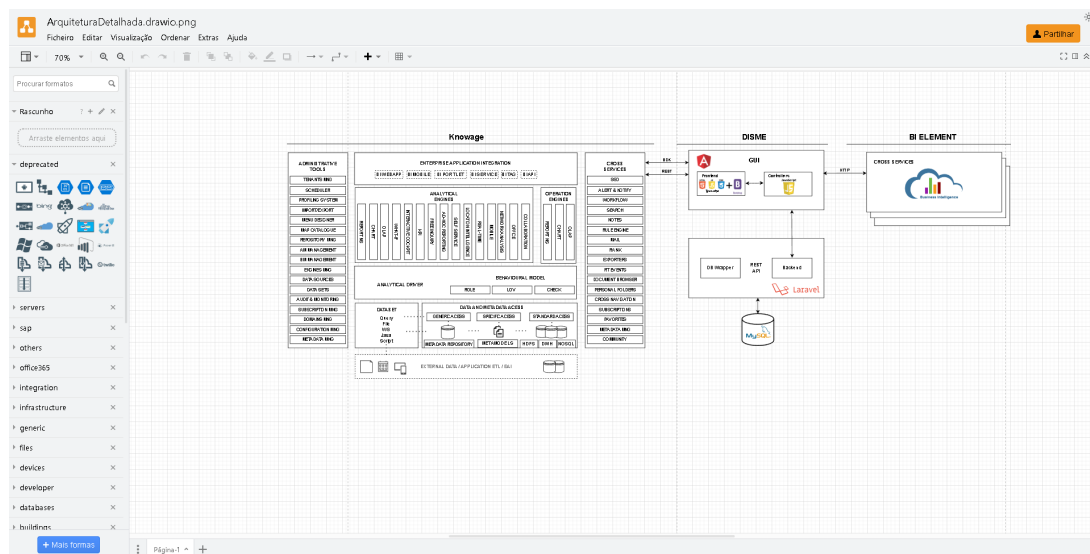


Figura B.10: Exemplo de utilização do Diagrams.net na criação da arquitetura do sistema com as tecnologias utilizadas

Esta ferramenta é um editor gráfico online no qual é possível desenvolver desenhos, gráficos e outros sem a necessidade de utilizar um *software* caro e pesado. Para além disso, disponibiliza recursos para criação de qualquer tipo de desenho porém, possui uma parte dedicada à arquitetura da informação [137]. O *Diagrams.net* foi utilizado no projeto, no design e modulação da solução, especialmente na projeção e desenvolvimento da arquitetura do sistema.

JabRef

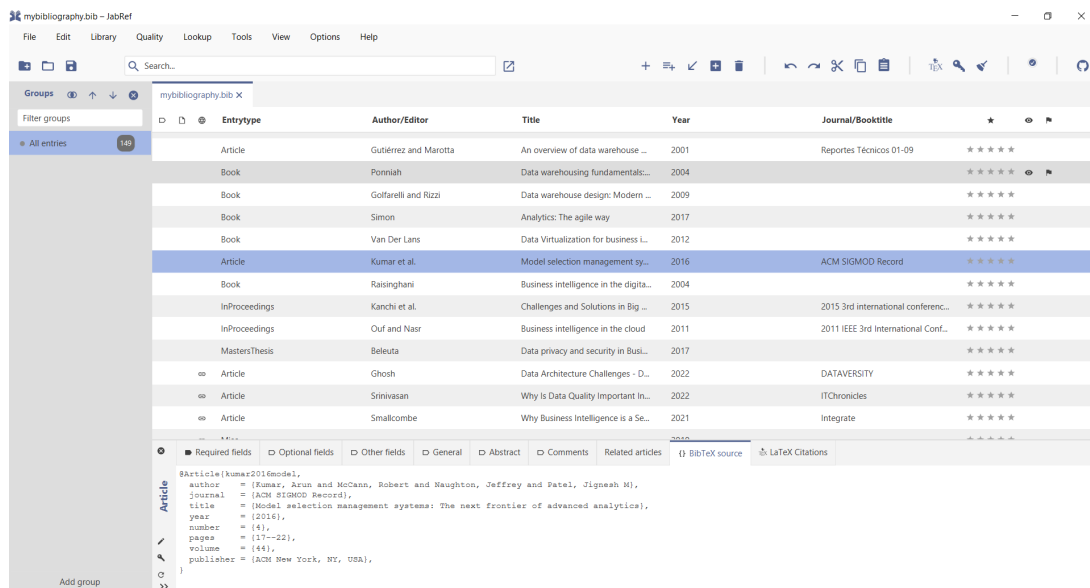


Figura B.11: Exemplo da utilização do JabRef na gestão das referências

O Java, Alver, Batada, Reference (JabRef) é um *software* de gestão de referências e citações, *opensource* e multiplataforma. Utiliza *BibTeX* e *BibLaTeX* como formatos nativos, pelo que é normalmente utilizado para *LaTeX*. A versão original foi lançada em 29 de Novembro de 2003. Fornece uma interface para a edição de ficheiros *BibTeX*, para a importação de dados de bases de dados científicas em linha e para a gestão e pesquisa de ficheiros *BibTeX* [138].

Essa ferramenta desempenhou um papel fundamental na gestão e integração de todas as referências usadas na elaboração do relatório da tese, bem como na redação dos artigos correspondentes.

Overleaf

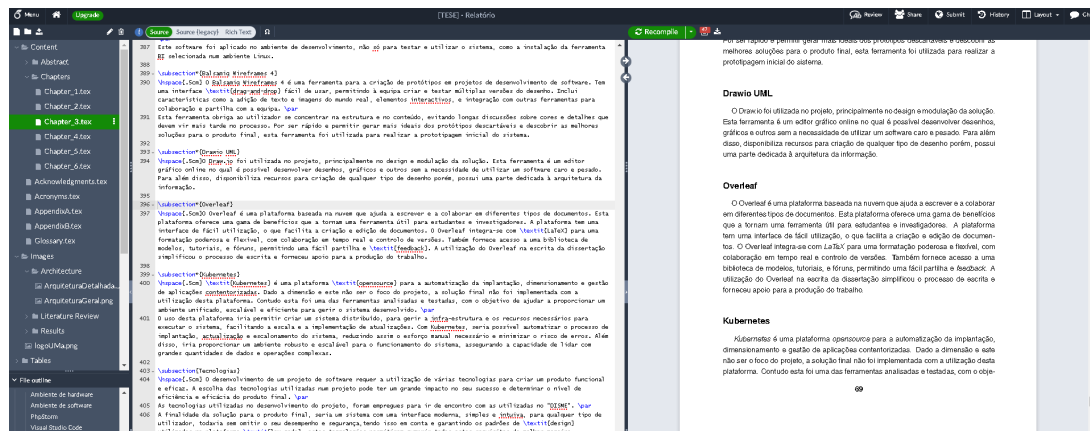


Figura B.12: Exemplo de utilização do Overleaf na escrita do relatório

O *Overleaf* é uma plataforma baseada na nuvem que ajuda a escrever e a colaborar em diferentes tipos de documentos. Esta plataforma oferece uma gama de benefícios que a tornam uma ferramenta útil para estudantes e investigadores. A plataforma tem uma interface de fácil utilização, o que facilita a criação e edição de documentos. O Overleaf integra-se com *LaTeX* para uma formatação poderosa e flexível, com colaboração em tempo real e controlo de versões. Também fornece acesso a uma biblioteca de modelos, tutoriais, e fóruns, permitindo uma fácil partilha e *feedback* [139]. A utilização do *Overleaf* na escrita da dissertação simplificou o processo de escrita e forneceu apoio para a produção do trabalho.

B.2 Tecnologias

O desenvolvimento de um projeto de *software* exige a utilização de diversas tecnologias para criar um produto funcional e eficaz. A escolha destas tecnologias pode ter um grande impacto em seu sucesso e determinar o nível de eficiência e eficácia do produto final [140].

No caso deste projeto, a maior parte das tecnologias utilizadas eram as presentes no desenvolvimento do *DISME*. A solução final pretendida no âmbito da tese, foi um sistema com uma interface moderna, simples e intuitiva, para qualquer tipo de utilizador, sem comprometer o desempenho e a segurança. Com isso em mente, estas tecnologias foram utilizadas cumprindo todos esses requisitos da melhor maneira possível.

As tecnologias foram divididas em três categorias principais: tecnologias de servidor (*Laravel e NodeJS*), tecnologias de cliente (*Angular, Typescript, HTML5, CSS3, Bootstrap e Datatables*) e tecnologias de armazenamento persistente (Base de dados *MySQL*). Nesta secção, estas serão descritas em detalhe e como foram utilizadas para atender às especificações do projeto.

B.2.1 Tecnologias do lado do servidor

Laravel

O *Laravel* é uma popular e *opensource framework* de *PHP*, que foi utilizada no desenvolvimento do sistema. Esta *framework* proporcionou vários benefícios, tais como uma sintaxe elegante, ferramentas integradas, integração com outras ferramentas e serviços, e uma comunidade ativa para apoio e recursos. A sua utilização no projeto simplificou o processo de desenvolvimento e ajudou a garantir o sucesso da criação de *Rest APIs*. Com a sua sintaxe limpa, ferramentas incorporadas como autenticação de utilizadores e migrações de bases de dados, e capacidades de integração, foi possível construir um sistema complexo e escalável. Sendo que a extensa documentação também forneceu apoio contínuo e recursos no auxílio e resolução de vários problemas identificados.

NodeJS

O *NodeJS* foi utilizado no desenvolvimento do projeto para a gestão eficiente de bibliotecas e componentes. É uma plataforma *JavaScript de server-side* que fornece um ambiente rápido e eficiente para a construção de aplicações web escaláveis e dinâmicas. Com *NodeJS*, foi possível facilmente gerir dependências e integrar bibliotecas externas, reduzindo a quantidade de tempo e esforço necessários para construir o projeto. Além disso, o *NodeJS* oferece um grande número de *packages* através do seu gestor de pacotes *npm*, permitindo a fácil integração de várias componentes e funcionalidades no projeto.

B.2.2 Tecnologias do lado do cliente

Angular

Angular é uma estrutura *opensource* de *JavaScript* utilizada para o desenvolvimento do *frontend* no projeto. Fornece uma gama de características que o tornam ideal para a construção de interfaces de utilizador complexas e dinâmicas. Com Angular, foi possível criar componentes reutilizáveis, gerir o estado da aplicação e fazer uso de ligação de dados bidirecional para criar uma experiência de utilizador sem falhas. Esta linguagem de programação também se integra com uma gama de outras ferramentas e serviços, tornando possível a construção de um sistema escalável. A sua utilização ajudou a assegurar um processo de desenvolvimento rápido e eficiente, resultando numa experiência de utilizador simples e intuitiva.

Typescript

Assim como o Angular o foi utilizado *TypeScript* no *frontend* do projeto. *TypeScript* é uma linguagem tipada estaticamente que proporciona uma melhor segurança e uma melhor capacidade de manutenção em relação ao *JavaScript*. Também inclui características como classes, interfaces, e módulos que facilitam a escrita e estruturação do código. Ao utilizar *TypeScript* com Angular, foi possível tirar partido dos benefícios de ambos, levando a uma maior qualidade, escalabilidade e fiabilidade para o *frontend* do projecto. Esta integração também facilitou a depuração e identificação de problemas no código, reduzindo o tempo de desenvolvimento e melhorando a qualidade global do produto final.

HTML5

O HTML5 (Hypertext Markup Language, versão 5) é uma linguagem de marcação para a World Wide Web (www), foi utilizado com o intuito de facilitar a manipulação dos elementos, possibilitando modificar as características dos objetos de forma não intrusiva, fazendo com que isso fique transparente para o utilizador final. Deste modo, o *HTML5* fornece ferramentas para o *css* e o *Javascript*, efetuarem um melhor trabalho de forma que a interface do sistema continue leve e funcional.

CSS3

O Cascading Style Sheets (CSS) foi utilizado no desenvolvimento do projeto para melhorar o aspeto visual e o design do *frontend*. O CSS permitiu criar um estilo consistente e atraente para todos os componentes e páginas, bem como adicionar animações e outros efeitos dinâmicos para melhorar a experiência do utilizador.

Bootstrap

Bootstrap é uma popular biblioteca de *opensource* utilizada no desenvolvimento do *frontend* do projeto. Esta fornece um conjunto de componentes UI pré-desenhados e opções de *layout* que ajudam a simplificar o processo de conceção e construção de interfaces web reativas e de fácil utilização. A facilidade de utilização, versatilidade e vasta gama de características desta biblioteca permitiu criar rapidamente a conceção da interface de utilizador da sistema.

Datatables

A biblioteca *Datatables*, juntamente com os seus *plugins* como o "*searchpanes*" e o "*searchbuilder*", foram utilizados no projeto para melhorar as capacidades de gestão de dados dos *datasets*. Estes *plugins* permitem a pesquisa eficiente, filtragem e classificação de grandes conjuntos de dados numa interface de fácil utilização. A utilização destas bibliotecas melhorou a experiência geral do utilizador ao permitir um acesso rápido e fácil à informação dentro da aplicação. A integração de dados com outros *plugins* também permitiu maiores opções de personalização e melhor gestão dos dados, assegurando que o sistema pudesse satisfazer os requisitos dos utilizadores nomeadamente na gestão dos dados.

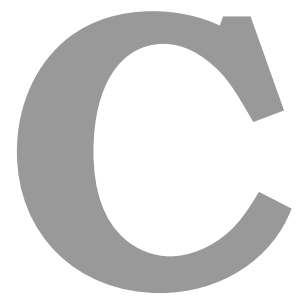
B.2.3 Tecnologia de armazenamento persistente

MySQL

A utilização do *MySQL* foi essencial para a gestão da base de dados do sistema desenvolvido. Através do *phpmyadmin* (aplicação web desenvolvida em PHP para administração do MySQL) este sistema de gestão de base de dados desempenhou um papel central na administração e organização dos dados deste projeto, garantindo a integridade e a eficiência do armazenamento das informações.

Além disso, o *MySQL* foi também empregado na gestão da base de dados da ferramenta de *BI* totalmente integrada ao projeto, neste caso o *Knowage*. Esta integração permitiu explorar as funcionalidades avançadas de análise de dados oferecidas pelo *MySQL*, auxiliando na extração de *insights* valiosos para o processo de decisão.

O *MySQL* não se limitou apenas aos testes realizados, como no caso da projeção da base de dados da aplicação Funchal Alerta da Câmara Municipal do Funchal, mas também desempenhou um papel vital na administração das tabelas necessárias para a execução plena do sistema desenvolvido e do *Knowage*. Isso incluiu a criação e a gestão de tabelas para armazenamento de dados e a definição da relação entre as tabelas e a otimização do desempenho da base de dados.



Apêndice C - Protótipos

O desenvolvimento de um protótipo é uma etapa essencial no processo de criação de um produto. Este processo permite aos designers e engenheiros testar as suas ideias e avaliar a viabilidade dos seus projetos antes de investir em processos de produção dispendiosos [141].

Neste capítulo, foram referidos e ilustrados os dois tipos de protótipos que foram desenvolvidos para o projeto: o protótipo descartável e os protótipos funcionais.

O protótipo descartável foi criado para explorar e testar diferentes conceitos de conceção este foi criado rapidamente utilizando a versão gratuita do *Balsamiq* e não se destinava a ser funcional, todavia permitiu tomar decisões iniciais de design com base no *feedback* do orientador.

Os protótipos funcionais, por outro lado, foram criados para testar a funcionalidade do produto. Estes foram implementados utilizando as mesmas tecnologias do produto final, mas em ambientes distintos e permitiram testar as funcionalidades do produto, identificando quaisquer questões que precisassem de ser abordadas antes de iniciar o processo de implementação na plataforma *DISME*.

C.1 Protótipo descartável

Para garantir uma compreensão mais clara dos requisitos iniciais do sistema e dissipar eventuais dúvidas sobre a forma como os utilizadores interagiriam com as funcionalidades *BI* adicionadas, foram desenvolvidos protótipos descartáveis. Após uma análise e discussão, concluiu-se que essas funcionalidades seriam disponibilizadas aos utilizadores finais através de um *popup*, aumentando assim a usabilidade e o foco na interação com as funcionalidades *BI*.

Conforme se pode observar nas figuras da seção C.2 (fig. C.4, fig. C.5 e fig. C.6), estes protótipos foram usados apenas na versão 1 do sistema, tornando desnecessária a criação de novos protótipos descartáveis para as subseqüentes implementações. A utilização desses protótipos permitiu uma abordagem mais interativa e ágil no desenvolvimento do sistema, ajudando a antecipar e resolver possíveis problemas no *design* inicial.

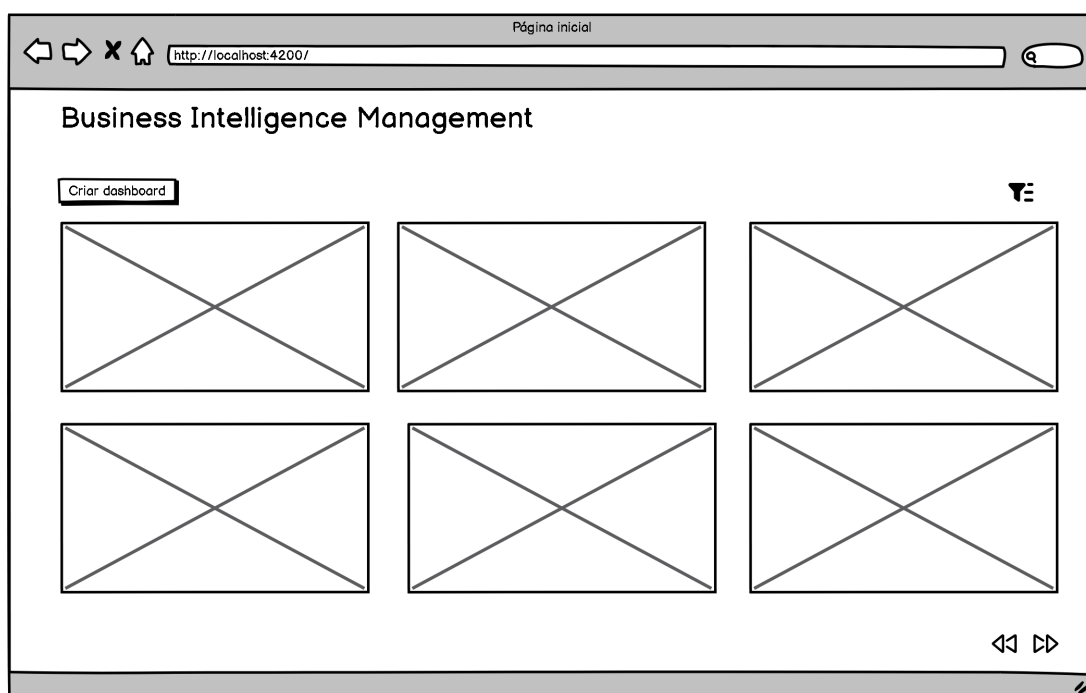


Figura C.1: Protótipo descartável da página inicial

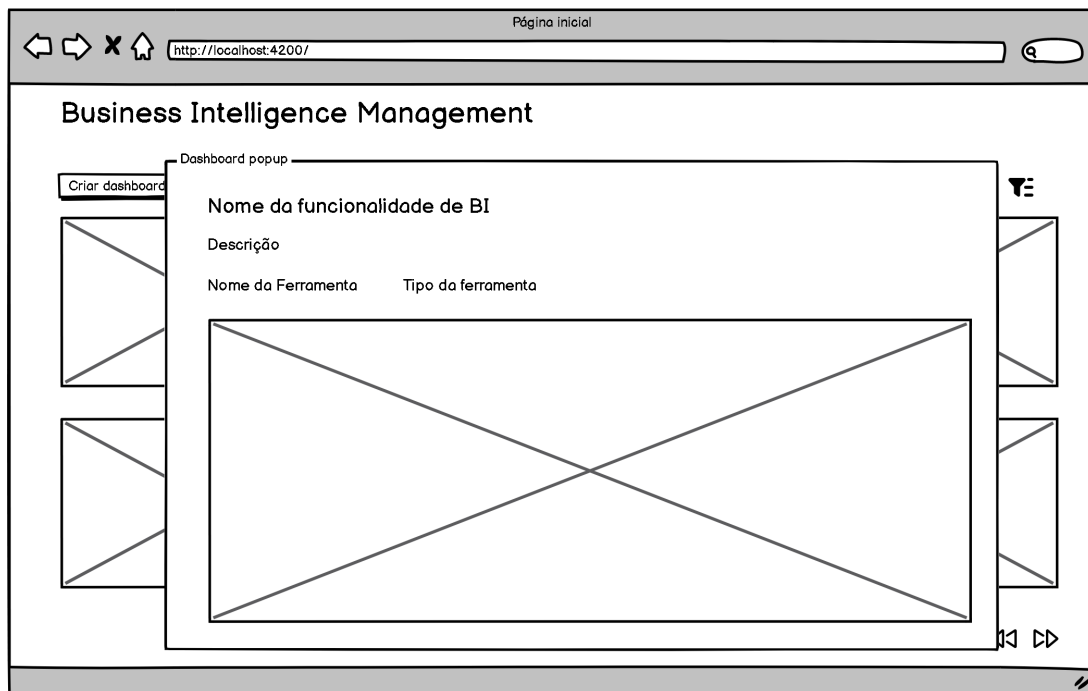


Figura C.2: Protótipo descartável do popup com a funcionalidade BI

Protótipo de uma interface web para "Business Intelligence Management". A interface é visualizada em um navegador com o endereço "http://localhost:4200/" e o título "Página inicial". O cabeçalho da página contém o título "Business Intelligence Management".

O formulário principal contém os seguintes campos de entrada:

- Um campo de upload de imagem com o rótulo "Upload imagem" e um ícone de upload.
- Um campo de texto para "Título".
- Um campo de texto para "Nome da ferramenta".
- Um campo de texto para "Tipo de dashboard".
- Um campo de texto para "Iframe".
- Um campo de texto para "Descrição".

Na base do formulário, há um botão "Criar dashboard".

Figura C.3: Protótipo descartável do formulário de inserção de um dashboard

C.2 Protótipo funcional versão 1

A versão inicial do protótipo foi criada com o objetivo de desenvolver uma aplicação *web* muito simples que permitisse testar a integração de diferentes ferramentas *BI* no *DISME*. Para isso, foi criada uma aplicação em um projeto separado, utilizando as mesmas tecnologias do *DISME* e que permitisse ao utilizador visualizar as imagens de pré-visualização das funcionalidades *BI* criadas e filtrá-las de acordo com o seu tipo e ferramenta *BI* (engine), fig. C.4.

Além disso, foi implementada a possibilidade de visualizar mais detalhadamente a funcionalidade *BI* adicionada. Para este efeito o utilizador ao clicar na respetiva imagem de pré-visualização (fig. C.5) é aberto um *popup* com as suas informações, como o título, descrição, nome da ferramenta e tipo. O utilizador pode ainda interagir com a funcionalidade *BI* criada por meio de um *iframe* e por sua vez, tem a opção de a eliminar.

Também foi testada a capacidade de adicionar uma nova funcionalidade *BI*. Para isso, foi criado um formulário simples, fig. C.6, onde o utilizador precisava apenas inserir os dados desta funcionalidade, incluindo uma imagem para visualização prévia e o *link* gerado pela ferramenta *BI*.

Esta versão inicial do protótipo permitiu testar e validar a integração do *DISME* com diferentes ferramentas *BI*, além da usabilidade da interface do utilizador.



Figura C.4: Protótipo v1 - Página inicial

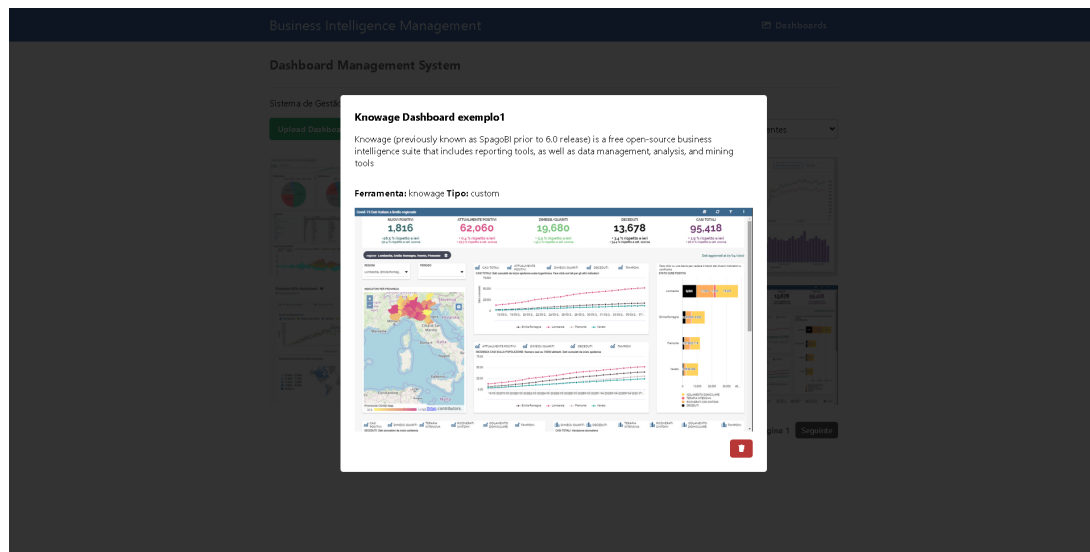


Figura C.5: Protótipo v1 - Popup

The image shows a web application interface for 'Business Intelligence Management'. A 'Dashboards' section is visible. Below it, there is a 'Upload Dashboard' form. The form includes a text input field for 'Escolha uma imagem para o dashboard' with a placeholder 'Escolher ficheiro' and the text 'Nenhum ficheiro selecionado'. Below this are input fields for 'Título', 'Ferramenta', 'Tipo', 'URL', and 'Descrição'. At the bottom of the form is a green button labeled 'Upload Image'.

Figura C.6: Protótipo v1 - Formulário de inserção de dados

C.3 Protótipo funcional versão 2

A segunda versão do protótipo teve como objetivo principal implementar um sistema semelhante à versão final do sistema implementado no *DISME*. Para isso, foi criado um projeto separado com um ambiente semelhante ao do *DISME*, utilizando as mesmas tecnologias (*MySQL*, *Laravel*, *NodeJS*, *Blade* e *Angular*, bem como a biblioteca

Datatables), tanto da versão 0.1 do *DISME* com a utilização do *Blade*, como da versão 0.2 com as mesmas tecnologias mas com uma versão diferente do *Angular*.

A decisão de implementar o projeto em um ambiente separado do *DISME* permitiu testar todos os requisitos levantados, bem como adicionar novas funcionalidades que não foram inicialmente propostas, como a componente dos Membros e do Administrador. Estas funcionalidades foram consideradas uma mais-valia, pois permitem que o sistema seja completamente independente. Além disso, apesar de utilizar as mesmas tecnologias que o *DISME*, o código e a estrutura da base de dados desenvolvidos nesta versão foram diferentes da implementada no *DISME*, possibilitando a continuação de futuras implementações independentes deste projeto.

