

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Inês Azevedo Rodrigues Silvério Machado

**Soluções de Software Analíticas para
Warehouse Management: Objetivos,
Métricas e Indicadores de Desempenho**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em

Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação

Trabalho efetuado sob a orientação da

Professora Doutora Maribel Yasmina Santos

janeiro de 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Termina, assim, esta caminhada enquanto estudante do curso de MiEGSI da Universidade do Minho que me proporcionou um crescimento tanto ao nível do conhecimento adquirido como em termos de competências interpessoais que me acompanharão ao longo da vida. Gostaria de agradecer a todos os que fizeram parte deste percurso, marcado por alegrias e frustrações, por sucessos e fracassos, mas, sobretudo, pela vontade de aprender mais todos os dias.

Aos meus pais sou eternamente grata pela educação que me dão e que sinto, desde tenra idade, que se rege pela máxima “Não dê o peixe, ensine a pescar”. Desta forma, ensinaram-me que o debate de ideias em detrimento de uma resposta imediata ao problema traz, a longo prazo, resultados mais duradouros. Ao meu irmão, deixo um agradecimento por me ensinar a importância da determinação e da recusa do conformismo na perseguição dos nossos sonhos.

Aos meus amigos que me acompanharam ao longo deste percurso, agradeço pelo companheirismo nos momentos mais desafiantes e por terem tornado possível o equilíbrio entre o trabalho árduo e as gargalhadas de descompressão, que recordo enquanto memórias de dias felizes.

À professora Maribel, gostaria de fazer um especial agradecimento pelo conhecimento transmitido, tanto nas unidades curriculares de TSG e TABD como ao longo do desenvolvimento da dissertação. Agradeço também pela disponibilidade, pela dedicação que depositou nas leituras e sugestões minuciosas relativamente ao documento e pelas palavras de ânimo nos momentos de maior cansaço.

À PRIMAVERA – Business Software Solutions, em particular ao Rui Monteiro e ao António Loureiro, pretendo deixar um agradecimento pelo conhecimento transmitido e por terem tornado possível o desenvolvimento da parte prática desta dissertação no contexto empresarial, considerando as circunstâncias adversas que o mundo enfrenta atualmente.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

A evolução tecnológica das últimas décadas possibilitou o acesso à informação de forma instantânea através de dispositivos que fazem parte do nosso quotidiano, tal como o *smartphone* e o computador. O grande volume de dados gerado diariamente através destes dispositivos constitui uma oportunidade de negócio para as organizações, uma vez que, através da sua exploração, é possível monitorizar o desempenho de uma organização, perspetivar cenários futuros e suportar o processo de tomada de decisão estratégica. Contudo, as soluções de software empresarial, responsáveis pelo armazenamento centralizado dos dados transacionais das organizações, têm vindo a revelar-se insuficiente para o alcance de vantagem competitiva no mercado devido às suas capacidades analíticas limitadas. Neste sentido, as organizações têm vindo a investir em soluções de software analíticas que lhes permitam acrescentar valor às suas atuais soluções de software empresarial e inovar no âmbito da transformação digital.

Esta dissertação está enquadrada no âmbito de um estágio realizado na empresa PRIMAVERA - Business Software Solutions que pretende a evolução com funcionalidades analíticas do EyePeak, uma solução de software que permite suportar os principais processos logísticos de uma organização. Desta forma, esta dissertação visa a identificação de objetivos, métricas e indicadores de desempenho de suporte à tomada de decisão em processos de negócio associados a *warehouse management* (WM). Enquanto caso de demonstração, estes conceitos são prototipados através da conceção de artefactos de natureza analítica (*dashboards* e *reports*) com base em dados reais disponíveis no EyePeak, recorrendo a uma tecnologia que enquadra a estratégia tecnológica da PRIMAVERA. A seleção desta tecnologia resulta da experimentação e avaliação das tecnologias Elastic Stack e Power BI. No final, o protótipo desenvolvido é avaliado com base nos requisitos funcionais, nas métricas e nos indicadores de desempenho previamente estabelecidos e através da demonstração dos artefactos aos *stakeholders* da PRIMAVERA. Os resultados obtidos confirmam que os artefactos produzidos permitem suportar o processo de tomada de decisão em processos de WM associados aos dois perfis de decisão retratados.

PALAVRAS-CHAVE

Solução Analítica, *Business Intelligence & Analytics*, *Warehouse Management*

ABSTRACT

The technological evolution of the last decades allows instant access to information through devices that are part of our daily lives, such as the smartphone and the computer. The large volume of data generated daily through these devices constitutes a business opportunity for associations, since, through its exploration, it is possible to monitor the performance of an organization, to envision future scenarios and strategic decision-making processes. However, as business software solutions, responsible for the centralized storage of the transactional data of the associations, they have proved to be insufficient to achieve competitive advantage in the market due to their limited analytical characteristics. In this sense, associations have been investing in analytical software solutions that add value to their current business software solutions and innovate in the context of digital transformation.

This dissertation is part of an internship carried out at the company PRIMAVERA - Business software solutions that intends to evolve with the analytical functionalities of EyePeak, a software solution that supports the organization's main logistical processes. In this way, this dissertation aims to identify objectives, metrics and performance indicators to support decision making in business processes associated with warehouse management (WM). As a demonstration case, these concepts are prototyped through the design of analytical artifacts (dashboards and reports) based on real data available at EyePeak, using a technology that fits PRIMAVERA's technological strategy. The selection of this technology results from the experimentation and evaluation of the Elastic Stack and Power BI technologies. In the end, the developed prototype is evaluated based on the functional requirements, metrics and performance indicators implemented and through the demonstration of the artifacts to PRIMAVERA's stakeholders. The results obtained were confirmed that these artifacts support the decision-making process in WM processes associated with the two decision profiles portrayed.

KEYWORDS

Analytical Solution, Business Intelligence & Analytics, Warehouse Management

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
<i>Abstract</i>	vi
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiii
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e Motivação	1
1.2 Finalidade e Objetivos	2
1.3 Abordagem de Investigação.....	3
1.3.1 Fases da Metodologia	4
1.3.2 Processo de Revisão de Literatura.....	5
1.4 Organização do Documento.....	6
2 Enquadramento Concetual.....	7
2.1 Pacotes de Software Empresarial.....	7
2.1.1 Principais Caraterísticas.....	7
2.1.2 Benefícios de Implementação	8
2.1.3 Fatores Críticos de Sucesso da Implementação.....	9
2.2 Soluções de Software Analíticas.....	11
2.2.1 <i>Business Intelligence & Analytics</i>	11
2.2.2 Benefícios de Implementação	16
2.2.3 Evolução Funcional e Tecnológica de Soluções de Software.....	17
2.3 <i>Supply Chain e Warehouse Management</i>	21
2.3.1 Conceitos de <i>Supply Chain</i>	21
2.3.2 Conceitos de <i>Warehouse Management</i>	23
2.3.3 <i>Warehouse Management Systems</i>	26

3	Avaliação de Tecnologias de Suporte a Soluções Analíticas.....	29
3.1	Teste e Avaliação do Elastic Stack	29
3.2	Teste e Avaliação do Power BI	37
3.3	Análise Comparativa do Elastic Stack e Power BI	47
3.4	Síntese	52
4	Proposta de Solução Analítica para <i>Warehouse Management</i>	55
4.1	Introdução ao Caso de Demonstração	55
4.2	Caraterização dos Perfis de Decisão e Proposta dos Objetivos, Métricas e Indicadores de Desempenho	56
4.3	<i>Dashboards</i> e <i>Reports</i> de Suporte à Solução Analítica.....	65
4.4	Preparação dos Dados de Suporte à Solução Analítica	75
4.5	Avaliação dos <i>Dashboards</i> e <i>Reports</i> Implementados.....	81
4.6	Síntese	87
5	Conclusões.....	89
5.1	Trabalho Realizado.....	90
5.2	Trabalho Futuro	91
	Referências Bibliográficas	93
	Apêndices	97
	Apêndice 1a – Descrição das métricas implementadas (parte 1)	97
	Apêndice 1b – Descrição das métricas implementadas (parte 2)	98
	Apêndice 1c – Descrição das métricas implementadas (parte 3)	99
	Apêndice 2 – Descrição dos KPIs implementados	100
	Apêndice 3 – Atributos da <i>view</i> <i>v_pbi_CustomerOrders</i>	101
	Apêndice 4 – Atributos da <i>view</i> <i>v_pbi_CustomerDeliveryNotes</i>	102
	Apêndice 5 – Atributos da <i>view</i> <i>v_pbi_CustomerReturns</i>	103
	Apêndice 6 – Atributos da <i>view</i> <i>v_pbi_SupplierOrders</i>	104
	Apêndice 7 – Atributos da <i>view</i> <i>v_pbi_SupplierDeliveryNotes</i>	105

Apêndice 8 – Atributos da <i>view_v_pbi_StockMovements</i>	106
Apêndice 9 – Artigo publicado na revista S'What - Consulting News da PRIMAVERA.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Design Science Research Methodology for Information Systems</i>	3
Figura 2 – Exemplo de um esquema em estrela.....	14
Figura 3 – Estrutura de cuboides que forma um cubo de dados com as dimensões tempo, item, localização e fornecedor	15
Figura 4 – <i>Warehouse management</i> como uma atividade de <i>supply chain management</i>	23
Figura 5 – Componentes do Elastic Stack	30
Figura 6 – Funcionalidades adicionais disponíveis no Elastic Stack.....	30
Figura 7 – Exemplo de um armazenamento de dados no Elasticsearch	31
Figura 8 – Ligação de fontes de dados ao Elasticsearch através do Logstash.....	32
Figura 9 – Ligação de uma fonte de dados ao Elasticsearch através de uma <i>pipeline</i> do Logstash	33
Figura 10 – Exemplo de uma <i>pipeline</i> de ligação do Elasticsearch ao SQL Server	33
Figura 11 – Criação automática de um <i>index</i> no Elasticsearch	34
Figura 12 – Exemplo de uma <i>pipeline</i> de agendamento do Logstash	34
Figura 13 – Beats criados pela Elastic	35
Figura 14 – Arquitetura do Elastic Stack	36
Figura 15 – <i>Dashboard</i> ilustrativa Kibana.....	37
Figura 16 – Componentes do Power BI.....	38
Figura 17 – Exemplo de um modelo de dados gerado automaticamente pelo Power BI.....	39
Figura 18 – Exemplo da criação de um <i>report</i> a partir do Power BI Desktop	40
Figura 19 – Exemplo da criação de uma medida através da linguagem DAX.....	41
Figura 20 – Exemplo de uma interação dinâmica com um <i>report</i> no Power BI Service.....	43
Figura 21 – Exemplo da criação de um <i>report</i> a partir do Power BI Service	44
Figura 22 – Exemplo da criação de um <i>dashboard</i> a partir do Power BI Service	45
Figura 23 – Representação em árvore da caracterização dos dois perfis de decisão	64
Figura 24 – Página do glossário do protótipo desenvolvido	67
Figura 25 – Proposta de <i>dashboard</i> do perfil de decisão de gestão comercial.....	69
Figura 26 – Proposta de <i>dashboard</i> do perfil de decisão de gestão de inventário	70
Figura 27 – Proposta de <i>report</i> do perfil de decisão de gestão comercial.....	73
Figura 28 – Proposta de <i>report</i> do perfil de decisão de gestão de inventário	74
Figura 29 – Modelo de dados (tabelas do EyePeak).....	75

Figura 30 – Modelo de dados (SQL Server)	77
Figura 31 – Modelo de dados de suporte aos artefactos criados no Power BI	78

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1a – Exemplos de abordagens de <i>warehouse management</i> (parte 1)	25
Tabela 1b – Exemplos de abordagens de <i>warehouse management</i> (parte 2)	26
Tabela 2 – Exemplos de métricas e KPIs de <i>warehouse management</i>	28
Tabela 3 – Mapeamento de termos entre uma base de dados relacional e o Elasticsearch	32
Tabela 4 – Comparação das tecnologias Elastic Stack e Power BI	52
Tabela 5 – Requisitos funcionais dos <i>dashboards</i> e <i>reports</i>	56
Tabela 6a – Perfil de decisão de gestão comercial segundo a abordagem GQM (parte 1)	58
Tabela 6b – Perfil de decisão de gestão comercial segundo a abordagem GQM (parte 2)	59
Tabela 7 – KPIs do perfil de decisão de gestão comercial	60
Tabela 8a – Perfil de decisão de gestão de inventário segundo a abordagem GQM (parte 1)	61
Tabela 8b – Perfil de decisão de gestão de inventário segundo a abordagem GQM (parte 2)	62
Tabela 9 – KPIs do perfil de decisão de gestão de inventário	63
Tabela 10 – Descrição das tabelas do EyePeak	76
Tabela 11 – Descrição das <i>views</i>	78
Tabela 12 – <i>Colunas calculadas</i> criadas partir da transformação de uma coluna já existente	79
Tabela 13 – <i>Colunas calculadas</i> criadas para a verificação de uma condição	80
Tabela 14 – <i>Colunas calculadas</i> criadas para agregar colunas já existentes	80
Tabela 15 – <i>Colunas calculadas</i> com propósitos diversos	81
Tabela 16 – Implementação de requisitos funcionais do perfil de gestão comercial	82
Tabela 17a – Implementação de métricas do perfil de gestão comercial (parte 1)	82
Tabela 17b – Implementação de métricas do perfil de gestão comercial (parte 2)	83
Tabela 18 – Implementação de KPIs do perfil de gestão comercial	83
Tabela 19 – Implementação de requisitos funcionais do perfil de gestão de inventário	84
Tabela 20a – Implementação de métricas do perfil de gestão de inventário (parte 1)	84
Tabela 20b – Implementação de métricas do perfil de gestão de inventário (parte 2)	85
Tabela 21 – Implementação de KPIs do perfil de gestão de inventário	85

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

Este documento utiliza um conjunto de abreviaturas, siglas e acrónimos abaixo apresentado:

BA – *Business Analytics*
BI – *Business Intelligence*
BI&A – *Business Intelligence & Analytics*
B2B – *Business-to-Business*
DAX – *Data Analysis eXpressions*
DW – *Data Warehouse*
ERP – *Enterprise Resource Planning*
ETL – *Extraction, Transformation and Load*
FIFO – *First-In-First-Out*
JDBC – *Java DataBase Connectivity*
JIT – *Just-In-Time*
JSON – *JavaScript Object Notation*
JVM – *Java Virtual Machine*
KPI – *Key Performance Indicator*
LIFO – *Last-In-First-Out*
OLAP – *Online Analytical Processing*
Q&A – *Question & Answer*
NoSQL – *Not only Structured Query Language*
SaaS – *Software as a Service*
SI – *Sistema de Informação*
SQL – *Structured Query Language*
TI – *Tecnologias de Informação*
WM – *Warehouse Management*
WMS – *Warehouse Management System*

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, são apresentados o enquadramento e a motivação para o tema da dissertação e a finalidade e os objetivos a alcançar no decorrer do seu desenvolvimento. De seguida, são também apresentadas a abordagem de investigação adotada e a forma como este documento se encontra organizado.

1.1 Enquadramento e Motivação

A evolução tecnológica das últimas décadas é marcada pela eficiência de acesso à informação através de novas fontes de dados. Pela primeira vez, em 2011, verificou-se que o número de acessos à Internet através de dispositivos móveis, cerca de 480 milhões, ultrapassou o número de acessos através de computadores, cerca de 380 milhões (Chen *et al.*, 2012). Este crescimento leva a que sejam gerados grandes volumes de dados diariamente que, atualmente, representam novas oportunidades de negócio para as organizações. Neste sentido, as soluções de software empresarial, responsáveis pelo armazenamento centralizado dos dados transacionais das organizações, têm vindo a revelar-se insuficientes para o seu alcance de vantagem competitiva no mercado. Face às crescentes pressões a que estas estão sujeitas, as soluções de software empresarial não conseguem dar resposta à necessidade de prestar um serviço com maior qualidade, menores custos e menor tempo de entrega aos seus clientes, devido às suas capacidades analíticas limitadas.

As oportunidades de negócio associadas à análise de dados têm despertado um interesse significativo das organizações na área de estudo *Business Intelligence & Analytics* (BI&A). Esta área inclui técnicas, práticas, metodologias e tecnologias que analisam os dados do negócio de uma organização, de forma a permitir que esta conheça melhor o mercado no qual atua, as necessidades dos seus clientes e a apoiar o seu processo de tomada de decisão (Chen *et al.*, 2012). Desta forma, a integração dos sistemas transacionais das organizações com sistemas com abordagens de BI&A dá origem às soluções de software analíticas que permitem analisar vastos volumes de dados e, assim, acrescentar valor a uma qualquer área de negócio, uma vez que disponibilizam funcionalidades capazes de monitorizar o desempenho das organizações, perspetivar cenários futuros e suportar o processo de tomada de decisão estratégica. Neste sentido, a conceção de soluções de software analíticas exige o recurso a diversas tecnologias capazes de extrair, carregar, processar, analisar e visualizar dados e de experimentar e configurar algoritmos de previsão de comportamento organizacional.

Esta dissertação está enquadrada no âmbito de um estágio curricular na PRIMAVERA - Business Software Solutions. Desde 1993, a empresa disponibiliza soluções de gestão para empresas de todas as dimensões e setores de atividade. Atualmente, apresenta uma carteira de 40 mil clientes espalhados por cerca de 20 países em diversos continentes. Para além disso, a PRIMAVERA dispõe de uma rede internacional de parceiros de negócio especializados na instalação e suporte às suas soluções que permitem que a empresa estabeleça uma relação de proximidade com cada cliente. Em Portugal, a PRIMAVERA está sediada em Lisboa e Braga, sendo que também possui instalações em Madrid, Luanda, Cidade da Praia, Maputo e Dubai.

A PRIMAVERA apresenta no seu portefólio de produtos a solução de software EyePeak que, genericamente, permite suportar os principais processos de negócio logísticos de uma organização. A PRIMAVERA pretende a evolução desta solução de software com funcionalidades analíticas recorrendo a uma tecnologia especificamente dedicada ao desenvolvimento de artefactos de natureza analítica. É, então, neste contexto que a dissertação foi desenvolvida na PRIMAVERA.

1.2 Finalidade e Objetivos

Esta dissertação tem como finalidade a identificação de objetivos, métricas e indicadores de desempenho de suporte à tomada de decisão em processos de negócio associados a *warehouse management* (WM). Como forma de prototipar estes conceitos, esta dissertação promove a conceção de artefactos de natureza analítica (*dashboards* e *reports*) com base em dados reais disponíveis na solução de software EyePeak da PRIMAVERA, recorrendo a uma tecnologia que enquadra a estratégia tecnológica da empresa.

Desta forma, enquanto caso de demonstração, a prototipagem de *dashboards* e *reports* no contexto de um caso real tem como intenção a compreensão do domínio do WM a propósito da tomada de decisão sobre o mesmo, para que, assim, seja possível a generalização da abordagem adotada para qualquer solução no âmbito desse domínio. Assim sendo, os objetivos formais desta dissertação são:

- Rever os principais conceitos associados ao WM e às necessidades de suporte à tomada de decisão nesta área;
- Experimentar e avaliar as tecnologias Elastic Stack e Power BI que a PRIMAVERA pondera seleccionar como tecnologia de suporte à evolução tecnológica e funcional da solução de software EyePeak;
- Caracterizar os requisitos funcionais e os perfis de decisão associados ao domínio de WM no contexto de um cliente da PRIMAVERA;

- Propor objetivos, métricas e indicadores de desempenho para os perfis de decisão identificados no objetivo anterior;
- Desenvolver, com base na tecnologia selecionada como resultado do cumprimento do segundo objetivo, um protótipo de *dashboards* e *reports* recorrendo a dados reais relativos ao cliente da PRIMAVERA disponíveis no EyePeak;
- Avaliar o protótipo desenvolvido com base nos requisitos funcionais, nas métricas e nos indicadores de desempenho previamente estabelecidos e através da demonstração dos artefactos produzidos aos *stakeholders* da PRIMAVERA, de forma a aferir a adequabilidade da proposta no suporte à tomada de decisão.

1.3 Abordagem de Investigação

A dissertação segue os princípios, as práticas e os procedimentos estabelecidos pela *Design Science Research Methodology (DSRM) for Information Systems* (Peppers *et al.*, 2007), por forma a gerir o processo de investigação e tornar cientificamente válidas as propostas e artefactos produzidos. Esta metodologia inclui seis etapas, esquematizadas na figura 1, nomeadamente a identificação do problema e motivação, a definição dos objetivos, a conceção e desenvolvimento, a demonstração, a avaliação e a comunicação. Apesar desta metodologia apresentar uma ordem sequencial, os autores admitem flexibilidade na sua aplicação, permitindo a iniciação de um projeto em qualquer um dos quatro “pontos de partida” representados na figura 1.

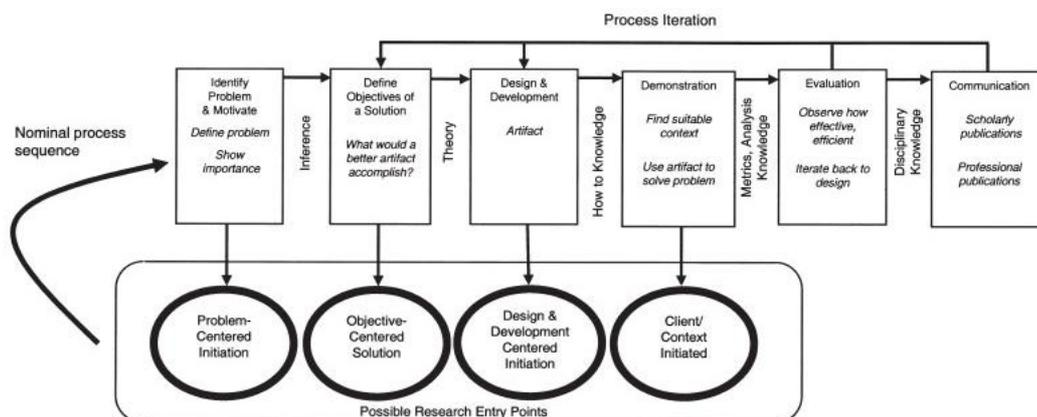


Figura 1 – Design Science Research Methodology for Information Systems (retirado de Peppers *et al.*, 2007)

1.3.1 Fases da Metodologia

De forma a suportar os resultados desta dissertação, as várias fases do seu desenvolvimento encontram-se alinhadas com a metodologia adotada. Deste alinhamento resultam as seguintes tarefas:

1. *Identificação do problema e da motivação.* Definir o problema da investigação e justificar o valor que a solução encontrada pode ter. A justificação desse valor, para além de motivar o investigador e a audiência interessada a procurar a solução, permite também compreender o raciocínio de quem investiga o problema. Desta forma, o conhecimento do estado do problema e a importância da sua solução são as condições necessárias para a concretização desta tarefa. No âmbito desta tarefa, está incluída a seguinte atividade:

– *Definição do plano de trabalhos.* Elaborar um documento no qual é identificado o tema da dissertação e o seu enquadramento.

2. *Definição dos objetivos da solução.* Definir os objetivos da solução considerando o problema e o conhecimento do que é possível e executável. Estes objetivos podem ser quantitativos, definindo em que medida uma determinada solução constitui a solução ideal, ou qualitativos, descrevendo em que medida o novo artefacto pode representar uma solução para problemas que não foram abordados até ao momento. Desta forma, o conhecimento do estado do problema, as soluções atuais e a sua eficácia são as condições necessárias para a concretização desta tarefa. A atividade mencionada no ponto anterior (definição do plano de trabalhos) é retomada e, portanto, no documento produzido no âmbito dessa atividade são também definidos os objetivos a cumprir e os resultados esperados, é identificada a abordagem metodológica a seguir no contexto desta dissertação e são descritas as tarefas a desenvolver e a sua respetiva calendarização. Nesta tarefa estão também incluídas as seguintes atividades:

– *Revisão de literatura.* Identificar, analisar e compreender a literatura relevante, expondo os conceitos fundamentais envolvidos na problemática da investigação e a sistematização de problemas análogos e respetivas soluções previamente estudadas e realizadas. No caso deste trabalho, nesta atividade são apresentados os conceitos e trabalhos de relevância na área do BI&A, com foco em problemáticas relacionadas com a otimização de WM.

– *Enquadramento tecnológico.* Experimentar e avaliar as tecnologias Elastic Stack e Power BI de suporte à conceção de artefactos de natureza analítica para uma posterior seleção da tecnologia a utilizar na tarefa 3 desta dissertação (conceção e desenvolvimento). As experiências iniciais desenvolvidas nesta atividade revelam ser muito importantes na familiarização com as tecnologias em questão.

3. *Concepção e desenvolvimento.* Criar o artefacto que pode incluir construções, modelos, *métodos* ou instanciações. O cumprimento bem-sucedido desta tarefa depende do conhecimento teórico que pode ser aplicado para a concepção e desenvolvimento da solução. No caso desta dissertação, esta tarefa inclui a identificação de objetivos, métricas e indicadores de desempenho de suporte à tomada de decisão em processos de negócio associados a WM. A concepção dos artefactos de natureza analítica recorrendo à tecnologia previamente selecionada está também incluída nesta tarefa.

4. *Demonstração.* Demonstrar o uso do artefacto desenvolvido anteriormente. No caso desta dissertação, esta tarefa inclui a realização de apresentações mensais da evolução do protótipo, ao longo do período do estágio, restritas à equipa que atua no âmbito do BI&A do departamento de Consultoria da PRIMAVERA, para uma análise e discussão dos resultados intermédios alcançados. Esta tarefa inclui também a realização de uma apresentação final do trabalho desenvolvido, alargada a todos os membros do departamento de Consultoria e a alguns membros do departamento Comercial.

5. *Avaliação.* Medir o quão bem o artefacto suporta a solução para o problema, através da comparação dos resultados obtidos na demonstração com os objetivos estabelecidos inicialmente. Caso seja necessário, é possível fazer ajustes no artefacto que foi desenvolvido até ao momento, iterando para a tarefa 3 (concepção e desenvolvimento). No contexto deste trabalho, esta tarefa inclui a avaliação do protótipo desenvolvido, com base nos requisitos funcionais, nas métricas e nos indicadores de desempenho inicialmente estabelecidos e através da demonstração dos artefactos propostos aos *stakeholders* da PRIMAVERA, de forma a aferir a adequabilidade da proposta de solução no suporte à tomada de decisão.

6. *Comunicação.* Apresentar aos profissionais da área todo o processo, desde o problema e a sua importância até ao artefacto desenvolvido, realçando a sua utilidade e eficácia para resolver o problema. No caso deste trabalho, esta tarefa inclui a apresentação da dissertação na sessão pública de defesa do grau de mestre e a publicação de artigos técnicos a propósito dos resultados obtidos.

1.3.2 Processo de Revisão de Literatura

A revisão da literatura consiste num processo de recolha e seleção da literatura relevante que permite aumentar o conhecimento do autor da dissertação na área de estudo em questão e estabelecer a relevância do estudo a desenvolver em comparação com outros trabalhos já realizados. Considera-se importante seguir um método consistente no que diz respeito à pesquisa e leitura de artigos, pelo que foram definidos as palavras-chave, as fontes de pesquisa e o método de seleção de artigos. A pesquisa de artigos ocorreu entre outubro de 2019 e fevereiro de 2020.

Primeiramente, foram selecionadas as palavras-chave “ERP”, “*Business Intelligence*”, “*Business Analytics*”, “*functional evolution*”, “*technological upgrade*”, “*supply chain*” e “*warehouse management*”, que foram pesquisadas individualmente ou conjugadas entre si. As pesquisas bibliográficas foram concretizadas recorrendo, nomeadamente ao Mendeley¹, ao Google Scholar², ao repositoriUM³ e ao Scopus⁴. Numa primeira fase, os artigos foram selecionados apenas tendo em consideração o título e o *abstract*. Posteriormente, através de uma leitura rápida, os artigos foram sendo descartados por não se verificarem adequados à temática de investigação. Os artigos considerados relevantes foram analisados de forma cuidada e encontram-se referenciados ao longo do documento de dissertação.

1.4 Organização do Documento

Este documento está organizado em cinco capítulos. O primeiro capítulo refere-se à introdução, apresentando o enquadramento e a motivação, a finalidade e os objetivos, a abordagem metodológica e a organização do documento. O segundo capítulo refere-se ao enquadramento concetual, no qual são explorados os conceitos considerados pertinentes para esta dissertação, nomeadamente *pacote de software empresarial*, *solução de software analítica*, *supply chain* e WM. O terceiro capítulo refere-se à experimentação e avaliação das tecnologias Elastic Stack e Power BI, de forma a selecionar a tecnologia que melhor cumpre as expectativas da PRIMAVERA enquanto tecnologia de suporte à conceção de artefactos de natureza analítica (*dashboards* e *reports*). O quarto capítulo é dedicado à apresentação do caso de demonstração tratado nesta dissertação, descrevendo o contexto concreto da parte experimental desenvolvida no âmbito do estágio realizado na PRIMAVERA. No quinto capítulo são apresentadas as conclusões desta dissertação através de uma retrospectiva do trabalho concretizado e da apresentação do trabalho futuro enquanto complemento desse mesmo trabalho.

Como forma de facilitar a legibilidade da escrita, ao longo deste documento, os termos “indicador de desempenho” e “KPI” (a sigla da versão inglesa do termo) são utilizados com o mesmo significado e de forma indistinta.

¹ <https://www.mendeley.com/>

² <https://scholar.google.com/>

³ <https://repositorium.sdum.uminho.pt/>

⁴ <https://www.scopus.com/>

2 ENQUADRAMENTO CONCEPTUAL

De forma a enquadrar o propósito desta dissertação, neste capítulo são apresentados os conceitos mais relevantes associados ao respetivo tema. Primeiramente, é apresentado o conceito de *pacote de software empresarial*, nomeadamente as suas principais características e os seus benefícios e fatores críticos de implementação. De seguida, é exposto o conceito de *solução de software analítica* através de uma contextualização relativamente à área de estudo BI&A, da apresentação dos benefícios de implementação deste tipo de soluções e de algumas abordagens de evolução funcional e tecnológica de soluções de software. É também feito um estudo relativamente ao domínio aplicacional desta solução no qual são explorados os conceitos de *supply chain* e WM e é abordada a relevância dos sistemas de informação (SI) no âmbito deste mesmo domínio.

2.1 Pacotes de Software Empresarial

2.1.1 Principais Características

Ao longo das últimas décadas, a evolução tecnológica tem transformado a dinâmica dos mercados de negócio. As organizações enfrentam diariamente um ambiente de competitividade que as obriga a uma procura de meios que se adequem ao seu contexto e que lhes permitam acompanhar estes avanços tecnológicos, inovar e superar as expectativas dos seus clientes. Em muitos casos, esta procura pelo alcance de vantagem competitiva reflete-se na adoção de um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*).

Um ERP é um sistema de gestão de negócio que integra vários processos de negócio de uma organização e que se distingue de outras soluções informáticas pelas seguintes características:

1. *Modularidade*. Um sistema ERP é tipicamente organizado por módulos que apresentam um conjunto de funcionalidades padrão. Cada módulo corresponde a uma área como, por exemplo, vendas, produção e logística, e as funcionalidades enquadram-se na área do módulo no qual estão disponíveis. Quando um sistema ERP é implementado, é adaptado ao contexto da organização em questão. Fatores como, por exemplo, a sua dimensão, a área de negócio na qual atua e as suas necessidades são previamente avaliados para que apenas sejam implementados os módulos que fazem sentido naquele contexto.

2. *Configurabilidade*. O desenvolvimento de um sistema ERP é feito de um modo genérico, isto é, não é pensado para uma organização em concreto, o que permite que este tipo de sistemas se torne

numa solução de apoio à gestão em diversos setores económicos. Contudo, um sistema ERP apresenta um conjunto de parâmetros configuráveis como, por exemplo, o nome e a morada dos clientes da organização, o que permite adaptar a tecnologia à realidade em questão (Klaus *et al.*, 2000).

3. *Fiabilidade/Maturidade.* Um sistema ERP antes de ser introduzido no mercado é submetido a vários testes que simulam o modo como os utilizadores vão interagir com o sistema. Desta forma, é possível detetar eventuais anomalias que surgiriam nessas mesmas condições, mas em contexto real (Urem & Mikulić, 2010). Para além destes testes de pré-lançamento, um sistema ERP é também alvo de monitorização após a sua implementação numa organização. Esta monitorização, aleada a fatores como o período de permanência do sistema ERP no mercado e a sua implementação em muitas organizações, e de setores económicos tão diversificados, concede a este tipo de soluções informáticas uma elevada fiabilidade/maturidade.

4. *Evolutibilidade.* As organizações estão constantemente a sofrer pressões como, por exemplo, o surgimento de novos competidores no mercado e a crescente evolução tecnológica. Os sistemas ERP são caracterizados como sendo capazes de acompanhar estas mudanças através da sua adaptação às novas necessidades da organização. Esta adaptação ocorre de forma gradual, não causando impacto no funcionamento do sistema, nomeadamente na sua fiabilidade, e pode obrigar, por exemplo, à redefinição de processos de negócio e à inclusão de novos módulos.

2.1.2 Benefícios de Implementação

De acordo com (Shang & Seddon, 2000), os benefícios decorrentes da implementação de ERPs nas organizações podem ser agrupados em cinco dimensões:

1. *Operacional.* Os processos de negócio de uma organização vão sendo atualizados e, em muitos casos, após serem sujeitos a sucessivas alterações, os processos acabam por tornar-se demasiado complexos. A implementação de um sistema ERP permite que os processos de negócio sejam otimizados através, por exemplo, da automatização de tarefas repetitivas, da diminuição de mão-de-obra e do aumento do volume de operações. Consequentemente, a organização pode alcançar benefícios como a redução de custos e a melhoria da produtividade, da qualidade do produto e da resposta ao cliente.

2. *Suporte à gestão.* Os sistemas ERP armazenam os dados de forma centralizada, o que permite que as organizações obtenham informação integrada e com qualidade relativamente às suas várias áreas funcionais e que, desta forma, elaborem um planeamento mais rigoroso. Os agentes organizacionais baseiam-se nesta informação para tomar decisões relativamente à gestão da produção, dos inventários e do orçamento, por exemplo, que, consequentemente, causam impacto no desempenho global da organização e na satisfação do cliente.

3. *Estratégica.* A característica de customização dos sistemas ERP proporciona um contacto mais próximo com o cliente e envolve custos de desenvolvimento mais reduzidos relativamente a soluções que são desenvolvidas a pensar numa organização em concreto. Para além deste fator estratégico, estes sistemas apresentam uma componente analítica que, embora seja limitada, permite gerar *reports* que revelam informações essenciais para o processo de tomada de decisão. Um outro fator estratégico é a sua característica de evolutibilidade que revela que os sistemas ERP estão preparados para acompanharem o crescimento do negócio organizacional e para se adaptarem às mudanças que vão surgindo ao longo desse percurso.

4. *Tecnológica/Infraestrutura de TI.* Em situações nas quais as organizações utilizam vários sistemas que operam isoladamente, surge a dificuldade de manter a informação atualizada em todos os sistemas. A gestão da infraestrutura torna-se uma tarefa difícil e os dados acabam por não apresentar qualidade ou por se perder facilmente. Em contextos nos quais se opera exclusivamente com um sistema ERP, os vários processos de negócio estão integrados e os seus dados são armazenados de forma centralizada. Isto significa que qualquer alteração que seja aplicada aos dados é disponibilizada em tempo-real para toda a organização, o que garante a qualidade e a segurança dos dados.

5. *Organizacional.* A disponibilização de uma infraestrutura cujos processos de negócio organizacionais se encontram integrados facilita a comunicação entre os utilizadores do sistema ERP pertencentes a diferentes áreas funcionais da organização. Para além disso, esta infraestrutura na qual a informação é armazenada de forma centralizada permite também que esses mesmos utilizadores possuam uma perspetiva geral do negócio e não apenas uma perspetiva focada nas atividades que desempenham. Desta forma, a implementação de um sistema ERP permite que os membros da organização percebam que o seu trabalho tem influência direta ou indireta nos resultados da organização e, conseqüentemente, passam a atuar de forma sincronizada e cooperativa entre si em prol do alcance dos objetivos da organização.

2.1.3 Fatores Críticos de Sucesso da Implementação

A implementação bem-sucedida de um sistema ERP não é garantida logo à partida. Em muitas situações, as organizações subestimam o esforço necessário para que as suas expectativas sejam cumpridas e, posteriormente, lidam com o baixo nível de retorno desse investimento (Stefanou, 2001). É importante ter em consideração o seguinte conjunto de fatores que influenciam o sucesso da implementação de um sistema ERP:

1. *Compromisso da gestão de topo.* A gestão de topo é responsável por definir diretrizes, gerir recursos, intervir em situações imprevistas e suportar os custos de implementação, por exemplo.

Enquanto símbolo de autoridade da empresa, a gestão de topo deve estar inteiramente comprometida com o sucesso do projeto, envolvida em todo o processo de implementação e apresentar uma forte liderança (Umble *et al.*, 2003). Esta liderança deve ser assegurada por alguém respeitado pela restante equipa e com a capacidade de tomar decisões sem receio do possível surgimento de conflitos. Contudo, em caso de não haver concordância com a sua decisão, o líder deve saber mediar a situação entre as restantes partes interessadas (Ngai *et al.*, 2008).

2. *Equipa de implementação.* Os membros que constituem a equipa de implementação devem ser escolhidos tendo em consideração as suas competências individuais, o seu empenho e a sua aptidão para trabalhar em equipa. É, assim, importante que a equipa mantenha um ambiente de trabalho saudável e o foco na cooperação entre todos os elementos de forma a atingir um objetivo comum (Nah & Delgado, 2006). A gestão de topo deve manter uma comunicação regular com a equipa de implementação para assegurar o desenvolvimento do projeto de acordo com o plano previamente delineado. Contudo, a equipa deve ser capaz de assumir a responsabilidade de tomar decisões críticas em tempo útil. Desta forma, são evitados atrasos desnecessários no desenvolvimento do projeto (Umble *et al.*, 2003).

3. *Gestão de projetos.* O plano de um projeto de implementação deve definir tarefas, estabelecer prazos, estimar custos, alocar recursos, identificar os módulos a implementar e os processos de negócio a redefinir. O progresso do projeto deve ser acompanhado de forma a comparar o plano inicial com o seu efetivo desenvolvimento e, caso se verifique algum desvio, devem ser aplicados os ajustes necessários (Umble *et al.*, 2003). Este planeamento deve ser feito de forma realista, não sendo demasiado rigoroso nem demasiado flexível. Por exemplo, a definição de prazos muito curtos causa pressão na equipa de implementação, o que, conseqüentemente, resulta num trabalho desorganizado e de baixa qualidade (Zhang *et al.*, 2003). Outro exemplo a evitar no âmbito da gestão de projetos é a estimativa de um valor dos custos que posteriormente se releva inferior ao valor que de facto é necessário para a atuar nas áreas definidas. Esta situação faz com que não seja investido o dinheiro previsto em cada área da organização, nomeadamente no treino dos utilizadores, causando impacto no sucesso da implementação do sistema.

4. *Gestão da mudança.* A implementação de um sistema ERP implica mudanças drásticas na organização, nomeadamente na sua estrutura, nos seus processos de negócio e na sua mão-de-obra (Wang *et al.*, 2008). Estas mudanças podem causar um grande impacto na forma como os trabalhadores operam e, caso estes não estejam dispostos a adaptar-se a esta nova realidade, poderá comprometer o sucesso da implementação. De forma a contrariar este cenário, é necessário transmitir aos trabalhadores as motivações pelas quais a organização decidiu adotar um novo sistema e os seus benefícios para a

organização. É também importante que os trabalhadores compreendam de forma clara quais são os objetivos estratégicos da organização e a importância da sua contribuição para o sucesso da implementação do sistema ERP (Bradford & Florin, 2003).

5. *Treino dos utilizadores.* A implementação bem-sucedida de um sistema ERP, implica que a organização alcance o estado no qual se encontra completamente familiarizada com o novo sistema e o utiliza de forma adequada. De modo a alcançar este estado, é necessário investir em formações e *workshops* nos quais os utilizadores interagem com o ERP. Este treino deve iniciar antes da sua implementação para que durante este período de adaptação os utilizadores consigam ultrapassar as grandes barreiras iniciais resultantes do desconhecimento do novo sistema e da sua inevitável comparação com o sistema anterior (Wang *et al.*, 2008).

2.2 Soluções de Software Analíticas

2.2.1 Business Intelligence & Analytics

O conceito de *Business Intelligence* (BI) foi introduzido por Howard Dresner para descrever “*a set of concepts and methodologies designed to improve decision-making in business through the use of facts and fact-based systems*” (Nofal & Yusof, 2013). Este conceito é aplicado em qualquer contexto de negócio no qual se procura obter informação relevante, na qual os agentes organizacionais se baseiam para tomar decisões estratégicas como suporte à gestão do negócio. Esta informação é obtida, mais concretamente através de uma componente do BI designada de *Business Analytics* (BA). Este conceito surgiu no final dos anos 2000 e é considerado uma das maiores tendências tecnológicas da década (Chen *et al.*, 2012). BA consiste num conjunto de tecnologias, nomeadamente sistemas de ETL (Extraction, Transformation and Load) que permitem a recolha de dados de fontes heterogéneas, a sua manipulação e transformação e o seu armazenamento num repositório integrado, um *Data Warehouse* (DW). Estas tecnologias também incluem sistemas OLAP (*Online Analytical Processing*) e ferramentas avançadas de *report* através dos quais é possível a exploração de características dos dados para, por exemplo, a deteção de padrões e a previsão do comportamento dos competidores, dos fornecedores e dos clientes. Neste sentido, o termo unificado BI&A retrata uma importante área de estudo que inclui técnicas, práticas, metodologias e tecnologias que permitem analisar os dados do negócio de uma organização, de forma a que esta conheça melhor o mercado no qual atua e as necessidades dos seus clientes, informação que pode ser relevante no processo de tomada de decisão (Chen *et al.*, 2012).

A evolução tecnológica das últimas duas décadas, marcada pela utilização generalizada da *web* no início dos anos 2000, tem vindo a criar oportunidades de negócio que tornam atualmente os sistemas

de BI&A uma tendência nas organizações como meio de alcançar vantagem competitiva no mercado. Os *web search engines*, como o Google, e as plataformas de *e-commerce*, como a Amazon e o eBay, transformaram o conceito tradicional de “negócio” e fizeram com que a informação se tornasse num elemento com valor determinante (Chen *et al.*, 2012). A análise dos dados dos *logs* dos utilizadores que fazem uma pesquisa através de um *website*, permite que a respetiva entidade obtenha informação relativa a cada um desses utilizadores, tal como os seus padrões de navegação e de compra. A informação obtida através dos sistemas de BI&A permite que uma organização identifique as necessidades dos seus clientes e atue estrategicamente em questões como o *design* do *site*, o posicionamento dos produtos e as recomendações que envia ao cliente. Mais tarde, surgiram as plataformas de *social media*, como as redes sociais, os blogs e os fóruns, que permitiram a interação entre os utilizadores através da partilha de conteúdos. Nestes conteúdos são manifestadas opiniões, sentimentos e necessidades de uma parte da população que, ao serem analisados através de sistemas de BI&A, é possível a extração de informação relevante para organizações de diferentes áreas de negócio. Por exemplo, no Facebook são constantemente emitidas opiniões político-sociais pela população, que poderão ter influência na tomada de decisão das entidades governamentais. No decorrer da década de 2000, foi-se verificando um aumento da utilização de dispositivos móveis, nomeadamente de *smartphones* e *tablets*. Pela primeira vez, em 2011, verificou-se que o número de acessos à internet através de dispositivos móveis ultrapassou o número de acessos através de computadores. Este acontecimento justifica-se pelo surgimento das aplicações móveis que tornaram mais eficiente o acesso à informação, satisfazendo as necessidades dos utilizadores de forma imediata. Atualmente, o *smartphone* tornou-se um objeto indispensável no dia-a-dia de qualquer indivíduo. Este dispositivo é utilizado em qualquer lugar para, por exemplo, consultar a meteorologia, ler o jornal e acompanhar um jogo de futebol. Esta eficiência de acesso à informação causou um aumento do volume de dados gerados, a partir dos quais surgiram novas oportunidades de negócio para as organizações, suscetíveis de serem exploradas através de sistemas de BI&A.

Data Warehouse

Um DW é um repositório que permite o armazenamento de um grande volume de dados e representa uma fonte de informação através da qual os sistemas de BI&A acedem de forma eficiente aos dados, realizam análises multidimensionais e geram *reports* com informação relevante para o processo de tomada de decisão de uma organização (Chou *et al.*, 2005). Esta tecnologia apresenta as seguintes características (Kimball & Ross, 2013):

1. *Integrado*. Um DW é tipicamente construído a partir de fontes heterogéneas de dados que podem incluir desde bases de dados operacionais a outros sistemas existentes numa organização. A etapa de inserção dos dados num DW requer previamente a sua consolidação, uma vez que as várias fontes podem conter dados que, por exemplo, utilizam representações inconsistentes, apresentam diferentes formatos ou qualidade reduzida.

2. *Histórico*. Um DW é projetado de forma a suportar o processo de tomada de decisão de uma organização, pelo que estes sistemas estão preparados para armazenar um grande volume de dados referentes a longos períodos de tempo. A informação é, assim, disponibilizada sob uma perspetiva histórica.

3. *Não volátil*. No ambiente de um DW, os dados não podem ser alterados, o que representa a característica de não-volatilidade. Apenas são disponibilizadas as operações de carregamento inicial dos dados (e posteriores refrescamentos periódicos) e de acesso aos mesmos para o processamento de consultas. Os dados são desnormalizados, o que significa que, apesar de haver redundância, existe um melhor desempenho no processamento de consultas comparativamente com sistemas de base de dados relacionais.

4. *Orientado por assunto*. De forma a suportar o processo de tomada de decisão de uma organização, nomeadamente facilitar a colocação de interrogações ao sistema, os DW são modelados conforme os principais assuntos de uma organização. Esses principais assuntos correspondem aos processos de negócio da organização como, por exemplo, compras, vendas e encomendas.

A construção de um DW envolve a elaboração um modelo multidimensional de dados que consiste numa estrutura de base de dados através da qual se pretende que, em primeiro lugar, os dados sejam apresentados de uma forma simples, para que os utilizadores consigam compreendê-los e manipulá-los facilmente e, em segundo lugar, que o processamento de *queries* ocorra de forma eficiente. Um modelo multidimensional é definido através de tabelas de facto e de tabelas de dimensão. O tipo de esquema no qual a modelação dos dados é baseada tem uma grande influência na apresentação dos dados e no alcance de eficiência de processamento. Tipicamente, em contextos de *Data Warehousing*, são utilizados

esquemas em estrela. Neste tipo de esquema, uma tabela de factos ocupa um lugar central e estabelece ligação com pelo menos uma tabela de dimensão, tal como ilustrado na figura 2. Uma tabela de factos representa um processo de negócio e contém um conjunto de atributos numéricos (factos) relacionados com o processo retratado na tabela na qual estão inseridos. Uma dimensão representa uma perspetiva pela qual uma tabela de factos pode ser analisada. Num modelo de dados podem ser definidas tantas dimensões quantas as vertentes pelas quais se pretende analisar os dados. Uma tabelas de factos, para além de conter os atributos numéricos, contém também um conjunto de chaves estrangeiras que permite estabelecer ligação com as dimensões a que está associada (Kimball & Ross, 2013).