Nesta secção, será apresentado e explicado detalhadamente este protótipo, dividindo-o nas suas componentes dos utilizadores, dos membros e dos administradores. É importante ressaltar que o conteúdo de algumas figuras apresentadas não estão totalmente traduzidas para o português, uma vez que, na altura, estava a ser testado a inserção de variáveis de texto para permitir a tradução do sistema para diferentes idiomas, nomeadamente o português e o inglês.

Na componente dos utilizadores, é importante salientar que estes têm acesso a todas as funcionalidades do sistema, exceto aquelas que são restritas apenas aos membros e aos administradores. Desta forma, os utilizadores podem visualizar ou editar (se tiverem privilégios para tal) as diferentes funcionalidades *BI* disponíveis.

Já os membros têm acesso a um conjunto mais alargado de funcionalidades, uma vez que podem criar e guardar as suas próprias funcionalidades *BI*, bem como guardar as suas configurações de visualização preferidas. Para além disso, os membros podem aceder à página de gestão de membros, onde têm a possibilidade visualizar os seus dados pessoais.

Por fim, os administradores são responsáveis pela gestão geral do sistema, tendo acesso a todas as funcionalidades disponíveis. Para além disso, estes têm acesso às páginas de gestão do sistema, onde podem adicionar, editar ou remover as diferentes funcionalidades e ferramentas *BI* integradas no sistema, bem como visualizar ou eliminar os membros registados.

C.3.1 Componente dos utilizadores

A componente dos utilizadores é semelhante à componente de visualização implementada no *DISME*, permitindo a interação direta dos utilizadores com os painéis e

ferramentas *BI* adicionados pelos administradores. O objetivo desta componente é proporcionar diferentes formas aos utilizadores de trabalhar nas funcionalidades *BI* adicionadas ao sistema, num ambiente partilhado.

Ao aceder à página inicial do sistema, representada na fig. C.7, o utilizador depara-se com um formulário de *login* do *Knowage*. Após introduzir as suas credenciais, este terá acesso às funcionalidades *BI* adicionadas, fig. C.8, conforme o seu perfil e autorização. Além disso, nesta página, o utilizador pode aceder aos elementos *BI* adicionados, fig. C.11, pelo *Knowage* ou outras ferramentas *BI* integradas. Cada elemento *BI* é representado através de um "card", exibindo a sua imagem de pré-visualização, nome, descrição e botão de detalhes.

Na fig. C.9, que representa a página das ferramentas *BI* (*engines*), encontram-se todas as ferramentas *BI* adicionadas ao sistema. Além da imagem de pré-visualização, nome e descrição, há um botão para aceder à lista de elementos *BI* respetiva a essa ferramenta *BI*, como apresentado na fig. C.10, o utilizador poderá visualizar todas as funcionalidades *BI*, criadas com essa ferramenta.

Na página dos elementos do *Knowage*, representada na fig. C.12, o utilizador tem acesso exclusivo aos elementos do *Knowage* adicionados. Cada elemento é representado através de um "card", exibindo a sua imagem de pré-visualização, nome, descrição e botão de detalhes.

Ao clicar no botão detalhes de um elemento *BI*, o utilizador é direcionado para outra página com os detalhes desse elemento, como apresentado na fig. C.13. Aqui são apresentadas todas as informações referentes a esse elemento, como a imagem de pré-visualização, nome, descrição, tipo e criador. São ainda disponibilizados dois botões: "visualizar", que abre um *popup iFRAME*, como apresentado na fig. C.14, permitindo que o utilizador interaja com a funcionalidade *BI* de acordo com o seu perfil e autorização, e o botão com ícon de "favoritos", que permite que o utilizador adicione essa funcionalidade *BI* à sua coleção, fig. C.22, desde que tenha criado uma conta de membro, como apresentado na fig. C.19.

Ao clicar nos detalhes do elemento do *Knowage*, o utilizador é direcionado para outra página com as informações detalhadas desse elemento *BI*, como apresentado na fig. C.15. Aqui são apresentadas todas as informações referentes a esse elemento, como a imagem de pré-visualização, nome, descrição, tipo e o "role", ou seja, o perfil do utilizador que criou essa funcionalidade *BI*. Além disso, são disponibilizados três botões: "dataset", como apresentado na fig. C.17, que permite que o utilizador visualize os dados contidos no dataset utilizado para essa funcionalidade *BI*, "lista de

datasets", como apresentado na fig. C.18, que permite que o utilizador visualize todos os datasets disponíveis no sistema, e "Abrir documento", que permite visualizar ou editar as informações e configurações desse elemento do *Knowage*, fig. C.16, desde que tenha permissão de edição.

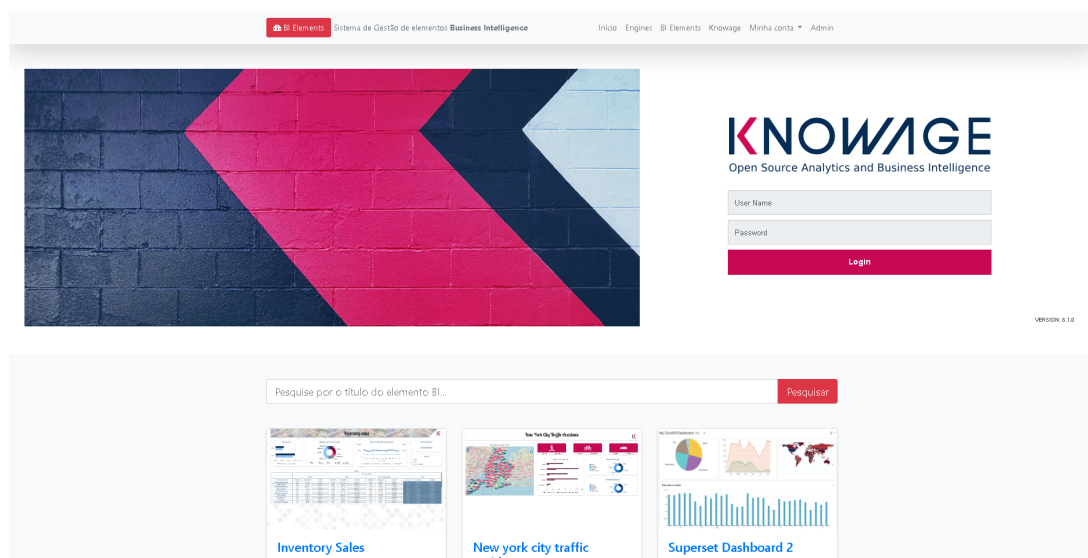


Figura C.7: Protótipo v2 - Página inicial login

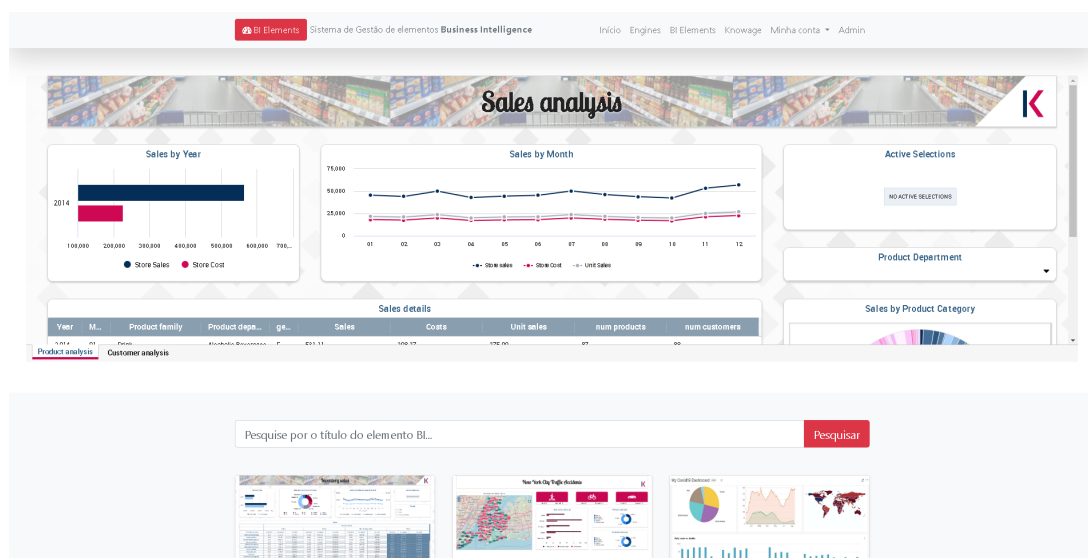


Figura C.8: Protótipo v2 - Página inicial com painel de visualização

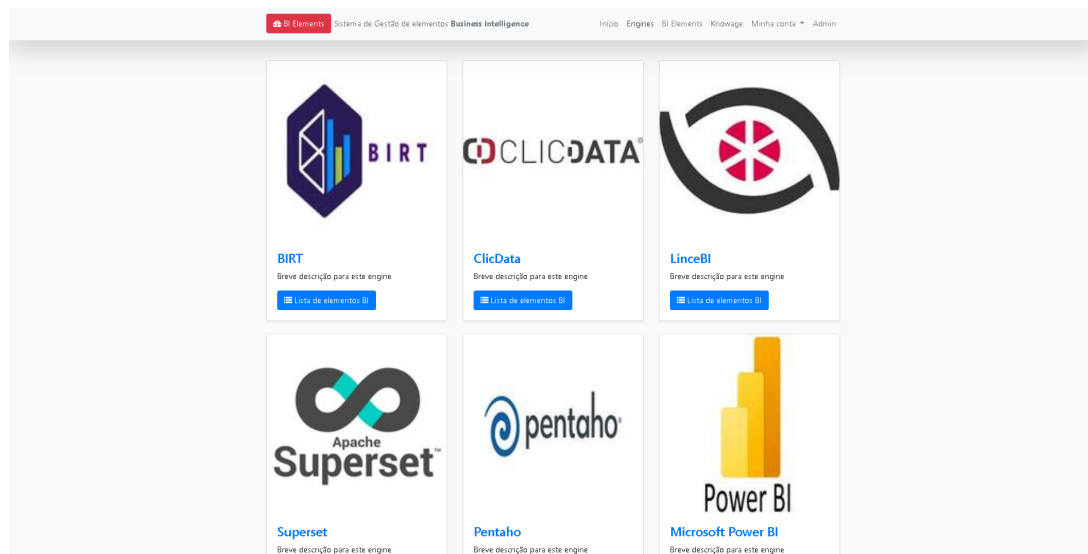
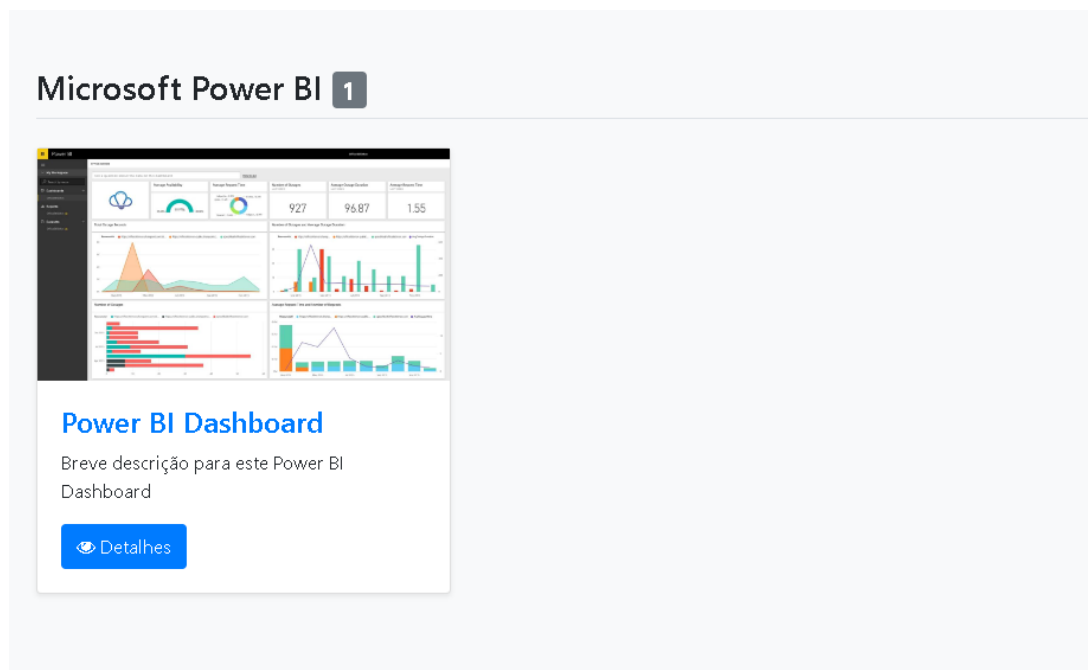


Figura C.9: Protótipo v2 - Visualização dos engines



BI Element Management permite gerir os seus elementos de Business Intelligence e encontra-se integrada com o Knowage. Explore todos os outros engines.

Figura C.10: Protótipo v2 - Visualização dos elementos BI para o respetivo engine

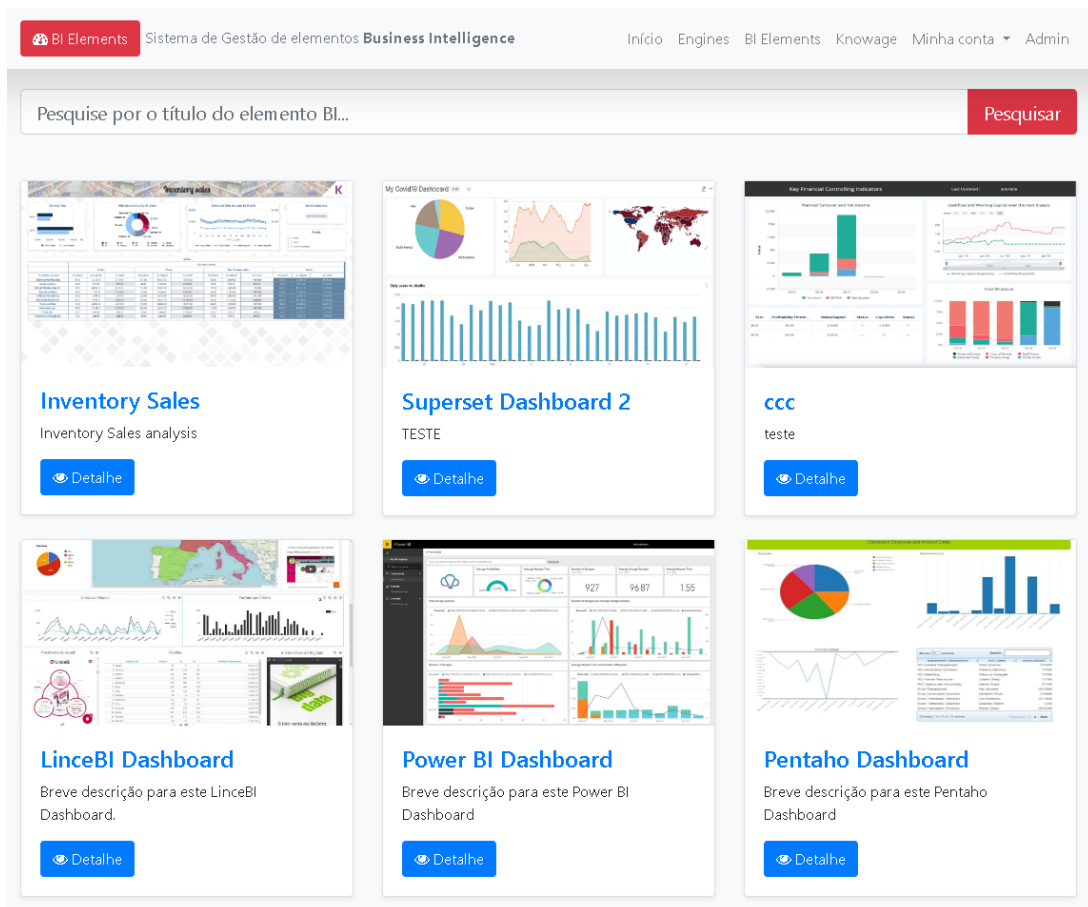


Figura C.11: Protótipo v2 - Visualização dos elementos BI

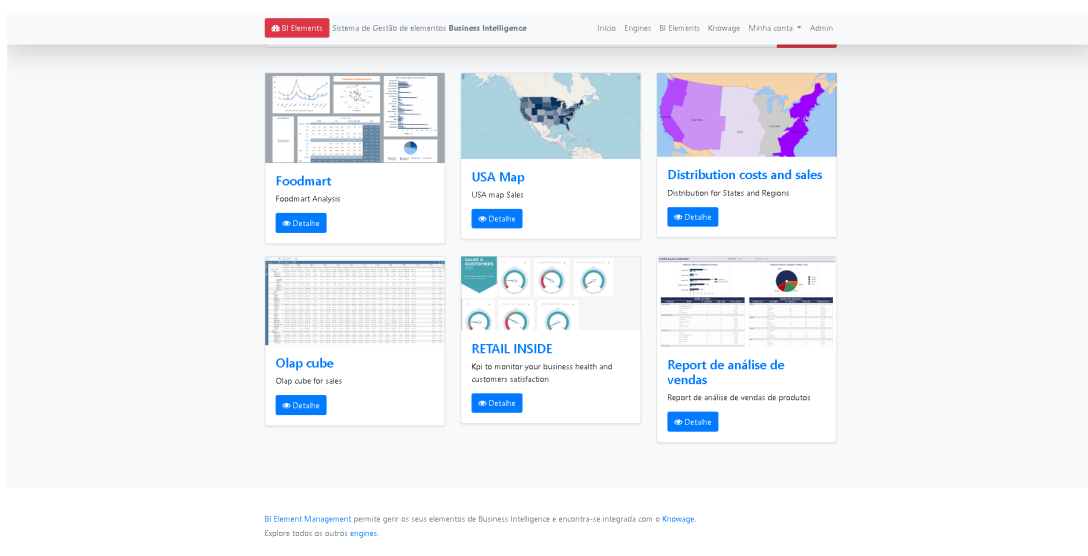


Figura C.12: Protótipo v2 - Visualização dos elementos do Knowage

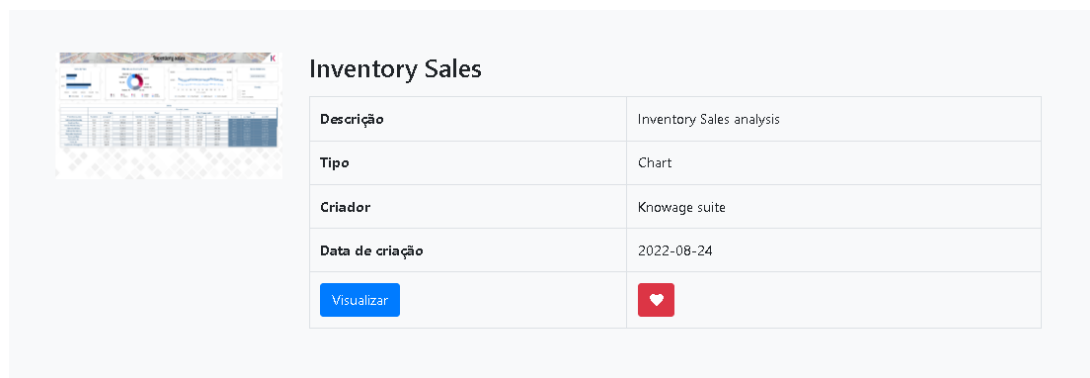


Figura C.13: Protótipo v2 - Detalhes dos elementos BI

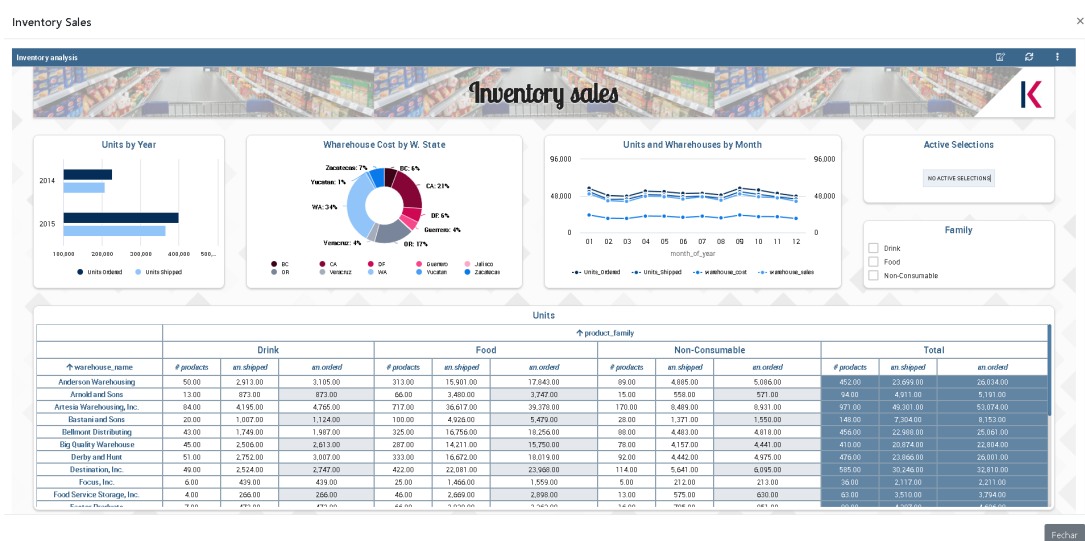


Figura C.14: Protótipo v2 - Popup com um elemento BI criado com a ferramenta BI Knowage

Id	product_family	the_month	month_of_year	product_department	store_state	store_sales	store_cost	unit_sales	product_category	store_type	sales_region	quarter	units_ordered	units_shipped	the_year
1	Drink	April	04	Beverages	TN	3.72	1.4136	2	Hot Beverages	Deluxe Supermarket	North West	Q2	33	33	2015
2	Drink	April	04	Dairy	MD	10.32	3.3024	4	Dairy	Deluxe Supermarket	Canada West	Q2	21	21	2015
3	Drink	December	12	Alcoholic Beverages	OH	10.08	4.1328	3	Beer and Wine	Gourmet Supermarket	South West	Q4	35	35	2015
4	Drink	December	12	Beverages	FL	2.96	1.3912	4	Drinks	Supermarket	North West	Q4	90	90	2015
5	Drink	January	01	Alcoholic Beverages	TN	4.86	1.5066	3	Beer and Wine	Deluxe Supermarket	North West	Q1	94	94	2014
6	Drink	January	01	Beverages	FL	4.11	1.9317	3	Hot Beverages	Supermarket	North West	Q1	46	46	2014
7	Drink	July	07	Alcoholic Beverages	TN	2.49	0.996	3	Beer and Wine	Deluxe Supermarket	North West	Q3	63	63	2014
8	Drink	June	06	Beverages	TN	4.94	1.729	2	Carbonated Beverages	Deluxe Supermarket	North West	Q2	79	79	2015
9	Drink	March	03	Beverages	TN	1.65	0.825	3	Carbonated Beverages	Deluxe Supermarket	North West	Q1	42	42	2014
10	Drink	May	05	Beverages	TN	9.7	4.753	5	Pure Juice Beverages	Deluxe Supermarket	North West	Q2	41	41	2014
11	Drink	November	11	Alcoholic Beverages	NJ	17.28	8.316	8	Beer and Wine	Supermarket	North West	Q4	261	261	2015
12	Drink	October	10	Beverages	NC	2.68	0.9648	4	Drinks	Supermarket	Mexico	Q4	95	95	2015

Figura C.17: Protótipo v2 - Visualização do dataset foodmart

Dataset Name	Description	Preview
DOC_CKP_CostsMonthState	Costs by Month and State	null
DOC_PROD_WEIGHT	Product weights	Product weights
DOC_Edu_Position	Education Level by Employees	Education Level by Employees
DOC_measures_parallel_DEF	Sales and Costs by Product Name	null
DOC_revenues_productclass	Revenues by product class	Revenues by product class
DOC_Sales_X_Region	Sales for Region	Sales for Region for Chord chart
DOC_Chord	Customer City vs Store City	null
DOC_SalesCosts_by_ProductClass	SalesCosts_by_ProductClass	null
DOC_FamilySales_remake	Sales by Family and Store state	null
DOC_SALES_UNIT_COST_BY_MONTH	Sales, Unit sales and cost	Sales, Unit sales and cost by month and days
EDS_sales	Sales data set	Sales data set
EDS_Inventory	Inventory data set	Data about warehouses
demo_admin_function_catalog_dR	Dataset created from execution of document function_catalog by user demo_admin	
demo_admin_datasetOut_first_element	demo_admin_datasetOut_first_element	Dataset created from execution of document datasetOut by user demo_admin
demo_admin_function_catalog_output	demo_admin_function_catalog_output	Dataset created from execution of document function_catalog by user demo_admin
demo_admin_function_catalog_salesOutput	demo_admin_function_catalog_salesOutput	Dataset created from execution of document function_catalog by user demo_admin
demo_user_function_catalog_salesOutput	demo_user_function_catalog_salesOutput	Dataset created from execution of document function_catalog by user demo_user

Figura C.18: Protótipo v2 - Visualização de todos os dataset disponíveis

C.3.2 Componente dos membros

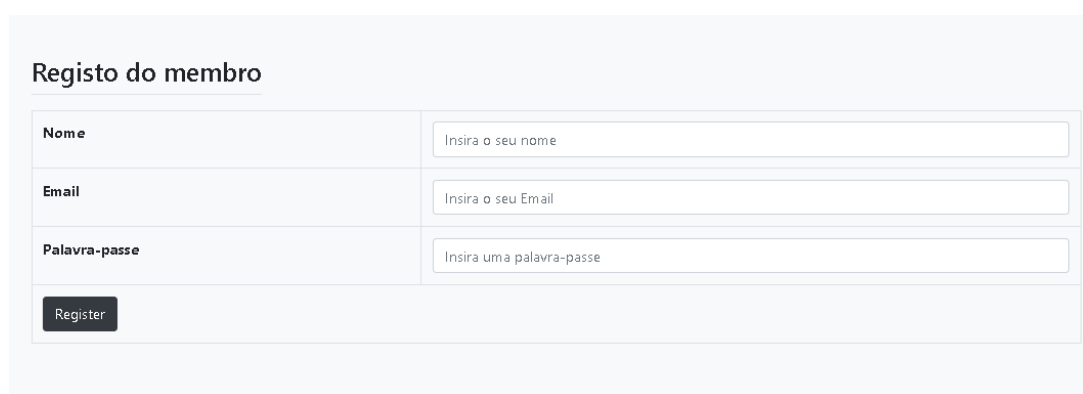
Esta funcionalidade é disponibilizada exclusivamente para os membros registados no sistema. Para se registar, o utilizador precisa apenas de aceder a um formulário de registo simples, ilustrado na fig. C.19, onde lhe será solicitado que introduza o seu nome, email e palavra-passe. Após completar o registo, o utilizador será redirecionado

para o formulário de *login*, apresentado na fig. C.20, onde deverá introduzir o email e a palavra-passe previamente registados.

Uma vez autenticado, o utilizador terá acesso ao seu perfil, fig. C.21, onde poderá encontrar as suas informações pessoais e as funcionalidades *BI* adicionadas à sua coleção, como demonstrado na fig. C.22.

Ao adicionar uma funcionalidade *BI* à sua coleção, esta será adicionada ao perfil do membro e ficará disponível para ser acedida sempre que este estiver autenticado no sistema. O utilizador poderá aceder à funcionalidade *BI* a partir da sua página de coleção, da página dos elementos dos Elementos *BI* ou simplesmente a partir da página inicial conforme demonstrado nas figuras seguintes fig. C.22, fig. C.11, fig. C.7, respetivamente.

Com a possibilidade de aceder às funcionalidades *BI* de forma personalizada e organizada, os membros registados podem explorar todas as funcionalidades *BI* adicionadas ao sistema e aceder às suas preferidas de forma rápida e conveniente.



O formulário, intitulado "Registo do membro", está organizado numa tabela com duas colunas. A primeira coluna contém os rótulos "Nome", "Email" e "Palavra-passe". A segunda coluna contém os campos de entrada correspondentes, cada um com o texto "Insira o seu nome", "Insira o seu Email" e "Insira uma palavra-passe". Abaixo dos campos, há um botão "Register".

Registo do membro	
Nome	Insira o seu nome
Email	Insira o seu Email
Palavra-passe	Insira uma palavra-passe
Register	

[BI Element Management](#) permite gerir os seus elementos de Business Intelligence e encontra-se integrada com o [Knowage](#).
Explore todos os outros [engines](#).

Figura C.19: Protótipo v2 - Formulário de registo dos membros

Login do membro

Email	Insira o seu Email
Palavra-passe	*****
Login	

Figura C.20: Protótipo v2 - Formulário de login dos membros

Seus dados

Perfil	Coleção
Nome	Leandro
Email	joaoleandro99@gmail.com

Figura C.21: Protótipo v2 - Perfil do membro

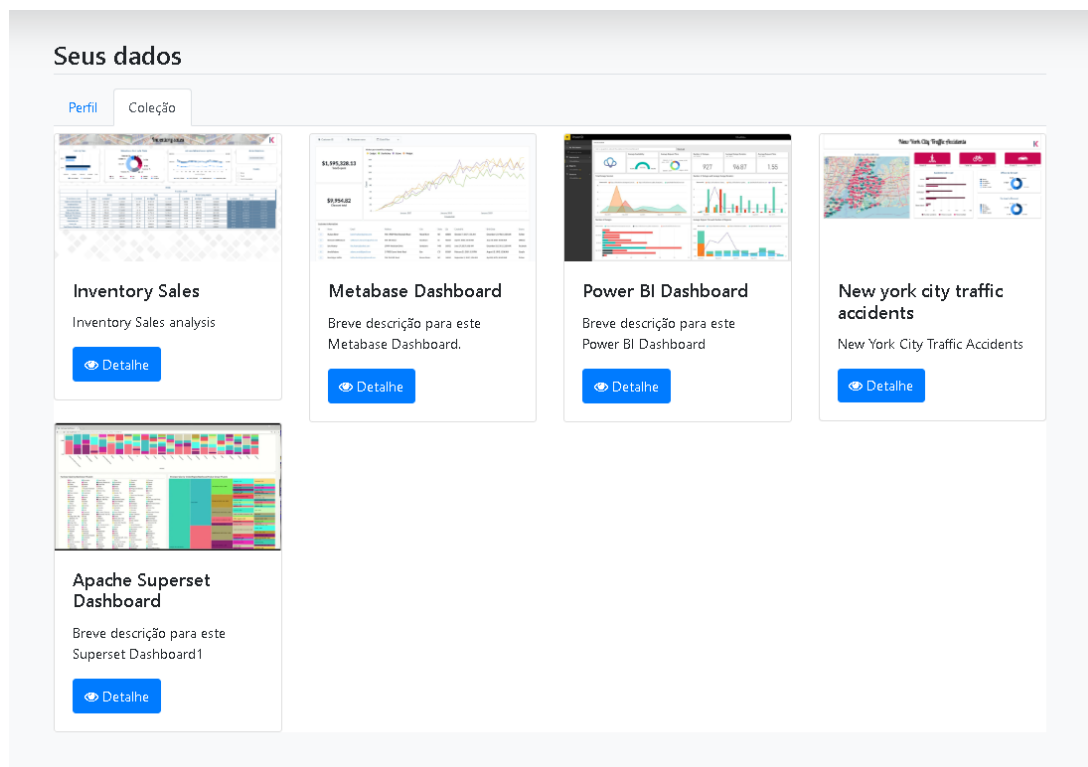


Figura C.22: Protótipo v2 - Coleção de funcionalidade BI

C.3.3 Componente dos administradores

A componente dos administradores foi desenvolvida para ser a componente central de gestão do sistema. O objetivo é os utilizadores com perfil de administrador poderem visualizar, adicionar, editar ou eliminar qualquer funcionalidade BI, ferramentas BI ou membros registados no sistema.

Após introduzido o seu nome e palavra-passe no formulário de *login*, fig. C.23, o administrador pode aceder ao painel principal, fig. C.24, onde encontra estatísticas simples, nomeadamente um contador das diferentes funcionalidades do sistema. Ou seja, dos elementos *BI*, elementos do *Knowage*, ferramentas *BI (engines)* e os membros atuais registados.

Ao clicar por exemplo no *widget* do elementos *BI (BIElements)*, como podemos observar na fig. C.25, é aberta a página de gestão dos elementos *BI*, onde se encontra os registos das funcionalidades BI atualmente adicionadas ao sistema, nesta tabela está representado cada elemento BI, através do seu *ID* único, nome, imagem de pré-visualização, ID da ferramenta *BI (Engine)*, tipo, autor, data de publicação e ação

neste caso editar ou eliminar. Como foi utilizada a biblioteca "*Datatables*", o utilizador pode utilizar todas as funcionalidades desta tecnologia, como pesquisa em tempo real, filtragem, paginação, etc. adicionalmente, este pode adicionar um novo elemento *BI* através do botão no canto superior direito, onde é disponibilizado um formulário de inserção de dados, como apresentado na C.26.

Inicialmente o utilizador tem de seleccionar a ferramenta *BI*, entre aquelas adicionadas ao Sistema, de seguida deve introduzir o nome desta funcionalidade *BI*, seleccionar o seu tipo entre os disponíveis, importar uma imagem para pré-visualização, inserir o *Link* gerado pela respetiva ferramenta *BI* (que será aberto no *iframe* integrado), inserir o nome do autor ou autores, a data de publicação, ou seja, a data de quando esta funcionalidade *BI* foi criada e uma descrição para esta funcionalidade.

Ao clicar no botão de edição na tabela de gestão dos elementos *BI*, como podemos observar na C.27, é aberto um formulário com os dados referentes a essa funcionalidade *BI*. Para além de mostrar todos os dados associados, é fornecido um novo campo com os valores gerados automaticamente do código em "*base64*" da imagem de pré-visualização desta funcionalidade.

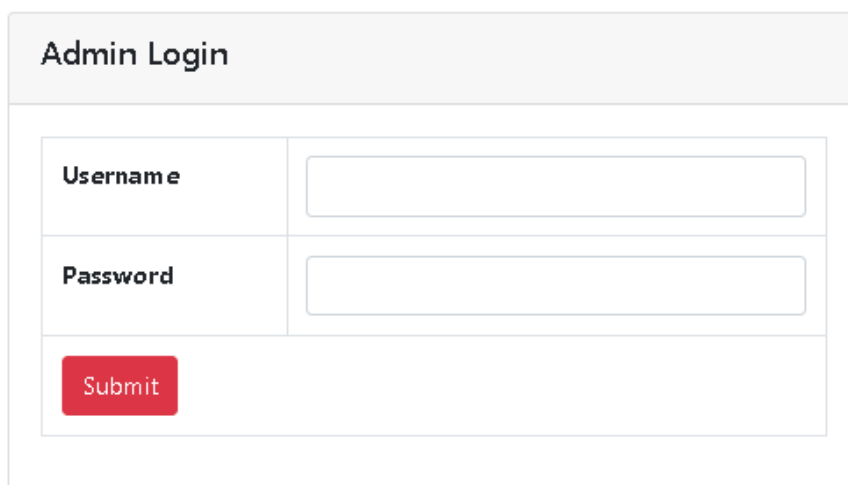
Semelhante à página de gestão dos elementos *BI*, a página de gestão dos elementos do *Knowage*, fig. C.28, permite a gestão de todas as funcionalidades *BI*, referentes à ferramenta *BI* totalmente integrada, neste caso o *Knowage*. Nesta página o administrador encontra os registos das funcionalidades *BI* do *Knowage* atualmente adicionadas ao sistema, onde cada um destes elementos é representado através do seu *ID*, o *label* (representa o identificador único), o nome, a imagem de pré-visualização, o tipo, o perfil do utilizador que criou esta funcionalidade *BI*, a descrição, o *label do dataset* associado e a ação neste caso editar ou eliminar o elemento do *Knowage*.

O administrador pode adicionar um novo elemento do *Knowage* a partir do botão no canto superior direito, onde é disponibilizado um formulário de inserção de dados, fig. C.29. Em primeiro lugar, é solicitado o *label* deste documento, de seguida deve introduzir o nome, importar uma imagem para pré-visualização, inserir o seu tipo, a descrição, o perfil do utilizador que criou esta funcionalidade, o *label do dataset* para poder aceder posteriormente na vista do utilizador, fig. C.17 e seleccionar as opções de gestão desta funcionalidade, neste caso se pretende que esteja disponível a barra de ferramentas, permitir a reposição de parâmetros caso seja necessário e mostrar a barra de visualização. Estas opções encontram-se disponíveis quando um utilizador com os devidos privilégios acede a esta funcionalidade *BI*, fig. C.16. Como é possível constatar ao contrário do formulário de adição implementado no protótipo

final no *DISME*, fig. 5.6, os dados associados a esta funcionalidade *BI*, não são automaticamente inseridos, quando o utilizador seleciona o respetivo *label*.

Tal como no formulário de edição dos elementos *BI*, ao clicar no botão de edição na tabela de gestão dos elementos do *Knowage*, é aberto um formulário com os dados respetivos à funcionalidade *BI* em questão (fig. C.30). Este formulário mostra todos os dados da funcionalidade *BI* adicionada, bem como um novo campo com o valor gerado automaticamente em "base64" da imagem de pré-visualização.

Na página de gestão das ferramentas *BI* (fig. C.31), o administrador pode visualizar os registos das ferramentas *BI* atualmente adicionadas ao sistema, representados através do seu *ID* único, nome, imagem de pré-visualização e ação, neste caso, editar ou eliminar a respetiva ferramenta *BI*. O administrador pode ainda adicionar uma nova ferramenta *BI* através do botão no canto superior direito, que disponibiliza um formulário de inserção de dados (fig. C.32). Este formulário requer o nome da ferramenta, uma breve descrição e a importação de uma imagem para pré-visualização. Após a adição da ferramenta *BI* ao sistema, o administrador pode efetuar a sua edição através do respetivo formulário (fig. C.33). Por fim, a página de gestão de membros permite visualizar ou remover qualquer membro registado no sistema. Em conformidade com o regulamento de proteção geral de dados (RGPD), esta página não contém informações sensíveis dos utilizadores, como as suas palavras-passe.



The image shows a web form titled "Admin Login". It contains two input fields: "Username" and "Password". Below these fields is a red "Submit" button. The form is enclosed in a light gray border.

Admin Login	
Username	
Password	
<input type="submit" value="Submit"/>	

Figura C.23: Protótipo v2 - Formulário de login dos administradores

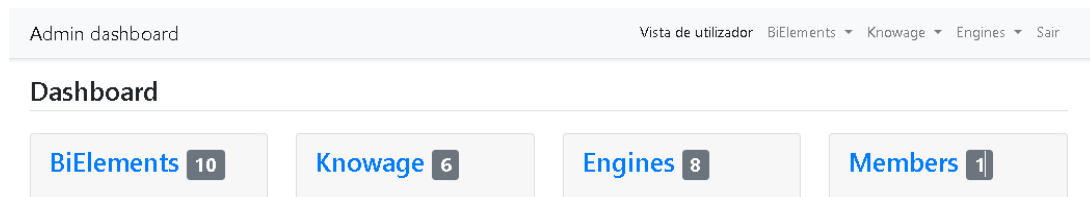


Figura C.24: Protótipo v2 - Painel de controlo

Admin dashboard							
Vista de utilizador BiElements Knowage Engines Sair							
All BiElements + Add							
Show 10 entries				Search:			
ID	Nome	Imagem	Engine	Tipo	Autor	Data de publicação	Ação
1	BIRT Dashboard		1	Chart	João	2022-03-04	
4	Apache Superset Dashboard		4	Chart	Leandro	2020-07-15	
7	Metabase Dashboard		7	Chart	Leandro	2022-04-17	
16	Pentaho Dashboard		5	Chart	Leandro	2022-05-06	
17	Power BI Dashboard		6	Chart	Leandro	2022-06-24	
20	LinceBI Dashboard		3	Map	Leandro	2022-05-03	
27	ccc		2	Map	João Mendes	2022-06-28	
29	Superset Dashboard 2		4	Chart	João Mendes	2022-07-07	
39	New york city traffic accidents		8	Chart	Knowage suite	2022-08-23	
40	Inventory Sales		8	Chart	Knowage suite	2022-08-24	

Figura C.25: Protótipo v2 - Gestão dos elementos BI

Admin dashboard
Vista de utilizador
BiElements
Knowage
Engines
Sair

Add Bielement
← BiElements

Bielement Engine	--- Select Option ---
Bielement Nome	Insira o nome do Bielement
Bielement tipo	--- Select Option ---
Bielement Imagem	Escolher Ficheiro Não foi escolhido nenhum ficheiro
Bielement embed	Insira o link para o embed iframe
Bielement autor	Insira o nome do autor
Bielement data de publicação	dd/mm/aaaa
Bielement descrição	Insira uma descrição

Add

Figura C.26: Protótipo v2 - Formulário de criação dos elementos BI

Edit Bielement

← BiElements

Bielement Engine	BIRT
Bielement Name	BIRT Dashboard
Bielement type	Chart
Bielement Image	Escolher ficheiro Nenhum ficheiro selecionado 
Bielement embed	https://demo.knowage-suite.com/knowage/public/servlet/AdapterHTTP?ACTION_NAME=EXECUTE_DOC
Bielement base64	<pre> /9j/4AAQSkZJRgABAQAAQABAAQ/2wBDAAyEBQYFBAYGBQYHBwYlChAKCgkIChQODwwQFwQYGB cUFhYyHSUfGhsjHBYWlCwglyYnKSopGR8tMC0oMCUoKSj/2wBDAQcHBwolChMKChMoGhYaKCgoKC goKC AAhEBAxEB/8QAHAAAEFAQEAAAAAAAAAAAAAAAAECAwQFBgcl/8QASxAAAQMCAGQJwMwCBQQ BBAIDAQACAwQRBSEGEjFBExQVIFSYXGRFjjzNVNUcoGSobEHNEJjcx2VWLBjCVD0YImRGPhk6LxRf </pre>
Bielement Publisher	João
Bielement Publish Date	04/03/2022
Bielement Description	Breve descrição para este BIRT Dashboard teste.

Add

Figura C.27: Protótipo v2 - Formulário de edição dos elementos BI

Admin dashboard

Vista de utilizador BiElements Knowledge Engines Sair

Todos os documentos knowage

+ Adicionar

Show 10 entries

Search:

S.No	Label	Nome	Imagem	Tipo	Role	Descrição	Dataset	Ação
36	Foodmart	Foodmart		DOCUMENT_COMPOSITE	/demo/admin	Foodmart Analysis	FOODMART_SALES	 
35	DM_PromotionMap_file	USA Map		MAP	/demo/admin	USA map Sales	DOC_GIS_M	 
34	DM_SVG_STORE2	Distribution costs and sales		MAP	/demo/admin	Distribution for States and Regions	DOC_FamilySales_remake	 
33	OLAP_SALES	Olap cube		OLAP	/demo/admin	Olap cube for sales	DEMO_CHARTCOCKPIT_1	 
32	RETAIL INSIDE	RETAIL INSIDE		DOCUMENT_COMPOSITE	/demo/admin	Kpi to monitor your business health and customers satisfaction	DEMO_CHARTCOCKPIT_1	 
31	DEMO_Report	Report de análise de vendas		REPORT	/demo/admin	Report de análise de vendas de produtos	ds_7751158	 

Showing 1 to 6 of 6 entries

Previous 1 Next

Figura C.28: Protótipo v2 - Gestão dos elementos do Knowage

Adicionar knowage

[← Knowage Documents](#)

Label do documento	Insira o nome do Label do documento
Nome do documento	Insira um nome para este documento
Imagem do documento	Escolher Ficheiro Não foi escolhido nenhum ficheiro
Tipo do documento	Insira um nome para este documento
Descrição documento	Insira uma descrição para este documento
Role do documento	Insira um role para este documento
Dataset do documento	Insira o nome do label do dataset deste documento
Mostrar barra de ferramentas	--- Selecionar Opção ---
Permitir reposição de parâmetros	--- Selecionar Opção ---
Mostrar barra de visualização	--- Selecionar Opção ---
Adicionar	

Figura C.29: Protótipo v2 - Formulário de criação dos elementos do Knowage

← Knowage

Figura C.30: Protótipo v2 - Formulário de edição dos elementos do Knowage

Admin dashboard
Vista de utilizador
BiElements
Knowage
Engines
Sair

All Engines
+ Add

Show 10 entries
Search:

S.No	Name	Image	Action
8	Knowage		 
7	Metabase		 
6	Microsoft Power BI		 
5	Pentaho		 
4	Superset		 
3	LinceBI		 

Figura C.31: Protótipo v2 - Gestão das ferramentas BI (Engines)

Admin dashboard
Vista de utilizador
BiElements
Knowage
Engines
Sair

Add Engine
← Engines

Engine Title	Enter Engine Name
Engine Description	Enter Engine Description
Engine Image	Escolher Ficheiro Não foi escolhido nenhum ficheiro
Add	

Figura C.32: Protótipo v2 - Formulário de criação das ferramentas BI (Engines)

Update Engine
← Engines

Engine Title	Knowage
Engine Description	Breve descrição para este engine.
Engine Image	Escolher ficheiro Nenhum ficheiro selecionado 
Add	

Figura C.33: Protótipo v2 - Formulário de edição das ferramentas BI (Engines)

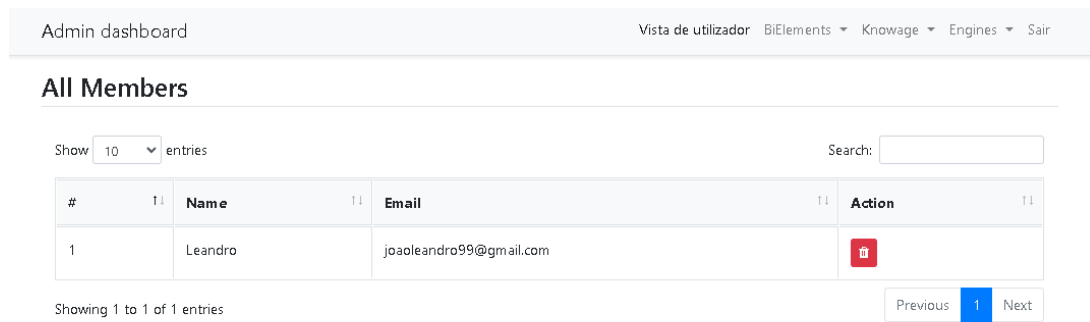


Figura C.34: Protótipo v2 - Gestão dos membros



Apêndice D - Testes realizados

Neste capítulo, são apresentados os testes de funcionalidade que visaram garantir que o sistema desenvolvido atendesse aos requisitos funcionais especificados. Embora variados testes tenham sido realizados ao longo do desenvolvimento do sistema, este capítulo focasse exclusivamente nos testes da ferramenta BI integrada, o *Knowage Suite* e na integração das funcionalidades *BI* com dados reais obtidos pela aplicação "Funchal Alerta", fornecidos pela Câmara Municipal do Funchal.

D.1 Procedimento dos testes de funcionalidade

A aplicação "Funchal Alerta", trata de informações acerca de diferentes ocorrências relatadas pelos munícipes do Funchal. Os dados fornecidos encontram-se datados entre 2016 a 2022 e incluem diferentes parâmetros como localização, estado, assunto e categoria.

O propósito deste trabalho foi testar a criação e integração de diferentes *cockpits* com dados reais usando a ferramenta totalmente integrada no sistema e permitiu destacar a facilidade de criação de funcionalidades *BI* com volumes pequenos, médios e grandes de dados, assim como a facilidade de integração no sistema desenvolvido.

De modo geral, estes testes foram essenciais para assegurar a qualidade e eficácia do sistema, garantindo ainda que este atende a todos os requisitos funcionais e oferece funcionalidades valiosas para a tomada de decisão dos colaboradores da CMF.

D.2 Pré-processamento dos dados e configuração da fonte de dados

Para criar o *cockpit* contendo os dados do Funchal Alerta, foi necessário, primeiramente, criar uma fonte de dados em *MySQL* contendo as informações fornecidas pela Câmara Municipal do Funchal. Todavia, ao analisar o ficheiro Comma Separated Values (*CSV*) inicialmente fornecido, percebeu-se que este não estava devidamente formatado e apresentava vários *outliers* e campos em falta, o que iria prejudicar a criação dos *cockpits* e a recolha assertiva de informações.

Desta forma para sanar essa questão, procedeu-se à formatação das colunas contendo as datas de criação e estado dos alertas, utilizando-se a ferramenta de formatação presente no *Microsoft Excel*. Posteriormente, o ficheiro foi salvo em formato *CSV*, contendo as informações devidamente organizadas e separadas por vírgulas.

Essa etapa foi essencial para garantir a qualidade dos dados a serem utilizados na criação do *cockpit*, uma vez que a formatação adequada é fundamental para a correta análise e visualização das informações. Somente com dados confiáveis e bem estruturados é possível tomar decisões assertivas e eficazes com base nos dados do Funchal Alerta.

O seguinte código SQL representa a tabela "funchal_alerta":

```

1 CREATE DATABASE IF NOT EXISTS `funchal_alerta_db`
2 DEFAULT CHARACTER SET utf8 COLLATE utf8_general_ci;
3 USE `funchal_alerta_db`;
4
5 CREATE TABLE IF NOT EXISTS `funchal_alerta` (
6     `id_ocorrencia` int(11) NOT NULL,
7     `referencia` varchar(50) NOT NULL,
8     `lat` varchar(20) NOT NULL,
9     `lng` varchar(20) NOT NULL,
10    `local` text NOT NULL DEFAULT '',
11    `data_criada` datetime NOT NULL,
12    `id_ocorrencia_pai` int(11) NOT NULL,
13    `id_categoria` int(11) NOT NULL,
14    `categoria` text NOT NULL DEFAULT '',
15    `id_assunto` int(11) NOT NULL,
16    `assunto` text NOT NULL DEFAULT '',
17    `estado` enum('Concluida', 'Em analise'
18    'Em resolucao') NOT NULL DEFAULT 'Em analise',
19    `data_estado` datetime NOT NULL,
20    `canal` enum('Telefone', 'Email', 'Online',
21    'Balcao') NOT NULL DEFAULT 'Telefone',
22    `freguesia` text NOT NULL
23 );

```

Após a criação da fonte de dados contendo a tabela "funchal_alerta", revelou-se necessário realizar uma importante etapa para a elaboração do Mapa de Ocorrência, ou seja, a adição de uma nova coluna à tabela. Para tal, realizou-se a concatenação das colunas "lat" e "lng", criando-se assim um novo atributo para ser utilizado como tipo "SPACIAL_ATTRIBUTE" no *Knowage*, contendo as coordenadas de georreferenciação de cada ocorrência.

Essa fase foi essencial para a correta visualização dos dados no mapa, uma vez que a georreferenciação das ocorrências é obrigatória para a análise espacial.

Para realizar essa operação, foi utilizada a seguinte *query SQL*:

```

1 ALTER TABLE funchal_alerta
2 ADD location VARCHAR(255);
3 UPDATE funchal_alerta
4 SET location = CONCAT(lat, ' ', lng);

```

Com esta adição, tornou-se possível criar um mapa interativo que apresenta a localização das ocorrências reportadas, permitindo uma melhor compreensão da sua distribuição espacial. Esta visualização espacial é fundamental para a análise da concentração e distribuição dos alertas em diferentes regiões da cidade do Funchal, o que pode auxiliar na definição de políticas públicas mais eficazes para garantir resolução destas incidências por parte da entidade responsável.

Após a realização das alterações necessárias para a criação da fonte de dados, o passo posterior foi a configuração desta fonte no *Knowage*. Para este propósito, foram preenchidos diferentes campos com as informações necessárias, garantindo que todas as obrigatórias fossem especificadas.

Com a conclusão do preenchimento dos campos, foi necessário testar a conexão para verificar se todos os parâmetros foram fornecidos corretamente. Essa verificação foi fundamental para garantir que a fonte de dados foi bem configurada e que os dados serão processados de maneira precisa e confiável no Knowage.

Opções Avançadas			
Max Total *	Espera De Max *	Max Idle *	Tempo Limite Abandonado *
100	10	30	300
Tempo Entre As Execução De Desapo *	Tempo De Idle Evitável Mínimo		
300	300		
Consulta De Validação (Opcional)			Tempo Limite De Consulta
			300

Figura D.1: Teste da fonte de dados

D.3 Criação do conjunto de dados funchal_alerta no Knowage

Depois da fonte de dados estar devidamente configurada, foi imprescindível a criação de um conjunto de dados para ser utilizado na construção dos *cockpits*. O primeiro passo consistiu em adicionar um novo conjunto de dados e, em seguida, no separador "Detalhe", foram inseridos os dados pertinentes para esta finalidade, tais como o "Rótulo", o "Nome", a "Descrição", o "Escopo" e a "Categoria". No separador "Tipo", foi utilizada a seguinte *query*:

```
1 SELECT *
2 FROM funchal_alerta
3 WHERE lat != 0.0 AND lng != 0.0 AND freguesia
4 IS NOT NULL AND freguesia != '';
```

Para obter todos os dados do Funchal Alerta, exceto aqueles em que a latitude e longitude eram diferentes de zero e a freguesia não havia sido devidamente identificada, foi necessário alterar algumas configurações no separador "Metadados". A coluna "location" foi alterada para o tipo de campo "SPATIAL_ATTRIBUTE", para que pudesse ser utilizada como referência de georreferenciação na criação do Mapa de Ocorrências.

Após a realização desses passos, foi necessário pré-visualizar os dados para confirmar que todas as alterações estavam corretas. Em seguida, guardou-se as alterações clicando no botão "Guardar", o que criou um novo conjunto de dados para o Funchal Alerta.