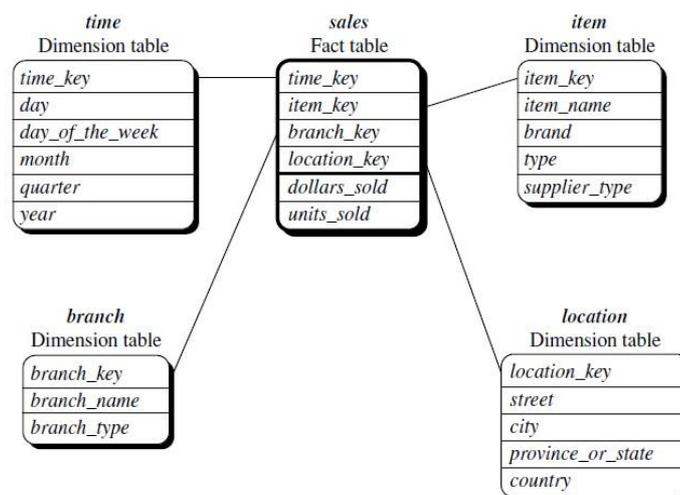


Figura 2 – Exemplo de um esquema em estrela (retirado de Han et al., 2012)

Extraction, Transformation and Load

O processo de *Extraction, Transformation and Load*, também designado de processo ETL, consome uma grande parte do tempo e do esforço que é necessário para a construção de um DW. Este processo é composto pelas seguintes etapas:

1. *Extração*. A primeira etapa do processo consiste na leitura e compreensão dos dados de uma ou várias fontes e, posteriormente, a extração do conteúdo necessário para uma área de estágio dos dados.

2. *Transformação*. Os dados são extraídos, tipicamente, de fontes heterogéneas de dados, o que significa que não são impostas restrições relativamente ao seu conteúdo e formato. As fontes abrangem desde sistemas não operacionais, como ficheiros de texto, a sistemas transacionais, como sistemas ERP. Contudo, nesta etapa do processo ETL, de forma a garantir a integridade dos dados, estes são submetidos a um conjunto de transformações de limpeza e conformidade. As transformações de limpeza

incluem a eliminação de erros, a correção de valores omissos e a estruturação dos dados num formato *standard*, garantindo, desta forma, a qualidade e consistência dos dados. As transformações de conformidade permitem a combinação dos dados de várias fontes e a eliminação de redundância. Este conjunto de transformações acrescenta valor aos dados.

3. *Carregamento*. Esta etapa do processo ETL corresponde à inserção dos dados no DW, de acordo com o modelo dimensional delineado inicialmente. Em primeiro lugar, são carregadas as tabelas de dimensão e, posteriormente, as tabelas de facto. Tipicamente, estas últimas são maiores e consomem mais tempo de carregamento.

Online Analytical Processing e Ferramentas Avançadas de Report

OLAP é uma tecnologia que permite a análise de um grande volume de dados em tempo - real sob uma perspectiva multidimensional e o processamento de *queries ad-hoc*. A visualização multidimensional dos dados é representada de forma análoga através de um cubo. Cada cubo OLAP é composto por cuboides, tal como ilustrado na figura 3, que consistem em agregações exercidas sobre os dados que podem incluir tantas dimensões quantas foram identificadas no modelo de dados. Esta pré-computação de *queries* permite que o seu processamento se efetue muito rapidamente. Contudo, a forma como os dados são estruturados através do modelo multidimensional têm influência no desempenho do sistema no acesso aos dados.

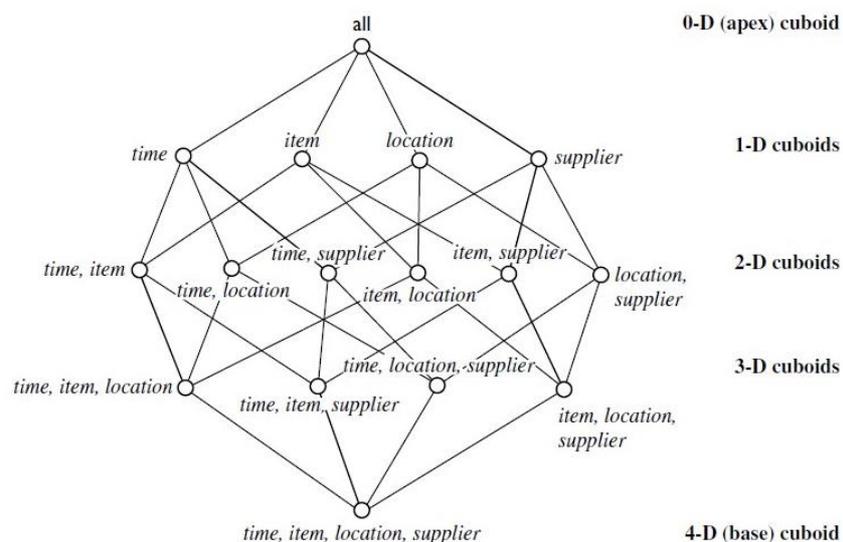


Figura 3 – Estrutura de cuboides que forma um cubo de dados com as dimensões tempo, item, localização e fornecedor (retirado de Han et al., 2012)

As ferramentas avançadas de *report*, tipicamente, permitem a visualização de dados através de *dashboards* dinâmicos, capazes de suportar a atualização de dados em tempo-real. No desenvolvimento de *dashboards*, é possível criar uma grande variedade de tipos de gráficos, mapas e outras representações diagramáticas, nos quais são cruzados dados úteis para o negócio. Para além disso, estas ferramentas de BI&A podem disponibilizar algoritmos de *machine learning* que permitem, por exemplo, a deteção de anomalias e a previsão de dados (Sahay & Ranjan, 2008).

2.2.2 Benefícios de Implementação

De acordo com (Rouhani *et al.*, 2016), através da implementação de soluções analíticas, as organizações podem alcançar os seguintes benefícios:

1. *Suporte à tomada de decisão.* A informação é um recurso estratégico muito importante no contexto da tomada de decisão. Cada vez mais, os agentes organizacionais procuram informação com qualidade e rigor através da qual possam fundamentar as suas decisões estratégicas ao invés de se basearem em pressupostos. Através de soluções analíticas, os agentes organizacionais conseguem extrair informação relevante para o negócio a partir dos dados operacionais da organização como, por exemplo, os problemas e as oportunidades do negócio.

2. *Redução do tempo da tomada de decisão.* A disponibilização de uma infraestrutura integrada deve permitir que o fluxo de informação de torne mais rápido desde o momento em que ocorre um evento até ao momento da tomada de decisão. O funcionamento das tecnologias de BI&A em tempo-real tem uma grande influência na rapidez de acesso e de manipulação dos dados por parte dos agentes organizacionais o que, conseqüentemente, influencia o tempo do processo de tomada de decisão.

3. *Alcance de vantagem competitiva.* As soluções analíticas devem permitir a extração de informação relevante para o negócio a partir de um grande volume de dados e da atuação em tempo-real dos agentes organizacionais em conformidade com essa mesma informação. A possibilidade de uma organização analisar os seus dados e obter informação acerca, por exemplo, dos seus clientes, produtos, fornecedores e competidores permite-lhe adaptar o seu comportamento em conformidade com essa mesma informação de forma a tornar o seu desempenho mais eficiente.

4. *Redução de custos.* A integração de um sistema de BI&A com um sistema ERP permite rentabilizar o investimento anteriormente feito neste sistema transaccional, uma vez que a sua implementação acarreta custos elevados, nomeadamente em termos de infraestrutura, hardware, customização, manutenção e suporte. Para além disso, a informação extraída a partir dos sistemas de BI&A leva a que sejam feitas alterações, por exemplo, aos processos de negócio, às rotas de transporte e aos recursos utilizados de forma a reduzir os custos envolvidos no prestamento de serviços aos clientes.

5. *Satisfação do cliente.* Garantir a satisfação do cliente deve ser o principal objetivo de uma organização. As soluções analíticas contribuem para este objetivo através da informação relativa ao negócio que conseguem obter. Esta informação permite, por exemplo, traçar o perfil de consumidor, prever o comportamento de compra, prever o comportamento dos competidores e prever falhas. Todas estas informações permitem que a organização antecipe o seu comportamento de modo a que, no momento de atender uma encomenda de um cliente, todas as condições estejam reunidas para a prestação do melhor serviço possível.

Neste sentido, a conceção de soluções analíticas exige o recurso a diversas tecnologias de BI&A capazes de extrair, carregar e visualizar dados relativos a um negócio e de experimentar e configurar algoritmos de previsão de comportamento organizacional. Desta forma, estas soluções de software permitem acrescentar valor a uma qualquer área de negócio e inovar no âmbito da transformação digital das organizações, uma vez que disponibilizam funcionalidades capazes de monitorizar o seu desempenho, bem como perspetivar cenários futuros relevantes para suportar a tomada de decisão estratégica.

2.2.3 Evolução Funcional e Tecnológica de Soluções de Software

Evolução Funcional de Soluções de Software

Face ao foco das organizações na satisfação das necessidades dos seus clientes, inevitavelmente os sistemas de software são sujeitos a alterações no que diz respeito aos seus requisitos funcionais. A evolução de um sistema a este nível pode incluir três situações distintas: acréscimo de novas funcionalidades, alteração de funcionalidades já existentes, remoção de funcionalidades obsoletas (Mannaert *et al.*, 2011).

A evolução funcional de um sistema de software, em qualquer uma das situações distintas acima referidas, pode provocar alterações no tamanho do sistema e, possivelmente, na sua complexidade. Em contextos de acréscimo de novas funcionalidades e de alteração de funcionalidades já existentes, o tamanho do sistema tenderá a aumentar, sendo que, em contextos de extinção de funcionalidades obsoletas, tenderá a diminuir. De modo a garantir a estabilidade do sistema no decorrer e após a implementação destas alterações, a evolução funcional deve ocorrer de forma ou gradual ou pontual, conforme o contexto específico em questão. Uma evolução gradual caracteriza-se por variações ténues do tamanho do sistema de forma relativamente uniforme. Uma evolução pontual caracteriza-se por intervalos

curtos de rápida mudança intercalados com intervalos longos durante os quais o tamanho do sistema não se altera (Antón & Potts, 2003).

Na situação de obsolescência de funcionalidades, tipicamente, a sua permanência num sistema de software não tem influência no funcionamento das suas restantes funcionalidades. Contudo, as funcionalidades que já não estão a ser utilizadas contribuem para uma dimensão desnecessária do sistema. Desta forma, em circunstâncias nas quais estas funcionalidades não são referenciadas durante um período de tempo alargado, é pertinente recorrer à sua remoção como um processo automatizado. Este processo de exclusão de requisitos deve ocorrer de forma sistemática e estruturada sem afetar a estabilidade do sistema (Mannaert *et al.*, 2011).

Evolução Funcional do ERP para Supply Chain

A gestão de uma *supply chain* é uma tarefa complexa e desafiante cujo sucesso depende da eficiência e eficácia de cada um dos processos intervenientes na *supply chain* e da forma coordenada como estes atuam. Neste sentido, através da rentabilização dos esforços das organizações no alcance de uma gestão mais eficiente da *supply chain*, as tecnologias de informação (TI) desempenham um papel fundamental (Shatat & Udin, 2012). No contexto de uma organização que utilize um sistema integrado para suportar os seus processos de negócio, nomeadamente um sistema ERP, uma solução adequada pode passar por adicionar ao ERP um módulo que suporte os processos de *supply chain*. Este cenário assume como pressuposto que o fabricante do ERP disponibiliza um módulo especialmente dedicado aos processos de *supply chain*. Na perspetiva do fabricante, a integração deste módulo num sistema ERP já existente permite acrescentar valor a esta mesma solução e, desta forma, alcançar vantagem competitiva no mercado perante soluções que não suportem processos de *supply chain* (Tarn *et al.*, 2002).

Os sistemas ERP distinguem-se de outras soluções informáticas, de entre várias características, pela integração de vários processos de negócio de uma organização e pela forma centralizada como são armazenados os dados. Neste contexto, estas características aplicam-se ao módulo do ERP de suporte aos processos de *supply chain* que permitem que estes processos operem de forma integrada e sincronizada, alcançando uma comunicação e uma colaboração mais eficaz entre as várias áreas funcionais de uma organização (Su & Yang, 2010). Este módulo deve disponibilizar, para todos os intervenientes na *supply chain*, um fluxo de informação integrado e em tempo-real. Considerando uma situação na qual um funcionário regista um pedido no sistema, a informação relativa a essa transação é disponibilizada para todas as áreas funcionais intervenientes nos processos de *supply chain*

(Tarn *et al.*, 2002). Para além disso, parceiros de negócio externos à organização, nomeadamente fornecedores, distribuidores e retalhistas, também têm acesso à informação necessária, através de interfaces de acesso externo ao sistema ERP, para efetuarem o seu trabalho de forma eficiente.

A disponibilização de informação integrada, com qualidade e em tempo-real, permite que os sistemas ERP suportem a tomada de decisão operacional dos agentes organizacionais (Shatat & Udin, 2012). Contudo, este tipo de soluções informáticas não tem como objetivo suportar a tomada de decisão estratégica, que se salienta pelo facto de apresentar uma componente analítica limitada. Organizações que atuem neste contexto, podem acrescentar valor à sua solução através da integração do módulo do sistema ERP que suporta processos de *supply chain* com uma componente de BI&A. Desta forma, a organização está a evoluir funcionalmente a sua solução informática. Isto significa que os utilizadores do sistema estão a ter acesso a funcionalidades que não estavam disponíveis anteriormente. Neste caso, os agentes organizacionais podem aplicar métodos avançados de análise de dados que lhes permite alcançar as seguintes melhorias relativamente à sua *supply chain*:

1. *Previsão das necessidades dos clientes.* A capacidade dos sistemas de BI&A de encontrar relações entre os dados permite prever o comportamento de compra dos clientes. Esta informação faz com que as organizações se preparem antecipadamente de modo a cumprir a entrega das encomendas sem falhas, ou seja, as quantidades pedidas e dentro do prazo estabelecido.

2. *Avaliação do risco.* Os sistemas de BI&A permitem antecipar a possibilidade de ocorrência de um problema como, por exemplo, o atraso na entrega de uma encomenda. Com base nesta informação, a organização pode tomar medidas antecipadas para diminuir o impacto na eficiência da *supply chain*. Estas medidas podem passar por ajustar a rota de transporte da encomenda e o envio ao cliente de uma notificação relativamente à situação ocorrida.

3. *Rastreabilidade.* A rastreabilidade permite que a organização tenha acesso a informação relativa à localização e ao estado de cada artigo desde a produção até ao retalho. Os dados são recolhidos através de dispositivos implementados ao longo da *supply chain*. Os agentes organizacionais podem analisar estes dados em tempo-real e verificar se o desempenho atual da *supply chain* cumpre os valores estabelecidos através de KPIs (*key performance indicator*).

4. *Tempo de atuação.* A disponibilização de um módulo integrado com o sistema ERP que suporta processos de *supply chain* e um componente de BI&A deve permitir que o fluxo de informação se torne mais rápido desde o momento em que ocorre um evento até ao momento em que a organização toma decisões corretivas. As tecnologias de DW, ETL, OLAP e ferramentas de *report* devem permitir ao utilizador manipular a informação em tempo-real.

5. *Eficiência.* As análises executadas sobre os dados recolhidos ao longo dos processos de *supply chain* devem permitir obter informação relevante para o negócio, na qual os agentes organizacionais se baseiam para alcançar melhorias no seu desempenho, tal como por exemplo, a diminuição dos custos de produção e de transporte e diminuição dos tempos de entrega. Através de KPIs, os agentes organizacionais conseguem acompanhar o desempenho da *supply chain*.

A aplicação de técnicas de BI&A sobre os dados deve permitir aos agentes organizacionais compreender, por exemplo, se as encomendas da organização estão a ser entregues nos prazos acordados, se as quantidades pedidas estão a ser entregues na totalidade, qual o tempo médio de entrega das encomendas, quais os artigos mais pedidos e quais os artigos entregues mais rapidamente. Desta forma, os utilizadores deste tipo de soluções conseguem obter informação relevante para a melhoria da eficiência da *supply chain*, na qual se podem basear para a tomada de decisão estratégica.

Evolução Tecnológica de Soluções de Software

A evolução de software ao nível tecnológico diz respeito à necessidade de alteração das tecnologias nas quais assenta o software do produto que se encontra em exploração, com o objetivo de garantir, sobretudo, o bom desempenho e a interoperabilidade com o ecossistema em que se insere o produto de software. A evolução tecnológica pode implicar intervenção em vários níveis tecnológicos, tais como sistema operativo, protocolos de comunicação, tecnologias de programação ou ambientes de suporte à execução/disponibilização. À medida que um sistema de software evolui, é possível que o seu tamanho e complexidade aumentem, tornando-se desafiante garantir o seu contínuo funcionamento, bem como a integridade da sua arquitetura (Coelho, 2016).

A arquitetura de uma solução de software modela a sua estrutura a um alto nível de abstração, considerando os seus componentes e a relação que estes estabelecem entre si (Breivold *et al.*, 2012). Desta forma, uma evolução ao nível arquitetural permite planear e reestruturar o sistema, tendo em consideração o facto de que os seus vários componentes integrados geram um fluxo de informação ao longo de todo o sistema. Isto significa que a integração deve suportar a evolução dos componentes quer individualmente quer do sistema como um todo. Esta independência dos componentes permite que qualquer alteração exercida sobre um determinado componente não afete o desempenho e as características dos restantes componentes do sistema. Neste sentido, um sistema cuja arquitetura não é adaptável, certamente extinguir-se-á mais rapidamente do que uma arquitetura projetada tendo em conta possíveis mudanças (García-Holgado & García-Peñalvo, 2013).

A evolução de software ao nível arquitetural pode, então, ser considerada essencial na adaptação de um sistema a progressivas mudanças de requisitos, ao alcance de novas oportunidades de negócio e ao prolongamento do seu ciclo de vida (Breivold *et al.*, 2012). Neste sentido, uma adequada evolução arquitetural potencia uma evolução tecnológica também eficiente.

2.3 Supply Chain e Warehouse Management

O ambiente competitivo que se faz sentir nas organizações tem vindo a tornar-se cada vez mais complexo e intenso (Handoko *et al.*, 2015). Os mercados de negócio são caracterizados pela globalização, pela rápida mudança das tendências e pela orientação para a satisfação do cliente. A personalização dos pedidos, a variedade e qualidade dos produtos e a sua rapidez de entrega são fatores que influenciam a escolha do cliente perante as diversas alternativas no mercado (Li & Lin, 2006). Desta forma, o alcance de vantagem competitiva de uma organização não depende apenas do seu desempenho individual, nomeadamente do desempenho dos seus funcionários ou dos seus lucros (Su & Yang, 2010). Os mercados tornaram-se numa rede de negócios global na qual, para além do desempenho individual de uma organização, é também importante considerar a forma como é gerida a sua *supply chain* e/ou a sua interoperabilidade com a *supply chain* de uma outra organização (Shatat & Udin, 2012). Este último cenário retrata o modelo de negócio *business-to-business* (B2B) que é definido como o estabelecimento de uma relação económica entre duas organizações e que se tem vindo a tornar uma prática recorrente.

2.3.1 Conceitos de Supply Chain

Uma *supply chain* é uma rede composta por entidades, como clientes e fornecedores, na qual ocorrem trocas de materiais e de informação e que abrange um conjunto de atividades como, por exemplo, o planeamento, a produção, o armazenamento e a distribuição de produtos que se encontram repartidas por várias áreas funcionais de uma organização (Handoko *et al.*, 2015). Com a globalização da oferta, surgiu a necessidade de as organizações procurarem formas mais eficazes de coordenar esse fluxo de materiais e de informação, de modo a satisfazerem um pedido de um cliente de acordo com a seguinte filosofia: “*the right product, in the right place, at the right price, at the right time, and in the right condition*” (Shatat & Udin, 2012). Um fator determinante na garantia de uma gestão mais eficiente de *supply chain* é o estabelecimento de uma relação próxima, no que diz respeito à comunicação entre as várias entidades intervenientes na rede, nomeadamente entre a organização e os seus fornecedores, transportadores e clientes (Mentzer *et al.*, 2001). Esta proximidade deve promover valores como a confiança, o comprometimento e a cooperação entre essas mesmas entidades, de tal modo que a

organização consiga atingir os seguintes objetivos: redução dos custos incorridos ao longo de toda a *supply chain* para a entrega de um produto ou prestação de um serviço e melhoria desse produto ou serviço, através da redução do tempo de entrega e da melhoria da sua qualidade (Su & Yang, 2010).

As TI desempenham um papel fundamental nesta temática de gestão eficiente de uma *supply chain*. A globalização dos mercados de negócio leva a que as entidades constituintes da rede possam estar localizadas em qualquer parte do mundo, o que dificulta o estabelecimento de uma comunicação próxima (Gunasekaran & Ngai, 2004). Surge, então, a necessidade de recorrer a tecnologia capaz de integrar os vários processos envolvidos na *supply chain* e, deste modo, facilitar a partilha de informação entre os vários parceiros de negócio. O investimento das organizações em SI pode ser considerado uma das soluções necessárias para agilizar este processo de recolha, processamento e análise de informação proveniente de várias fontes e a formulação de uma resposta eficiente (Trkman, 2010). A disponibilização de informação integrada, com qualidade e em tempo-real permite uma melhoria da sincronização dos processos da *supply chain* que, por sua vez, leva a uma redução dos custos que a organização incorre ao longo das várias atividades necessárias para a entrega de um produto ou prestação de um serviço, nomeadamente custos de inventário e de transporte de mercadorias. Para além disso, esta sincronização dos processos, permite também aumentar a taxa de encomendas atendidas e reduzir o seu tempo de entrega. Neste sentido, a implementação de um SI numa organização pode ter um grande impacto no desempenho da *supply chain*, uma vez que, através da sincronização dos processos envolvidos na rede, é possível alcançar melhorias em termos de custos, tempo e qualidade, o que, consequentemente, contribui positivamente para a satisfação do cliente e para a solidez da relação estabelecida entre a organização e os seus parceiros de negócio (Qrunfleh & Tarafdar, 2014).

A partilha de informação é, então, um fator determinante para o alcance de uma *supply chain* eficiente. Contudo, é necessário garantir a qualidade dessa mesma informação, que inclui características como a precisão, a pontualidade, a adequação e a credibilidade. Tipicamente, à medida que a informação vai sendo transmitida ao longo da *supply chain*, verifica-se a distorção do seu conteúdo. Em alguns contextos, essa distorção pode ocorrer propositadamente, uma vez que as organizações que atuam dessa forma consideram a divulgação de informação uma perda de poder perante os seus concorrentes. Problemas como a distorção, o atraso e a imprecisão da informação podem ser causados pela falta de alinhamento da visão estratégica entre todas as entidades intervenientes na *supply chain*, que tem como consequência uma atuação ineficiente da organização (Qrunfleh & Tarafdar, 2014). Portanto, a partilha aberta de informação relacionada com, por exemplo, níveis de inventário, previsões de vendas e estratégias de marketing reduz o ambiente de incerteza entre os parceiros da rede (Mentzer *et al.*, 2001). Neste sentido, as organizações devem considerar os seguintes aspetos: que informação está a ser

partilhada, quando está a ser partilhada, como está a ser partilhada e com quem está a ser partilhada, de modo a potenciar o impacto positivo dessa partilha (Qrunfleh & Tarafdar, 2014).