Funchal_alerta_dataset_v2														FECHAR	
id	lat	lng	local	data_criada	id_ocorrencia_pai	id_categoria	categoria	id_assunto	assunto	estado	data_estado	canal	freguesia	location	
270-16	32,647281	-16,929146	Caminho da Fé	2016-10-20T02:00:50	0	10	Trânsito	24	Sinalização - Espelhos parabólicos	Concluída	2016-11-07T11:03:25	Online	São Martinho	32,647281 -16,929146	
42-16	32,648220	-16,880165	Caminho do ribeiro seco nº17A	2016-10-21T19:29:54	0	2	Contadores de água	6	Avária	Concluída	2017-03-20T14:51:26	Telefone	São Gonçalo	32,648220 -16,880165	
366-16	32,669623	-16,950409	RUA CDDP - NOSSA DUSIA 6	2016-11-02T12:21:09	0	1	Rede de água	3	Derreame de água	Concluída	2016-11-04T11:21:21	Telefone	Santo André	32,669623 -16,950409	
324-16	32,649599	-16,942315	Caminho do Amparo 50	2016-11-02T14:43:44	0	7	Pavimentos	23	Arrumamento - Buraco	Concluída	2016-11-10T15:07:08	Online	São Martinho	32,649599 -16,942315	
361-16	32,656199	-16,927191	Caminho do Pilar 28	2016-11-02T14:46:50	0	7	Pavimentos	23	Arrumamento - Buraco	Concluída	2016-11-15T11:11:22	Online	Santo André	32,656199 -16,927191	
766-16	32,654325	-16,925792	Rua do Pina	2016-11-04T12:50:23	0	8	Materiais na via pública	16	Materiais de construção	Concluída	2016-11-04T14:43:22	Online	Santa Luzia	32,654325 -16,925792	
391-16	32,650629	-16,890180	Rua Conde Carvalhal 1	2016-11-04T14:18:03	0	7	Pavimentos	27	Passaio - Buraco	Concluída	2016-11-08T14:50:40	Online	Santa Maria Maior	32,650629 -16,890180	
125-16	32,640418	-16,946380	Parque dos Plomiers	2016-11-04T16:37:14	0	10	Trânsito	21	Sinalização - Sinal	Concluída	2016-11-07T16:46:40	Online	São Martinho	32,640418 -16,946380	
309-16	32,653323	-16,902122	Rua Pereira Júnior	2016-11-04T15:55:32	0	5	Resolva de lixo	18	Pedro	Em resolução	2016-11-04T17:07:10	Online	Santa Maria Maior	32,653323 -16,902122	
344-16	32,648097	-16,894248	Avenida Santiago Menor	2016-11-04T16:50:28	0	10	Trânsito	48	Sinalização - Lâmbes redutores de velocidade	Concluída	2016-11-07T11:53:28	Online	Santa Maria Maior	32,648097 -16,894248	
121-16	32,666691	-16,853300	Caminho do Targo 121	2016-11-04T17:42:26	0	5	Resolva de lixo	19	Nota de não conformidade	Em resolução	2016-11-07T11:29:25	Online	Santa Maria Maior	32,666691 -16,853300	
372-16	32,644118	-16,941401	Rua Nova do Piao 9	2016-11-05T12:15:45	0	6	Ambiente	20	Sugestões, informações, outros	Concluída	2016-11-07T11:37:40	Online	São Martinho	32,644118 -16,941401	
265-16	32,654262	-16,895480	Travessa Manuel Alexandre 13	2016-11-05T12:02:02	0	5	Resolva de lixo	19	Nota de não conformidade	Concluída	2016-11-15T12:05:09	Online	Santa Maria Maior	32,654262 -16,895480	
323-16	32,649701	-16,937523	Caminho de São Martinho, Nº12	2016-11-05T15:34:11	0	7	Pavimentos	23	Arrumamento - Buraco	Concluída	2016-11-08T15:09:27	Online	São Martinho	32,649701 -16,937523	
795-16	32,649172	-16,941071	Caminho engenho velho nº 23	2016-11-06T13:45:41	3338	2	Rede de esgotos	10	Esgoto entupido	Concluída	2016-11-07T09:27:15	Telefone	São Martinho	32,649172 -16,941071	

Figura D.2: Conjunto de dados atualizado Funchal Alerta

D.4 Criação do cockpit Funchal Alerta no Knowage

Após a criação do conjunto de dados, foi implementado o *cockpit* Funchal Alerta, este cockpit foi dividido em duas partes distintas. No primeiro separador, concebeu-se o "Mapa de Ocorrências" que contempla o mapa da Madeira, centrado na cidade do Funchal, onde é possível visualizar a quantidade de ocorrências por freguesia, sendo que, nas ocorrências singulares, é indicado o respetivo assunto. Para além disso, foi integrado um gráfico de linhas para todas as "Categorias", um gráfico de barras para o "Canal" e um gráfico circular para os "Estados". Todos os gráficos são apresentados em interface 3D e permitem ao utilizador filtrar por "Freguesias", "Canal" ou "Estados", atualizando-se todas as funcionalidades automaticamente e em tempo real.

Para cada componente deste cockpit, assim como o próprio cockpit, pode ser convertido e exportado para diferentes formatos, consoante as necessidades do utilizador e é de salientar que, em modo de visualização, é possível efetuar a captura de ecrã e em modo de edição, de acordo com o perfil do utilizador, é possível editar qualquer componente do cockpit ou as suas configurações gerais.

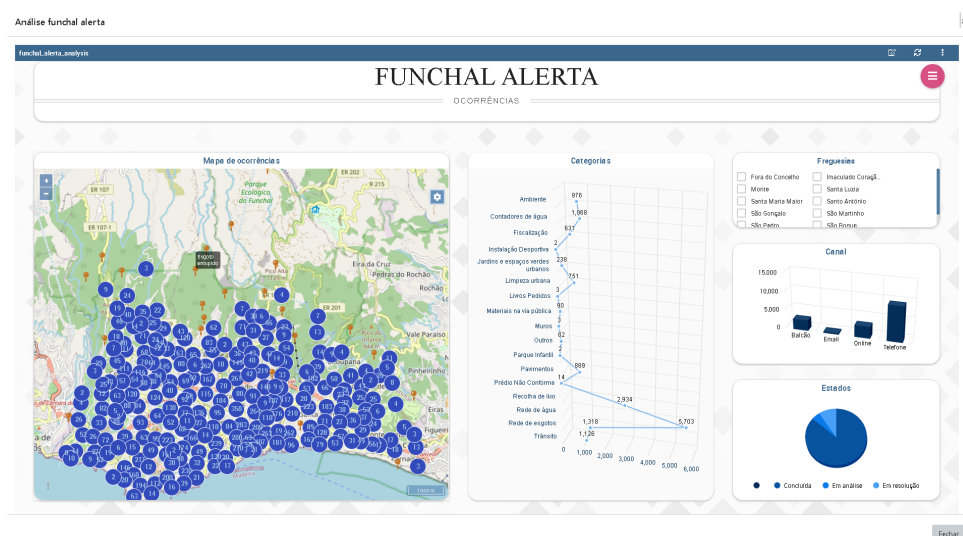


Figura D.3: Cockpit com o Mapa de ocorrências do Funchal Alerta

No separador "Tabela", o utilizador encontra um cockpit repleto de informações gráficas sobre as ocorrências do Funchal Alerta. O primeiro gráfico representa o número de ocorrências em diferentes categorias, enquanto o segundo gráfico, um gráfico de barras, ilustra o número total de ocorrências por freguesia. No lado direito do cockpit, o utilizador pode visualizar os filtros aplicados atualmente, filtrar pelo es-

D.5 Integração do cockpit Funchal Alerta no DISME

Elementos do Knowage

✕

Label

funchal_alerta_analysis

✕ ▼

Nome

funchal_alerta_analysis

Descrição

Análise do dados da aplicação Funchal Alerta

Tipo

DOCUMENT_COMPOSITE

Perfil

demo_admin

Rótulo do conjunto de dados

funchal_alerta_dataset_v2

Imagem de pré-visualização

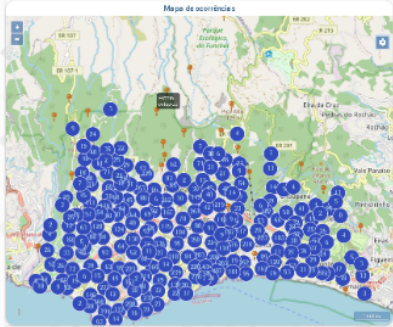
Análise funchal alerta

funchal_alerta_analysis

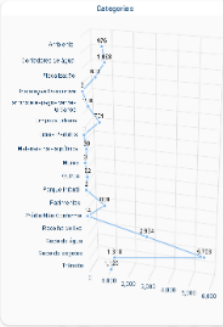
FUNCHAL ALERTA

OCORRÊNCIAS

Mapa de ocorrências



Categorias



Frequências

☐ Fim do Contorno

☐ Fim do Contorno

☐ Inicio

☐ Inicio

☐ Seta Manual

☐ Seta Manual

☐ Seta Manual

☐ Seta Manual

☐ Seta Manual

☐ Seta Manual

☐ Seta Manual

☐ Seta Manual

Cancel

10000

5000

0

10000

5000

0

10000

5000

0

10000

5000

0

Estados



Remover

Figura D.5: Integração do cockpit Funchal Alerta no DISME

Para integrar o *cockpit* Funchal Alerta no *DISME*, no "Painel de Controlo" foi clicado no botão "Ver detalhes" da componente "Elementos *Knowage*", abrindo assim a página de gestão dos elementos do Knowage. De seguida foi necessário clicar no botão a

186

verde com o nome "Adicionar elementos do Knowage" para inserir um novo elemento no *DISME*. Conforme podemos observar na fig. D.5, ao abrir o *popup* com o formulário de inserção, no primeiro campo procurou-se pelo rótulo atribuído ao *cockpit* do Funchal Alerta, neste caso, "*funchal_alerta_analysis*" e como era de esperar os restantes campos foram automaticamente preenchidos pelo sistema com os dados deste *cockpit*, sendo necessário apenas inserir o rótulo do conjunto de dados.

Efetuada as etapas anteriores, esta funcionalidade *BI* foi integrada corretamente no *DISME* sendo possível a aceder e editar a partir do sistema desenvolvido, desde que o perfil do utilizador *logado* possua os privilégios necessários.

Com esta integração é viável aproveitar as capacidades analíticas do *cockpit* Funchal Alerta em conjunto com as ferramentas do *DISME*, facilitando a tomada de decisão baseada em dados e melhorando a eficiência das operações.



Apêndice E - Guia de testes e resultados do questionário

Neste capítulo, é apresentado o guia de testes de usabilidade e os resultados do questionário elaborado. Este guia foi dividido em 12 cenários distintos, cada um com um breve enquadramento da tarefa a ser cumprida pelo utilizador e instruções claras para alcançar o propósito de cada cenário. Além disso, foi elaborada uma lista numerada de etapas a serem seguidas para auxiliar durante este processo de simulação.

O objetivo destes guias é permitir aos utilizadores testar as diferentes funcionalidades do sistema, bem como medir o modo como o sistema poderá contribuir para a automação do processo de análise de dados e tomada de decisão em uma organização.

E.1 Guia de testes de usabilidade

Este documento serve como orientação para o participante na realização dos testes de usabilidade. O propósito destes testes é identificar possíveis problemas na utilização do sistema, de acordo com a sua perspetiva, por isso é fundamental que partilhe todos os seus pensamentos e dúvidas durante a realização destes testes. É também importante salientar que o participante será observado, mas somente o sistema será objeto de avaliação e as tarefas deverão ser executadas na sequência apresentada.

Desde já, agradeço pela sua colaboração.

Cenário 1 - Funchal Alerta: Guardar uma captura de ecrã das ocorrências que estão em processo de resolução na freguesia de Santa Maria Maior

O utilizador deseja visualizar e guardar uma captura de ecrã apenas do mapa de ocorrências do Funchal Alerta exibindo somente as ocorrências da freguesia de Santa Maria Maior que estejam em processo de resolução e que tenham sido reportadas através de telefone.

Para tal, o utilizador acede à página "Elementos do *Knowage*", pesquisa por "Análise funchal alerta", efetua o *login* na plataforma do *Knowage* com as respetivas credenciais, filtra o Mapa de Ocorrência por freguesia, selecionando "Santa Maria Maior", estado "Em resolução", canal "Telefone" e procede à captura de uma imagem do Mapa de Ocorrência.

Tarefas

1. Nos separadores a cinzento mais acima, clicar no 4º separador com o nome "Elementos do Knowage"
2. No campo de pesquisa escrever "Análise funchal"
3. Clicar no botão azul "Detalhes" do retângulo com o título "Análise funchal alerta"
4. Ao abrir os detalhes deste painel, clicar no botão azul que diz "Abrir documento"

5. No formulário de *login* do *Knowage* introduzir no campo que diz "*User Name*" a seguinte palavra: "demo_admin"
6. Copiar e colar a palavra "demo_admin" para o campo em baixo que diz "*Password*"
7. Clicar no botão que diz "Login"
8. Ao abrir uma janela clicar no botão azul que diz "Ok"
9. Visualizar o painel de ocorrências do Funchal Alerta
10. Na componente no canto superior direito com o título "Freguesias" clicar na quadrado que diz "Santa Maria Maior"
11. Clicar no botão triangular que aparece automaticamente ao clicar em um quadrado
12. Fazer *scroll* para baixo na barra vertical lateral ou com o rato
13. Passar o cursor por cima do gráfico circular com o título "Estados"
14. Clicar na parcela que diz "Em resolução"
15. Passar o cursor por cima do gráfico de barras com o título "Canal"
16. Clicar na barra que diz "Telefone"
17. Aumentar o "Zoom" do "Mapa de ocorrências" até 500 m
18. Clicar por cima do mapa e arrastar-lo até ficar centrado com as bolas azuis correspondentes às ocorrências
19. Ao passar o cursor por cima do "Mapa de ocorrências" procurar no canto inferior esquerdo por 3 pontos a cinzento
20. Clicar nos 3 pontos
21. Clicar no segundo botão com um ícone de uma "fotografia" (para tirar uma captura do mapa)

Cenário 2 - Funchal Alerta: exportar dados filtrados da freguesia de São Pedro para um ficheiro PDF

O utilizador tem como objetivo exportar os dados da "Tabela Funchal Alerta" para um ficheiro com o formato PDF, restringindo a informação à freguesia de São Pedro, apenas com a categoria "Ambiente", assunto "Praga urbana (mosquitos, ratos)" e que tenham sido concluídos.

Para atingir esta finalidade, o utilizador acede, em primeiro lugar, à página "Elementos do *Knowage*", realiza uma pesquisa por "Análise Funchal Alerta", efetua o *login* com as respetivas credenciais, navega até ao separador que indica "Tabela" para aplicar os filtros correspondentes. De seguida seleciona a categoria "Ambiente", o assunto "Praga urbana (mosquitos, ratos)", o estado "Concluída" e a freguesia de "São Pedro". Após a aplicação dos filtros, o utilizador clica no botão da "Tabela Funchal Alerta" que permite a exportação dos dados para um ficheiro em formato PDF.

Tarefas

1. Nos separadores a cinzento mais acima, clicar no 4º separador com o nome "Elementos do *Knowage*"
2. No campo de pesquisa escrever "Análise funchal"
3. Clicar no botão azul com o nome "Detalhes" do retângulo com o título "Análise funchal alerta"
4. Ao abrir os detalhes deste painel, clicar no botão azul que diz "Abrir documento"
5. No formulário de login do Knowage introduzir no campo que diz "User Name" a seguinte palavra: "demo_admin"
6. Copiar e colar a palavra "*demo_admin*" para o campo em baixo que diz "Password"
7. Clicar no botão que diz "*Login*"
8. Ao abrir uma janela clicar no botão azul que diz "Ok"
9. Fazer *scroll* para baixo na barra vertical lateral ou com o rato

10. No canto inferior esquerdo do painel "Funchal Alerta" clicar no separador que diz "Tabela"
11. No primeiro gráfico com o título "Categorias" procurar pela categoria "Ambiente"
12. Clicar no pequeno círculo referente à categoria "Ambiente"
13. Passar o cursor do rato no gráfico circular com o título "Assuntos" e procurar por "Praga urbana (mosquitos, ratos)"
14. Dentro do gráfico circular com o título "Assuntos" clicar na parcela a laranja que diz "Praga urbana (mosquitos, ratos)"
15. Na componente logo em cima do gráfico circular com o título "Estados" clicar na opção "Concluída"
16. Dentro do gráfico de barras com o título "Freguesias" clicar na barra que diz "São Pedro"
17. Passar o cursor na tabela em baixo com o nome "Tabela funchal alerta"
18. No canto inferior esquerdo da tabela procurar e clicar nos 3 pontos a cinzento
19. Clicar no último botão para exportar a "Tabela funchal alerta" para o formato PDF

Cenário 3 - Como adicionar um painel na coleção de utilizador e proceder à sua impressão

O utilizador pretende incluir o painel "Vendas de inventário" na sua coleção de forma a facilitar o acesso ao mesmo, posteriormente, pretende imprimir esse painel numa folha A4.

Para este efeito, acede às opções disponíveis para o painel em questão, a partir das ferramentas disponíveis no sistema, este clica no botão que permite adicionar o painel à sua coleção e de seguida, abre o separador da coleção, onde são apresentados todos os painéis que já foram adicionados, procura pelo painel "Vendas de inventário", acede aos detalhes desse painel, clica em visualizar e no menu no canto superior direito clica "Imprimir" onde imprime o painel numa folha A4.

Tarefas

1. Verificar se está no primeiro separador com o nome "Painel de controlo"
2. No formulário de *login* do *Knowage* introduzir no campo que diz "*User Name*" a seguinte palavra: "*demo_admin*"
3. Copiar e colar a palavra "*demo_admin*" para o campo em baixo que diz "*Password*"
4. Clicar no botão que diz "*Login*"
5. Clicar no separador a cinzento com o título "Ferramentas *BI*" que se encontra na parte superior da página
6. Procurar por o retângulo referente ao "*Knowage*"
7. Clicar no botão referente ao "*Knowage*" que diz "Lista de elementos *BI*"
8. Clicar no botão "Detalhes" do primeiro painel "Vendas de inventário"
9. Clicar no botão a vermelho com um ícone branco de um coração
10. Verificar o *feedback* de confirmação no canto superior direito que este painel foi adicionado à sua coleção
11. Abrir o separador "Coleção" que se encontra entre "*Elementos BI*" e "*Elementos do Knowage*"
12. Clicar no botão azul "Detalhe" respetivo ao painel "Vendas de inventário"
13. Clicar no botão "Visualizar"
14. Clicar no botão com os três pontos (menu) no canto superior direito da barra azul
15. Clicar no primeiro botão com o nome "Imprimir"

Cenário 4 - Funchal Alerta: Visualizar a distribuição de categorias no painel de Ocorrências do Funchal Alerta para a freguesia do Monte

O utilizador tem como objetivo utilizar a plataforma *Knowage* para visualizar no painel de Ocorrências do Funchal Alerta o contraste entre as diferentes categorias presentes na freguesia do Monte distinguindo aquelas que mais se destacam das que menos se destacam. Para alcançar este propósito, o utilizador deve primeiramente, aceder à página "Elementos do Knowage" e pesquisar por "Análise funchal alerta". Ao abrir este painel, o utilizador deve clicar no botão "Abrir documento" e efetuar o login no Knowage com as credenciais de administrador.

Em seguida, deve ativar o modo de edição do painel, clicando no botão de edição localizado no canto superior direito da interface. Feito isso, deve filtrar o painel pela freguesia do Monte e procurar pelo gráfico denominado "Categorias".

Dentro deste gráfico, o utilizador deve clicar no botão de edição correspondente, o qual irá abrir um *popup* com diversas opções disponíveis para personalização do gráfico. No separador "*CHART ENGINE DESIGNER*", deve procurar pela opção "*treemap*" e, em seguida, abrir o separador "*STRUCTURE*", selecionando o atributo "freguesia". Por fim, o utilizador deve salvar as alterações realizadas e visualizar o resultado final.

Tarefas

1. Nos separadores a cinzento mais acima, clicar no 4º separador com o nome "*Elementos do Knowage*"
2. No campo de pesquisa escrever "Análise funchal alerta"
3. Clicar no botão azul com o nome "Detalhes" do retângulo com o título "Análise funchal alerta"
4. Ao abrir os detalhes deste painel, clicar no botão azul que diz "Abrir documento"
5. No formulário de *login* do *Knowage* introduzir no campo que diz "*User Name*" a seguinte palavra: "*demo_admin*"
6. Copiar e colar a palavra "*demo_admin*" para o campo em baixo que diz "*Password*"

7. Clicar no botão que diz "Login"
8. Ao abrir uma janela clicar no botão azul que diz "Ok"
9. Na barra superior a azul clicar no botão com o ícone de edição (primeiro botão no canto superior direito)
10. Visualizar o painel de ocorrências do Funchal Alerta
11. Na componente no canto superior direito com o título "Freguesias" clicar na segundo quadrado que diz "Monte"
12. Clicar no botão triangular que aparece automaticamente ao clicar em um quadrado
13. Passar o cursor por cima do painel "Categorias"
14. Fazer *scroll* para baixo na barra vertical lateral ou com o rato
15. No canto inferior esquerdo do gráfico com o título "Categorias" clicar nos 3 pontos a cinzento
16. Clicar no segundo botão da esquerda para a direita (ícone de edição)
17. Por baixo da barra azul com o título "Chart Widget Configuration" clicar no separador que diz "CHART ENGINE DESIGNER"
18. No separador "CHART" dentro da caixa "Chart style" passar o cursor por cima dos gráficos disponíveis
19. Escolher e clicar na opção "treemap"
20. Clicar no separador a vermelho com o nome "STRUCTURE"
21. Dentro da caixa "Attributes" clicar na palavra "freguesia"
22. Fazer *scroll* para baixo na barra vertical lateral ou com o rato
23. Clicar no botão "SALVAR" para guardar as alterações

Cenário 5 - Funchal Alerta: Personalizar as cores do texto e das bordas de um gráfico

Neste cenário, o utilizador deseja modificar as cores do texto de visualização e das bordas do gráfico de barras referente às freguesias.

Para tal, deve primeiramente aceder à página "*Elementos do Knowage*" e pesquisar por "Análise funchal alerta". Em seguida, deve abrir o documento e efetuar o *login* com as credenciais de administrador.

Na barra superior azul, deve clicar no botão de edição e no canto inferior esquerdo do painel, selecionar a aba "Tabela". Ao passar o cursor sobre o gráfico de barras "Freguesias", deve clicar no botão de edição desta componente. Onde irá abrir um novo *popup*, no qual deverá clicar no separador com o nome "*STYLE*".

Na seção "*Titles*", deverá alterar o título do texto para "Ocorrências por freguesia". Já na seção "*Borders*", deverá mudar a cor atual no campo "Borders color" para uma tonalidade vermelha. Por fim, deve guardar as alterações ao clicar no botão "SALVAR".

Tarefas

1. Nos separadores a cinzento mais acima, clicar no 4º separador com o nome "*Elementos do Knowage*"
2. No campo de pesquisa escrever "Análise funchal"
3. Clicar no botão azul com o nome "Detalhes" do retângulo com o título "Análise funchal alerta"
4. Ao abrir os detalhes deste painel, clicar no botão azul que diz "Abrir documento"
5. No formulário de *login* do *Knowage* introduzir no campo que diz "User Name" a seguinte palavra: "*demo_admin*"
6. Copiar e colar a palavra "*demo_admin*" para o campo em baixo que diz "Password"
7. Clicar no botão que diz "*Login*"
8. Ao abrir uma janela clicar no botão azul que diz "*Ok*"
9. Na barra superior a azul clicar no botão com o ícone de edição (primeiro botão no canto superior direito)

10. Fazer *scroll* para baixo na barra vertical lateral ou com o rato
11. No canto inferior esquerdo por baixo do "Mapa de ocorrências" e ao pé do "Mapa" clicar na aba com o nome "Tabela"
12. Passar o cursor por cima do gráfico de barras com o título "Freguesias"
13. Clicar no botão a cinzento com os três pontos no canto inferior esquerdo
14. Clicar no segundo botão (ícone de edição)
15. Fazer *scroll* para cima na barra vertical lateral ou com o rato
16. Clicar no separador a cinzento com o nome "STYLE"
17. Por baixo na seção a cinzento com o nome *Titles*, no campo "Title text" mudar o título "Freguesias" para "Ocorrências por freguesia"
18. Por baixo da secção a cinzento com o nome *Borders*, clicar na caixa a cinzento do campo à direita com o nome "Borders Color"
19. Na caixa com as diferentes cores, clicar numa cor vermelha
20. Fazer *scroll* para baixo na barra vertical lateral mais à direita até encontrar 2 botões azuis "CANCELAR" e "SALVAR"
21. Clicar no botão "SALVAR" para guardar

Cenário 6 - Exportar os dados filtrados do painel "USA Map" para Excel

Com o intuito de analisar e explorar os dados contidos no painel "USA Map", o utilizador deseja exportar para *Excel* os dois primeiros registos filtrados por "EastCost" e "WestCoast" com a "unit" maior ou igual a "601270".

Para atingir este objetivo, o utilizador deve inicialmente fazer *login* no *Knowage* com as credenciais de administrador. De seguida, deve aceder ao separador "Elementos do Knowage" e procurar pelo painel "USA Map" na barra de pesquisa. Depois de abrir a página com os detalhes do painel, o utilizador deve clicar no botão "Analisar o conjunto de dados".

Na caixa de filtragem, deve selecionar "*EastCost*" e "*WestCoast*" e em seguida, selecionar a coluna "*unit*" e a condição "Maior ou igual a" com o valor "601270". Após aplicar os filtros à tabela, o utilizador deve selecionar os dois primeiros registos e exportar a tabela para *Excel*.

Tarefas

1. No formulário de *login* do *Knowage* introduzir no campo que diz "*User Name*" a seguinte palavra: "*demo_admin*"
2. Copiar e colar a palavra "*demo_admin*" para o campo em baixo que diz "*Password*"
3. Clicar no botão que diz "*Login*"
4. Ao abrir uma janela clicar no botão azul que diz "*Ok*"
5. Nos separadores a cinzento mais acima clicar no 4º separador com o nome "*Elementos do Knowage*"
6. No campo de pesquisa escrever "*USA Map*"
7. Clicar no botão azul com o nome "Detalhes" do retângulo com o título "*USA Map*"
8. Clicar no botão cinzento com o nome "Analisar o conjunto de dados"
9. Na primeira caixa os nomes "*Center*", "*CenterWest*", "*EastCost*" e "*WestCoast*" clicar apenas nos nomes "*EastCost*" e "*WestCoast*"
10. Por baixo do texto que diz "Consulta dinâmica" clicar no botão "+" a cinzento
11. Clicar na primeira caixa (vermelha) onde diz "Selecione uma coluna"
12. Clicar no último valor com o nome "*unit*"
13. Clicar na segunda caixa (verde) onde diz "Selecione uma condição"
14. Clicar no valor que diz "Maior ou igual a"
15. Dentro da caixa azul introduzir o número "601270"
16. Na tabela com 3 registos clicar nos 2 primeiros registos com os *Ids* "25" e "42"

17. Nos 3 botões cinzentos por cima da tabela clicar no botão do meio para exportar a tabela para *Excel*

Cenário 7 - Integração no sistema, de um painel criado com o Microsoft Power BI

O utilizador deseja integrar no sistema um novo painel de *análise-commerce* criado com a ferramenta *BI*, "*Microsoft Power BI*", adicionada ao sistema.

Para tal, deve aceder à página "*Elementos BI*" no "Painel de controlo" e clicar no botão a verde com o nome "*Criar elemento BI*". No primeiro campo, seleciona a ferramenta *BI* "*Microsoft Power BI*", no tipo seleciona "*Custom*" e atribui um nome e uma descrição para este painel. No campo "*URL de integração*", deve introduzir o URL gerado automaticamente pela ferramenta e na "*Imagem pré-visualização*", deve escolher a imagem apropriada para este painel e deverá guardar as alterações.

Por fim, o utilizador deve clicar no botão de visualização associado a este painel, onde irá abrir a página com as informações detalhadas. Em seguida, deve clicar no botão azul com o nome "*Visualizar*", para abrir e visualizar o painel.

Tarefas

1. Verificar se está no primeiro separador com o nome "Painel de controlo"
2. No primeiro retângulo azul com o nome "*Elementos BI*" clicar em "Ver detalhes"
3. Na primeira caixa com o nome "Ações disponíveis" clicar no botão a verde com o nome "*Criar elemento BI*"
4. No primeiro campo com o nome "*Ferramenta BI*" procurar por "*Microsoft Power BI*"
5. Clicar no valor que diz "Microsoft Power BI"
6. No campo tipo selecionar o valor "*Custom*"
7. No campo "Nome" introduzir o nome "*Análise E-commerce*"
8. No campo descrição introduzir a descrição "Análise de vendas de uma loja"
9. Copiar o *link* fornecido para o campo "*URL de integração*"

10. No campo "Imagem pré-visualização" clicar na caixa que diz "SEM IMAGEM CLIQUE AQUI PARA ENVIAR" e escolher a imagem indicada
11. Fazer *scroll* para baixo e clicar no botão a verde "Guardar" para guardar as alterações
12. Na Tabela de elementos *BI* no campo "Procurar" escrever "*Análise E-commerce*"
13. Clicar no botão azul com o ícone de visualização associado a este painel
14. Ao abrir uma nova página com as informações deste painel, clicar no botão azul com o nome "Visualizar"

Cenário 8 - Como alterar a descrição de uma funcionalidade BI e explorar um cubo de dados OLAP do Knowage

O utilizador pretende efetuar alterações na descrição da funcionalidade *BI* "*Foodmart*" do *Knowage* e explorar um cubo de dados *OLAP*.

Para tal, acede ao painel de controlo e seleciona a opção "*Elementos Knowage*". Em seguida, realiza uma pesquisa pela funcionalidade "*Foodmart*" e, ao encontrá-la, clica no botão de edição para modificar a descrição atual para "*Análise foodmart teste*". Além disso, ativa a exibição da barra de ferramentas, dos deslizadores e a possibilidade de eliminar os parâmetros, finalizando ao guardar as alterações realizadas.

Para acessar o cubo de dados *OLAP*, o utilizador faz uma nova busca no campo de pesquisa, agora por "*Olap cube*" e clica no botão de visualização desse painel. Ao selecionar a opção "abrir documento", insere as credenciais de administrador e, assim, acessa o cubo de dados *OLAP*. Em seguida, filtra por "*Measures*" e escolhe a opção "*Unit Sales*", finalizando ao guardar e visualizar novamente os dados.

Tarefas

1. Verificar se está no primeiro separador com o nome "Painel de controlo"
2. No segundo retângulo (vermelho) com o nome "*Elementos Knowage*" clicar em "Ver detalhes"
3. No campo de pesquisa como nome "Procurar" escrever "*Foodmart*"

4. Na coluna das ações clicar no botão amarelo com o ícone de edição
5. No campo de descrição alterar o texto atual para "Análise *foodmart* teste"
6. Clicar nas opções "Mostrar barra de ferramentas", "Mostrar deslizadores" e "Permitir eliminar parâmetros"
7. Clicar no botão a verde com o nome "Guardar" para guardar as alterações
8. No campo de pesquisa como nome "Procurar" escrever "*Olap cube*"
9. Na coluna das ações clicar no botão azul com o ícone de visualização associado a esse painel
10. Nos detalhes do painel "Olap cube" clicar no botão azul com o texto "Abrir documento"
11. No formulário de *login* do *Knowage* introduzir no campo que diz "*User Name*" a seguinte palavra: "*demo_admin*"
12. Copiar e colar a palavra "*demo_admin*" para o campo em baixo que diz "*Password*"
13. Clicar no botão que diz "*Login*"
14. Ao abrir uma janela clicar no botão azul que diz "*Ok*"
15. Após o painel "*Olap cube*" ser carregado, clicar no botão com o ícone de um filtro associado ao botão com o nome "*Measures*"
16. Clicar na primeira opção com o nome "*Unit Sales*"
17. Clicar no botão azul "*SAVE*" para guardar as alterações

Cenário 9 - Como adicionar um novo tipo aos elementos *BI* e remover ferramentas *BI* do sistema

O utilizador pretende efetuar duas ações no sistema, nomeadamente, adicionar um novo tipo aos elementos BI e eliminar a ferramenta BI "*Engine Teste*" da lista de ferramentas disponíveis.

Para criar um novo tipo de elemento *BI*, o utilizador acede à componente "Tipos" e clica no botão verde com a inscrição "Criar tipo de elemento BI". Posteriormente, nos campos de inserção, introduz o Nome: "Teste", o *Slug*: "Test" e a Descrição: "Tipo teste". Após a inserção dos dados, o utilizador guarda as alterações efetuadas.

De seguida, o utilizador acede ao separador "Painel de controlo" e seleciona a componente "*Ferramentas BI*". No campo de pesquisa, procura por "*Engine Teste*". Na coluna das ações, clica no botão vermelho associado a esta ferramenta *BI* e confirma a eliminação desta ferramenta. Com estes procedimentos, o utilizador adiciona com sucesso um novo tipo de elemento *BI* e elimina a ferramenta *BI* "*Engine Teste*" da lista de ferramentas disponíveis.

Tarefas

1. Verificar se está no primeiro separador com o nome "Painel de controlo"
2. No terceiro retângulo (azul claro) com o nome "Tipos" clicar em "Ver detalhes"
3. Na primeira caixa com o nome "Ações disponíveis" clicar no botão a verde com o nome "Criar tipo de elemento *BI*"
4. Preencher os campos com o Nome: "Teste", *Slug*: "Test", Descrição: "Tipo teste"
5. Clicar no botão verde com o nome "Guardar" para guardar as alterações
6. Clicar no primeiro separador no canto superior com o nome "Painel de controlo"
7. No quarto retângulo (verde) com o nome "*Ferramentas BI*" clicar em "Ver detalhes"
8. No campo de pesquisa com o nome "Procurar", escrever "*Engine Teste*"
9. Na coluna das ações clica no botão vermelho com ícone de "lixo" associado a esta ferramenta *BI*
10. Clicar no botão "Ok" para confirmar a eliminação da ferramenta *BI*

Cenário 10 - Como adicionar uma funcionalidade *BI* no sistema, criada no *Knowage* e a enviar por *email*

Neste cenário, o utilizador pretende integrar um novo relatório, criado com a ferramenta *BI Knowage*, no sistema e enviá-lo por email.

Para este propósito, o utilizador deve aceder ao "Painel de controlo" e clicar no botão "Ver detalhes" da componente "*Elementos Knowage*". Ao abrir a página de gestão dos elementos do *Knowage*, deve clicar no botão verde com o nome "Adicionar elementos do *Knowage*". Ao abrir um *popup* com o formulário de inserção, inicialmente, o utilizador deve procurar pelo "*Label*" do relatório que pretende adicionar, neste caso, o "*DEMO_Report*" - o que irá preencher automaticamente os campos do formulário com os dados desta funcionalidade *BI*. De seguida, o utilizador deve colocar o nome "funchal_alerta_dataset_v2" para o "Rótulo do conjunto de dados" (uma vez que este é o *dataset* desta funcionalidade *BI*), remover a imagem atual e adicionar a nova imagem indicada para este painel. Por fim, deve guardar as alterações e verificar se esta funcionalidade *BI* foi adicionada com sucesso.

Após adicionar o relatório ao sistema, o utilizador deve procurar pelo mesmo e, ao abrir a página de detalhes desta funcionalidade *BI*, deve clicar no botão "Abrir documento". No formulário de *login*, deve inserir as credenciais de administrador e clicar no botão com o ícone de três pontos, onde irá selecionar a opção "Enviar por e-mail" para enviar o relatório via email.

Tarefas

1. Verificar se está no primeiro separador com o nome "Painel de controlo"
2. No segundo retângulo (vermelho) com o nome "*Elementos Knowage*" clicar em "Ver detalhes"
3. Na primeira caixa com o nome "Ações disponíveis" clicar no botão a verde com o nome "Adicionar elementos do *Knowage*"
4. No campo "*Label*" clicar onde diz "Selecione o rótulo"
5. Caso a lista de rótulos esteja vazia, sair do formulário e abrir novamente
6. Caso a lista de rótulos não esteja vazia, no campo de pesquisa, escrever "*DEMO_Report*"

7. Inserir no campo "Rótulo do conjunto de dados" o nome "*funchal_alerta_dataset_v2*"
8. Clicar no botão vermelho "Remover" para remover a imagem atual
9. No campo "Imagem pré-visualização" clicar na caixa que diz "SEM IMAGEM CLIQUE AQUI PARA ENVIAR" e escolher a imagem indicada
10. Clicar no botão a verde com o nome "Guardar" para guardar as alterações
11. No campo de pesquisa no canto superior direito da tabela com o nome "Procurar" escrever "*REPORT*"
12. Na coluna das ações clicar no botão azul claro com o ícone de visualização associado a esse painel
13. Nos detalhes deste painel clicar no botão azul com o nome "Abrir documento"
14. No formulário de *login* do *Knowage* introduzir no campo que diz "*User Name*" a seguinte palavra: "*demo_admin*"
15. Copiar e colar a palavra "*demo_admin*" para o campo em baixo que diz "*Password*"
16. Clicar no botão que diz "*Login*"
17. Ao abrir uma janela clicar no botão azul que diz "*Ok*"
18. No canto superior direito da barra azul clicar no botão com o ícone de 3 pontos que se encontra mais à direita
19. Ao abrir uma lista com diferentes opções clicar na opção "Enviar por email"

Cenário 11 - Como testar a configuração da fonte de dados "*funchal_alerta_DB*" e criar um novo conjunto de dados no *Knowage*

Um profissional de informática tem como objetivo testar a configuração da fonte de dados "*funchal_alerta_DB*" e criar um novo conjunto de dados a partir dos dados da aplicação "Funchal Alerta".

Inicialmente, é necessário confirmar se a página atual é o "Painel de controlo" e fazer o *login* no *Knowage* com as credenciais de administrador. Depois de efetuar *login*,

deve clicar no botão de definições e abrir a página "Fonte de dados". Em seguida, deve clicar no botão "teste" para verificar se os parâmetros da fonte de dados "Funchal_alerta_db" estão corretos. De seguida, deve avançar para a criação do conjunto de dados. Para isso, clica novamente no botão de definições e abre a página "Conjunto de dados", onde deve clicar no botão "+" para adicionar um novo conjunto de dados. Os separadores "Detalhe" e "Tipo" devem ser preenchidos com as informações fornecidas e, após visualizar os dados com o botão "Preview", o utilizador deve guardar as alterações e verificar se recebeu a confirmação de "Operação teve sucesso".

Tarefas

1. Verificar se está no primeiro separador com o nome "Painel de controlo"
2. No formulário de *login* do *Knowage* introduzir no campo que diz "User Name" a seguinte palavra: "demo_admin"
3. Copiar e colar a palavra "demo_admin" para o campo em baixo que diz "Password"
4. Clicar no botão que diz "Login"
5. Ao abrir uma nova janela, clicar no botão azul que diz "Ok"
6. Clicar no primeiro botão (ícone de definições) na barra lateral azul
7. Na secção "Provedores de dados" clicar em "fonte de dados"
8. No gestor de fonte de dados, clicar na fonte de dados "funchal_alerta_DB"
9. No canto superior direito clicar em "teste"
10. Clicar novamente no botão de definições na barra lateral azul
11. Na secção "Provedores de dados" clicar em "conjunto de dados"
12. Clicar no botão "+" a vermelho
13. Preencher os campos do separador "Detalhe" com os dados da tarefa 14
14. "Rótulo": "funchal_alerta_teste"; "Nome": "funchal_teste"; "Descrição": "Análise teste Funchal alerta"; "Escopo": "USER"; "Categoria": "General"

15. Abrir o separador "Tipo"
16. No "Tipo de *Dataset*"selecionar "*Query*"
17. Na Origem de dados selecionar "funchal_alerta.db"
18. No campo "Editar Consulta"introduzir a seguinte *query*, para selecionar todos os dados da tabela "funchal_alerta":
 - **SELECT * FROM funchal_alerta**
19. No canto superior direito clicar no botão de guardar
20. Abrir o separador "Metadados"
21. No atributo "*location*"selecionar o tipo de campo "*SPATIAL_ATTRIBUTE*"
22. No canto superior direito, clicar em "*Preview*"
23. Após visualizado o conjunto de dados criado, clicar em "Fechar"
24. No canto superior direito, clicar no botão de guardar
25. Verificar se obteve o *feedback* de confirmação "Operação teve sucesso"

Cenário 12 - Como criar um novo *cockpit* com o conjunto de dados do Funchal Alerta

Um profissional de informática pretende criar um novo cockpit a partir do conjunto de dados do Funchal Alerta, composto por um gráfico de barras das ocorrências por freguesia e um mapa das ocorrências na cidade do Funchal.

Após fazer *login no Knowage*, o utilizador acede ao seu *workspace* e abre o separador "Minha análise". Em seguida, clica no botão "+"a vermelho no canto superior direito e seleciona a opção "*Cockpit*"para criar uma nova tela em branco para adicionar os *widgets* desejados.

Antes de adicionar um novo *widget*, o conjunto de dados do Funchal Alerta deve ser adicionado ao *cockpit*. Para isso, o utilizador escolhe a opção de configuração de dados no menu do cockpit e adiciona o conjunto de dados "funchal_alerta_dataset_v2".

Para compor o *cockpit*, o utilizador seleciona a opção "*Add a Widget*"no menu do *cockpit* e escolhe o tipo de *widget* a ser adicionado. Para o gráfico de barras,

é selecionada a opção "*CHART*" e o conjunto de dados "*funchal_alerta_dataset_v2*". É escolhida a agregação "*COUNT_DISTINCT*" no campo "*id_ocorrencia*" e o estilo de gráfico de barras com o atributo "*freguesia*" e a medida "*id_ocorrencia*".

Para o mapa de ocorrências, é adicionado um novo "*LAYER*" correspondente ao conjunto de dados adicionado. São selecionadas apenas as colunas desejadas ("*assunto*" e "*freguesia*") e a função de agregação da coluna "*id_ocorrencia*" é escolhida como "*COUNT*". O modo de visualização escolhido é "*clusters*" com cores azul e laranja e um "*Icon Marker*" vermelho com uma escala de 70%.

Após a conclusão desses passos, o utilizador salva as alterações e o mapa de ocorrências é criado. Por fim, o utilizador centraliza os *widgets* adicionados no *cockpit* e dá um nome e um *label* para que possa ser identificado.

Tarefas

1. Verificar se está no primeiro separador com o nome "Painel de controlo"
2. No formulário de *login* do *Knowage* introduzir no campo que diz "*User Name*" a seguinte palavra: "*demo_admin*"
3. Copiar e colar a palavra "*demo_admin*" para o campo em baixo que diz "*Password*"
4. Clicar no botão que diz "*Login*"
5. Ao abrir uma nova janela clicar no botão azul que diz "*Ok*"
6. Na barra vertical azul do lado esquerdo, clicar no 3º ícone (com o nome *workspace*)
7. Abrir o separador "Minha Análise"
8. Clicar no botão "+" a vermelho que se encontra no canto superior direito
9. Clicar em "*Cockpit*"
10. Clicar no botão do menu "*burger*" no canto superior direito
11. Ao abrir as opções disponíveis clicar na segunda opção (botão da base de dados "*Data configuration*")
12. Na secção "*Datasets*" clicar no botão "+"

13. No campo de pesquisa, procurar por "funchal_alerta_dataset.v2"
14. Clicar na opção "funchal_alerta_dataset.v2"
15. Clicar no botão "salvar"
16. Verificar se o rótulo "funchal_alerta_dataset.v2" foi adicionado na secção "*Datasets*"
17. Se sim, no canto inferior direito clicar no botão "SALVAR"
18. Clicar no botão do menu "*burger*" no canto superior direito
19. Ao abrir as opções disponíveis clicar na quarta opção (botão "+*Add Widget*")
20. Clicar em "*CHART*"
21. No primeiro separador "*DATASET*" adicionar o conjunto de dados disponível
22. Na cabeçalho da tabela na coluna "*Aggregation*" alterar os valores "*SUM*" para "*COUNT_DISTINCT*"
23. Clicar no separador "*CHART ENGINE DESIGNER*"
24. Clicar no separador "*STRUCTURE*"
25. Na secção "*Attributes*" clicar em "freguesia"
26. Fazer "*scroll*" para baixo
27. Na secção "*Measures*" clicar em "id_ocorrencia" (*COUNT_DISTINCT*)
28. Clicar no separador "*STYLE*" (que se encontra no lado direito do separador "*CHART ENGINE DESIGNER*")
29. Ativar a opção "*Titles*"
30. No campo "*Title text*" escrever "Ocorrências por freguesias"
31. Clicar no botão "SALVAR" no canto inferior direito
32. Passar o cursor por cima do *widget* criado
33. Ao ver um ícone com 4 setas arrastar (*Drag and drop*) o *widget* criado para o lado esquerdo central do ecrã

34. Passar o cursor por cima do vértice inferior direito do widget criado
35. Ao aparecer uma seta de dois sentidos, clicar e aumentar o tamanho do widget
36. Clicar no botão do menu "*burguer*" no canto superior direito
37. Ao abrir as opções disponíveis clicar na quarta opção (botão "+Add Widget")
38. Clicar em "*MAP*"
39. Na secção "*Layers*" clicar em "*ADD LAYER*"
40. Selecionar o conjunto de dados criado (única opção disponível)
41. Clicar no botão "*ADD*"
42. Dentro da secção "*Layers*" clicar no ícone de "anexo" (primeiro ícone na direita)
43. Dentro da secção "metadata" na subsecção "*Spatial attribute*" clicar no campo "*Coordinates Format*"
44. Selecionar a segunda opção "*lat lon*"
45. Dentro da subsecção "*Fields*" na coluna "*Show on map*" escolher a opção para o tuplo "id_ocorrencia"
46. Na coluna "*Aggregate by*" escolher os tuplos "assunto" e "freguesia"
47. Na coluna "*Show on tooltip*" escolher a opção para o tuplo "assunto"
48. Fazer "*scroll*" para cima
49. Na coluna "*Aggregation function*" no tuplo "id_ocorrencia" escolher a opção "*COUNT*"
50. Dentro da secção "*Layers*" clicar no ícone de edição "*Style*" (segundo ícone na direita)
51. Dentro da subsecção "*Visualization types*" passar o cursor por cima dos retângulos disponíveis
52. Clicar na opção "*clusters*"
53. Dentro da subsecção "*Clusters*" no campo "*Radius Size*" introduzir o número 15
54. Na cor da fonte ("*Font color*") escolher a cor com uma tonalidade azul

55. Na cor de fundo ("*Background color*") escolher a com uma tonalidade laranja
56. Na subsecção "*Markers*" clicar no segundo ícone (ícone do marcador "*Icon marker*")
57. Clicar no botão circular a vermelho com quadrados
58. No lado direito irá aparecer uma nova janela para escolher o ícone
59. No campo de pesquisa procurar por "*map-pin*"
60. Escolher e clicar no 3º ícone disponível
61. No campo "*color*" escolher uma cor vermelha
62. No campo "*Size (%)*" introduzir o número "70"
63. Fazer "*scroll*" para baixo na secção "*Map configuration*" escolher as opções "*Enable base layer*", "*Show scale*" e "*Auto centering*"
64. No canto inferior direito clicar no botão "SALVAR"
65. Passar o cursor por cima do *widget* criado
66. Clicar nos três pontos no canto inferior esquerdo
67. Clicar na primeira opção "*Drag*"
68. Arrastar (*Drag and drop*) o *widget* criado para o lado direito do gráfico adicionado
69. No mapa da ilha da madeira diminuir o *zoom* (fazer *zoom out*) até os 1500 m
70. Clicar no botão do menu "*burger*" no canto superior direito
71. Ao abrir as opções disponíveis clicar na última opção (botão de guardar "*Save*")
72. Na nova janela com o formulário no campo "*Label*" introduzir "*teste_cockpit*" e no campo "Nome" introduzir "*Teste de cockpit*"
73. Clicar em "SALVAR"

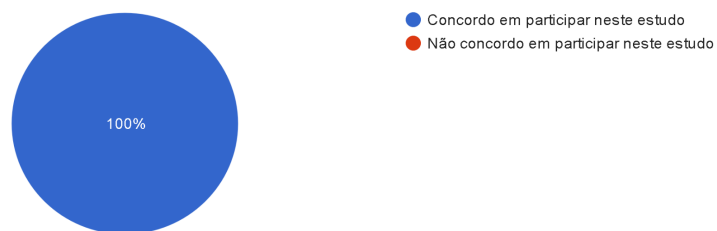
E.2 Resultados do questionário

Resultados do questionário de usabilidade

1- Consentimento e autorização

Por favor, indique se concorda em participar neste estudo

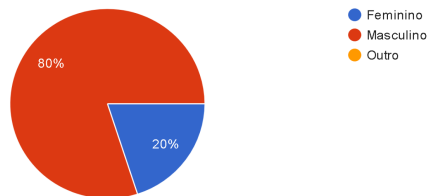
5 responses



2 - Dados dos participantes

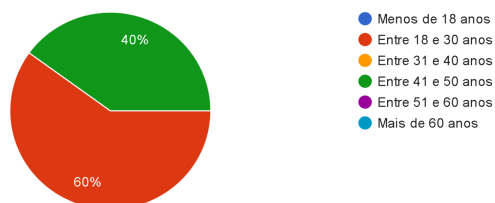
Indique o seu gênero

5 responses



Indique a sua faixa etária

5 responses

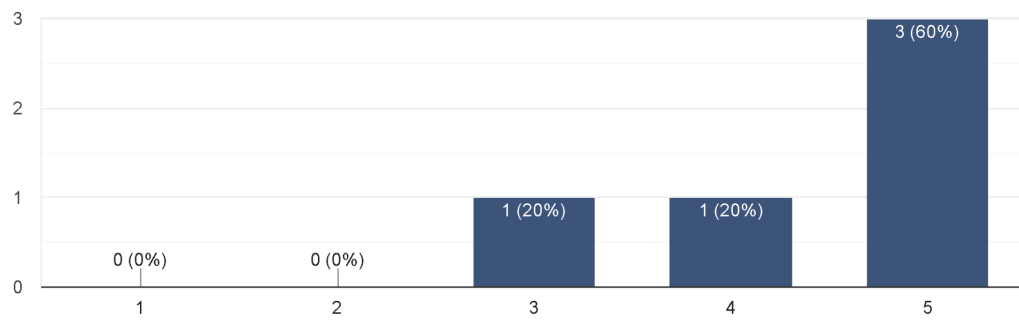


Resultados do questionário de usabilidade

3 - System Usability Scale (SUS)

Acho que gostaria de utilizar este sistema com frequência.

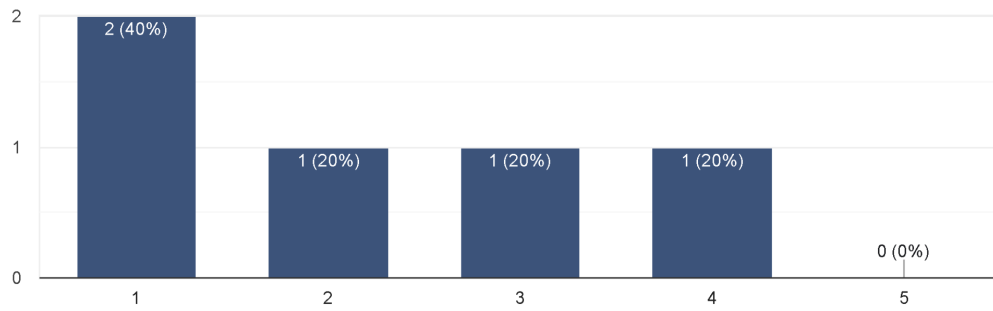
5 responses



Resultados do questionário de usabilidade

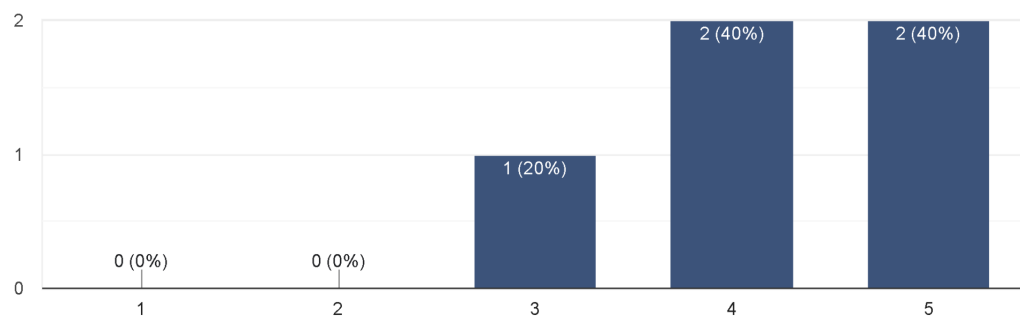
Considere o sistema mais complexo do que necessário.

5 responses



Achei o sistema fácil de usar.