A melhoria da eficiência de uma *supply chain*, tal como mencionado anteriormente, tem uma grande influência no desempenho global de uma organização, pelo que é cada vez mais relevante que estas invistam nesta temática, através da sua inclusão no seu planeamento estratégico, de forma a garantir a satisfação dos clientes e o alcance de vantagem competitiva na economia global.

2.3.2 Conceitos de *Warehouse Management*

Como consequência da globalização dos mercados de negócio, os processos de logística interna tornaram-se mais complexos. Atualmente, de uma forma generalizada, uma *supply chain* abrange um maior número de parceiros de negócio que podem estar localizados em qualquer lugar do mundo, solicitam uma maior variedade de produtos e são obrigados a lidar com condições mais restritas relativamente à documentação de transporte de encomendas (Poon et al., 2009). Neste sentido, surge a necessidade de dedicar especial atenção a WM, uma das várias áreas envolvidas na gestão de *supply chain*, tal como ilustra a figura 4.



Figura 4 – *Warehouse management* como uma atividade de *supply chain management*

Atualmente, os armazéns desempenham um papel crucial no sucesso do negócio de uma organização enquanto componentes de interligação das entidades intervenientes na *supply chain*. Estes não operam apenas como centros de armazenamento, mas como meios para a criação de valor, uma vez que a sua gestão tem impacto nos custos e na qualidade do serviço prestado pelas organizações (Faber *et al.*, 2013). Tipicamente, em qualquer armazém, são realizadas as seguintes atividades:

1. *Receiving*. Esta atividade envolve o descarregamento de produtos, provenientes de fornecedores, nas docas de receção e o seu registo no sistema informático a partir de uma etiqueta como, por exemplo, um código de barras. Posteriormente, são verificadas características como o tipo, a quantidade e a qualidade do produto, de forma a assegurar que as especificações das encomendas são cumpridas. De seguida, os produtos são transportados para a área de armazenagem (Berg & Zijm, 1999).

2. *Put away*. Esta atividade envolve a verificação da respetiva posição de armazenamento de um produto e a sua colocação física nessa mesma posição (Frazelle, 2002).

3. *Picking*. Em primeiro lugar, esta atividade envolve a seleção de uma encomenda para proceder ao seu atendimento. De seguida, é verificada a disponibilidade dos produtos pedidos, são recolhidos da sua posição de armazenamento e entregues na área de embalamento. A recolha dos produtos é registada no sistema informático da organização.

4. *Packing*. Esta atividade implica agrupar e embalar os produtos de acordo com as especificações de cada encomenda, sendo que a cada uma são anexados o documento de expedição e a fatura. De seguida, as encomendas são transferidas para a área de expedição (Frazelle, 2002).

5. *Shipping*. Esta atividade envolve a verificação do tipo, da quantidade e da qualidade dos produtos de cada encomenda, de forma a assegurar que as suas especificações são cumpridas. De seguida, as encomendas são carregadas no veículo de transporte e enviadas para o seu respetivo destino (Berg & Zijm, 1999).

WM tem como objetivo a coordenação dos processos e atividades relacionadas com o armazém, através do seu planeamento e controlo (Faber *et al.*, 2013). Tipicamente, são aplicadas estratégias adequadas ao contexto específico da organização, de forma a atingir os seguintes objetivos: redução do nível e dos custos de inventário, redução dos custos de transporte e otimização do armazenamento e da distribuição dos produtos (Berg & Zijm, 1999). Estas melhorias terão impacto na eficiência de toda a *supply chain*, nomeadamente no custo total das operações, no tempo de entrega das encomendas e na sua qualidade.

WM revela ser um processo complexo, uma vez que é necessário ter em consideração um conjunto alargado de aspetos relacionados com as várias atividades realizadas no armazém como, por exemplo: a gestão de inventário, o dimensionamento e a organização do armazém, métodos de *picking*, a seleção do equipamento e o dimensionamento da equipa de trabalho. Na tabela 1, são referidos alguns desses aspetos e são mencionados alguns exemplos de abordagens possíveis de adotar. É de salientar que cada organização deve avaliar fatores como a dimensão e o contexto de negócio no qual atua, de forma a implementar as estratégias de WM que melhor se enquadram.

Tabela 1a – Exemplos de abordagens de warehouse management (parte 1)

Aspeto	Exemplo de abordagem	Descrição
Gestão de inventário	JIT (<i>Just-In-Time</i>)	Filosofia que promove a eliminação de qualquer atividade que envolva custos indiretos, nomeadamente movimentações evitáveis e esperas desnecessárias. A organização apenas compra/produz/transporta um produto quando necessário, de forma a minimizar o nível de inventário.
	FIFO (<i>First-In-First-Out</i>)	Os primeiros produtos armazenados são os primeiros a ser retirados. Desta forma, os produtos que constam em inventário são os produtos armazenados mais recentemente.
	LIFO (<i>Last-In-First-Out</i>)	Os produtos colocados em último lugar no armazém são aqueles que são retirados em primeiro lugar. Assim, os primeiros produtos armazenados permanecem em inventário durante um período maior.
	<i>Cross-docking</i>	Método no qual os produtos são diretamente transferidos da receção para a expedição. As instalações da organização são apenas um ponto de transferência da mercadoria, o que permite a redução de custos de inventário e do tempo de envio das encomendas.
Dimensionamento do armazém	<i>Lagrange multiplier</i>	Método através do qual o espaço necessário para o armazenamento é calculado com base na possibilidade de a organização receber todas as encomendas ao mesmo tempo.
Organização do armazém	Divisão em duas áreas: <i>forward</i> e <i>reserved</i>	<i>Forward</i> : área utilizada para o armazenamento de produtos cujo tipo e quantidade são previamente determinados. <i>Reserved</i> : área utilizada para reabastecer a área <i>forward</i> e para o armazenamento de produtos que não estão atribuídos a essa mesma área.
	Classificação ABC	Método no qual o critério de armazenamento é baseado na rotatividade do produto, sendo que os produtos com maior rotatividade são da classe “A”. Tipicamente, estes produtos localizam-se mais perto do cais de carga, enquanto que os que têm menor rotatividade são colocados mais afastados das saídas do armazém.
	Por tipo de local de disposição	Os produtos são armazenados tendo em conta o local onde serão colocadas como, por exemplo, diretamente no solo, em prateleiras normais, em prateleiras <i>push-back</i> ou em prateleiras <i>bin</i> .

Tabela 1b – Exemplos de abordagens de warehouse management (parte 2)

Aspeto	Exemplo de abordagem	Descrição
Método de picking	<i>Batch picking</i>	Os operadores recolhem vários produtos do mesmo tipo e de diferentes encomendas ao mesmo tempo, diminuindo o número de deslocações e satisfazendo um maior número de encomendas.
	<i>Zone picking</i>	O armazém é dividido por zonas e cada operador é responsável pela recolha dos produtos apenas da zona que lhes está atribuída.
	<i>Wave picking</i>	Os produtos são selecionados e recolhidos de acordo com um critério definido pela organização. Por exemplo, tendo em conta o destino, a transportadora ou o modo de embalagem.

2.3.3 Warehouse Management Systems

Atualmente, a medição do desempenho dos processos de *supply chain* é considerada uma atividade crucial para o sucesso do negócio de uma organização. A medição do desempenho pode ser definida como “*the process of quantifying the effectiveness and efficiency of action. Effectiveness is the extent to which a customer’s requirements are met and efficiency measures how economically a firm’s resources are utilized when providing a pre-specified level of customer satisfaction*” (Sharahi & Abedian, 2009). Em contextos tradicionais, o desempenho é avaliado através de expressões vagas como “adequado” ou “fraco”, informação com pouco valor para o processo de tomada de decisão dos agentes organizacionais (Beamon, 1999). Nos atuais ambientes de negócio, nos quais a informação com qualidade é considerada o recurso mais importante, surge a necessidade de recorrer a abordagens mais objetivas (Alrababah *et al.*, 2016). Estas abordagens requerem tecnologia capaz de integrar e monitorizar em tempo-real os processos operacionais relativos à *supply chain*, nomeadamente o processo de WM, de forma a que os agentes organizacionais tomem conhecimento do seu atual funcionamento e atuem em conformidade com a estratégia organizacional (Masayna *et al.*, 2007). Neste sentido, a implementação de um *warehouse management system* (WMS) pode ser considerada uma das soluções adequadas para organizações neste contexto.

Um WMS consiste num SI que suporta as operações diárias de uma organização relacionadas com o armazém, controlando as movimentações e o armazenamento dos produtos. Mais concretamente, estes sistemas monitorizam o fluxo de entrada de materiais que inclui atividades como *receiving* e *put-away* e o fluxo de saída de materiais que inclui atividades como *picking*, *packing* e *shipping*, bem como processos de devolução (Dotoli *et al.*, 2015). A integração de WMS com tecnologias de BI&A

permite melhorar a eficiência da *supply chain* através da otimização dos seus processos baseada na monitorização e análise de métricas e KPIs. Uma métrica é uma medida que, tipicamente, quantifica um determinado comportamento, enquanto que um KPI é um indicador definido a partir de métricas e é utilizado para medir o progresso da organização relativamente aos objetivos de negócio estabelecidos (Stefanovic, 2014). Tipicamente, os KPIs recorrem a dados históricos para análises retrospectivas como, por exemplo, a comparação do nível de inventário do mês passado relativamente ao objetivo previamente definido. Para além disso, através de algoritmos de mineração de dados, estes *insights* permitem realizar análises preditivas do desempenho da *supply chain* e tomar ações proativas baseadas nestas previsões. Esta monitorização e análise de KPIs relativamente a objetivos previamente estabelecidos permite acrescentar valor aos grandes volumes de dados gerados diariamente por uma organização e, desta forma, os agentes organizacionais podem obter uma visão objetiva de potenciais problemas e oportunidades de investimento (A. Ramaa *et al.*, 2012). Mais concretamente, este tipo de sistemas permite detetar e colmatar problemas como informação incorreta e desatualizada relativa a inventários (nível de inventário, capacidade do armazém e localização dos produtos), ineficiência do processo de recolha e de distribuição de produtos e ineficiência no controlo da qualidade. Para além disso, o estabelecimento de métricas padrão permite que uma organização compare os seus resultados de desempenho com os resultados de organizações concorrentes melhor classificadas no mercado de negócios.

Tal como referido anteriormente, uma *supply chain* envolve várias entidades, processos e atividades cujo desempenho individual influencia o desempenho dos restantes e que, por sua vez, influencia o desempenho global da cadeia (Chan, 2003). Neste sentido, as métricas e os KPIs estabelecidos pelas organizações devem considerar todos estes elementos e ao nível estratégico, tático e operacional. As características específicas da organização como, por exemplo, o seu contexto de atuação, a sua dimensão e a complexidade da sua *supply chain* devem também ser consideradas no decorrer do processo de seleção de métricas e KPIs. Na tabela 2, são referidos alguns exemplos de métricas e KPIs de WM.

Tabela 2 – Exemplos de métricas e KPIs de warehouse management

Métrica/KPI	Definição
Entrega Pontual	Percentagem de encomendas entregues dentro do prazo estabelecido.
Tempo de Ciclo de Encomenda	Tempo médio desde a receção de uma encomenda até ao momento da sua entrega ao destinatário.
Taxa de Devolução	Percentagem de encomendas devolvidas.
Rotatividade do Inventário	Número de vezes que o inventário é vendido e substituído num determinado período.
Taxa de Utilização do Armazém	Percentagem do armazém ocupada pelo inventário (metros quadrados).
Taxa de Inventário Obsoleto	Percentagem de produtos que não é vendida durante um longo período, e que não se prevê que seja vendido num futuro próximo.
Taxa de Produtos Esgotados	Percentagem de produtos que não estão disponíveis em inventário.
Encomendas por Hora	Número médio de encomendas enviadas por hora.
Custo de Encomenda por Total de Vendas	Valor médio incorrido por cada encomenda relativamente ao valor total das vendas num determinado período.

3 AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE SUPORTE A SOLUÇÕES ANALÍTICAS

Neste capítulo são apresentadas as tecnologias Elastic Stack e Power BI no âmbito da sua experimentação e avaliação, com o objetivo de selecionar a tecnologia que melhor cumpre as expectativas da PRIMAVERA enquanto tecnologia de suporte à conceção de artefactos de natureza analítica (*dashboards* e *reports*). A escolha destas duas tecnologias foi realizada pela PRIMAVERA, por considerar que são as que se enquadram na estratégia tecnológica da empresa no que diz respeito à evolução do produto EyePeak.

Existem publicadas diversas abordagens para comparar tecnologias de suporte à conceção de artefactos de natureza analítica (Aquila *et al.*, 2008; Rusaneanu, 2013; Leite *et al.*, 2018). Por ser a mais recente, nesta dissertação é utilizada a abordagem sugerida em (Leite *et al.*, 2018), que considera sete categorias de características (*functionality, operational software characteristics, documentation, support and service, software technology attributes, community and adoption, development process*), sendo a primeira categoria desagregada em onze características concretas (*dashboards, interactive visualization, OLAP, real time information, ETL, mobile BI, self-service BI, all-in-one installation, cloud BI, collaboration, Hadoop/NoSQL*). As experiências efetuadas com o Elastic Stack e o Power BI, abaixo relatadas, permitiram o desenvolvimento de conhecimento prático relativamente a essas tecnologias por forma a tornar possível a análise comparativa descrita no final desta secção.

3.1 Teste e Avaliação do Elastic Stack

O Elastic Stack consiste numa tecnologia analítica criada pela empresa Elastic e que é constituída por um conjunto de produtos *open source* (Elasticsearch, Logstash, Beats e Kibana), ilustrados na figura 5, que permite pesquisar, analisar e visualizar dados em tempo-real. No contexto deste trabalho, é feita a experimentação dos produtos Elasticsearch, Logstash e Kibana, instalados na versão 7.2.0, sendo que o motivo pelo qual o produto Beats não é testado é abordado mais à frente.

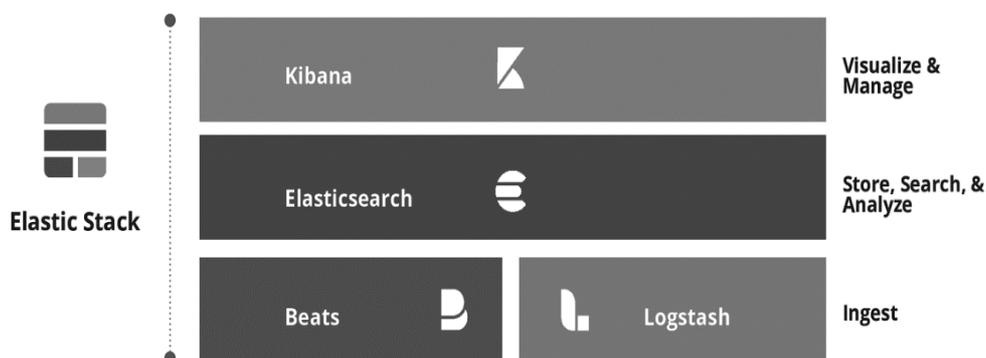


Figura 5 – Componentes do Elastic Stack (retirado de <https://www.elastic.co/pt>)

O Elastic Stack disponibiliza também um conjunto adicional de funcionalidades (anteriormente designado de X-Pack) relativas, por exemplo, à segurança, à monitorização de dados e à aplicação de algoritmos de *machine learning*, tal como ilustra a figura 6.



Figura 6 – Funcionalidades adicionais disponíveis no Elastic Stack (retirado de <https://www.elastic.co/pt>)

Elasticsearch

O Elasticsearch é uma base de dados do tipo NoSQL que permite procurar e analisar um grande volume de dados em tempo-real. Distingue-se de soluções mais convencionais pela sua rapidez no acesso aos dados, devido à forma como são armazenados. Os dados são carregados palavra a palavra no Elasticsearch recorrendo a documentos formatados segundo a norma JSON (*JavaScript Object Notation*). As palavras são armazenadas por ordem alfabética e cada uma é identificada através do id do documento a que pertence e a posição que ocupa nesse mesmo documento.

O Elasticsearch é baseado no Apache Lucene, um motor de busca *full-text* de alto desempenho, e utiliza uma *restful* API. Esta forma de armazenamento e de procura dos dados evita que o Elasticsearch percorra todos os documentos até encontrar as palavras procuradas pelo utilizador. Este acede às palavras procuradas rapidamente, devido à sua disposição por ordem alfabética, identifica os ids aos quais cada uma das palavras está associada e apresenta ao utilizador os documentos comuns às palavras procuradas.

Considerando o exemplo ilustrado na figura 7, no qual um utilizador pretende procurar a sequência de palavras “good party”. A palavra “good” está associada aos documentos 2, 4, 6 e 8 e a palavra “party” está associada aos documentos 6 e 8. Pela forma como os dados são armazenados, a procura da sequência “good party” no Elasticsearch devolve uma resposta rapidamente, acedendo aos ids dos documentos associados a cada uma das palavras da sequência e apresentando, de seguida, ao utilizador os documentos comuns a ambas as palavras procuradas, neste caso, os documentos 6 e 8.

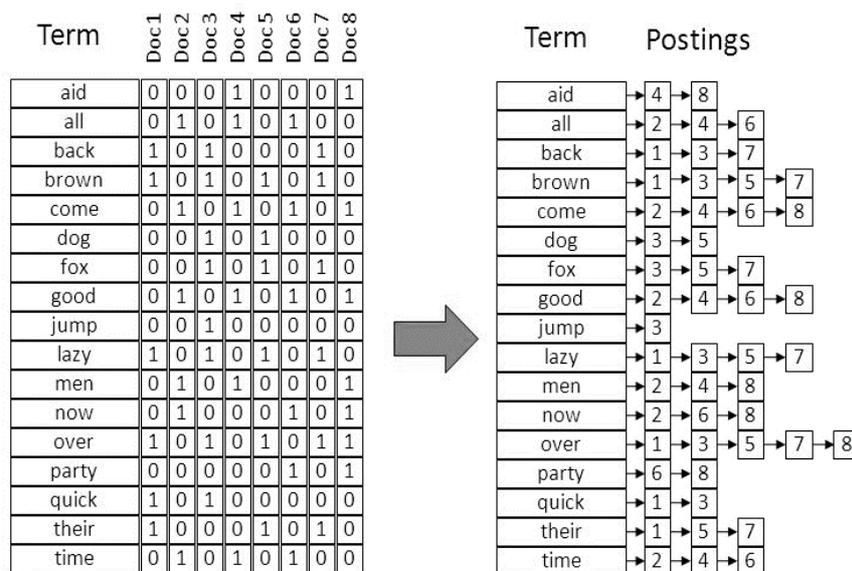


Figura 7 – Exemplo de um armazenamento de dados no Elasticsearch (retirado de <https://www.elastic.co/pt>)

O Elasticsearch utiliza uma terminologia muito própria comparativamente com as designações utilizadas em contexto de bases de dados relacionais, pelo que a tabela 3 apresenta um mapeamento entre ambas as terminologias.

Tabela 3 – Mapeamento de termos entre uma base de dados relacional e o Elasticsearch

Base de dados relacional	Elasticsearch
Base de dados	<i>Index</i>
Tabela	<i>Type</i>
Linha	<i>Document</i>
Coluna	<i>Field</i>

Logstash

O Logstash é o componente do Elastic Stack responsável por extrair, transformar e carregar os dados para o Elasticsearch. Para isso, é necessário criar um ficheiro, designado de *pipeline*, no qual é estabelecida a ligação entre a fonte de dados e o Elasticsearch e são definidas as transformações a efetuar sobre os dados. O Logstash aceita dados de qualquer fonte e em qualquer formato, tal como ilustra a figura 8.

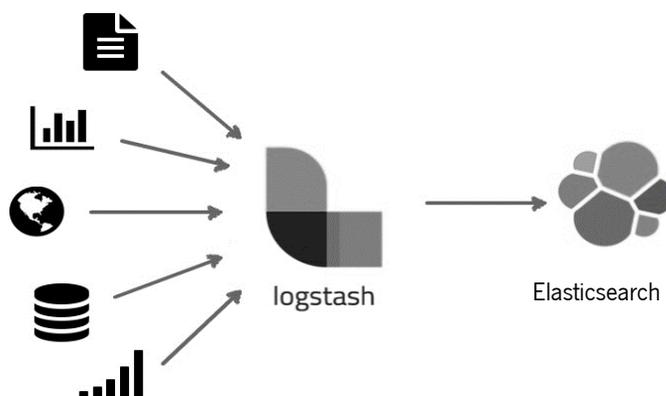


Figura 8 – Ligação de fontes de dados ao Elasticsearch através do Logstash
(retirado de <https://www.elastic.co/pt>)

A *pipeline* é desenvolvida em formato JSON e nela deve ser definido, obrigatoriamente, um *input* e um *output*, tal como ilustrado na figura 9. No *input* é definida a ligação à fonte de dados que, neste caso, corresponde ao SQL Server. No *output* é definido o local onde os dados são carregados e o nome, em letras minúsculas, do *index* que é criado quando a *pipeline* é executada. Neste caso os dados são carregados na porta 9200 que é utilizada por omissão pelo Elasticsearch. Qualquer transformação a

aplicar sobre dados é também definida neste ficheiro através de filtros. O nome do ficheiro tem a extensão “conf” e deve ser guardado na diretoria C:\Logstash-7.2.0.

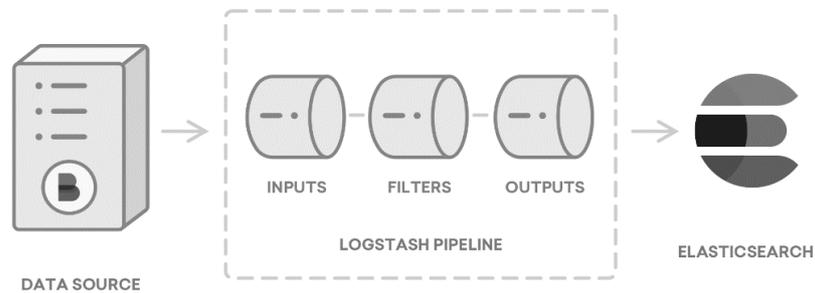


Figura 9 – Ligação de uma fonte de dados ao Elasticsearch através de uma pipeline do Logstash (retirado de <https://www.elastic.co/pt>)

No contexto desta experiência, foi criada a *pipeline* ilustrada na figura 10, na qual é estabelecida a ligação do Elasticsearch à fonte de dados que corresponde a uma base de dados disponível no ERP PRIMAVERA importada para o ambiente SQL Server.

```
input {
  jdbc {
    jdbc_driver_library => "C:/Program Files/sqljdbc_4.2/enu/jre8/sqljdbc42.jar"
    jdbc_connection_string => "jdbc:sqlserver://ISILVERIO:1433;databaseName=PRIGI2018;user=sa;password=Sa2019.Ines"
    jdbc_driver_class => "com.microsoft.sqlserver.jdbc.SQLServerDriver"
    jdbc_user => "xxx"
    last_run_metadata_path => "C:/Users/Ines.Silverio/.logstash_jdbc_last_run"
    schedule => "* * * * *"

    statement => "SELECT * FROM [PRIGI2018].[dbo].[V_VendasKibana] order by data DESC"
  }
}

output {
  elasticsearch {
    hosts => ["localhost:9200"]
    index => "sales_primavera"
  }
}
```

Figura 10 – Exemplo de uma pipeline de ligação do Elasticsearch ao SQL Server

Após a execução da *pipeline*, é possível verificar a criação do *index* no Elasticsearch que, neste caso, é designado de “sales_primavera”, tal como ilustra a figura 11.