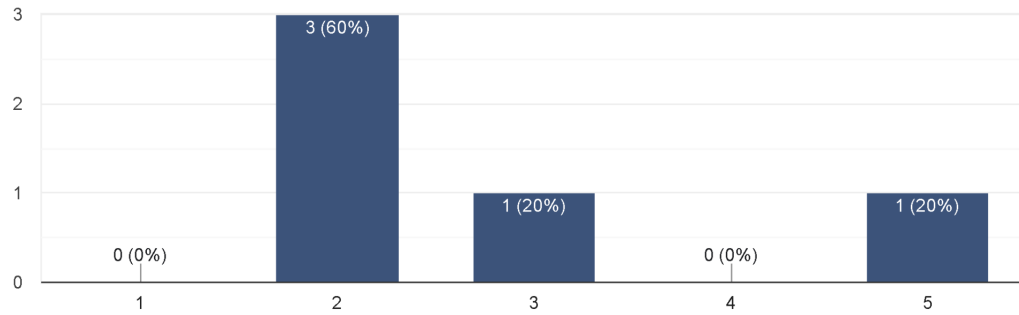
5 responses



Resultados do questionário de usabilidade

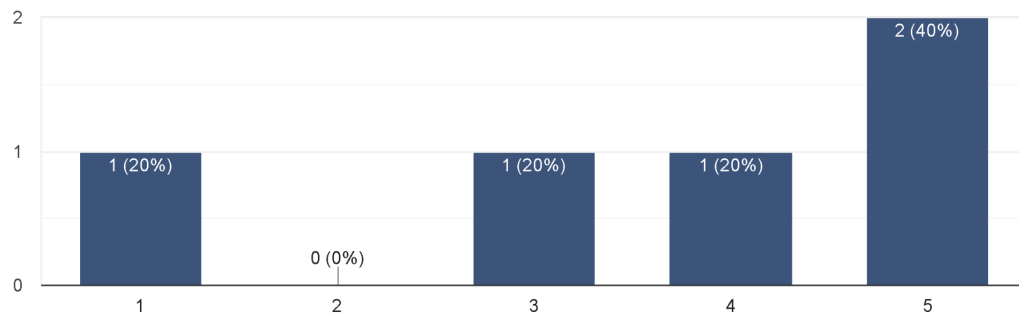
Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este sistema.

5 responses



Considereei que as várias funcionalidades deste sistema estavam bem integradas.

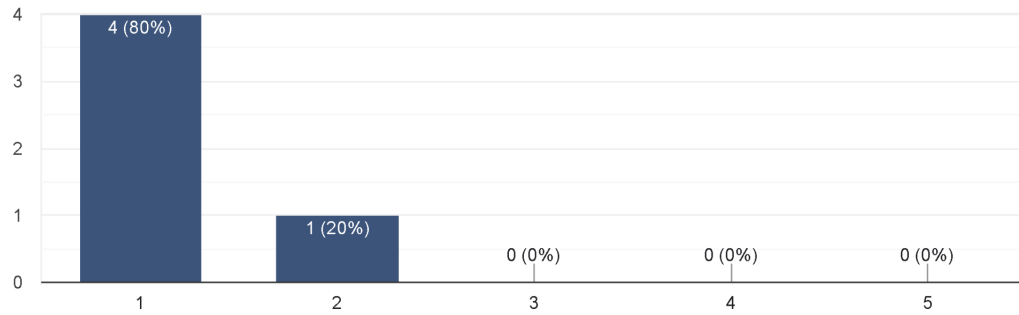
5 responses



Resultados do questionário de usabilidade

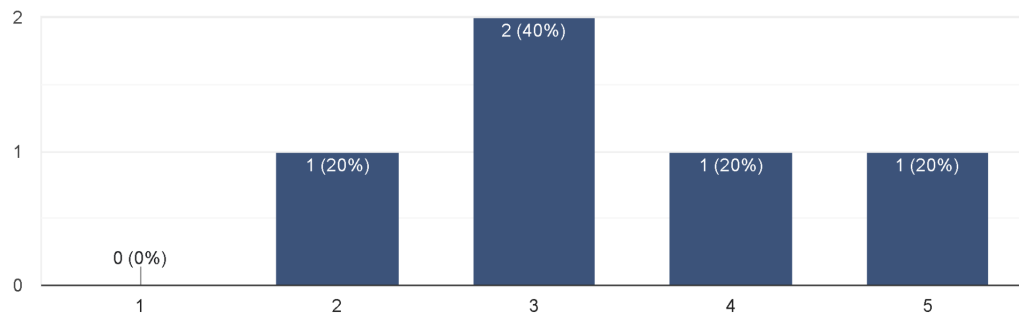
Achei que este sistema tinha muitas inconsistências.

5 responses



Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar este sistema muito rapidamente.

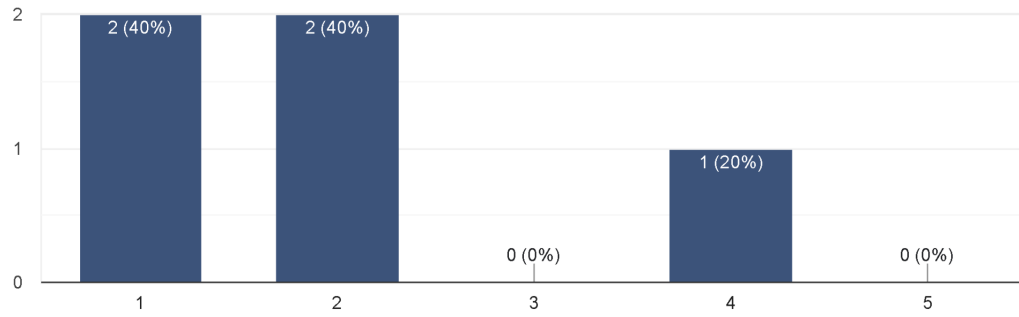
5 responses



Resultados do questionário de usabilidade

Considereei o sistema muito complicado de usar.

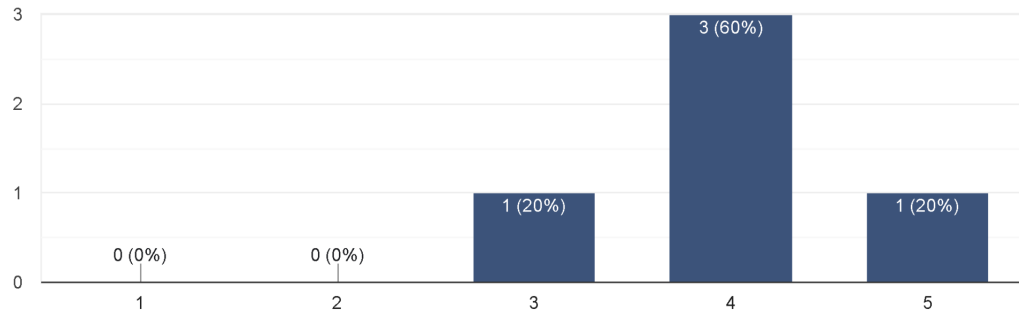
5 responses



Resultados do questionário de usabilidade

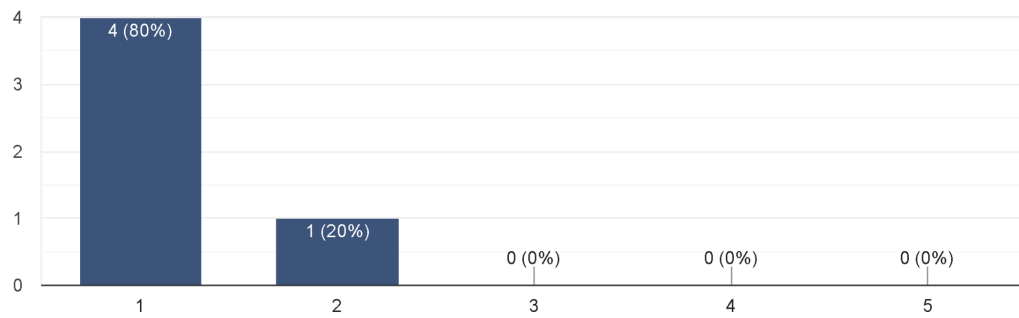
Senti-me muito confiante ao utilizar este sistema.

5 responses



Tive de aprender muito antes de conseguir lidar com este sistema.

5 responses

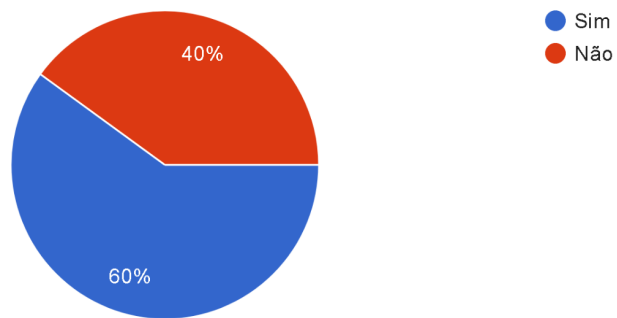


Resultados do questionário de usabilidade

4 - Filtrar os participantes

É um profissional de informática?

5 responses

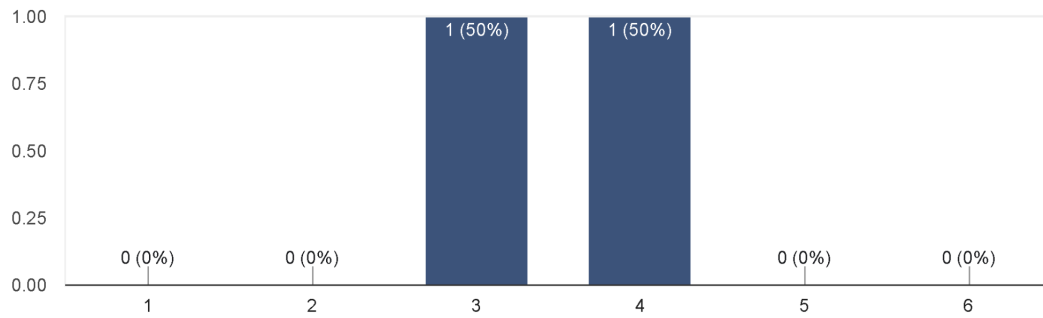


Resultados do questionário de usabilidade

5- Questões para os utilizadores

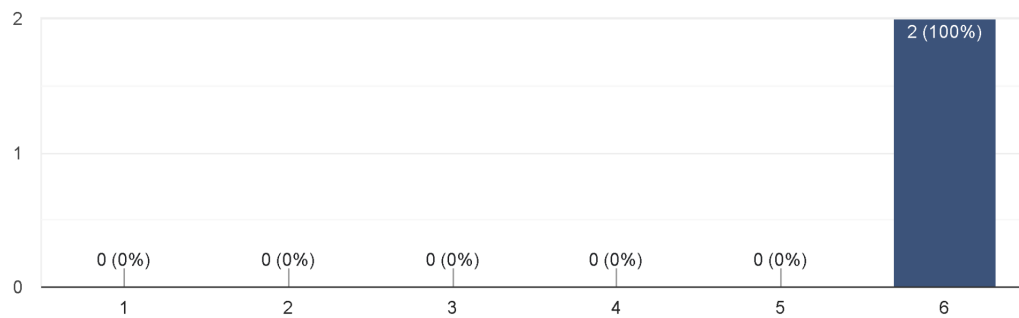
Como classifica os seus conhecimentos na ótica do utilizador?

2 responses



Como classifica a aparência do sistema?

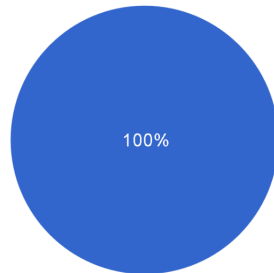
2 responses



Resultados do questionário de usabilidade

Acha que as funcionalidades do sistema estão bem organizadas?

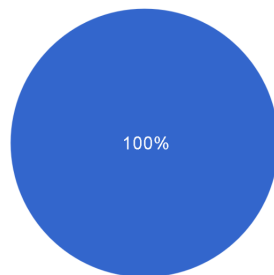
2 responses



- Sim. Estão muito bem organizadas
- Estão bem organizadas, mas poderiam ser um pouco melhoradas
- Estão um pouco confusas, poderiam ser melhoradas
- Estão mal organizadas, devem ser melhoradas
- Não. Estão muito mal organizadas, devem ser muito melhoradas
- Não tenho uma opinião formada

As cores e o design do sistema são agradáveis?

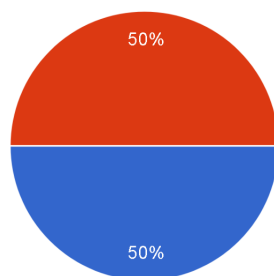
2 responses



- Sim, são muito agradáveis
- São agradáveis, mas poderiam ser um pouco melhoradas
- São um pouco desagradáveis, poderiam ser melhoradas
- São desagradáveis, devem ser melhoradas
- Não. São muito desagradáveis, devem ser muito melhoradas
- Não tenho uma opinião formada

As opções e navegação do sistema são fáceis de encontrar?

2 responses

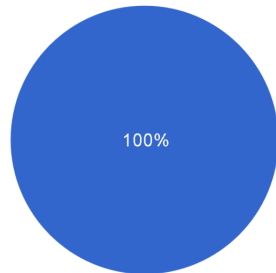


- Sim, são muito fáceis de encontrar
- São fáceis de encontrar, mas poderiam ser um pouco melhoradas
- São um pouco difíceis de encontrar, poderiam ser melhoradas
- São difíceis de encontrar, devem ser melhoradas
- Não. São muito difíceis de encontrar, devem ser muito melhoradas
- Não tenho uma opinião formada

Resultados do questionário de usabilidade

Acha que o sistema oferece feedback suficiente sobre as suas ações?

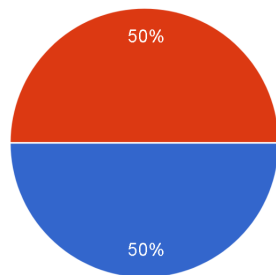
2 responses



- Sim, oferece feedback suficiente
- Oferece algum feedback, mas poderia ser melhorado
- Oferece pouco feedback, poderia ser melhorado
- Não oferece feedback suficiente
- Não oferece qualquer feedback
- Não tenho uma opinião formada

Foi fácil encontrar a informação desejada?

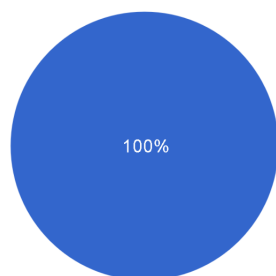
2 responses



- Muito fácil
- Foi fácil, mas poderia ser melhorado
- Foi de média dificuldade, poderia ser melhorado
- Foi difícil, deve ser melhorado
- Foi muito difícil, deve ser muito melhorado
- Não tenho uma opinião formada

O sistema é fácil de aprender?

2 responses

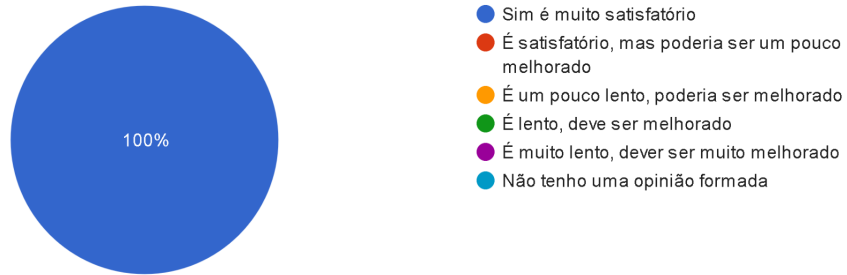


- Sim, é muito fácil de aprender
- É fácil de aprender, mas poderia ser um pouco melhorado
- É um pouco difícil de aprender, poderia ser melhorado
- É difícil de aprender, deve ser melhorado
- Não. É muito difícil de aprender, deve ser muito melhorado
- Não tenho uma opinião formada

Resultados do questionário de usabilidade

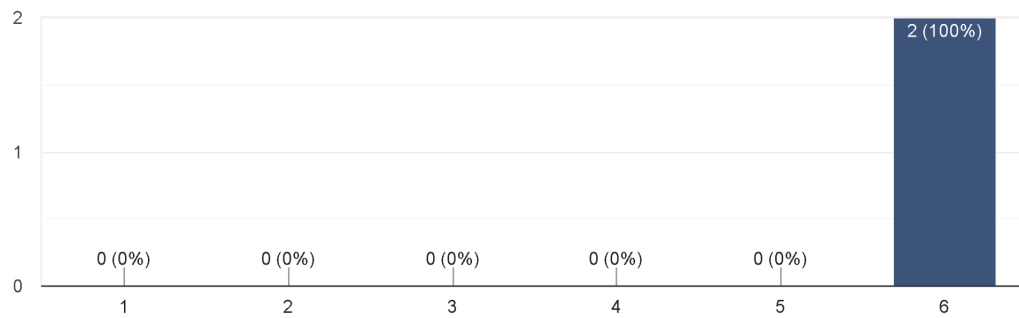
O tempo de resposta do sistema é satisfatório?

2 responses



O sistema cumpre as suas necessidades e expetativas?

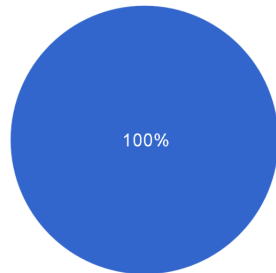
2 responses



Resultados do questionário de usabilidade

Está satisfeito com a facilidade de realização dos cenários?

2 responses



- Muito satisfeito, os cenários são muito fáceis de realizar
- Satisfeito, os cenários são fáceis de realizar, mas poderiam ser um pouco...
- Pouco satisfeito, os cenários são um pouco difíceis de realizar, deveriam ser...
- Insatisfeito, os cenários são difíceis de realizar, devem ser melhorados
- Muito insatisfeito, os cenários são muit...
- Não tenho uma opinião formada

Escreva alguma observação ou melhoria em relação ao sistema

1 response

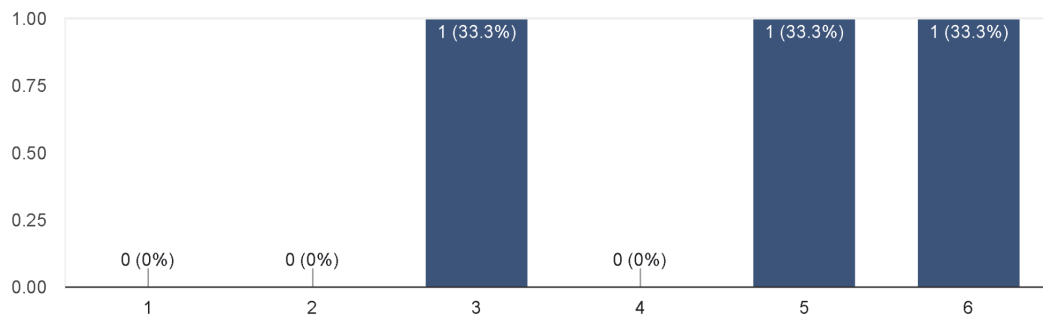
Em algumas tarefas gerou um pouco de dificuldade na sua realização, dados certos pontos não serem facilmente discerníveis numa primeira abordagem, como por exemplo, os 3 pontos a cinzento na interação dos gráficos.

Resultados do questionário de usabilidade

5 - Questões para os profissionais de informática

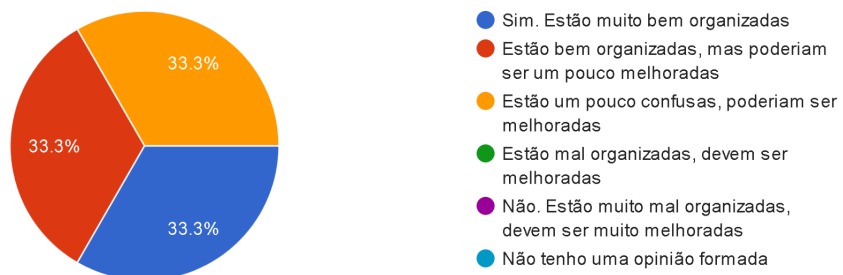
Como classifica a interface?

3 responses



Acha que as funcionalidades estão bem organizadas?

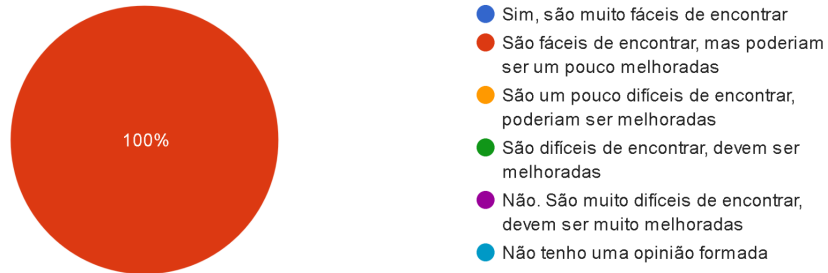
3 responses



Resultados do questionário de usabilidade

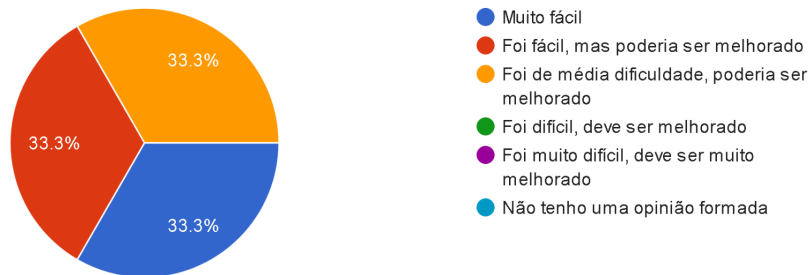
As opções e navegação são fáceis de encontrar?

3 responses



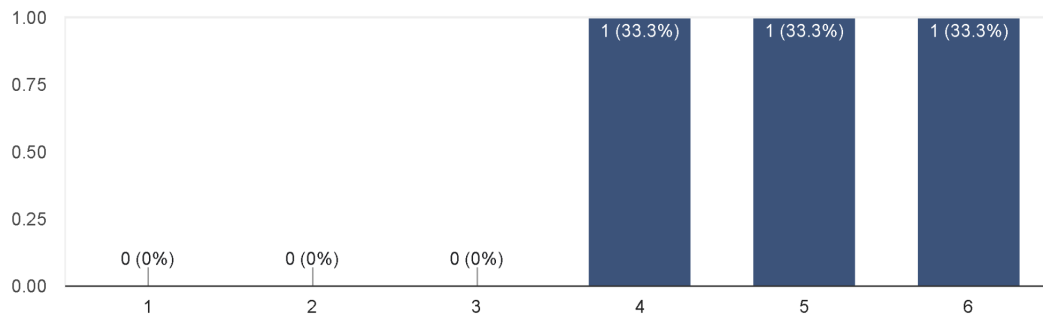
Foi fácil de encontrar a informação desejada?

3 responses



Como classifica a consistência em relação aos padrões de design?

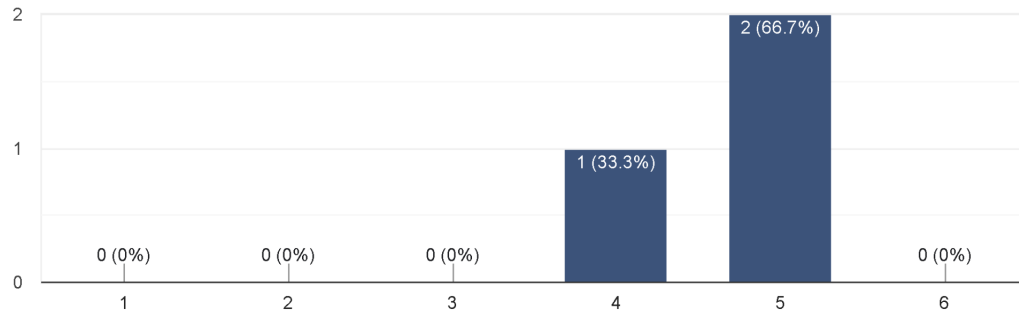
3 responses



Resultados do questionário de usabilidade

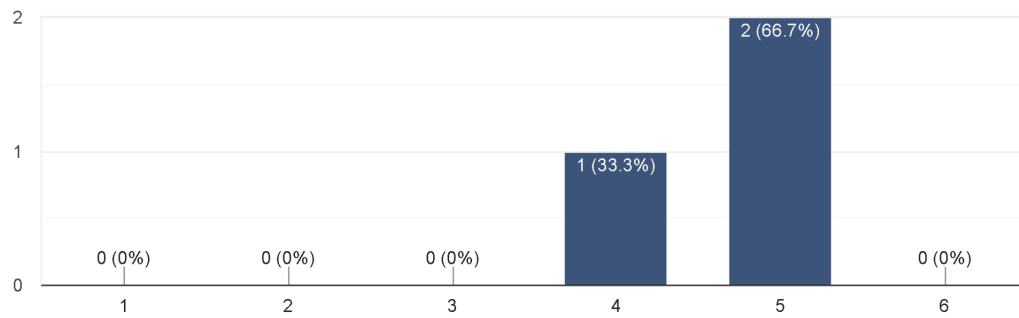
Como classifica a facilidade de criação do conjunto de dados?

3 responses



Como classifica a facilidade de criação do cockpit?

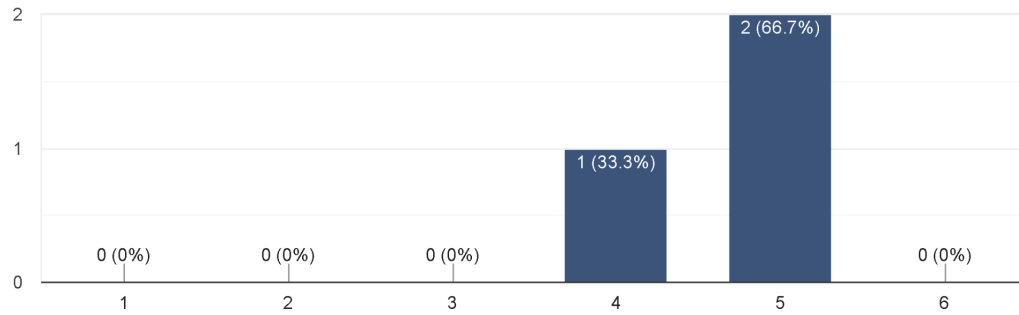
3 responses



Resultados do questionário de usabilidade

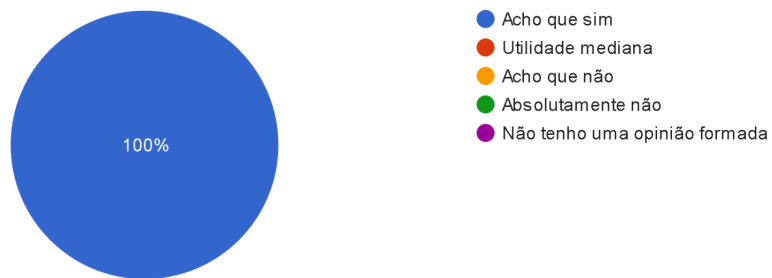
Como classifica a facilidade de adição de novos widgets a um cockpit?

3 responses



Acha o sistema útil?

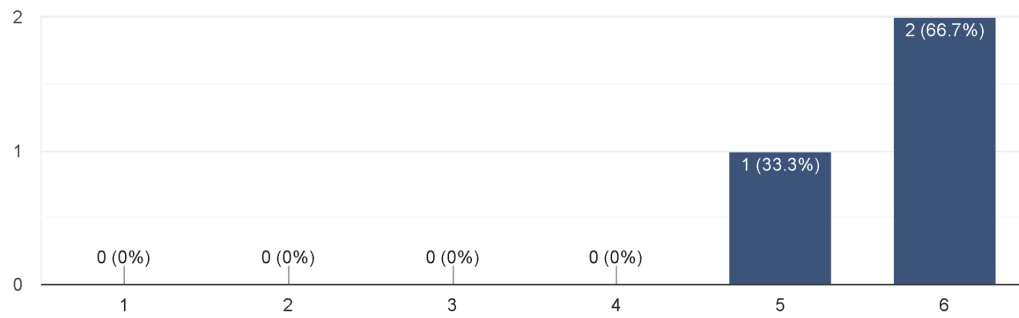
3 responses



Resultados do questionário de usabilidade

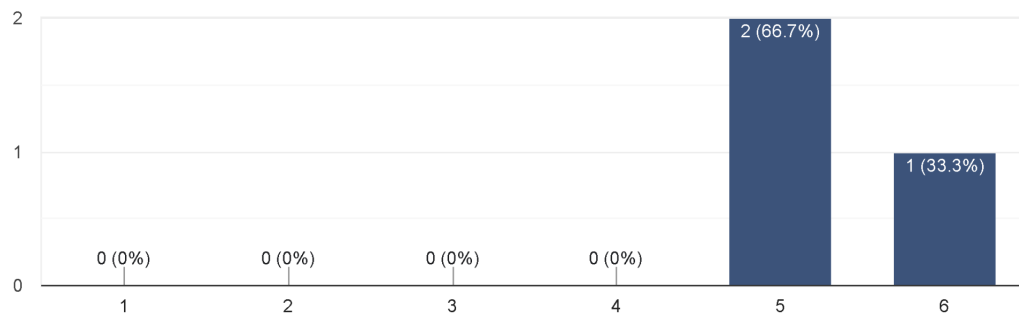
Indique em termos de eficácia a diferença entre a utilização desta ferramenta ou utilizar programação para chegar ao mesmo resultado

3 responses



Indique em termos de eficiência a diferença entre a utilização desta ferramenta ou utilizar programação para chegar ao mesmo resultado

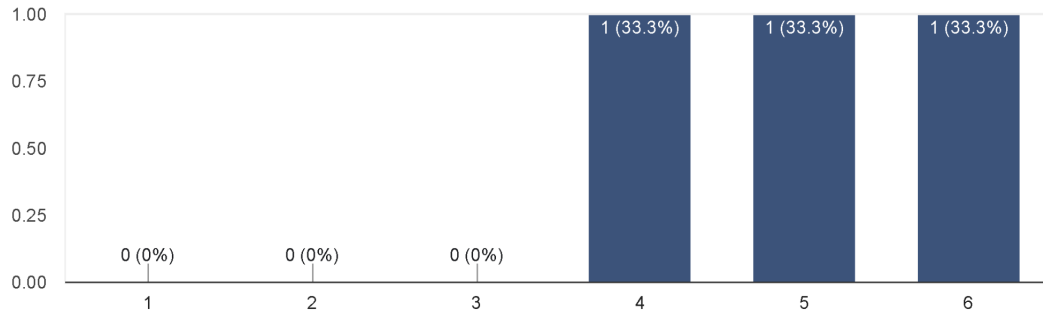
3 responses



Resultados do questionário de usabilidade

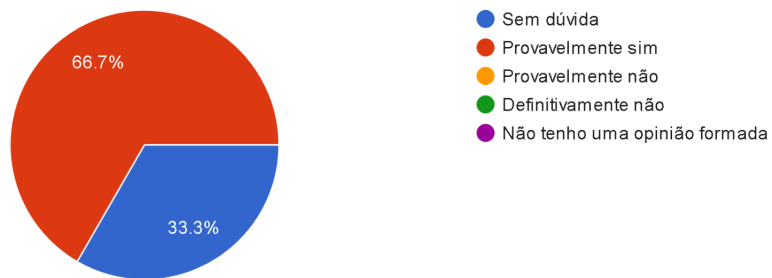
Classifique o quanto iria beneficiar o seu trabalho com a utilização desta ferramenta?

3 responses



Recomendaria o sistema a outras pessoas ou entidades?

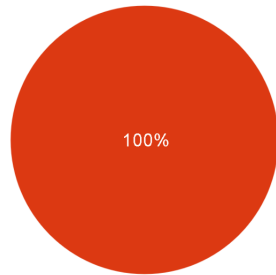
3 responses



Resultados do questionário de usabilidade

Está satisfeito com a facilidade de realização dos cenários?

3 responses



- Muito satisfeito, os cenários são muito fáceis de realizar
- Satisfeito, os cenários são fáceis de realizar, mas poderiam ser um pouco...
- Pouco satisfeito, os cenários são um pouco difíceis de realizar, deveriam ser...
- Insatisfeito, os cenários são difíceis de realizar, devem ser melhorados
- Muito insatisfeito, os cenários são muit...
- Não tenho uma opinião formada

Escreva alguma observação ou melhoria

0 responses

No responses yet for this question.



Anexos

A tese foi complementada com diversos anexos essenciais, que fornecem suporte e detalhes adicionais ao trabalho desenvolvido. Os anexos incluem a apresentação aos utilizadores que resume visualmente os principais pontos da pesquisa, os questionários utilizados para recolher o *feedback* dos utilizadores, uma folha de Excel, utilizada para efetuar os cálculos do SUS e o artigo científico elaborado com base no presente relatório da tese.

F.1 Anexo A - Apresentação

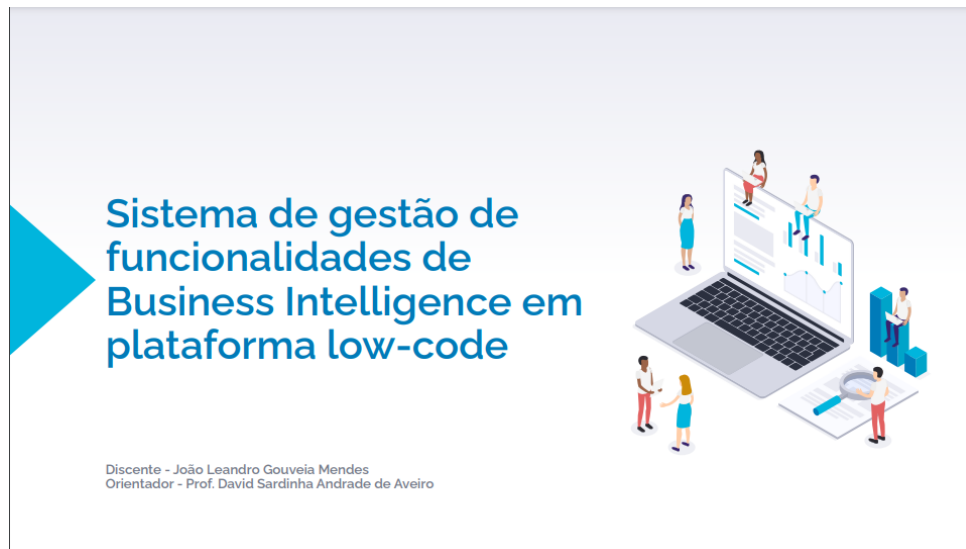


Figura F.1: Apresentação Powerpoint - Capa



Figura F.2: Apresentação Powerpoint - Problemas

Introdução

Objetivos

- Sistema de gestão de funcionalidades de BI no projeto DISME
 - Datawarehouse
 - Funcionalidades OLAP
 - Relatórios
 - Painéis
 - Mineração de dados
- Recurso a tecnologias opensource
- Simplicidade, intuitividade, responsividade



3

Figura F.3: Apresentação Powerpoint - Objetivos

Introdução

O que é?

- Sistema de gestão de funcionalidades de BI para organizações que lidam com dados

Público alvo?

- Organizações que necessitam de tomar decisões baseada em dados
- Utilizadores de ferramentas de Business Intelligence



4

Figura F.4: Apresentação Powerpoint - Definição e público-alvo

► Principais funcionalidades

Gestão de elementos de BI

- ❑ Adicionar um elemento de BI
- ❑ Explorar as funcionalidades de BI
- ❑ Contar e filtrar elementos de BI
- ❑ Colecionar elementos de BI

Gestão de elementos do Knowage

- ❑ Integrar funcionalidades de BI no DISME
- ❑ Criar funcionalidades de BI a partir do DISME
- ❑ Editar funcionalidades de BI a partir do DISME
- ❑ Explorar os conjuntos de dados

Gestão de ferramentas BI

- ❑ Adicionar uma ferramenta de BI
- ❑ Visualizar todas as ferramentas de BI
- ❑ Visualizar todos os elementos de BI correspondentes à ferramenta de BI

5

Figura F.5: Apresentação Powerpoint - Funcionalidades principais

Obrigado pela atenção
dispensada.

Alguma questão?

6

Figura F.6: Apresentação Powerpoint - Agradecimentos

F.2 Anexo B - Questionário



Questionário de usabilidade do sistema de gestão de funcionalidades de Business Intelligence

Investigador principal: [João Mendes, Universidade da Madeira, joaoleandro99@gmail.com]

Investigador secundário: [David Aveiro, Universidade da Madeira, daveiro@staff.uma.pt]

Objetivo do estudo

Como parte da tese de mestrado do curso de Engenharia Informática, este questionário é realizado para medir quantitativamente a usabilidade do sistema desenvolvido.

Procedimento

Ao aceitar participar neste estudo, o utilizador responderá a um questionário com um tempo de preenchimento aproximado de 4 a 6 minutos.

Critérios de inclusão

Será considerado elegível para participar neste estudo qualquer utilizador, sendo feito perguntas específicas para profissionais de informática.

Riscos

Não existem riscos para a sua participação.

Benefícios

Este estudo não terá benefícios imediatos para si, mas as informações recolhidas irão proporcionar uma oportunidade para recolher feedback e melhorar o sistema para facilitar decisões baseadas em dados.

Compensação e custos

Não haverá qualquer indemnização. A participação neste estudo não tem qualquer custo.

Confidencialidade

A confidencialidade dos dados será mantida das seguintes formas: Não serão recolhidos dados identificáveis. Os dados recolhidos serão utilizados apenas para fins de investigação.

[Inicie sessão no Google](#) para guardar o seu progresso. [Saiba mais](#)

[Seguinte](#) Página 1 de 6 [Limpar formulário](#)

238

Figura F.7: Questionário - Informação acerca do estudo

Consentimento e autorização

Direitos

A sua participação é voluntária. É livre de interromper a sua participação em qualquer altura. A recusa em participar ou a interrupção da participação não resultará em qualquer penalização ou perda de quaisquer benefícios ou direitos. O investigador principal pode tomar uma decisão fundamentada para interromper a sua participação neste estudo. Se esta situação ocorrer, não resultará em qualquer penalização ou perda de benefícios ou direitos.

Perguntas e contactos

Se, em qualquer altura, tiver dúvidas sobre este estudo, pode contactar os investigadores responsáveis através dos contactos anteriormente indicados.

Consentimento voluntário informado

Ao concordar em participar neste estudo, confirma que leu a informação acima referida sobre o mesmo e que todas as suas questões foram respondidas.

Por favor, indique se concorda em participar neste estudo *

☐ Concordo em participar neste estudo

☐ Não concordo em participar neste estudo

Anterior

Seguinte

Página 2 de 6

Limpar formulário

Figura F.8: Questionário - Consentimento e autorização

Dados dos participantes

Os dados dos participantes serão recolhidos apenas para propósitos de estudo. Estes dados serão mantidos anónimos e utilizados para a discussão dos resultados.

Indique o seu género *

☐ Feminino

☐ Masculino

☐ Outro

Indique a sua faixa etária *

☐ Menos de 18 anos

☐ Entre 18 e 30 anos

☐ Entre 31 e 40 anos

☐ Entre 41 e 50 anos

☐ Entre 51 e 60 anos

☐ Mais de 60 anos

Anterior

Seguinte

Página 3 de 6

Limpar formulário

Figura F.9: Questionário - Dados do participante

System Usability Scale (SUS)

System Usability Scale

O System Usability Scale (SUS) é um questionário que serve como uma ferramenta fiável para medir a usabilidade de um sistema. Os inquiridos classificam cada afirmação numa escala de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). Sendo utilizado como um método quantitativo para avaliar e obter informações acionáveis sobre a usabilidade de uma grande variedade de novos sistemas, que podem ser tanto de software como de hardware.

Considerarei que as várias funcionalidades deste sistema estavam bem integradas. *

12345

Discordo totalmente☐ ☐ ☐ ☐ ☐Concordo totalmente

Considerarei o sistema mais complexo do que necessário. *

12345

Discordo totalmente☐ ☐ ☐ ☐ ☐Concordo totalmente

Achei o sistema fácil de usar. *

12345

Discordo totalmente☐ ☐ ☐ ☐ ☐Concordo totalmente

Achei que este sistema tinha muitas inconsistências. *

12345

Discordo totalmente☐ ☐ ☐ ☐ ☐Concordo totalmente

Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar este sistema muito rapidamente. *

12345

Discordo totalmente☐ ☐ ☐ ☐ ☐Concordo totalmente

Acho que gostaria de utilizar este sistema com frequência. *

12345

Discordo totalmente☐ ☐ ☐ ☐ ☐Concordo totalmente

Figura F.10: Questionário - Questões SUS 1

241

Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este sistema. *

1

2

3

4

5

Discordo totalmente
☐
☐
☐
☐
☐
Concordo totalmente

Tive de aprender muito antes de conseguir lidar com este sistema. *

1

2

3

4

5

Discordo totalmente
☐
☐
☐
☐
☐
Concordo totalmente

Considereei o sistema muito complicado de usar. *

1

2

3

4

5

Discordo totalmente
☐
☐
☐
☐
☐
Concordo totalmente

Senti-me muito confiante ao utilizar este sistema. *

1

2

3

4

5

Discordo totalmente
☐
☐
☐
☐
☐
Concordo totalmente

É um profissional de informática? *

☐ Sim
☐ Não

Anterior

Seguinte

Página 4 de 6

Limpar
formulário

Figura F.11: Questionário - Questões SUS 2

Questionário para os utilizadores

Questionários para os utilizadores

Este questionário se destina exclusivamente aos utilizadores, nomeadamente aqueles que tiverem interagido com os cenários de teste do 1 ao 10, segundo descrito no "Guia de testes de usabilidade".

Como classifica os seus conhecimentos na ótica do utilizador? *

1 2 3 4 5 6

Sem conhecimentos ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Conhecimentos avançados

Como classifica a aparência do sistema? *

1 2 3 4 5 6

Pouco apelativa ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito apelativa

Acha que as funcionalidades do sistema estão bem organizadas? *

☐ Sim. Estão muito bem organizadas

☐ Estão bem organizadas, mas poderiam ser um pouco melhoradas

☐ Estão um pouco confusas, poderiam ser melhoradas

☐ Estão mal organizadas, devem ser melhoradas

☐ Não. Estão muito mal organizadas, devem ser muito melhoradas

☐ Não tenho uma opinião formada

As cores e o design do sistema são agradáveis? *

☐ Sim, são muito agradáveis

☐ São agradáveis, mas poderiam ser um pouco melhoradas

☐ São um pouco desagradáveis, poderiam ser melhoradas

☐ São desagradáveis, devem ser melhoradas

☐ Não. São muito desagradáveis, devem ser muito melhoradas

☐ Não tenho uma opinião formada

Figura F.12: Questionário - Questionário para os utilizadores 1

As opções e navegação do sistema são fáceis de encontrar? *

- ☐ Sim, são muito fáceis de encontrar
- ☐ São fáceis de encontrar, mas poderiam ser um pouco melhoradas
- ☐ São um pouco difíceis de encontrar, poderiam ser melhoradas
- ☐ São difíceis de encontrar, devem ser melhoradas
- ☐ Não. São muito difíceis de encontrar, devem ser muito melhoradas
- ☐ Não tenho uma opinião formada

Acha que o sistema oferece feedback suficiente sobre as suas ações? *

- ☐ Sim, oferece feedback suficiente
- ☐ Oferece algum feedback, mas poderia ser melhorado
- ☐ Oferece pouco feedback, poderia ser melhorado
- ☐ Não oferece feedback suficiente
- ☐ Não oferece qualquer feedback
- ☐ Não tenho uma opinião formada

Foi fácil encontrar a informação desejada? *

- ☐ Muito fácil
- ☐ Foi fácil, mas poderia ser melhorado
- ☐ Foi de média dificuldade, poderia ser melhorado
- ☐ Foi difícil, deve ser melhorado
- ☐ Foi muito difícil, deve ser muito melhorado
- ☐ Não tenho uma opinião formada

O sistema é fácil de aprender? *

- ☐ Sim, é muito fácil de aprender
- ☐ É fácil de aprender, mas poderia ser um pouco melhorado
- ☐ É um pouco difícil de aprender, poderia ser melhorado
- ☐ É difícil de aprender, deve ser melhorado
- ☐ Não. É muito difícil de aprender, deve ser muito melhorado
- ☐ Não tenho uma opinião formada

Figura F.13: Questionário - Questionário para os utilizadores 2

O tempo de resposta do sistema é satisfatório? *

☐ Sim é muito satisfatório
☐ É satisfatório, mas poderia ser um pouco melhorado
☐ É um pouco lento, poderia ser melhorado
☐ É lento, deve ser melhorado
☐ É muito lento, deve ser muito melhorado
☐ Não tenho uma opinião formada

O sistema cumpre as suas necessidades e expetativas? *

1 2 3 4 5 6
 Não cumpre ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sim, cumpre totalmente

Está satisfeito com a facilidade de realização dos cenários? *

☐ Muito satisfeito, os cenários são muito fáceis de realizar
☐ Satisfeito, os cenários são fáceis de realizar, mas poderiam ser um pouco melhorados
☐ Pouco satisfeito, os cenários são um pouco difíceis de realizar, deveriam ser melhorados
☐ Insatisfeito, os cenários são difíceis de realizar, devem ser melhorados
☐ Muito insatisfeito, os cenários são muito difíceis de realizar, devem ser muito melhorados
☐ Não tenho uma opinião formada

Escreva alguma observação ou melhoria em relação ao sistema

A sua resposta

[Anterior](#)
[Enviar](#)
[Limpar formulário](#)

Figura F.14: Questionário - Questionário para os utilizadores 3

Questionário para os profissionais de informática

Questionário para os profissionais de informática

Este questionário foi elaborado exclusivamente para os profissionais da área de informática, em particular aqueles que utilizaram a ferramenta BI Knowage Suite, com base nos cenários 11 e 12 descritos no "Guia de testes de usabilidade" .

Como classifica a interface? *

	1	2	3	4	5	6	
Pouco intuitiva	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Muito Intuitiva

Acha que as funcionalidades estão bem organizadas? *

- ☐ Sim. Estão muito bem organizadas
- ☐ Estão bem organizadas, mas poderiam ser um pouco melhoradas
- ☐ Estão um pouco confusas, poderiam ser melhoradas
- ☐ Estão mal organizadas, devem ser melhoradas
- ☐ Não. Estão muito mal organizadas, devem ser muito melhoradas
- ☐ Não tenho uma opinião formada

As opções e navegação são fáceis de encontrar? *

- ☐ Sim, são muito fáceis de encontrar
- ☐ São fáceis de encontrar, mas poderiam ser um pouco melhoradas
- ☐ São um pouco difíceis de encontrar, poderiam ser melhoradas
- ☐ São difíceis de encontrar, devem ser melhoradas
- ☐ Não. São muito difíceis de encontrar, devem ser muito melhoradas
- ☐ Não tenho uma opinião formada

Foi fácil de encontrar a informação desejada? *

- ☐ Muito fácil
- ☐ Foi fácil, mas poderia ser melhorado
- ☐ Foi de média dificuldade, poderia ser melhorado
- ☐ Foi difícil, deve ser melhorado
- ☐ Foi muito difícil, deve ser muito melhorado
- ☐ Não tenho uma opinião formada

Figura F.15: Questionário - Questionário para os profissionais de informática 1

Como classifica a consistência em relação aos padrões de design? *

1 2 3 4 5 6

Muito má ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito boa

Como classifica a facilidade de criação do conjunto de dados? *

Nota: O conjunto de dados, representa a tabela de dados criada a partir da base de dados do Funchal Alerta, tendo por base o cenário 11.

1 2 3 4 5 6

Muito difícil ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito fácil

Como classifica a facilidade de criação do cockpit? *

Nota: O cockpit representa o painel criado com o gráfico e o mapa com os dados do Funchal Alerta e tendo por base o cenário 12.

1 2 3 4 5 6

Muito difícil ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito fácil

Como classifica a facilidade de adição de novos widgets a um cockpit? *

Nota: Os widgets representam os gráficos, mapas ou outras componentes adicionadas a um cockpit

1 2 3 4 5 6

Muito difícil ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito fácil

Acha o sistema útil? *

☐ Acho que sim

☐ Utilidade mediana

☐ Acho que não

☐ Absolutamente não

☐ Não tenho uma opinião formada

Figura F.16: Questionário - Questionário para os profissionais de informática 2

Indique em termos de **eficácia** a diferença entre a utilização desta ferramenta ou utilizar programação para chegar ao mesmo resultado *

Nota: Este critério está relacionada com o resultado final e se o objetivo foi alcançado

123456

É muito menos eficaz

É muito mais eficaz

Indique em termos de **eficiência** a diferença entre a utilização desta ferramenta ou utilizar programação para chegar ao mesmo resultado *

Nota: Este critério está relacionado com o processo e como ele foi realizado (se foi realizado de forma mais otimizada, de maneira mais rápida ou com menos gastos temporais)

123456

É muito menos eficiente

É muito mais eficiente

Classifique o quanto iria beneficiar o seu trabalho com a utilização desta ferramenta? *

123456

Não seria um benefício

Iria beneficiar muito

Recomendaria o sistema a outras pessoas ou entidades? *

☐ Sem dúvida

☐ Provavelmente sim

☐ Provavelmente não

☐ Definitivamente não

☐ Não tenho uma opinião formada

Está satisfeito com a facilidade de realização dos cenários? *

☐ Muito satisfeito, os cenários são muito fáceis de realizar

☐ Satisfeito, os cenários são fáceis de realizar, mas poderiam ser um pouco melhorados

☐ Pouco satisfeito, os cenários são um pouco difíceis de realizar, deveriam ser melhorados

☐ Insatisfeito, os cenários são difíceis de realizar, devem ser melhorados

☐ Muito insatisfeito, os cenários são muito difíceis de realizar, devem ser muito melhorados

☐ Não tenho uma opinião formada

Escreva alguma observação ou melhoria

A sua resposta

Anterior

Enviar

Limpar formulário

Figura F.17: Questionário - Questionário para os profissionais de informática 3

F.3 Anexo C - Calcular SUS

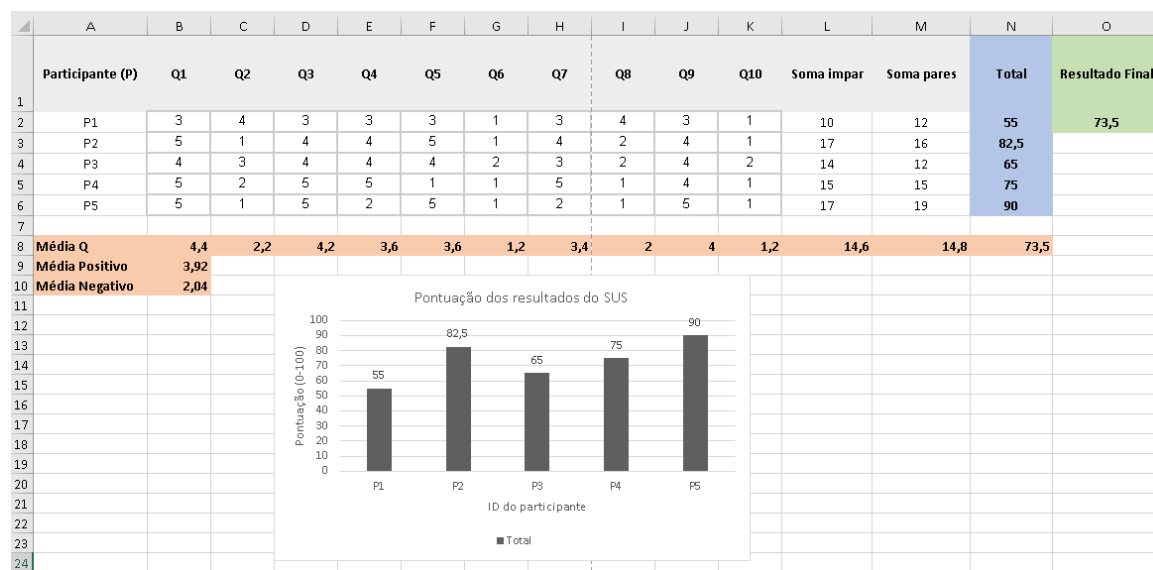


Figura F.18: Folha de excel utilizada para calcular a pontuação SUS

F.4 Anexo D - Artigo

31ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS DEVELOPMENT (ISD2023 LISBON, PORTUGAL)

A comparative analysis of open-source Business Intelligence platforms for integration with a low-code platform

First Name Middle Name Last Name

Full Institution/Organization/Company Name

City/Town, Country

email.address@domain.com

First Name Middle Name Last Name

Full Institution/Organization/Company Name

City/Town, Country

email.address@domain.com

First Name Middle Name Last Name

Full Institution/Organization/Company Name

City/Town, Country

email.address@domain.com

Abstract

This paper's main contributions are two comparative analysis of open source business intelligence platforms, having as background aim, the selection of the most appropriate one for its integration in an open source low-code platform we are developing. We researched the state-of-the-art and selected nine platforms for a first and more general analysis. Out of these nine, four were then selected for a more thorough and detailed analysis and testing. The best two of this set were then selected for the implementation of concrete integration tests with our low-code platform. During the process, one of them revealed to have critical problems and the other was integrated successfully, with functional results achieving the best expectations. Thus, another main contribution of this paper is the identification of the current best candidate open source business intelligence platform for integration with a low-code platform.

Keywords: Business Intelligence, Decision Support Systems, Open Source, Low-Code

1. Introduction

The convergence of digital technologies and the proliferation of sources of information has resulted in increased access and use of business knowledge, contributing to personal and institutional development and improvement [1, 2, 3]. However, modern organizations are facing challenges in the timely and accurate analysis of data generated and stored, which is crucial for achieving and maintaining competitiveness in the business environment [1, 2, 3].

In this context, Business Intelligence (BI) has become an essential asset for organizations of all sizes, as it allows them to make more informed decisions and gain a competitive edge in their respective markets. With the increasing availability of data, organizations are now able to acquire valuable insights that can be used to improve their business performance. However, the challenge of managing and integrating various BI platforms and functionalities that are currently available in the market is a significant one [4, 5].