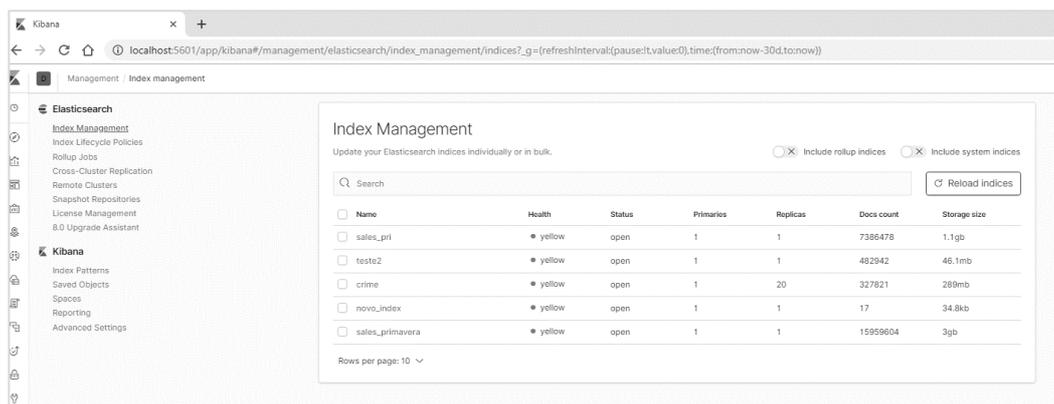


Figura 11 – Criação automática de um index no Elasticsearch

No caso de serem inseridos novos dados na fonte após o Logstash já ter executado o ficheiro de configuração e, conseqüentemente, extraído os dados dessa mesma fonte, é necessário executar novamente o Logstash. No entanto, a execução manual do Logstash para manter o Elasticsearch atualizado com os novos registos produzidos pela fonte de dados torna-se impraticável para grandes volumes de dados. Desta forma, a solução passa por criar um agendamento do Logstash, isto é, uma seqüência temporal segundo a qual este sistema deve executar automaticamente. O agendamento deve ser definido no *input* do ficheiro de configuração do Logstash, tal como está ilustrado na figura 12. A seqüência de cinco asteriscos representa, da esquerda para a direita: minuto, hora, (do) mês, (ao) mês, dia. Neste caso, está a ser definido que o Logstash deve ser executado de minuto a minuto.

```
input {
  jdbc {
    jdbc_driver_library => "C:/Program Files/sqljdbc_4.2/enu/jre8/sqljdbc42.jar"
    jdbc_connection_string => "jdbc:sqlserver://ISILVERIO:1433;databaseName=PRIGI2018;user=sa;password=Sa2019.Ines"
    jdbc_driver_class => "com.microsoft.sqlserver.jdbc.SQLServerDriver"
    jdbc_user => "xxx"
    last_run_metadata_path => "C:/Users/Ines.Silverio/.logstash_jdbc_last_run"
    schedule => "*" * * * * *

    statement => "SELECT * FROM [PRIGI2018].[dbo].[V_VendasKibana] order by data DESC"
  }
}
```

Figura 12 – Exemplo de uma pipeline de agendamento do Logstash

Beats

Os Beats são um conjunto de agentes transportadores de dados, desde a sua fonte até ao Elasticsearch. Para recorrer a um qualquer Beat, este deve ser descarregado e instalado na máquina em utilização. A Elastic desenvolveu vários Beats, representados na figura 13, sendo que cada um se aplica a um tipo específico de dados. No caso de nenhum se enquadrar no contexto no qual o utilizador está a trabalhar, é possível desenvolver o seu próprio Beat.

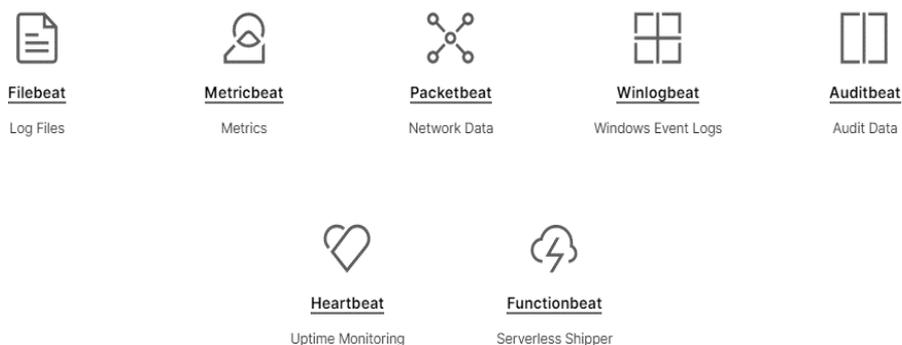


Figura 13 – Beats criados pela Elastic (retirado de <https://www.elastic.co/pt>)

Inicialmente, o Elastic Stack foi designado de ELK, pelo facto de ser constituído apenas pelo Elasticsearch, Logstash e Kibana. Contudo, verificou-se que o Logstash ocupa uma quantidade significativa de memória, exige a uma complicada configuração e o processamento e carregamento de dados é bastante lento. Estes problemas são justificados pelo facto de o Logstash exigir a *Java Virtual Machine* (JVM) para o seu funcionamento e devido a situações nas quais é necessário aplicar bastantes transformações sobre os dados ou executar múltiplas *pipelines*. Desta forma, surgiu a necessidade de criar um produto independente de qualquer outro sistema, que consumisse poucos recursos e que fosse mais eficiente que o Logstash no processamento e carregamento de dados. A Elastic criou, então, os Beats e alterou a designação de ELK para Elastic Stack. Contudo, em comparação com o Logstash, os Beats não contemplam a opção de aplicar transformações sobre dados e, tal como referido acima, cada Beat só opera com um tipo específico de dados.

O processo de extração de dados e o seu posterior carregamento no Elasticsearch pode ocorrer através da utilização do Logstash, dos Beats, ou a combinação dos dois componentes, tal como ilustra a figura 14. Esta decisão deve ser tomada através da análise das vantagens e desvantagens de cada um, tendo em consideração o contexto no qual se está a atuar. Considerando que nesta experiência a fonte de dados corresponde a uma base de dados implementada em SQL Server e que nenhum Beat disponibilizado pela Elastic se adequa a este contexto, recorreu-se exclusivamente ao Logstash.

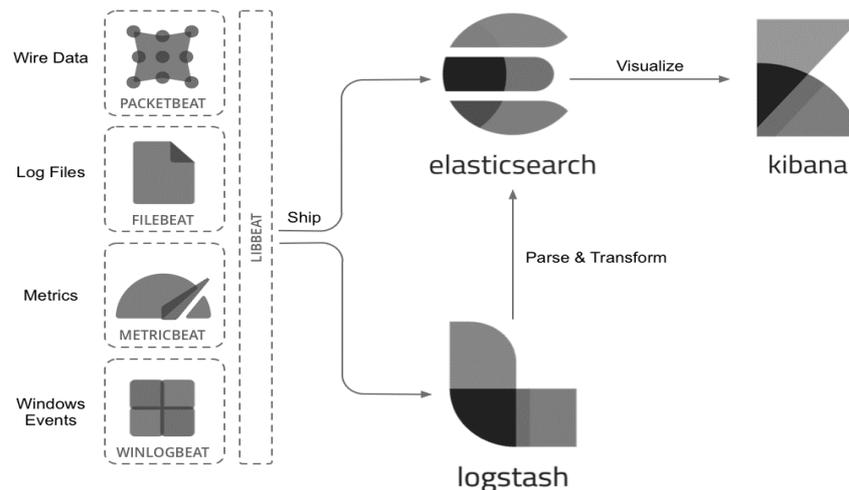


Figura 14 – Arquitetura do Elastic Stack (retirado de <https://www.elastic.co/pt>)

Kibana

O Kibana é o componente do Elastic Stack que permite a visualização de dados. Este encontra-se integrado com o Elasticsearch, o que faz com que seja, por omissão, a plataforma de visualização dos dados armazenados no Elasticsearch. É possível criar vários tipos de gráficos, mapas e outras representações diagramáticas capazes de ser utilizadas na construção de *dashboards*. Uma vez que o Kibana foi desenvolvido para tratar um grande volume de dados, este permite criar *dashboards* dinâmicas capazes de suportar a atualização de dados em tempo - real.

Neste contexto experimental, foi possível criar um *dashboard* a partir dos dados armazenados no *index* “sales_primavera”. Através do *dashboard* é possível analisar o volume de vendas ao longo do ano de 2018 do cliente da PRIMAVERA ao qual corresponde a base de dados utilizada neste contexto, nomeadamente a distribuição geográfica e a variação ao longo desse mesmo ano, tal como ilustra a figura 15. Nesse *dashboard* apenas são apresentados os dados que foram inseridos no Elasticsearch nos últimos 15 minutos.

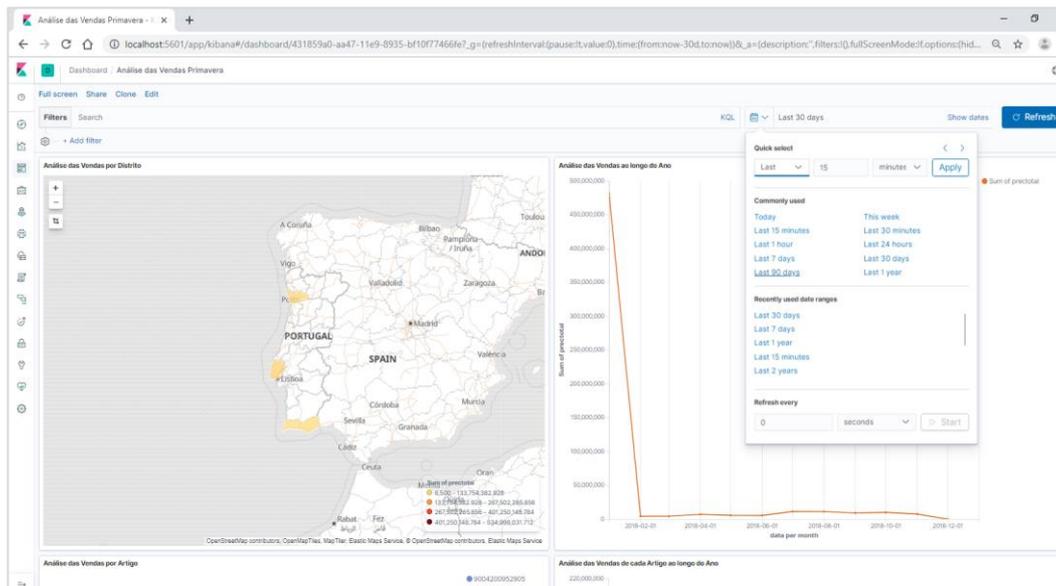


Figura 15 – Dashboard ilustrativa Kibana

3.2 Teste e Avaliação do Power BI

O Power BI é uma ferramenta da Microsoft que disponibiliza uma coleção de serviços de software, aplicações e conectores que permite transformar dados provenientes de várias fontes em informação que acrescenta valor a uma qualquer área de negócio. Esta tecnologia de BI permite analisar dados em tempo-real e partilhar a informação obtida de forma interativa e visualmente apelativa com qualquer pessoa interna ou externa a uma organização.

O Power BI apresenta como principais componentes o Power BI Desktop e o Power BI Service, sendo que a forma como um utilizador interage com estes componentes varia de acordo com a sua função de trabalho. O Power BI distingue dois tipos de utilizadores, designados de *criador* e de *consumidor*. Um *criador* está associado à aplicação de técnicas de BI&A sobre os dados, de forma a extrair informação relevante para o negócio de uma organização. Em contrapartida, um *consumidor* caracteriza-se como um utilizador final de informação, nomeadamente através da sua análise e monitorização, na qual se apoia para o processo de tomada de decisão.

O Power BI Desktop permite estabelecer ligação com fontes de dados, aplicar transformações sobre os dados, explorá-los e obter *insights*, enquanto que o Power BI Service, apesar de também disponibilizar ferramentas de exploração de dados, está projetado para a partilha e consumo de informação. Um utilizador pode publicar no Power BI Service o trabalho que desenvolveu (conteúdo) no Power BI Desktop e, a partir deste serviço *web*, partilhá-lo com colegas ou clientes. Por sua vez, estes

utilizadores podem analisar e interagir com a informação à qual lhes foram atribuídas permissões de acesso. Esta dinâmica de utilização do Power BI encontra-se ilustrada na figura 16.

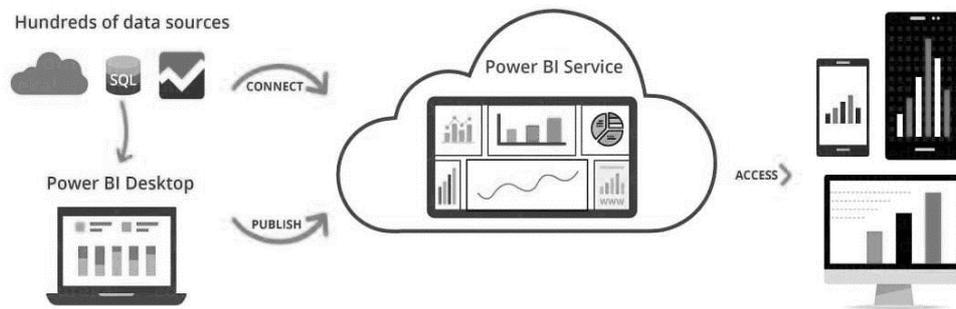


Figura 16 – Componentes do Power BI (adaptado de <https://www.udemy.com/>)

O Power BI utiliza uma terminologia própria pelo que são apresentadas as seguintes definições de conceitos:

1. *Conjunto de dados*: coleção de dados importada para o Power BI para, posteriormente, o utilizador proceder à sua exploração através da criação de métricas e KPIs. Um conjunto de dados corresponde a uma única origem como, por exemplo, um ficheiro Excel no OneDrive.

2. *Elemento visual/Visualização*: representação dos dados sob a forma de gráfico em cascata, mapa de árvore, cartão ou tabela, por exemplo. Um *elemento visual* permite que a informação seja apresentada de uma forma apelativa e de fácil compreensão.

3. *Report*: coleção de *elementos visuais* que revelam informação de um único *conjunto de dados* sob várias perspetivas e que pode ser criado tanto a partir do Power BI Desktop como do Power BI Service. Um *report* pode ter mais do que uma página e, para além dos filtros aplicados a cada *elemento visual*, podem também ser aplicados filtros que afetam mais do que um ou todos os elementos de uma página.

4. *Dashboard*: representação dos dados numa única página, designada de tela, organizada por *mosaicos*. Um *mosaico* pode ser criado a partir de um *report*, de ferramentas como o Excel, de imagens e vídeos disponíveis localmente, de conteúdos *web*, entre outras opções. Um *dashboard* deve reunir as métricas e os KPIs mais importantes para que os agentes organizacionais consigam, de uma forma clara e objetiva, obter a informação e passar ao processo de tomada de decisão. Um *dashboard* apresenta limitações ao nível da aplicação de filtros.

Power BI Desktop

O Power BI Desktop é um componente que se instala localmente e que permite estabelecer ligação com dados de diferentes origens, disponibilizando mais de cento e vinte conetores gratuitos para a extração de dados a partir de, por exemplo, folhas de cálculo do Excel, serviços *cloud* e bases de dados locais. No contexto desta experiência, a partir do Power BI Desktop, instalado na versão 2.90.782.0 64-bit, foi estabelecida a ligação a uma base de dados proveniente do produto EyePeak da PRIMAVERA e importada para o ambiente SQL Server.

Ainda nesta fase de carregamento dos dados, é possível modelá-los a partir de um editor do Power BI Desktop, designado de *Power Query*, que disponibiliza uma grande variedade de transformações, nomeadamente alterar o nome das colunas e tabelas, remover linhas ou colunas, alterar os tipos de dados ou combinar dados de diferentes origens. Estas transformações não têm necessariamente de ser aplicadas nesta fase inicial do processo de exploração de dados. Após concluído o processo de carregamento de dados, o Power BI identifica as relações estabelecidas entre as tabelas selecionadas anteriormente e gera automaticamente um modelo de dados, tal como ilustra a figura 17.

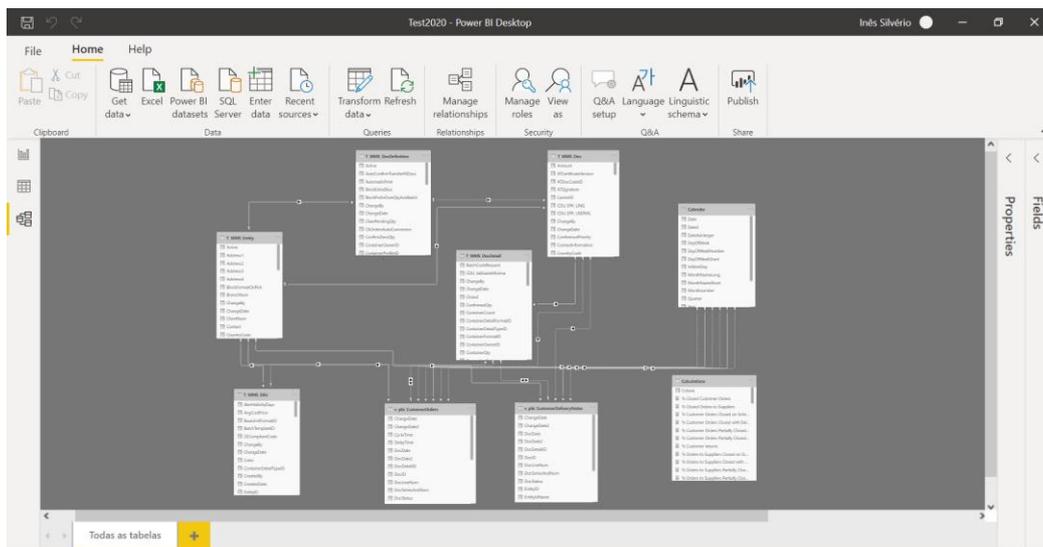


Figura 17 – Exemplo de um modelo de dados gerado automaticamente pelo Power BI

O Power BI Desktop permite produzir análises sob a forma de *reports* interativos, que podem ter várias páginas, constituídos por *elementos visuais* como, por exemplo, gráficos de linhas, gráficos circulares e tabelas, agrupados de forma lógica, estruturada e visualmente apelativa, que revelam informação na qual o gestor de uma organização se pode basear para suportar o processo de tomada de decisão.

Neste contexto experimental, foi criado um *report* através do qual é possível analisar as encomendas de clientes recebidas ao longo do ano de 2020 pelo cliente da PRIMAVERA ao qual corresponde a base de dados utilizada, tal como ilustra a figura 18. Neste *report* são apresentados três *elementos visuais*, sendo que o primeiro corresponde à distribuição geográfica das encomendas de clientes, na qual a disposição dos círculos no mapa diz respeito à origem das encomendas e o seu tamanho evidencia a quantidade de encomendas provenientes desse mesma localização. O segundo *elemento visual* corresponde à evolução temporal do número de encomendas de clientes ao longo do ano. O terceiro *elemento* permite a filtragem dos dados das restantes *visualizações* desta página de *report* ao ano de 2020.

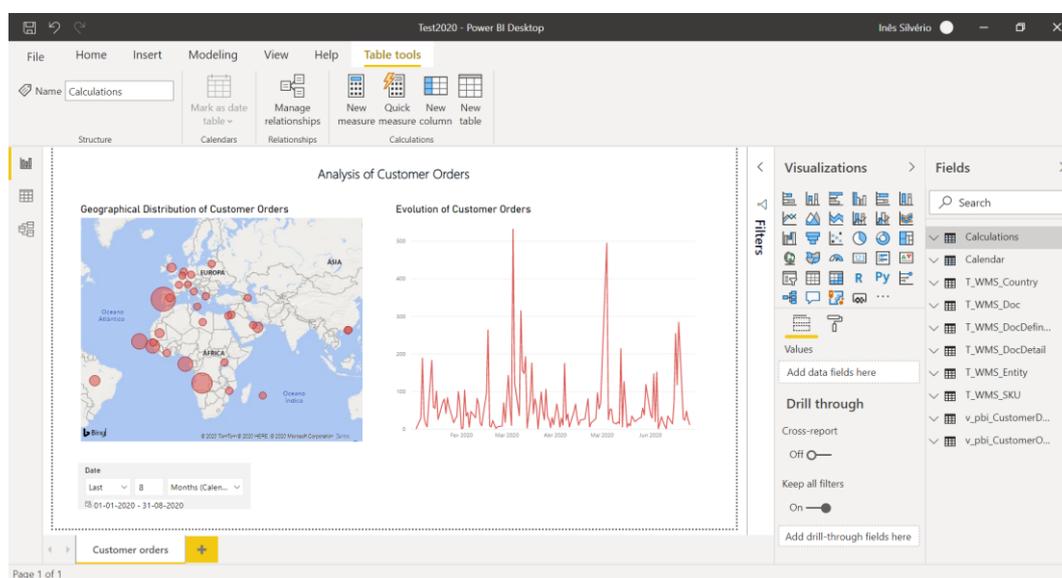


Figura 18 – Exemplo da criação de um *report* a partir do Power BI Desktop

Linguagem DAX

A linguagem de programação do Power BI, designada de DAX (*Data Analysis eXpressions*), é uma ferramenta fundamental na elaboração de análises de dados avançadas. A linguagem DAX inclui funções, operadores e constantes que podem ser utilizadas em fórmulas ou expressões de cálculo de *medidas*, *colunas calculadas* e *tabelas calculadas* que, por sua vez, permitem acrescentar valor aos dados. Estes conceitos podem ser definidos da seguinte forma:

1. *Medida*: consiste numa expressão de agregação como, por exemplo, soma, média e contagem, e são tipicamente utilizadas em *elementos visuais*. O resultado de uma *medida* varia em função da interação do utilizador com o *report*, o que permite uma exploração de dados *ad-hoc* de forma rápida e

dinâmica. As *medidas* são objetos ao nível do modelo de dados, pelo que o nome atribuído é único dentro de cada modelo;

2. *Coluna calculada*: consiste numa extensão de uma tabela e, tipicamente, é criada em contextos nos quais os dados analisados não apresentam um campo específico que o utilizador precisa para conseguir obter um determinado resultado. Este tipo de colunas é computado com base nos dados anteriormente carregados no modelo de dados e a sua fórmula DAX é aplicada a cada linha da tabela à qual foi adicionada. Para além disso, uma *coluna calculada* é um objeto ao nível da tabela, pelo que o seu nome é único dentro de uma tabela;

3. *Tabela calculada*: consiste numa tabela adicionada ao modelo de dados através da computação com base nos dados carregados no Power BI. As *tabelas calculadas* são utilizadas em contextos nos quais o utilizador pretende armazenar dados como parte do modelo em alternativa à constante computação das mesmas consultas. As *tabelas calculadas*, à semelhança das tabelas originais do modelo, estabelecem relação com outras tabelas, pertencem a uma categoria de dados e são constituídas por dados de diferente tipo e formato. Para além disso, estas tabelas são recalculadas se alguma das tabelas das quais estas extraem dados for atualizada.

Os *elementos visuais* apresentados no *report* ilustrado na figura anterior, são sustentadas a partir de uma *medida* designada de “*Customer Orders*”, criada através da linguagem DAX, tal como se pode verificar na figura 19, e cujo resultado corresponde ao número de encomendas de clientes recebidas pelo cliente da PRIMAVERA em questão.