In recent years, several open-source BI platforms have gained popularity, like Apache Superset, Metabase, and Redash, among others. These platforms provide powerful data visualization and analysis capabilities. For example, Apache Superset provides a variety of data visualization options, including charts, graphs, and maps, as well as advanced data filtering and aggregation capabilities. Metabase offers similar data visualization options, including dashboards and custom queries, and can be easily integrated with other platforms and databases [6].

In fact, the field of BI has seen a significant increase in the number of platforms available

for organizations to gain insights from their data. However, the wide variety of available BI platforms and their respective functionalities and limitations make it difficult for organizations to evaluate and choose the most appropriate one to meet their needs. Additionally, integrating multiple BI platforms in a shared environment is crucial to improving the effectiveness and efficiency of decision-making within a large-scale organization [7].

Nevertheless, on one hand, large organizations that operate in different demographic regions face unique challenges and requirements. Linguistic and cultural differences can have a significant impact on how BI is used and understood within an organization. Moreover, large organizations often have multiple departments and business units, each with their own specific BI requirements, making it difficult for these organizations to implement and manage BI solutions that are tailored to their needs [8, 4, 9].

On the other hand, Low-Code Platforms (LCPs) have emerged as a solution to the problem of software development processes being lengthy and hard to customize to different requirements, as they allow for a flexible and rapid development and implementation of applications. LCPs have become increasingly popular in recent years, as they allow non-technical users to create and customize applications to meet their specific needs, with minimal to no hand-coding. Visual interfaces and pre-built components are utilized to accelerate the application development process. However, despite their growing popularity, LCPs have traditionally been limited in their ability to provide advanced BI functionalities [10, 11].

The scarcity of LCPs that support the integration of BI platforms also hinders the implementation of these platforms within organizations. Integrating BI platforms into LCPs remains a challenge [12], as these platforms were originally designed to provide quick and easy application development rather than complex BI functionalities. Organizations that use LCPs for application development are often forced to use separate BI platforms to analyze and visualize data. This can result in increased development time, increased costs, and inconsistent data across different platforms. Integrating open-source BI platforms into LCPs can provide a solution to this issue, allowing organizations to use a single platform for both application development and BI functionalities.

To address this gap, we developed a research project, having as an aim the integration of BI functionalities into an open-source low-code platform (OSLCP) we are developing, preferably in a seamless way, and if possible, not only with one, but more open-source BI platforms. The general goal is that enterprises can use a single platform for both information systems development and BI functionalities provision with one tightly integrated BI platform, but still keeping the possibility of integrating elements from other BI platforms, simplifying the development process and providing various BI functions for consistent and integrated data analysis.

This paper is structured as follows: Section 2 elaborates on the state-of-the art in terms of open source BI platforms, their integration into LCPs and a first general analysis on a broad selection of nine BI platforms, finishing with a selection of four candidates for a deeper analysis. Section 3 presents the more thorough analysis addressing the four platforms selected in the previous section, considering a more diverse set of criteria and with the installation and testing of the platforms with concrete datasets. This analysis resulted in the selection of two platforms to be tested in a full-blown integration implementation with our OSLCP. During implementation, it became clear that only one of the selected platforms was fit for the intended integration, which is described in Section 4. Our conclusions come in section 5 which also refers to ongoing and future work.

2. Open Source BI and low-code integration

2.1. State-of-the-art

Open source technologies have become increasingly popular in recent years, especially in the field of BI. The current state of the art in open source BI platforms is evolving rapidly, with a growing number of options for organizations to choose from. In this section, we will examine some of the current trends in the open source BI market and highlight some of the most popular platforms currently available, followed by current inputs from research in regard to integration of BI platforms with LCPs.

There are currently three major trends in the open source BI market:

- **Cloud-based solutions:** The demand for cloud-based BI solutions has increased in recent years as organizations seek ways to access their data and analysis from anywhere, at any time. Cloud-based solutions are often more scalable and flexible than on-premises solutions, and are also typically more cost-effective [13].
- **Data visualization:** Data visualization tools have become increasingly popular in the open source BI market as they provide businesses with a powerful way to explore and analyze their data. These tools allow organizations to create interactive dashboards and reports, making it easier to understand the data [13].
- **Innovative BI platforms:** These platforms are designed to meet the unique needs and requirements of organizations, offering advanced features and functionalities not typically found in traditional BI platforms [13].

Following these trends, there are many open source BI platforms available. Some of the most popular include, for example, *Apache Superset*, *Metabase*, and *Redash*. These platforms offer a vast range of functionalities, including data visualization, dashboards, and reporting.

But despite the vast offer in BI platforms and their increasing popularity, there is little research on this topic. While there is some research on the integration of commercial BI platforms with other technologies, there is a lack of research on the integration of open-source BI platforms with other platforms. This gap in research literature is significant as enterprises increasingly look to integrate their BI platforms with other technologies such as data warehouses and cloud platforms to better manage their data and analytics [14].

The growing popularity of cloud-based BI solutions has also not been adequately addressed in the existing literature. There is a lack of research on the use of open-source BI platforms in cloud environments and the challenges organizations face when deploying these platforms in the cloud. This gap in the literature is significant as organizations increasingly look to access their data and analytics from anywhere, at any time, and cloud-based BI solutions are seen as a cost-effective and scalable alternative to on-premises solutions [15].

LCPs offer a way to quickly and easily develop applications with minimal coding, making them a promising approach for seamless integration with BI platforms. Integrating BI platforms into LCPs can provide organizations with a flexible and efficient platform for data analysis and decision-making. In recent years, advances have been made in integrating BI platforms with LCPs. This integration has become an important topic for enterprises looking to streamline their data analysis and decision-making processes [16]. However, despite the potential benefits, integrating BI platforms into LCPs there is still challenges and limitations.

One of the biggest challenges is ensuring compatibility between these systems. Different BI platforms may have different requirements and compatibility issues, making the integration process complex. This can result in suboptimal user experience or reduced functionality of these integrated platforms [16].

Another challenge is the level of customization available. While LCPs offer a rapid development environment, they may have limitations in terms of customizing BI platforms and analysis

and control panels to meet specific business needs. This can limit organizations' ability to fully leverage the capabilities of their BI platforms. Additionally, LCPs may have limitations in the context of data sources they can support, which can limit the scope of platforms that can be integrated. To overcome these challenges, organizations need to rigorously evaluate the compatibility of their BI platforms with the respective LCP and consider the platform's limitations in terms of customization and support for data sources. In some cases, organizations may need to consider alternative solutions, such as traditional software development approaches or other platforms that better meet their needs [16].

Some LCPs now provide pre-built connectors and models to integrate popular BI platforms, making the integration process easier and more streamlined. This allows organizations to quickly develop applications with minimal coding and provides a flexible platform for integrating BI platforms. In addition to pre-built connectors, the integration of AI and machine learning technologies is becoming increasingly common in these platforms. This enables the automation of complex data analysis and decision-making processes, improving their efficiency and accuracy [17].

There is also a growing number of LCPs specifically designed to integrate BI platforms. These platforms provide a comprehensive set of features and functionalities for data analysis, visualization, and reporting, making it easier for organizations to leverage the capabilities of their BI platforms. However, organizations should carefully consider their specific requirements and compare different platforms to determine which one best fits their needs [16].

2.2. Initial identification of Open Source BI platform candidates for integration

In order to provide BI functionalities in our OSLCP, an extensive research was done to identify all available open source BI platforms. This research enabled the selection of a list of solutions that could meet our minimum integration requirements, which took in account the research of the state-of-the-art presented previously.

In order to ensure the adequacy of this first list of platforms to our project's requirements, a couple of generic evaluation criteria were established to select the best solutions: ability to adapt in a responsive way to different screens, such as mobile devices and tablets, and, most importantly, the ability to integrate with other web based applications.

To carry out this first analysis, the advantages and disadvantages of each platform were evaluated based on criteria such as main functionalities, usability, robustness, availability, ease of configuration, integration with other platforms, customization, and documentation. An overview of the analysed platforms and their respective advantages and disadvantages is presented on Table 1.

Table 1. Open-Source BI platform Analysis

Platform	Global requirements	General Analysis	
	Mobile Devices & Web Embedding	Advantages	Disadvantages
BIRT	Not responsive for mobile devices. Allows incorporation into Web applications.	Few updates of the functionalities in the last five years. Allows incorporation with Web applications. Building Presentations. Data sharing.	Does not have an open-source report server; Does not provide map integration. Does not provide a wide range of pre-configured data types.

Table 1. Open-Source BI platform Analysis

Platform	Global requirements	General Analysis	
	Mobile Devices & Web Embedding	Advantages	Disadvantages
LinceBI	Responsive for mobile devices. Allows incorporation into Web applications.	Specialized for Big Data. Very customizable. Allows for integration with other applications. Reports and dashboards in all devices.	Other software configurations required. Very steep learning curve. Need to spend a lot of time configuring the tools.
Jasper Reports	Requires an external application (Jasper Mobile) to visualize data on mobile devices. Allows incorporation into Web applications.	Fast and easy perception of the data. Easy access to data through data warehouse. Permissions management. Collaboration between teams.	The platform is prone to frequent bugs. Has a steep learning curve. The creation of professional-looking reports is time-consuming.
Knowage	Some functionalities are not responsive in mobile devices. Allows incorporation into Web applications.	Business reporting. Performance management. Embedded Intelligence. Predictive analytics. Easy to connect to a data repository.	Difficulty of navigation on mobile devices. Frontend can be a little confusing for new users for some specific tasks. Need to dedicate a lot of time to the configuration and understanding of the tools.
Pentaho	Requires an external application (Pentaho Mobile) to visualize data on mobile devices. Allows incorporation into Web applications.	Big Data Analytics. Efficient data management. Predictive analytics. Community-oriented tools.	Unclear error codes. Detailed explanations are needed for fast resolution. Scheduling ETL packages through the Windows Task Scheduler is difficult. Database connection timeout after a certain period of time.

Table 1. Open-Source BI platform Analysis

Platform	Global requirements	General Analysis	
	Mobile Devices & Web Embedding	Advantages	Disadvantages
SuperSet	Not responsive for mobile devices. Allows incorporation into Web applications.	Easy to use for those who have no programming knowledge. The setup is easy and quick. Provides a "SQL-Lab" that allows querying interactively. Provides simplistic data analysis, but satisfies the customers' needs.	Presents limited support to users. Sometimes SQL-Lab crashes when the user wants to perform queries on large amounts of data. It does not allow complex visualizations, limiting itself to more basic use and exploration of data.
Metabase	Responsive for mobile devices. Allows incorporation into Web applications.	Easy installation. Simplified interface, intuitive and easy to use. It is very flexible. Simple understanding for less experienced users.	Not suitable for detailed and ad-hoc analysis. Weak permissions control in the free and open-source version. Limited range of BI functionalities.
Bamboo BSC	Not responsive for mobile devices. Doesn't allow incorporation into Web applications.	Strategic management. Allows the analysis of the performance of departments. Key performance indicators (KPIs). KPI reports elaborated.	Outdated software. Provides little practical documentation for deployment. Some functionalities need to be improved.
Light Dash	Responsive for mobile devices. Allows incorporation into Web applications.	Self-hosted service. Free and opensource looker option. It is very flexible. Allows for report sharing and collaboration.	Lack of authentication and permission functionalities. Lack of integration with other applications. Not enough variety of graphs and dashboard customization.

Based on the extensive analysis of the various free and open-source platforms, presented in Table 1, four candidates were selected that fully met our specific requirements for our OSLCP: LinceBI, Knowage, Metabase, and Apache Superset. The decision was primarily based on the main features of each platform, including responsiveness for different screens, integration with other web applications, and their overall suitability for the project. A summary of the factors that led to our decision follows.

LinceBI stood out as a specialized platform for handling Big Data. Additionally, it offers high levels of customization and allows for seamless integration with other applications. The platform also provides comprehensive reports and dashboards that can be easily accessed on any

device, making it a perfect fit for the project.

Knowage, on the other hand, excels in performance management. Its embedded intelligence and predictive analytics capabilities are top-notch. Moreover, it offers easy connectivity to different data repositories, making it easier for users to manage and access data from varied sources.

Apache Superset was another top contender, thanks to its user-friendly interface that is easy to navigate, even for those with no programming knowledge. The setup process is straightforward, and the platform provides a "SQL-Lab" feature that allows for interactive querying. Additionally, its interactive visualization is not only visually appealing, but also offers an easy way to explore data. It may not be as sophisticated as some other platforms on the list, but it offers simple data analysis functionalities that can satisfy most customers' needs.

Metabase stood out as an easy-to-install platform with a simplified interface that is intuitive and easy to use. It is also very flexible, allowing for easy customization based on one's project's specific requirements. Its simple to understand quality makes it ideal for less experienced users who may not be well-versed in the intricacies of BI platforms.

In contrast, the other platforms that were analysed did not meet our project's specific requirements. For example, BIRT was not selected due to the absence of an open-source report server, lack of map integration and a narrow range of pre-configured data types. Jasper Reports, on the other hand, had a steep learning curve, frequent bugs and required a significant amount of time for the creation of professional looking reports. Pentaho's unclear error codes, difficult ETL scheduling and connection timeout issues, were critical instabilities, showing its lack of maturity, making it not recommendable, at least in the long term. BambooBSC's outdated software and limited practical documentation for deployment were significant drawbacks, while Light Dash's lack of authentication and permission functionalities, lack of integration with other applications, and insufficient variety of graphs and dashboard customization made it unsuitable for the needs of our OSLCP.

3. Detailed analysis of selected open source BI platforms

Taking in account the main global functionalities of a BI platform and the requirements we identified as essential for integration of such platforms with our OSLPC, we defined a set of five criteria (or main functionalities) for a deeper analysis and test of the most promising solutions identified in the previous step:

- **Visualization & Dashboards** - These features are extremely relevant in the context of BI platforms. To make all tasks simpler and more convenient. It is crucial that provided visualization features are interactive, responsive and adaptable, making the user's job easier than ever. Charts, diagrams, and visualizations are excellent resources to make statistics and data analysis more interesting and easier to study.
- **'Ad-hoc' Reports** - BI platforms should provide an accurate and practical system of reporting based on querying. Reports are mainly categorized into two segments: 'ad-hoc' and custom. Both allow for quick aggregation of data and its dissemination within the organization or to the public. Query systems of BI platforms should enable users to understand complex data and numbers without the need for coding.
- **ETL** - Extract, Transform, Load functionalities are a vital part of BI platforms. Data has to be extracted from diverse sources, with pre-processing, cleaning and aggregation steps, possible transformations into a consistent format, and then loaded into a central repository. A Multi-platform and multi-format capabilities are essential.
- **Big Data & Online Analytical Processing (OLAP)** - BI platforms should be able to handle Big Data, that is: large, complex, and rapidly-growing datasets that might exceed

the capabilities of traditional data processing systems, requiring advanced technologies and techniques for processing and storage. Another related essential component is OLAP (Online Analytical Processing), a multidimensional approach to data analysis that allows users to perform complex, interactive, and real-time queries on data warehouses or data marts, facilitating dynamic data exploration, trend identification, and decision-making support.

- **Data Mining** - Data Mining allows for the discovery of patterns or knowledge from large amounts of data stored in a data warehouse or other types of databases. It involves the use of techniques and algorithms, including Machine Learning (ML) approaches, to extract valuable information and knowledge from data and to help organizations make informed decisions.

Based on the five evaluation criteria defined above, a more comprehensive analysis of the four selected platforms was performed and is presented in Tables 2 and 3. All four platforms were installed, configured and tested with a few datasets and analysed with regard to the 5 criteria presented previously.

Table 2. Evaluation of the selected open-source solutions based on the BI criteria specified - Part 1

Platform	Comparison Criteria		
	Vizualization & Dashboards	'Ad-hoc' Reports	ETL
LinceBI	Easy to use with models and wizards. Connection to external content. Technical skills are not required. Allows notification alerts.	Easy to build with Drag & Drop features. Pre-built models. Advanced filters presence. Scheduling tasks for automatic execution.	Multiple data sources allowed. Data profiling. Easy implementation and automation. Integration with data pre-processing tools.
Knowage	Interactive and intuitive dashboards. Great variety of widgets. Allows notification alerts only in the enterprise version.	Easy to build for users without knowledge. High-quality reports. Schedule tasks for automatic execution.	Multiple data sources allowed. Data profiling Pre-processing of data only in the enterprise version.
Metabase	Interactive and intuitive dashboards. Easy to use and understand the tools. Allows notification alerts.	Currently does not support 'ad-hoc' reporting.	Needs an external tool such as Precog to carry out the data treatment.
Superset	Shareable and editable dashboards. Wide range of data visualisation tools. Allows notification alerts.	Currently does not support 'ad-hoc' reporting.	Needs an external tool such as Precog to carry out the data treatment.

In terms of Visualization & Dashboards, all platforms offer interactive and intuitive dashboards with a great variety of widgets. For "Ad-hoc" Reports, LinceBI and Knowage offer

easy-to-build reports with drag-and-drop features, pre-built models, and scheduling tasks for automatic execution. Metabase and Superset currently does not support "ad-hoc" reporting.

For ETL, LinceBI and Knowage allow integration with multiple data sources and support data profiling. Metabase requires an external tool such as Precog to carry out data treatment, while Superset also needs an external tool for data treatment and lacks easy implementation and automation features.

Regarding Big Data & OLAP, LinceBI and Knowage supports large volumes of structured, semi-structured, and unstructured data, along with OLAP analysis. Metabase and Superset supports large volumes of data by integrating with external data warehousing services and both tools allows OLAP analysis.

For Data Mining, both LinceBI and Knowage offers support for predictive analytics with machine learning algorithms, allowing manipulation of data with R and Python programming languages. Metabase, do not offer this functionality and Superset supports predictive analysis by using external tools such as MindsDB.

Table 3. Evaluation of the selected open-source solutions based on the BI criteria specified - Part 2

Platform	Comparison Criteria	
	Big Data & OLAP	Data Mining
LinceBI	Support for large volumes of structured, semi-structured and unstructured data. Allows OLAP analysis.	Machine Learning Algorithms (Classification, Regression, Clustering, etc.). Multi use-cases. Recommendation systems. Sales Forecasting. Segmentation, etc.
Knowage	Support for large volumes of structured, semi-structured and unstructured data. Allows OLAP analysis.	Support for predictive analytics with machine learning algorithms. Allows the manipulation of data with the R and Python programming languages.
Metabase	Supports large volumes of data by integrating with data warehousing services such as Google BigQuery, Amazon Redshift, Apache Druid, etc. Allows OLAP analysis.	Currently does not support predictive analysis.
Superset	Supports large volumes of data by integrating with data warehousing services such as Google BigQuery, Amazon Redshift, Panoply, etc. Allows OLAP analysis.	Support for predictive analysis from external tools such as MindsDB.

LinceBI and Knowage stood out as the two best candidates for the final solution, as they satisfied all criteria, with the only lacking aspect in LinceBI being direct support for Data Mining functionalities. As some highlights to be noted, LinceBI was seen as easy to use with pre-built models and wizards. This platform allows for notification alerts and offers Drag and Drop resources for easy creation of ad-hoc reports. It also supports large volumes of structured,

semi-structured, and unstructured data, with integrated OLAP analysis. Additionally, it offers multiple use cases for recommendation systems and forecasting.

Knowage was the other platform that clearly stood out from the rest, according to the respective criteria. This platform is easy to use in order to build data visualization components with Drag and Drop resources. It has pre-built models and advanced filters. It also allows for integration of multiple data sources, data profiling, easy implementation of automation, and integration with data preprocessing tools. Additionally, it supports large volumes of data, supports OLAP analysis, and offers various machine learning algorithms, including classification, regression, and clustering.

Therefore, based on the requirements mentioned, LinceBI and Knowage are the best options compared to Superset and Metabase. Both LinceBI and Knowage offer a more comprehensive set of features, such as easy-to-use models and wizards, connection to external content, notification alerts for Visualization & Dashboards, "Ad-hoc" Reports, ETL, along with support for Data Mining.

The final selection out of the two winning candidates was based on a careful analysis of the characteristics, functionalities, usability and documentation of these platforms, during thorough implementation tests of integration with our OSLCP. Knowage was considered the best solution for full integration into our OSLCP due to its extensive documentation and support resources, as well as its wide range of integration functionalities.

LinceBI was forsaken due to the lack of documentation and support provided by the vendor. It was observed, for example, that the LinceBI support team took more than two months to respond to a question related to the integration of a test dashboard into a web application, without a clear and useful response¹. Namely, they did not reply how the Dashboard URL was generated for integration into another application. This absence of documentation and dedicated support resources for non-premium users made the integration process complex, prolonged and unfeasible.

The selection of Knowage as the BI platform to integrate into the platform was considered a wise choice, as the extensive documentation and support resources of this solution made the integration process smooth and efficient, with a highly reduced implementation time as compared to LinceBI.

4. Implementation of OSLCP BI integration

The integration of BI platforms with our OSLCP was done through the development of several components grouped in two categories: management and visualization and their corresponding sets of tables in the OSLCP database. A fundamental concept considered in this recent development of our OSLCP is that of *BI element*, which means any kind of visualization of information relevant for BI, such as a chart, graphic, geographical map with rich information, a dashboard including several of the previously mentioned elements, etc. A BI element can only be accessed by users of the roles that are assigned to the BI element by users with more privileged roles (e.g. general system admin or departmental admins). BI elements can be added to the OSLCP, either from Knowage or from any other kind of BI engine that can be added to the system, as long as it supports external embedding.

The most important component developed is the Knowage management component, which implied a tight integration of our OSLCP with Knowage's very rich and powerful API. It allows the utilization of almost all Knowage features for designing and visualizing dashboards and BI documents/elements inside the main interface of our OSLCP, with full GUI integration. This component allows adding Knowage BI elements to the OSLCP, as well as directly fully editing the BI elements themselves (adding new charts or tables, editing the dataset query, etc.) if the

¹<https://support.lincebi.com/t/custom-dashboard-integration-in-web-application/286>

user has privileges for that.

The other main component is the General BI element management. Users of type admin can navigate on all BI elements they have access to; edit them, remove them; or add new elements from the types of engines whose installations made elements available for embedding (e.g., metabase, superset, etc.).

The visualization components serve for the end users to navigate on all BI elements and/or dashboards (from knowage or other engines) they have access to. They can create different collections of elements to facilitate their day-to-day jobs. One of the advantages of the tight integration with Knowage is the possibility of the end user to change visualization styles of certain BI elements if they can do so (e.g. a pie chart to a bar chart) as specified by the admin user.

Because these components were created in a modular fashion, if so is required in the future, it is easy to add complete support for a tight integration with other BI platforms, similar to what was done with Knowage.

5. Conclusions and Future Work

Integrating BI platforms into LCPs is a promising approach for organizations looking to streamline their data analysis and decision-making processes.

We performed a three-step thorough analysis of candidate BI platforms to integrate in our OSLCP. As a result of the third step, we were able to fully integrate one free open-source BI platform, Knowage, with our OSLCP and also provide support for other platforms as long as they can be included resorting to iframes.

This integration was tested using freely available datasets such as FoodMart. We are now testing the integration with a real case, using real data from a municipality. The study involves dashboards with charts and maps (from Knowage) and the creation of test scenarios and usability questionnaires. Two groups of users will be involved in the study: IT professionals who will test the creation of dashboards/BI elements, and general users who will test the usability of navigating the dashboards and BI elements to support their information needs and decision making, with the possibility of minor customization's (e.g., changing chart types). We intend to use this case study and others being prepared, to further optimize the integration of BI platforms into our OSLCP and, in the future, present the results to the scientific community. Our OSLCP is currently in alfa stage and a beta release will be made available in github soon, including the BI integration solution reported in this paper. We already have a conference paper published describing in detail our OSLCP, but omitted for now for blind review purposes.

References

1. R. H. Hariri, E. M. Fredericks, and K. M. Bowers, "Uncertainty in big data analytics: survey, opportunities, and challenges," *Journal of Big Data*, vol. 6, no. 1, pp. 1–16, 2019.
2. T. Payton and T. Claypoole, *Privacy in the age of Big data: Recognizing threats, defending your rights, and protecting your family*. Rowman & Littlefield, 2023.
3. M. Naem, T. Jamal, J. Diaz-Martinez, S. A. Butt, N. Montesano, M. I. Tariq, E. De-la Hoz-Franco, and E. De-La-Hoz-Valdiris, "Trends and future perspective challenges in big data," in *Advances in intelligent data analysis and applications*, pp. 309–325, Springer, 2022.
4. A. K. Mohamad, M. Jayakrishnan, and M. M. Yusof, "Thriving information system through business intelligence knowledge management excellence framework.," *International Journal of Electrical & Computer Engineering (2088-8708)*, vol. 12, no. 1, 2022.

5. W. R. Paczkowski, *Business Analytics: Data Science for Business Problems*. Springer Nature, 2022.
6. S. J. Bigelow, “What is low-code? A guide to enterprise low-code app development,” *Software Quality*, Jan. 2023.
7. K. Defossez, M. McMillan, and H. Vuppala, “Managing large technology programs in the digital era,” *McKinsey & Company*, Dec. 2020.
8. M. Lateef and P. Keikhosrokiani, “Predicting critical success factors of business intelligence implementation for improving smes’ performances: a case study of lagos state, nigeria,” *Journal of the Knowledge Economy*, pp. 1–26, 2022.
9. C. Kaewnaknaew, S. Siripipatthanakul, B. Phayaphrom, and P. Limna, “Modelling of talent management on construction companies’ performance: A model of business analytics in bangkok,” *International Journal of Behavioral Analytics*, vol. 2, no. 1, 2022.
10. N. Krishnaraj, R. Vidhya, R. Shankar, and N. Shruthi, “Comparative study on various low code business process management platforms,” in *2022 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)*, pp. 591–596, IEEE, 2022.
11. Y. I. Rogozov, V. S. Lapshin, and M. A. Borovskaya, “Approach to the implementation of intelligent low-code platforms,” in *Proceedings of the Sixth International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry”(IITI’22)*, pp. 42–50, Springer, 2022.
12. R. Sanchis, Ó. García-Perales, F. Fraile, and R. Poler, “Low-code as enabler of digital transformation in manufacturing industry,” *Applied Sciences*, vol. 10, no. 1, p. 12, 2019.
13. A. Tripathi and T. Bagga, “Leading business intelligence (bi) solutions and market trends,” in *Proceedings of the International Conference on Innovative Computing & Communications (ICICC)*, 2020.
14. R. P. Santi and H. Putra, “A systematic literature review of business intelligence technology, contribution and application for higher education,” in *2018 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, pp. 404–409, IEEE, 2018.
15. E. Indriasari, H. Prabowo, Meyliana, and A. N. Hidayanto, “Key benefits, challenges, and risk of cloud business intelligence: A systematic literature review,” *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, vol. 9, pp. 819–831, Dec. 2018.
16. A. C. Bock and U. Frank, “Low-code platform,” *Business & Information Systems Engineering*, vol. 63, pp. 733–740, 2021.
17. I. Tomlin, “Becoming Data-Driven with Low-Code Business Intelligence,” *Encanvas*, Mar. 2022.