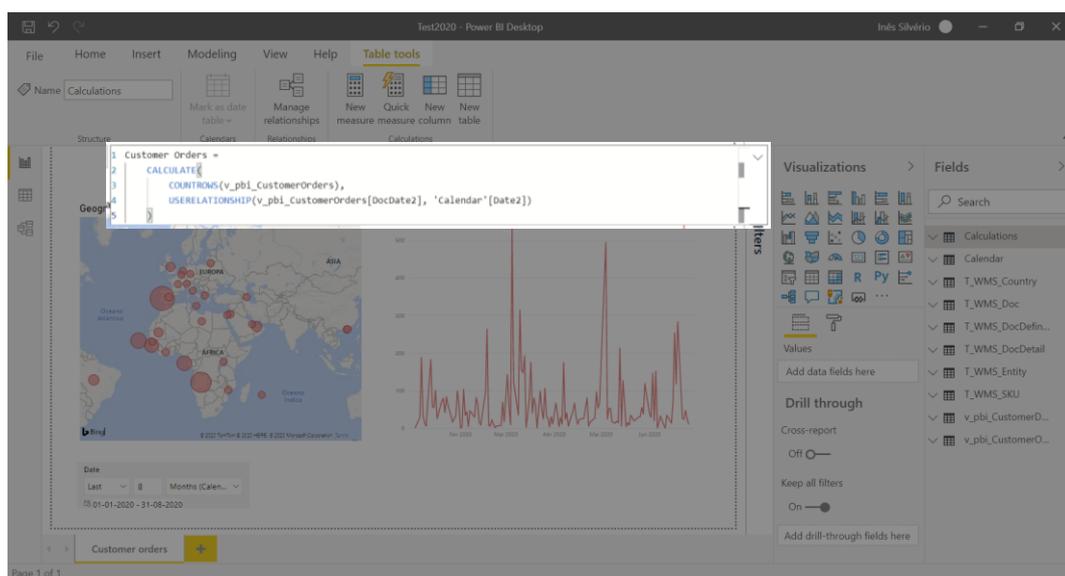


Figura 19 – Exemplo da criação de uma medida através da linguagem DAX

A compreensão do conceito de *contexto* utilizado no Power BI torna-se fundamental na construção de fórmulas DAX de alto desempenho. Este conceito apresenta dois tipos que podem ser definidos da seguinte forma:

1. *Contexto de linha*: diz respeito aos valores relacionados com cada linha à qual o Power BI aplica um determinado cálculo. Por exemplo, na criação de uma *coluna calculada* a partir de uma outra coluna, o cálculo é aplicado a cada linha da coluna já existente em função do valor associado à mesma, isto é, conforme o *contexto de linha*, é gerado um valor para cada linha da nova coluna;

2. *Contexto de filtro*: consiste na restrição dos valores incluídos num cálculo através da especificação de um subconjunto de dados que se pretende analisar. Por exemplo, na criação de uma *medida*, os dados podem ser filtrados por um determinado país ou por um determinado cliente da organização.

Power BI Service

O Power BI Service caracteriza-se como sendo um serviço SaaS (*Software as a Service*), uma forma de distribuição de software que permite que os utilizadores acessem a aplicações a partir de um navegador *web* cuja execução é na *cloud*. Este tipo de soluções é implementado através da aquisição de licenças que podem ser estendidas gradualmente de acordo com as necessidades de cada cliente e não exige a instalação de qualquer tipo de hardware ou software. Um serviço SaaS é considerado uma solução mais económica e de mais fácil implementação comparativamente com soluções de software *on-premises*.

O Power BI Service funciona a partir de um *browser* e, apesar de ser projetado essencialmente para a partilha e consumo de conteúdo, também permite a exploração de dados e a construção de análises. Os *dashboards* são exclusivamente criados neste serviço *web* e, apesar de também ser possível a criação de *reports*, este componente apresenta algumas limitações ao nível da interoperabilidade com fontes de dados, comparativamente com o Power BI Desktop.

Neste contexto experimental, o Power BI Service foi explorado na ótica de um utilizador que pretende construir *dashboards* e *reports* e partilhar o seu conteúdo com outras pessoas. Neste sentido, o *report* ilustrado na figura 20, elaborado a partir do Power BI Desktop, foi publicado no Power BI Service numa *área de trabalho* criada por defeito por esta ferramenta de BI para o armazenamento do conteúdo criado pelo próprio utilizador. À semelhança do Power BI Desktop, este componente também permite a interação dinâmica do utilizador com *dashboards* e *reports*. Por exemplo, tal como ilustra a figura 20, através da seleção do círculo referente a Portugal, os dados analisados nos vários *elementos visuais* do

report são restringidos às encomendas de clientes provenientes desse país, permitindo uma análise mais detalhada da informação.

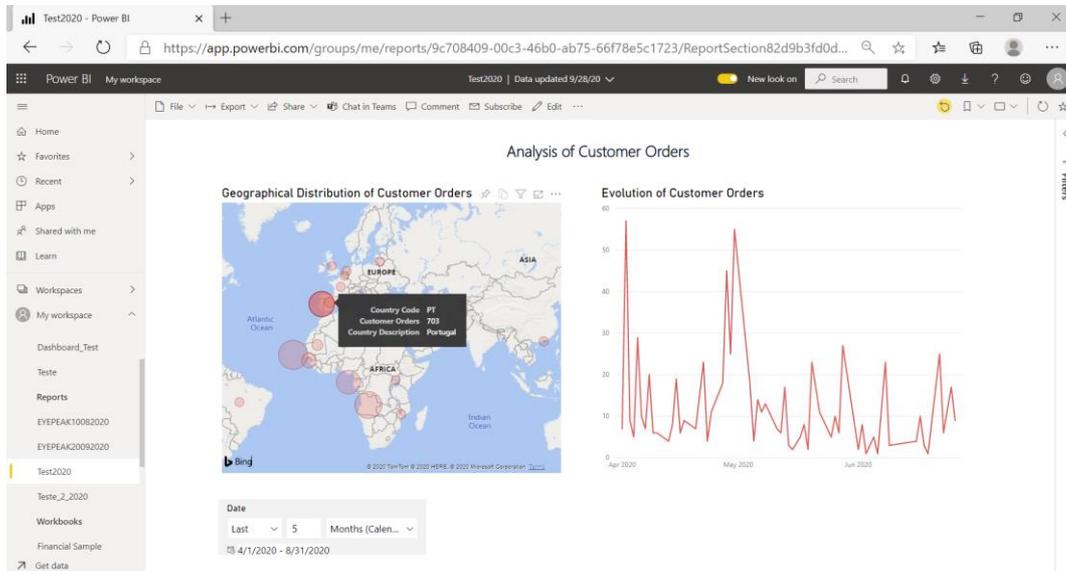


Figura 20 – Exemplo de uma interação dinâmica com um report no Power BI Service

Neste contexto experimental, foi também explorada a funcionalidade de criação de *reports* a partir do Power BI Service, no sentido de avaliar o seu desempenho ao nível da usabilidade comparativamente com o Power BI Desktop. Recorrendo ao mesmo conjunto de dados do *report* anteriormente apresentado, foi criado um segundo *report* de análise do estado das encomendas de clientes recebidas ao longo do ano de 2020, tal como ilustrado na figura 21. Na construção deste *report* foram criadas novas *métricas*, *colunas calculadas* e *elementos visuais*.

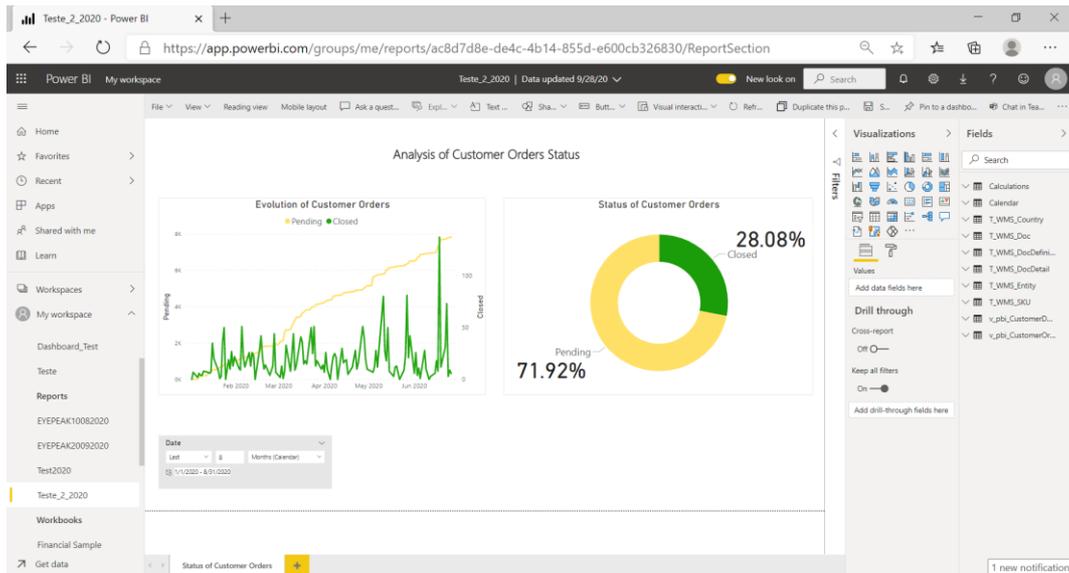


Figura 21 – Exemplo da criação de um report a partir do Power BI Service

Posteriormente, foi criado um *dashboard*, ilustrado na figura 22, a partir dos *elementos visuais* pertencentes aos *reports* criados anteriormente, através de uma funcionalidade designada de “*Pin visual*” que se encontra na barra superior dos *elementos visuais*. Estes estão inseridos em *mosaicos*, cujas dimensões podem ser ajustadas de entre algumas medidas pré-definidas pelo sistema e cuja disposição pode ser escolhida pelo utilizador. A interação dinâmica com qualquer *dashboard* está limitada a uma leitura mais detalhada dos dados através da passagem do cursor pelos *elementos visuais* e ao reencaminhamento do utilizador para o *report* ao qual pertence um determinado *elemento visual* selecionado.

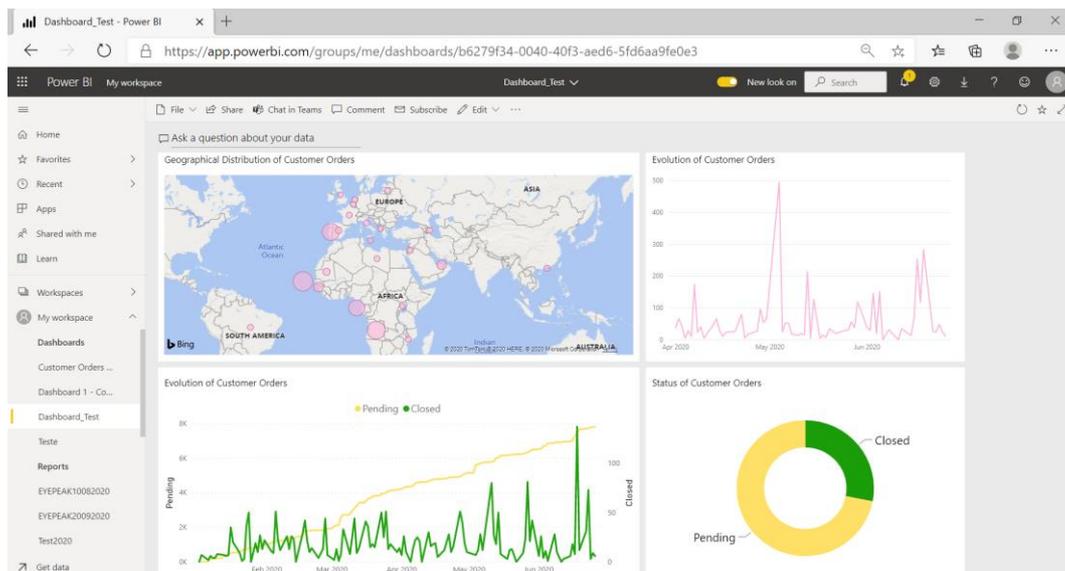


Figura 22 – Exemplo da criação de um dashboard a partir do Power BI Service

A obtenção de resultados com qualidade exige que os dados que suportam os *dashboards* e *reports* se mantenham atualizados. Os requisitos de atualização de dados no Power BI variam conforme o modo de armazenamento dos conjuntos de dados, nomeadamente o modo de importação ou o modo *DirectQuery*.

Os dados armazenados no modo de importação, tal como no contexto desta experiência, são importados da fonte de dados original para um conjunto de dados do Power BI como uma cópia temporária. Os dados são armazenados em *cache*, uma camada de armazenamento que guarda um subconjunto de dados temporariamente, o que permite um processamento mais eficiente dos dados comparativamente com um contexto no qual as consultas acedem diretamente à fonte de dados. Contudo, para manter os dados precisos, as atualizações têm de ser aplicadas aos conjuntos de dados para que estes detem alterações nas fontes de dados subjacentes.

No modo *DirectQuery*, os dados não são importados para o Power BI. Neste caso, as consultas de *dashboards* e *reports* são reencaminhadas para a fonte de dados, o que descarta a necessidade de atualização dos conjuntos de dados. Contudo, podem ser executadas atualizações de bloco, um *elemento visual* de um *report* que é afixado num *dashboard*, ou de *report*. As atualizações dos blocos do *dashboard* são executadas automaticamente de hora em hora, sendo que estas configurações de agendamento podem ser alteradas ou executadas manualmente em qualquer momento.

Partilha de Dashboards e Reports

A partilha de *dashboards* e *reports* é uma funcionalidade executada a partir do componente Power BI Service e apenas se encontra disponível na versão Pro do Power BI ou num contexto no qual o conteúdo se encontra armazenado numa *área de trabalho* com capacidade *Premium*. A partilha de *dashboards* ou *reports* por parte do *criador* permite que estes sejam analisados por outros utilizadores, tal como ao seu *conjunto de dados* subjacente.

O Power BI Service disponibiliza as seguintes formas de partilha de conteúdo por parte de um utilizador *criador*.

1. *Partilha individual de um dashboard ou report*: Cada *dashboard* ou *report* pode ser partilhado com outros utilizadores através da introdução dos seus endereços de email a partir de secções como os “Favoritos” ou os “Recentes” ou a partir de qualquer *área de trabalho*. Após a partilha, os destinatários internos à organização recebem uma ligação no seu email que os reencaminha para a secção “Partilhado comigo” do Power BI Service à qual foi adicionado o conteúdo. No contexto de destinatários externos à organização, estes recebem também uma ligação no seu email que os reencaminha, em primeiro lugar, para o início de sessão no Power BI e, de seguida, para uma janela de um *browser* com o conteúdo partilhado.

2. *Content pack*: consiste numa coleção de *dashboards* e *reports* que podem ser partilhados com toda a organização, grupos ou pessoas específicas. Estes são criados a partir de “*A minha área de trabalho*” do utilizador e, quando partilhados, são adicionados à *área de trabalho* pessoal do destinatário. Após a sua partilha, um *content pack* perde a identidade de grupo dos elementos partilhados, o que torna a navegação a longo prazo confusa e desorganizada. Esta forma de partilha de conteúdo encontra-se em descontinuidade.

3. *App*: consiste num tipo de conteúdo do Power BI que, à semelhança de um *content pack*, combina *dashboards* e *reports* num único pacote de dados que pode ser partilhado com um vasto número de pessoas. Contudo, uma *app* permite que os *consumidores* acedam ao conteúdo de uma forma centralizada, através da sua pesquisa e instalação a partir do Microsoft AppSource ou diretamente a partir do *link*. O *criador* de uma *app* é o único utilizador com permissão para alterar a sua versão original ou alterar e eliminar a sua fonte de dados. Estas alterações são exercidas na *área de trabalho* na qual está armazenado o conteúdo da *app* que funciona como uma área de estágio. A republicação da *app* faz com os restantes utilizadores recebam uma notificação para procederem à sua atualização, sendo que em contextos específicos esta é automaticamente atualizada. Os restantes utilizadores com acesso à *app* podem apenas efetuar alterações numa versão replicada.

4. *Publicação na web*: consiste na incorporação de *elementos visuais* em mensagens de blogues, sites ou redes sociais, por exemplo. Um utilizador só pode recorrer a esta forma de partilha de conteúdo se apresentar permissões de edição sobre o mesmo e, após a sua disponibilização na *web*, pode ser acessado por qualquer pessoa, mesmo não tendo uma licença do Power BI.

Colaboração entre Utilizadores

O Power BI Service está também projetado para a colaboração entre os utilizadores desta ferramenta. Um utilizador pode interagir com o conteúdo a que lhe foi permitido o acesso, tal como adicionar comentários a um *dashboard*, marcá-lo como favorito e iniciar uma conversa com o *criador* relativamente ao mesmo. Os *consumidores* do Power BI podem efetuar qualquer alteração no conteúdo de outros utilizadores sem afetar a versão original, uma vez que estas alterações são guardadas apenas no seu próprio perfil e podem ser revertidas a qualquer momento.

No Power BI Service também é possível monitorizar um *dashboard* ou *report* através de alertas via email que informam o utilizador da alteração de um determinado valor de acordo com o limite estabelecido. Este serviço também apresenta uma funcionalidade designada de “Q&A” (*Question and Answer*), através da qual um utilizador pode colocar uma pergunta sobre os dados em linguagem natural e automaticamente obter uma resposta por parte do sistema. Por exemplo, um utilizador pode questionar “Quais foram as vendas do ano passado por produto?” e o Power BI gera uma visualização interativa como resposta.

3.3 Análise Comparativa do Elastic Stack e Power BI

Apresenta-se, nesta secção, uma análise comparativa das duas tecnologias, na qual é considerado o subconjunto das categorias e características referidas em (Leite *et al.*, 2018) que melhor se adequam ao âmbito desta dissertação. Estas categorias e características encontram-se organizadas em seis grupos de análise e discussão: (1) tecnologia *open source* – cobre a categoria *software technology attributes*; (2) instalação, configuração e documentação disponibilizada – cobre a característica *all-in-one installation* da categoria *functionality* e a categoria *documentation*; (3) funcionamento na *cloud* – cobre a característica *cloud BI* da categoria *functionality*; (4) atualização de dados em tempo-real – cobre a característica *real time information* da categoria *functionality*; (5) ferramentas analíticas – cobre as características *dashboards*, *interactive visualization*, OLAP, ETL e *collaboration* da categoria *functionality*; (6) usabilidade da interface – cobre a categoria *operational software characteristics*.

Tecnologia Open Source

Uma tecnologia *open source* consiste numa forma de desenvolvimento de software na qual o código se encontra acessível publicamente e que, desta forma, pode ser utilizado, modificado e partilhado por qualquer pessoa. O código é desenvolvido por programadores de qualquer parte do mundo que contribuem para a otimização da fiabilidade, da qualidade das funcionalidades já existentes e da sua inovação. Tipicamente, uma tecnologia *open source* caracteriza-se pela escalabilidade, ou seja, pela possibilidade de o utilizador poder adquirir apenas os componentes ou as funcionalidades que se adequam ao seu contexto e expandir gradualmente a sua aquisição conforme as suas necessidades. Este tipo de tecnologia não exige o pagamento de licenças ou custos de manutenção, um aspeto relevante a ser considerado no processo de seleção entre uma tecnologia *open source* ou uma opção *on - premises* (Bonaccorsi & Rossi, 2003).

O Elastic Stack é um software *open source* que, em 2010, no seu lançamento no mercado, era constituído apenas pelo Elasticsearch, o componente de armazenamento de dados com um motor de busca inovador, e que, desde então, tem vindo a evoluir devido à cooperação entre os utilizadores enquanto comunidade. A versão atual do Elastic Stack é também constituída por componentes integrados de transformação, exploração e visualização de dados, nomeadamente o Logstash, o Beats e o Kibana.

Relativamente ao Power BI, não é uma tecnologia totalmente *open source*, isto é, a Microsoft apenas disponibiliza publicamente no repositório do GitHub o código dos *elementos visuais* apresentados nos componentes Power BI Desktop e Power BI Service. A partir do código disponibilizado, os utilizadores podem desenvolver novas *visualizações* ou melhorar as já existentes e, desta forma, contribuir para a evolução desta tecnologia.

Instalação, Configuração e Documentação Disponibilizada

Tecnologias analíticas como o Elastic Stack e o Power BI são utilizadas por profissionais das mais variadas áreas de negócio e com cargos distintos nas organizações, desde gestores de topo a profissionais de marketing e vendas, pelo que estes utilizadores nem sempre apresentam conhecimentos técnicos no que diz respeito à sua instalação e configuração. Neste sentido, a complexidade destes processos e a informação que a empresa criadora das ferramentas disponibiliza como apoio são aspetos importantes a considerar quando se está a analisar a possibilidade de implementação de uma tecnologia.

A utilização do Elastic Stack tem como requisito a instalação do Java 8 e de cada um dos componentes Elasticsearch, Logstash e Kibana na mesma versão. A instalação e configuração destes componentes não apresenta custos e, exceto no caso do Logstash, consiste numa tarefa simples que se

encontra descrita detalhadamente no *website* da empresa Elastic. A informação disponível online é abundante, nomeadamente em fóruns que permitem o esclarecimento de dúvidas. Contudo, esta tecnologia exige uma máquina com elevada capacidade de processamento e com bastante memória porque, em caso de utilização do componente Logstash, este requer a instalação do JVM.

O Power BI é constituído pelo componente Power BI Desktop que funciona localmente e cuja instalação e configuração pode ser realizada gratuitamente por qualquer utilizador. A Microsoft disponibiliza no seu *website* toda a documentação necessária para o utilizador compreender concetual e tecnicamente o Power BI. A informação é descrita detalhadamente e, em alguns casos, acompanhada de um tutorial que permite ao utilizador explorar as funcionalidades que a tecnologia disponibiliza seguindo determinadas diretrizes.

Funcionamento na Cloud

O funcionamento na *cloud* consiste na distribuição de recursos como, por exemplo, espaço de armazenamento, capacidade de processamento e software sob a forma de um serviço tipicamente acedido através de um *browser web*. Desta forma, não é exigido ao utilizador a aquisição de qualquer tipo de hardware, software ou servidor e conhecimento técnico relativamente à infraestrutura tecnológica da solução. Para além disso, neste modelo de distribuição, a informação encontra-se disponível na *Internet* e não restrita a um ambiente local, permitindo um acesso mais flexível por parte dos vários utilizadores. O funcionamento na *cloud* também suporta a escalabilidade, pelo que utilizador apenas adquire os componentes, funcionalidades ou recursos que pretende utilizar e os custos associados também vão de encontro a este paradigma (Lee, 2013).

A empresa Elastic disponibiliza um SaaS designado de Elastic Cloud que, tal como o nome indica, permite a implementação dos produtos Elastic num ambiente *cloud*. Neste sentido, é possível escalar o Elasticsearch e o Kibana para um ambiente no qual recursos como a memória e as capacidades de armazenamento e de processamento são distribuídos num serviço *web* e cujo dimensionamento é definido pelo utilizador. Para além disso, ao nível da segurança, os dados são transferidos entre componentes de forma encriptada e são executados *backups* dos dados periodicamente. Relativamente à partilha de *dashboards* com outros utilizadores, a implementação dos produtos Elastic num ambiente *cloud* permite que um utilizador aceda a qualquer momento e em qualquer lugar aos *dashboards* desenvolvidos por outra pessoa através de um *link* direto com permissões apenas de leitura.

O componente Power BI Desktop permite a transformação, exploração e visualização de dados localmente e a publicação de informação no componente Power BI Service que funciona com base na

cloud. Na versão gratuita, este componente disponibiliza 1 GB para o armazenamento de dados e executa automaticamente a atualização dos dados uma vez por dia. Este serviço distingue-se pelo facto de disponibilizar várias formas de partilha de informação entre utilizadores e pela colaboração entre estes, tal como através de comentários diretamente a partir de um *dashboard* ou *report* ou via Microsoft Teams.

Atualização de Dados em Tempo-Real

A obtenção de resultados com qualidade exige que os dados apresentados em *dashboards* e *reports* se mantenham atualizados e, neste sentido, o conceito de tempo-real deve ser adequado ao contexto no qual os dados estão a ser consultados, nomeadamente ao tipo de decisões que se pretende tomar. Esta contextualização determina a periodicidade das consultas dos dados e o desfasamento temporal máximo aceitável entre um evento e a resposta do sistema. Neste contexto experimental, a informação é apresentada sob a forma de *dashboards* e *reports*, aos quais os utilizadores recorrem para tomar decisões adequadas para uma gestão eficiente da organização. Desta forma, como pior cenário, considera-se que as consultas são realizadas semanalmente, admitindo uma margem temporal considerável para a atualização dos dados apresentados.

Neste sentido, considera-se que ambas as tecnologias analíticas exploradas no contexto deste trabalho suportam a atualização de dados em tempo-real. No caso do Elastic Stack, este processo envolve a execução do Logstash, o componente responsável pelo carregamento de dados, que pode ser realizado de forma manual, tornando-se um processo pouco eficiente, ou automática através da criação de agendamentos com seqüências temporais definidas pelo utilizador.

Relativamente ao Power BI, o processo de atualização de dados varia conforme o modo como os dados foram previamente armazenados. Neste contexto experimental, os dados foram armazenados no modo de importação, o que significa que os dados foram armazenados em memória *cache*. Desta forma, a atualização dos *dashboards* e *reports* exige, primeiramente, a atualização das cópias para que sejam detetadas alterações nas fontes de dados subjacentes e, de seguida, a republicação do conteúdo no Power BI Service.

Ferramentas Analíticas

As ferramentas analíticas disponibilizadas por uma tecnologia de suporte à decisão, nomeadamente a sua diversidade e a forma como foram projetadas para que o utilizador consiga moldar os dados conforme as suas necessidades, são fatores determinantes no processo de exploração de dados e de construção de análises que acrescentam valor ao negócio de uma organização.

O Elastic Stack permite criar uma grande variedade de tipos de gráficos, mapas e outras representações diagramáticas, capazes de ser utilizadas na construção de *dashboards* dinâmicos. Para além disso, esta tecnologia também disponibiliza um conjunto de funcionalidades adicionais, nomeadamente algoritmos de *machine learning* que permitem, por exemplo, a deteção de anomalias e a previsão de dados. Contudo, estas funcionalidades apenas se encontram disponíveis na versão *Premium*.

Relativamente ao Power BI, para além da variedade de tipos de gráficos que disponibiliza, é importante realçar a linguagem DAX, uma ferramenta que se revela muito poderosa na elaboração de análises avançadas. Através desta linguagem de programação que disponibiliza um conjunto de funções, operadores e constantes, o utilizador pode criar tabelas, colunas, métricas e KPIs diretamente sobre os dados carregados para o Power BI de acordo com as análises que pretende construir.

Usabilidade da Interface

A usabilidade consiste numa característica relativa à qualidade da interação entre um utilizador e um sistema de software e é um fator fundamental no sucesso da implementação destes sistemas. Os utilizadores procuram uma interface *user-friendly*, o que pressupõe uma interface gráfica simples, bem-organizada e intuitiva, de forma que as tarefas consigam ser realizadas eficientemente, proporcionando aos utilizadores uma experiência positiva.

O Elastic Stack apenas apresenta uma interface gráfica para o Kibana, o componente de exploração e de visualização de dados, acedido a partir da execução do *localhost* num *browser web*, tendo este componente de ser inicializado, previamente, a partir de uma linha de comandos. O mesmo acontece com os restantes componentes desta solução analítica: o processo de extração e carregamento dos dados exige que os componentes Elasticsearch e Logstash sejam executados a partir de uma linha de comandos. Este procedimento torna-se complexo e pouco intuitivo, principalmente tendo em consideração que estes sistemas, em muitos contextos organizacionais, são utilizados por profissionais que não apresentem conhecimento na área das TI.

Contrastando com o Elastic Stack, o Power BI funciona num ambiente totalmente integrado no qual o utilizador pode realizar os processos de extração, carregamento e visualização de dados de forma simples e intuitiva. Embora estes processos se realizem em diferentes componentes desta tecnologia, o utilizador não tem de recorrer a uma linha de comandos ou a outras ferramentas externas. A interface do componente Power BI Desktop encontra-se bem organizada, distinguindo as áreas de desenvolvimento de *reports*, de transformação de dados e de visualização do modelo de dados, cujas

funcionalidades são de fácil acesso e variam conforme a área selecionada. Através da experiência realizada no contexto deste trabalho, é possível considerar que a utilização do Power BI Service acaba por se tornar confusa, uma vez que as suas funcionalidades se encontram distribuídas por demasiadas áreas cujo nome ou símbolo não permitem uma identificação intuitiva do seu propósito. Para além disso, o conceito criado para a construção de *dashboards* torna-se limitativo para o utilizador, uma vez que estes apenas podem ser construídos a partir da alocação de *elementos visuais* previamente desenvolvidos ou de páginas integrais de *reports*. A alocação destes elementos não permite um redimensionamento dos gráficos nem a aplicação de um filtro único que afete todos os gráficos do *dashboard*.

3.4 Síntese

No âmbito desta dissertação são exploradas e avaliadas as tecnologias analíticas Elastic Stack e Power BI com o propósito de seleccionar a tecnologia que melhor enquadra a estratégia tecnológica da PRIMAVERA no suporte à conceção de artefactos de natureza analítica (*dashboards* e *reports*) de forma a estender a solução de software EyePeak. A tabela 4 resume a análise comparativa de acordo com seis grupos de análise e discussão descrita na secção anterior, recorrendo à seguinte simbologia: ++ Cumpre plenamente os requisitos estabelecidos; + Cumpre satisfatoriamente os requisitos estabelecidos; – Não cumpre os requisitos estabelecidos.

Tabela 4 – Comparação das tecnologias Elastic Stack e Power BI

Grupos de análise e discussão	Elastic Stack	Power BI
Tecnologia <i>open source</i>	+	++
Instalação, configuração e documentação disponibilizada	+	++
Funcionamento na <i>cloud</i>	+	++
Atualização de dados em tempo-real	++	++
Ferramentas analíticas	+	++
Usabilidade da interface	–	++

Analisando a experiência realizada com ambas as tecnologias e com base nos seis grupos de discussão e análise mencionados anteriormente, considera-se que o Power BI se destaca perante o Elastic Stack em vários aspetos. Em primeiro lugar, apesar de um software *open source* apresentar vantagens fundamentalmente em termos financeiros, o facto de não exigir um contrato com o fornecedor

de software cria incerteza relativamente ao futuro da organização. A aquisição de uma tecnologia *open source* faz com que fatores como a persistência no mercado, a manutenção e a evolução não estejam necessariamente assegurados, podem revelar-se uma enorme desvantagem para contextos de aquisição a longo prazo. Tipicamente, este tipo de tecnologias, como é o caso do Elastic Stack, também se caracteriza pelo foco na evolução sem planeamento sistemático, o que pode resultar num crescimento ao nível dos componentes e funcionalidades, mas nem sempre com a devida consideração com a usabilidade da interface do produto. Desta forma, e tendo em conta que só uma parte do Power BI é *open source*, considera-se que, relativamente a esta questão, esta tecnologia apresenta vantagens perante o Elastic Stack.

Relativamente ao processo de instalação e configuração, este revela ser bastante mais simples no Power BI, uma vez que apenas exige o *download* e a instalação local do Power BI Desktop a partir do *website* da Microsoft sem grandes desafios ao nível da configurabilidade. Por outro lado, o Elastic Stack exige a instalação individual dos componentes Elasticsearch, Logstash e Kibana sob um determinado conjunto de condições e seguindo uma série de passos que, apesar de estarem descritos de forma clara no *website* da Elastic, considera-se um processo moroso e pouco intuitivo.

No que diz respeito ao funcionamento na *cloud*, ambas as tecnologias apresentam a possibilidade de serem estendidas para esta forma de distribuição de software. Contudo, o Power BI destaca-se pelo facto de apresentar o componente Power BI Service, um SaaS, que para além de disponibilizar várias formas de partilha dos *dashboards* e *reports* entre pessoas internas ou externas a uma organização, também permite a colaboração entre estes utilizadores. Esta característica do Power BI revela-se fundamental na evolutibilidade de um protótipo e na garantia da sua qualidade, uma vez que permite que as pessoas exponham as suas opiniões e, em consenso, definam aspetos a melhorar e novas ideias a implementar.

O Power BI também se distingue relativamente ao Elastic Stack no que diz respeito às suas capacidades analíticas. Embora a tecnologia criada pela Elastic disponibilize uma grande variedade de ferramentas para a exploração de dados, o Power BI utiliza uma ferramenta muito poderosa no que diz respeito ao acrescento de valor aos dados. Através da linguagem de programação DAX, esta tecnologia concede liberdade ao utilizador para criar fórmulas eficientes que se traduzem na criação de tabelas, colunas, métricas e KPIs de acordo com as necessidades das análises pretendidas.

Ambas as tecnologias suportam a atualização de dados em tempo-real, embora os processos de execução desta tarefa sejam ligeiramente diferentes. Para garantir que os dados se encontram atualizados, o Elastic Stack exige a execução do componente Logstash de forma manual na linha de comandos ou automaticamente através de agendamentos. No Power BI, assumindo que os dados foram

armazenados no modo de importação (em memória *cache*), é necessário atualizar as cópias dos dados e republicá-los no componente Power BI Service.

Relativamente à usabilidade da interface, o Power BI distingue-se claramente do Elastic Stack. Esta tecnologia da empresa Elastic exige a inicialização dos componentes Elasticsearch, Logstash e Kibana manualmente a partir de uma linha de comandos e apenas apresenta uma interface gráfica para este último componente. Por outro lado, o Power BI apresenta um totalmente ambiente integrado que permite realizar a extração, o carregamento e a visualização dos dados através dos vários componentes de uma forma simples e intuitiva.

Com base nesta análise comparativa relativamente às tecnologias Elastic Stack e Power BI de acordo com os seis grupos de análise e discussão, considera-se que o Power BI corresponde à tecnologia que melhor cumpre as expectativas da PRIMAVERA enquanto tecnologia de suporte à conceção de artefactos de natureza analítica. Assim sendo, o Power BI é a tecnologia selecionada para o desenvolvimento do protótipo de *dashboards* e *reports* no contexto desta dissertação.

4 PROPOSTA DE SOLUÇÃO ANALÍTICA PARA *WAREHOUSE MANAGEMENT*

Neste capítulo são apresentados os aspetos considerados no decorrer do processo de desenvolvimento da proposta de solução. É apresentada uma descrição do caso de demonstração desta dissertação, são apresentados os requisitos funcionais estabelecidos pela PRIMAVERA, é feita a caracterização dos dois perfis de decisão e são propostos os objetivos, as métricas e os indicadores de desempenho através da abordagem *Goal Question Metric* (GQM) (Basili, 1992). De seguida, é apresentada a proposta de *dashboards* e *reports* desenvolvida e é também descrito o processo de preparação dos dados no Power BI. Para além disso, é apresentada a avaliação dos artefactos produzidos com base na validação dos requisitos funcionais, das métricas e dos indicadores de desempenho implementados e através da demonstração da proposta de solução aos *stakeholders* da empresa. Para finalizar, é apresentada uma síntese das considerações genéricas deste capítulo.

4.1 Introdução ao Caso de Demonstração

O EyePeak⁵ é um WMS da PRIMAVERA integrado nativamente com o ERP PRIMAVERA que permite suportar os principais processos de negócio logísticos de uma organização, nomeadamente os processos de *receiving*, *put away*, *picking*, *packing* e *shipping*. Esta solução de software apresenta diversas funcionalidades, tal como a rastreabilidade dos movimentos de inventário, a análise da produtividade de uma organização e o controlo das operações logísticas. Esta informação integrada permite melhorar os fluxos de materiais e de informação, otimizar o espaço de armazenamento disponível, diminuir os custos de operação e aumentar a qualidade do serviço prestado aos clientes.

Considerando que o EyePeak apenas suporta a tomada de decisão numa perspetiva operacional, a PRIMAVERA pretende evoluir esta solução de software com funcionalidades analíticas, de modo a que seja possível obter informação que permita monitorizar o desempenho da organização e suportar o processo de tomada de decisão estratégica, no âmbito dos processos de WM. Desta forma, o trabalho desenvolvido no contexto desta dissertação consiste em estender o EyePeak para um cliente da PRIMAVERA, recorrendo à tecnologia seleccionada no capítulo 3, de forma a disponibilizar *dashboards* e *reports* que interoperam com esta solução de software.

Para a realização desta dissertação, a PRIMAVERA disponibilizou uma base de dados de um cliente real relativa à sua utilização da solução de software EyePeak. Posteriormente, a base de dados foi

⁵ <https://pt.primaverabss.com/pt/software/solucoes-especializadas/logistica/eyepeak/>

importada para o ambiente SQL Server, no qual foram criadas novas tabelas (*views*), nas quais se encontram armazenados os dados considerados relevantes para o contexto deste trabalho e que sustentam os *dashboards* e *reports* desenvolvidos.

4.2 Caraterização dos Perfis de Decisão e Proposta dos Objetivos, Métricas e Indicadores de Desempenho

Um perfil de decisão permite caraterizar de forma detalhada um tipo de utilizador que pretende suportar a sua tomada de decisão. São considerados aspetos como o seu contexto de atuação, as funções que desempenha, os objetivos que pretende ver cumpridos a partir da informação obtida e a frequência com que pretende consultar essa informação. Numa primeira instância, esta contextualização permite que seja definido um conjunto de requisitos orientados às necessidades e expectativas do utilizador e, posteriormente, determinar as métricas e os KPIs que podem estar associados a este perfil de decisão. É também importante ter em consideração o conteúdo dos dados da organização, de modo a garantir a viabilidade de construção das métricas e dos KPIs definidos.

A PRIMAVERA pretende que os *dashboards* e *reports* se encontrem segmentados de acordo com dois perfis de decisão, o de gestão comercial e o de gestão de inventário, e que cumpram os requisitos funcionais apresentados na tabela 5. Estes requisitos estabelecem os propósitos para os quais a PRIMAVERA pretende recorrer aos *dashboards* e *reports* e os tipos de análise que pretende consultar.

Tabela 5 – Requisitos funcionais dos dashboards e reports

Nome	Descrição
RF1	Suportar a tomada de decisão do gestor comercial
RF2	Suportar a tomada de decisão do gestor de inventário
RF3	Filtrar os dados por período temporal, cliente, fornecedor, país ou produto
RF4	Permitir análises por níveis hierárquicos
RF5	Permitir análises históricas
RF6	Permitir análises evolutivas

Os perfis de decisão são caraterizados com base na abordagem GQM (Basili, 1992) que apresenta um método *top-down* para a definição de métricas de suporte à tomada de decisão numa perspetiva mais detalhada. Segundo esta abordagem, em primeiro lugar, são definidos os objetivos (*goal*) que se pretende alcançar, de seguida, são apresentadas questões (*question*) que caraterizam a forma como

cada objetivo pode ser alcançado e, numa última fase, são definidas métricas (*metric*) enquanto resposta quantitativa a cada questão.

A aplicação da abordagem GQM no contexto deste trabalho encontra-se ilustrada nas tabelas 6 e 8, nas quais é apresentada a caracterização detalhada do perfil de decisão de gestão comercial e do perfil de decisão de gestão de inventário, respetivamente. Esta abordagem permite estabelecer conformidade entre o nível concetual e o nível funcional da construção analítica e, desta forma, obter uma visão clara do que a organização pretende alcançar e de que forma pretende medir o seu desempenho relativamente aos objetivos estabelecidos. Os requisitos funcionais estabelecidos pela PRIMAVERA encontram-se diluídos nas questões apresentadas (*question*) e, desta forma, uma questão pode ter mais do que um requisito funcional associado.

O perfil de decisão de gestão de inventário impõe análises mais detalhadas comparativamente com o perfil de decisão de gestão comercial. De forma a adequar a granularidade dos perfis de decisão às suas necessidades analíticas, no perfil de decisão de gestão comercial uma encomenda corresponde a um documento, designando-se de "*document*" (ver T_WMS_Doc na tabela 10), enquanto que no perfil de decisão de gestão de inventário, uma encomenda corresponde a uma linha de um documento, designando-se de "*order item*" (ver T_WMS_DocDetail na tabela 10). A definição da terminologia a utilizar nos artefactos desenvolvidos no âmbito desta dissertação é da responsabilidade da PRIMAVERA.

Perfil de Decisão de Gestão Comercial

O perfil de decisão de gestão comercial encontra-se associado a um utilizador que exerce o cargo de gestor comercial e que, portanto, é responsável pelo planeamento e coordenação das atividades da organização relacionadas com a venda de produtos e/ou a prestação de serviços. Este profissional, tipicamente, assume as responsabilidades de delinear um plano comercial estratégico, tendo em consideração as características do mercado e as necessidades dos seus clientes, e de coordenar os esforços de vários departamentos.

Este perfil de decisão apresenta os objetivos de potenciar a satisfação dos clientes (objetivo G1) e de potenciar a obtenção de lucro (objetivo G2), que podem ser alcançados quando considerados aspetos como, por exemplo, o desempenho da organização relativamente ao cumprimento dos prazos de envio das encomendas de clientes (questão Q1.3) ou os custos que a organização incorre ao longo do processo de satisfação das encomendas (questão Q2.1). Nas tabelas 6a e 6b são apresentadas as métricas que dão resposta a estas questões e que correspondem apenas a alguns exemplos que podem ser relevantes para um gestor comercial no suporte à tomada de decisão relativamente ao processo de vendas. De

forma a garantir que estas informações se encontram atualizadas no momento da consulta, assume-se que o gestor comercial, no pior cenário, consulta os dados uma vez por semana.

Tabela 6a – Perfil de decisão de gestão comercial segundo a abordagem GQM (parte 1)

Goal	Question	Metric
G1: Potenciar a satisfação dos clientes	Q1.1: Quantas encomendas de clientes foram recebidas num determinado período?	M1.1.1: Customer Documents
	Q1.2: Qual é o estado das encomendas de clientes, num determinado período, no que diz respeito à sua satisfação?	M1.2.1: Closed Customer Documents M1.2.2: Cumulative Pending Customer Documents
	Q1.3: As encomendas de clientes foram satisfeitas dentro do prazo num determinado período?	M1.3.1: Customer Documents Closed on Schedule M1.3.2: Customer Documents Closed with Delay
	Q1.4: Quantas encomendas enviadas se encontram parcialmente satisfeitas num determinado período?	M1.4.1: Partially Closed Customer Documents
	Q1.5: Qual a quantidade de produtos associada a encomendas de clientes que foi devolvida num determinado período?	M1.5.1: Quantities Returned on Customer Documents
	Q1.6: Qual é o número médio de encomendas de clientes recebidas por dia num determinado período?	M1.6.1: Avg. Customer Documents per Day
	Q1.7: Qual é a quantidade média de produtos por encomenda de cliente num determinado período?	M1.7.1: Avg. Quantities per Customer Document
	Q1.8: Qual a quantidade de produtos enviada em encomendas de clientes num determinado período?	M1.8.1: Satisfied Quantities on Customer Documents
	Q1.9: Qual é o número médio de encomendas de clientes satisfeitas por dia num determinado período?	M1.9.1: Avg. Closed Customer Documents per Day
	Q1.10: Qual é o tempo médio, em dias, de satisfação de uma encomenda de cliente num determinado período?	M1.10.1: Avg. Customer Document Cycle Time
	Q1.11: Qual foi o desvio médio, em dias, num determinado período, entre a data planeada para o envio uma encomenda de cliente e a data na qual a encomenda foi efetivamente enviada?	M1.11.1: Avg. Customer Document Delay Time
	Q1.12: Qual é o número de encomendas satisfeitas com precisão num determinado período?	M1.12.1: Accurate Documents

Tabela 6b – Perfil de decisão de gestão comercial segundo a abordagem GQM (parte 2)

Goal	Question	Metric
G2: Potenciar a obtenção de lucro	Q2.1: Qual é o valor dos custos incorridos ao longo do processo de envio de uma encomenda de cliente num determinado período?	...
	Q2.2: Qual é o valor das vendas num determinado período?	...
	Q2.3: Qual é o lucro num determinado período?	...
	Q2.4: O lucro tem vindo a aumentar ao longo do tempo?	...

Este trabalho encontra-se inserido no âmbito dos WMS, o que pressupõe que as análises dos dados sejam orientadas à operação logística. Considerando que os dados fornecidos pela PRIMAVERA, provenientes da solução de software EyePeak, não contemplam custos de operação, torna-se inviável a concretização do objetivo G2 do perfil de decisão de gestão comercial. Desta forma, este objetivo é apresentado como exemplo do que, tipicamente, um gestor comercial pretende alcançar e que informações podem ser pertinentes em *dashboards* e *reports* aos quais recorre para suportar a sua tomada de decisão. Neste sentido, não se considera relevante definir na tabela 6b exemplos de métricas suportadas por dados relacionados com custos de operação.

Assim sendo, no contexto deste trabalho, as métricas que podem, efetivamente, ser implementadas estão associadas ao objetivo G1 (potenciar a satisfação dos clientes). A partir destas métricas foi definido um conjunto de KPIs a integrar este perfil de decisão, com o objetivo de medir o desempenho da organização relativamente aos resultados que esta pretende alcançar e que num contexto real teriam de ser validados pelo cliente. Os KPIs ilustrados na tabela 7 são apenas alguns exemplos de KPIs de WM, definidos com base no conteúdo dos dados deste contexto experimental, que se enquadram no perfil de decisão de gestão comercial e que, portanto, podem ser relevantes num contexto de suporte à tomada de decisão relativamente ao processo de vendas.

Tabela 7 – KPIs do perfil de decisão de gestão comercial

KPI	Métricas	Cálculo	Objetivo
K1: Closed Customer Documents Rate	M1.1.1: Customer Documents M1.2.1: Closed Customer Documents	$K1 = M1.2.1/M1.1.1$	$K1 \geq 50\%$ por mês
K2: Customer Documents Closed on Schedule Rate	M1.2.1: Closed Customer Documents M1.3.1: Customer Documents Closed on Schedule	$K2 = M1.3.1/ M1.2.1$	$K2 \geq 50\%$ por mês
K3: Customer Document Accuracy	M1.2.1: Closed Customer Documents M1.4.1: Partially Closed Customer Documents M1.12.1: Accurate Documents	$K3 = M1.12.1/(M1.2.1+M1.4.1)$	$K3 \geq 80\%$ por mês
K4: Quantities Returned on Customer Documents Rate	M1.5.1: Quantities Returned on Customer Documents M1.8.1: Satisfied Quantities on Customer Documents	$K4 = M1.5.1/M1.8.1$	$K4 \leq 10\%$ por mês

Perfil de Decisão de Gestão de Inventário

O perfil de gestão de inventário encontra-se associado a um utilizador que desempenha o cargo de gestor de inventário, responsável, tipicamente, pela implementação de estratégias que permitam manter os níveis de inventário ajustados à procura no mercado ao longo do ano. Um gestor de inventário deve procurar otimizar os processos logísticos, monitorizando as entradas e saídas de produtos de inventário e considerando aspetos como a capacidade de armazenamento da organização, a capacidade dos veículos de transporte de mercadorias e os prazos estabelecidos para a satisfação das encomendas.

O perfil de gestão de inventário apresenta como objetivos a compra aos fornecedores no momento no qual a organização mais beneficia (objetivo G1) e a diminuição dos custos de compra a fornecedores (objetivo G2), ilustrados nas tabelas 8a e 8b. Estes objetivos podem ser alcançados quando considerados aspetos como o tempo médio desde o envio de uma encomenda a um fornecedor até à sua receção (questão Q.1.6) e os custos incorridos pelo suporte do inventário num determinado período (questão Q2.3). Nestas tabelas são também apresentadas as métricas que dão resposta a estas questões, correspondendo apenas a alguns exemplos que podem ser relevantes no suporte à tomada de decisão de um gestor de inventário relativamente ao processo de compra a fornecedores. De forma a garantir que o gestor de inventário acede, em qualquer circunstância, a informação atualizada, assume-se que estas consultas, no pior cenário, são realizadas uma vez por semana.

Tabela 8a – Perfil de decisão de gestão de inventário segundo a abordagem GQM (parte 1)

Goal	Question	Metric
G1: Comprar ao fornecedor no momento no qual a empresa mais beneficia	Q1.1: Qual é a disponibilidade dos produtos em inventário num determinado período?	M1.1.1: Items in Inventory M1.1.2: Out-of-stock Items
	Q1.2: Como tem vindo a evoluir a quantidade de produtos em inventário?	M1.2.1: Cumulative Quantities in Inventory
	Q1.3: Qual a quantidade média acumulada de produtos em inventário num determinado período?	M1.3.1: Avg. Cumulative Quantities in Inventory
	Q1.4: Qual o número de encomendas enviadas a fornecedores num determinado período?	M1.4.1: Order Items to Suppliers
	Q1.5: Qual é a quantidade média de produtos por cada encomenda enviada a um fornecedor?	M1.5.1: Avg. Quantities per Order Item to Supplier
	Q1.6: Qual o tempo médio, em dias, desde o envio de uma encomenda a um fornecedor até à sua receção?	M1.6.1: Avg. Order Item to Supplier Cycle Time
	Q1.7: Qual é o número médio de encomendas enviadas a fornecedores por dia?	M1.7.1: Avg. Order Items to Supplier per Day
	Q1.8: Quantos produtos obsoletos se encontram em inventário num determinado período?	M1.8.1: Obsolete Inventory Items
	Q1.9: Quantos produtos sem rotatividade se encontram em inventário num determinado período?	M1.9.1: Inventory Items without Rotation
	Q1.10: Qual é a quantidade de produtos enviada em encomendas de clientes num determinado período?	M1.10.1: Satisfied Quantities on Customer Order Items
	Q1.11: Qual é a variação da quantidade de produtos em inventário num determinado período?	M1.11.1: Quantities in Inventory Variance
	Q1.12: Quais foram os movimentos em inventário num determinado período?	M1.12.1: Inventory Movements M1.12.2: Inventory Exit Movements M1.12.3: Inventory Entry Movements
	Q1.13: Qual a quantidade de produtos pedidas em encomendas a fornecedores num determinado período?	M1.13.1: Quantities on Order Items to Suppliers
	Q1.14: Qual a quantidade média de produtos enviada em encomendas de clientes num determinado período?	M1.14.1: Avg. Satisfied Quantities on Customer Order Items
	Q1.15: Quanto tempo, em dias, um determinado produto permaneceu em inventário desde que foi considerado obsoleto?	M1.15.1: Period since Obsolete Item

Tabela 8b – Perfil de decisão de gestão de inventário segundo a abordagem GQM (parte 2)

Goal	Question	Metric
G1: Comprar ao fornecedor no momento no qual a empresa mais beneficia	Q1.16: Quantas encomendas enviadas a fornecedores foram satisfeitas num determinado período?	M1.16.1: Closed Order Items to Suppliers
	Q1.17: Qual a quantidade acumulada de produtos enviados em encomendas de clientes durante um determinado período?	M1.17.1 Cumulative Satisfied Quantities on Customer Order Items
G2: Potenciar a diminuição dos custos de compra a fornecedores	Q2.1: Qual é a relação entre o valor do inventário e o valor das vendas num determinado período?	...
	Q2.2: Qual é o custo médio de transporte por deslocação num determinado período?	...
	Q2.3: Qual é o custo incorrido pelo suporte do inventário num determinado período?	...

Tal como mencionado anteriormente, os dados fornecidos pela PRIMAVERA, provenientes do sistema EyePeak, não contemplam custos de operação e, portanto, também não é possível concretizar o objetivo G2 deste perfil de decisão. Este objetivo é apresentado enquanto ilustração do que, tipicamente, um gestor de inventário pretende alcançar e que aspetos podem ser relevantes considerar para suportar a sua tomada de decisão.

Assim sendo, considerando as métricas associadas ao objetivo G1 deste perfil de decisão, foram definidos alguns exemplos de KPIs de WM, ilustrados na tabela 9, que permitem obter uma visão genérica do desempenho da organização no que diz respeito à gestão de inventário. Esta avaliação tem como referência os resultados que a organização pretende alcançar e corresponde a informação que pode ser relevante no suporte à tomada de decisão do processo de compra a fornecedores.

Tabela 9 – KPIs do perfil de decisão de gestão de inventário

KPI	Métricas	Cálculo	Objetivo
K1: Obsolete Inventory Items Rate	M1.1.1: Items in Inventory M1.8.1: Obsolete Inventory Items	$K1 = M1.8.1/M1.1.1$	$K1 \leq 10\%$ por mês
K2: Inventory Items without Rotation Rate	M1.1.1: Items in Inventory M1.9.1: Inventory Items without Rotation	$K2 = M1.9.1/M1.1.1$	$K2 \leq 10\%$ por mês
K3: Logistics Inventory Turnover	M1.3.1: Avg. Cumulative Quantities in Inventory M1.10.1: Satisfied Quantities on Customer Order Items	$K3 = M1.10.1/M1.3.1$	$K3 = 0.8$ por mês
K4: Sell-through Rate	M1.2.1: Cumulative Quantities in Inventory M1.17.1: Cumulative Satisfied Quantities on Customer Order Items	$K4 = M1.17.1/(M1.17.1+M1.2.1)$	$40\% \geq K4 \leq 80\%$ por mês

A proposta de objetivos, métricas e indicadores de desempenho de suporte à tomada de decisão em processos de negócio associados a WM culmina com a representação em árvore dos dois de perfis de decisão caracterizados anteriormente como forma de facilitar a compreensão da informação apresentada (ver figura 23).

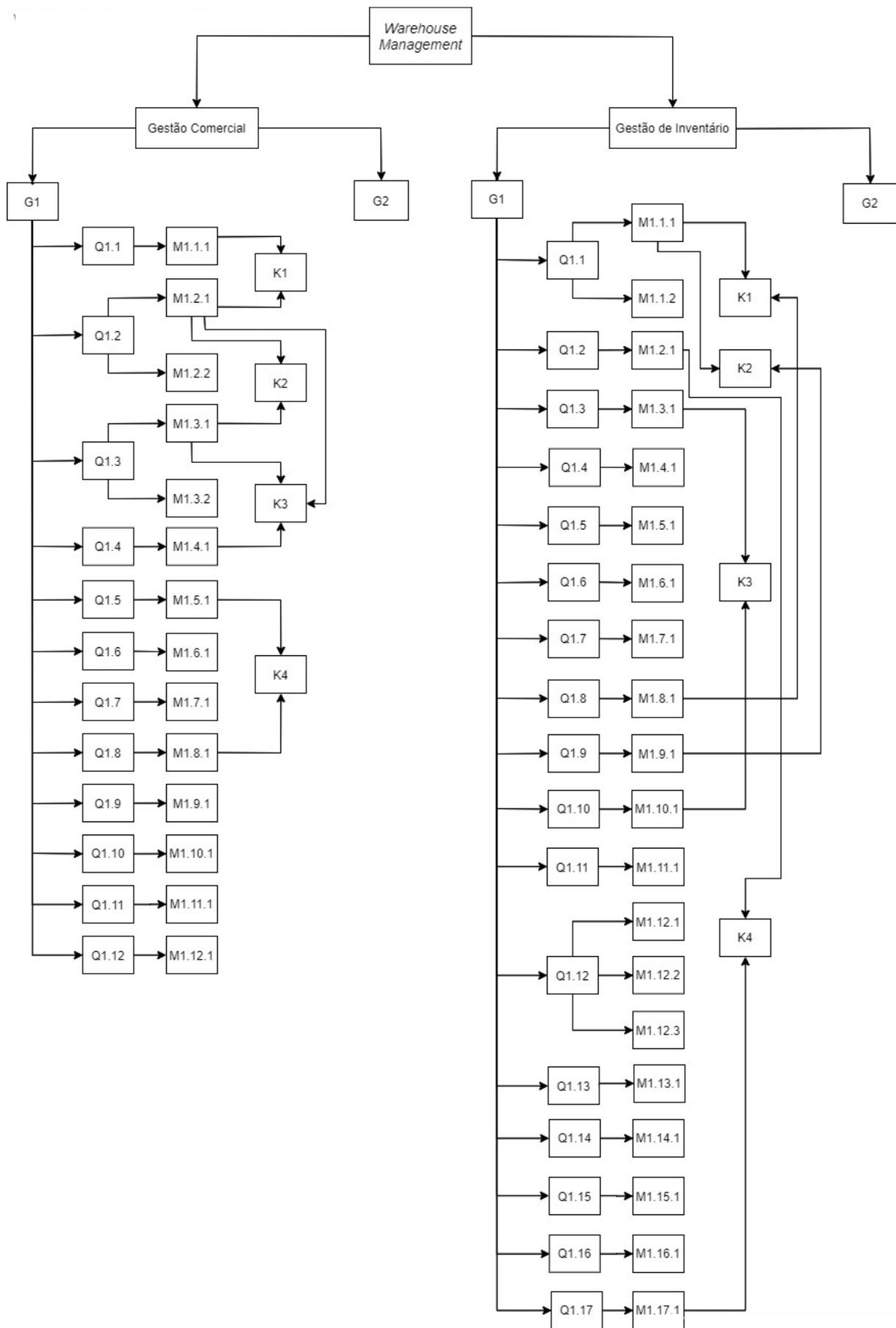


Figura 23 – Representação em árvore da caracterização dos dois perfis de decisão

4.3 *Dashboards e Reports de Suporte à Solução Analítica*

O protótipo desenvolvido no contexto deste trabalho é constituído por um *dashboard* e por um *report* por cada um dos perfis de decisão, de forma a permitir aos utilizadores analisar a informação com um nível de detalhe adequado às suas necessidades. A conceção do protótipo consistiu num processo iterativo, cuja estratégia apresentou como foco o cumprimento dos requisitos funcionais estabelecidos pela PRIMAVERA e a implementação das métricas e dos KPIs de um modo a que exista um equilíbrio entre a complexidade visual e a relevância da informação apresentada no suporte à tomada de decisão. A diferenciação, tanto em termos visuais como analíticos, dos dois tipos de artefacto (*dashboard* e *report*) que constituem o protótipo foi um aspeto importante a considerar no seu processo de conceção.

Os conceitos de *dashboard* e *report* utilizados no Power BI são ligeiramente distintos da forma como tipicamente estes tipos de artefacto são caracterizados na área do BI&A, tal como abordam os estudos (Cahyadi & Prananto, 2015; Yigitbasioglu & Velcu, 2012). No Power BI, um *dashboard* deve permitir obter uma visão genérica do desempenho de uma organização através de informações que sejam consideradas as mais relevantes no suporte ao processo de tomada de decisão, enquanto que um *report* corresponde a um tipo de artefacto através do qual se pretende analisar a informação de uma forma mais detalhada e interativa. Assim sendo, no ambiente de desenvolvimento dos *reports* são disponibilizadas ferramentas de tratamento e exploração de dados através das quais são construídas as métricas e os KPIs, enquanto o ambiente de desenvolvimento de *dashboards* se revela limitador no que diz respeito às funcionalidades analíticas disponibilizadas, tal como foi brevemente referido no capítulo 3. Neste ambiente apenas é possível a construção de *dashboards* a partir da alocação de gráficos que tenham sido previamente desenvolvidos no contexto de um *report* ou através de ferramentas externas. Para além disso, não é disponibilizada a funcionalidade de filtragem dos dados e não é possível o redimensionamento dos gráficos.

Assim sendo, de forma a contornar as limitações mencionadas anteriormente, foi estabelecido, em conjunto com a PRIMAVERA, que ambos os tipos de artefacto a desenvolver no contexto desta dissertação seriam produzidos no ambiente de desenvolvimento de *reports*. Considerando também que os conceitos de *dashboard* e *report* utilizados no Power BI vão de encontro às necessidades analíticas da PRIMAVERA, foi definido que estes artefactos adotariam essa abordagem.

Dashboards

Um *dashboard* tem, então, como princípio fundamental a apresentação da informação numa perspetiva de alto nível, de modo a permitir ao utilizador obter uma visão genérica do desempenho da organização através de representações gráficas que recorrem a métricas e KPIs enquadrados no contexto em questão. Tendo em consideração este princípio, os *dashboards* desenvolvidos apresentam os KPIs definidos nas tabelas 6 e 8 numa posição central, alinhados com os objetivos associados ao respetivo perfil de decisão e com um esquema de cores intencionalmente decidido para que o utilizador consiga identificar de forma quase imediata quais os KPIs que denunciam um fraco desempenho por parte da organização e que, portanto, requerem ações corretivas. Os KPIs podem apresentar as cores verde, vermelho ou laranja que estão associadas, respetivamente, a um cenário favorável, a um cenário desfavorável ou a um cenário mediamente favorável relativamente ao desempenho da organização.

Para além dos KPIs, são também apresentadas as métricas associadas ao respetivo perfil de decisão do *dashboard*, enquanto elementos complementares para a construção de uma visão genérica do desempenho da organização. Toda esta informação é apresentada numa única página cujo formato corresponde às dimensões de um dispositivo móvel. Desta forma, quer o utilizador aceda aos *dashboards* através um dispositivo convencional (*desktop* ou *laptop*), quer aceda através de um dispositivo móvel, a informação surge de forma estruturada, concisa e objetiva.

Considera-se também importante manter a conformidade entre os vários componentes de um *dashboard* no que diz respeito ao nível de detalhe da informação e, portanto, no contexto deste trabalho, este tipo de artefacto apenas permite a filtragem dos dados em termos temporais, revelando, assim, o cumprimento do requisito RF3. O utilizador pode selecionar um intervalo temporal em função do qual as métricas e os KPIs são recalculados.

Numa perspetiva de visualização da informação, tanto os *dashboards* como os *reports* apresentam um fundo azul alusivo às cores do logotipo da PRIMAVERA e uma secção no topo de cada página, na qual surge a sua respetiva identificação e um conjunto de botões de navegação. Estes botões são representados por símbolos ilustrativos das páginas do protótipo que o utilizador pode consultar, como por exemplo, o glossário. Desta forma o utilizador pode facilmente consultar as descrições das métricas e dos KPIs (ordenados por ordem alfabética), nomeadamente os pressupostos assumidos na sua construção (ver figura 24). As descrições das métricas e dos KPIs encontram-se detalhadas nos apêndices 1a, 1b, 1c e 2.

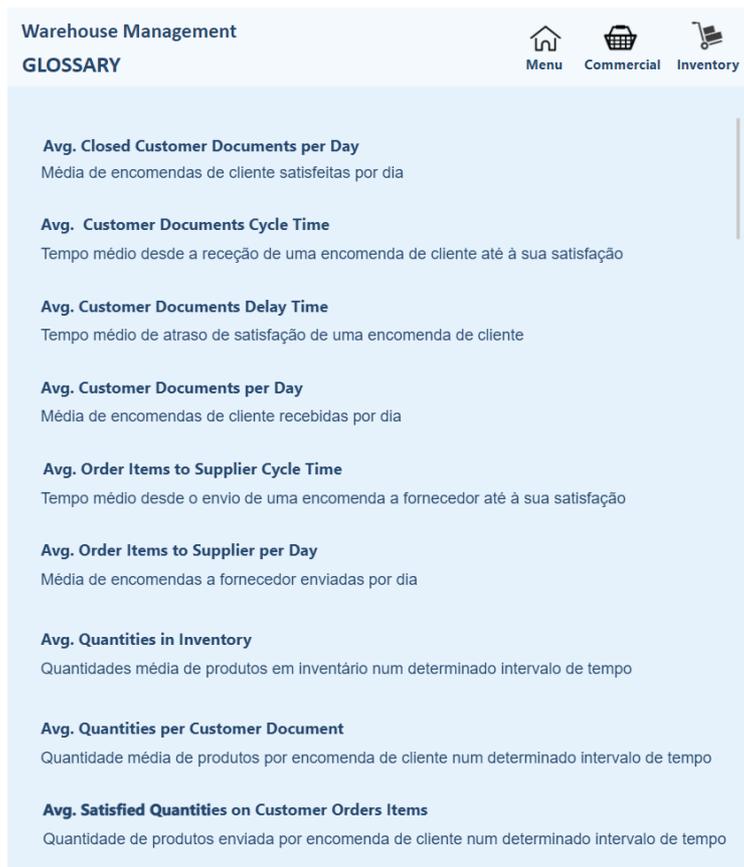


Figura 24 – Página do glossário do protótipo desenvolvido

Considerando, concretamente, o *dashboard* do perfil de decisão de gestão comercial, ilustrado na figura 25, é possível verificar a implementação dos requisitos funcionais estabelecidos pela PRIMAVERA e das métricas e dos KPIs definidos com base na abordagem GQM, seguindo a estratégia de conceção de *dashboards* mencionada anteriormente. Em primeiro lugar, os KPIs K1, K2, K3 e K4 são apresentados de forma destacada relativamente aos outros elementos do *dashboard*, o que permite ao utilizador compreender genericamente e de forma imediata se a organização está a ser bem-sucedida no que diz respeito à satisfação das encomendas de clientes. Estes KPIs avaliam aspetos como a produtividade da organização, o cumprimento dos prazos de envio e a insatisfação dos clientes com base na quantidade de produtos devolvida face à quantidade enviada no mesmo período.

Numa perspetiva de conceção, cada um dos KPIs K1, K2 e K3 é calculado em função de um resultado que a organização pretende alcançar e, portanto, apresentam a cor verde quando o KPI revela um valor igual ou superior ao resultado; a cor vermelho quando o KPI revela um valor inferior ao resultado com um desvio acima dos 10%; a cor laranja quando o valor do KPI é inferior ao resultado, mas com um desvio inferior a 10%. O KPI K4 segue uma lógica de construção diferente, sendo calculado em função

de um resultado definido enquanto pior cenário possível, o que faz com que o esquema de cores se inverta em relação aos KPIs mencionados anteriormente.

Relativamente às métricas apresentadas neste *dashboard*, estas encontram-se agrupadas de acordo com o seu contexto analítico. Isto é, as métricas M1.1.1, M1.6.1 e M1.7.1, posicionadas numa secção superior do *dashboard*, permitem monitorizar o fluxo de encomendas de clientes recebidas num determinado período, enquanto que um segundo grupo de métricas, M1.8.1, M1.9.1, M1.10.1 e M1.11.1, posicionado numa secção inferior, permite monitorizar a eficiência da organização na satisfação de encomendas de clientes num determinado período. O posicionamento destes dois grupos de métricas no *dashboard* segue a lógica do fluxo de processamento de encomendas de clientes. Ou seja, em primeiro lugar surgem as métricas associadas às encomendas recebidas e, posteriormente, as métricas relativas às encomendas satisfeitas.

Neste *dashboard* encontra-se ainda um terceiro conjunto de métricas, M1.2.1, M.1.2.2, M1.3.1, M1.3.2, M1.12.1 e M1.5.1, cada uma relacionada com o contexto de análise do KPI no qual estão enquadrados. Ou seja, por exemplo, o KPI K1 permite avaliar o desempenho da organização na satisfação de encomendas de clientes enviadas dentro do prazo e cuja quantidade pedida de cada produto é cumprida na totalidade. Portanto, as métricas, M1.2.1 e M.1.2.2, associadas a este KPI, revelam, respetivamente, o número de encomendas que num determinado período cumprem estes critérios, designadas de “*Closed*”, e o número de encomendas que não cumprem e que lhes é atribuído o estado de “*Pending*”.

Após esta descrição das métricas e dos KPIs que foram efetivamente implementados neste perfil de decisão e considerando a caracterização deste perfil de decisão na secção 4.2, é possível verificar que a métrica M.1.4.1 é o único elemento que não se encontra explicitamente apresentado neste *dashboard*. Contudo, uma vez que o KPI K3 é calculado à custa desta métrica, esta encontra-se implicitamente implementada neste artefacto.

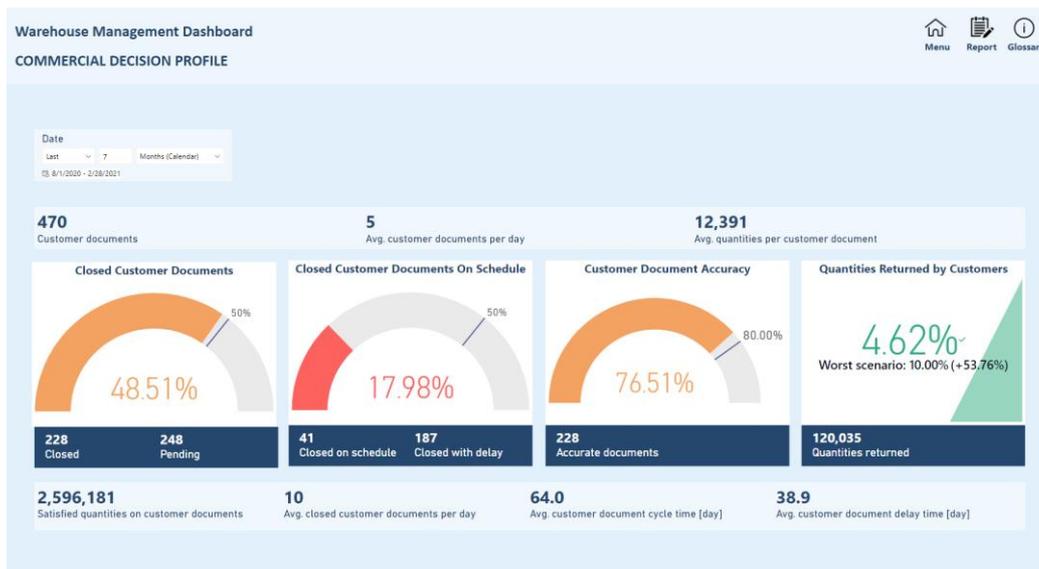


Figura 25 – Proposta de dashboard do perfil de decisão de gestão comercial

Relativamente ao *dashboard* do perfil de decisão de gestão de inventário, ilustrado na figura 26, a sua estratégia de conceção segue, genericamente, as mesmas diretrizes apresentadas acima. Para não fazer uma descrição demasiado exaustiva deste artefacto, repetindo aspetos já mencionados anteriormente, este é apresentado de seguida de uma forma menos extensiva. Assim sendo, os KPIs K1, K2, K3 e K4 assumem uma posição de destaque com o propósito de proporcionar ao utilizador uma visão imediata do desempenho da organização relativamente à gestão do inventário. Os dois primeiros KPIs, K1 e K2, permitem perceber se existem produtos há demasiado tempo em inventário, sendo que, por defeito, são considerados 60 dias no cálculo destes indicadores. Contudo, o utilizador pode definir no *dashboard* e no respetivo *report* o número de dias que pretende que seja considerado neste campo. Relativamente aos KPIs K3 e K4, estes permitem perceber se a quantidade de produtos em inventário é suficiente face à procura no mercado.

Considerando a abordagem de conceção destes KPIs, K1 e K2 são calculados em função do pior cenário possível, enquanto que K3 e K4 são calculados em função do resultado que a organização pretende alcançar, ambas as estratégias explicitadas nas considerações acerca do *dashboard* do perfil de decisão de gestão comercial. Contudo, os KPIs K3 e K4 seguem uma lógica ligeiramente distinta da anteriormente apresentada. Caso estes revelem um valor com um desvio de 0.1 vezes ou de 10%, respetivamente, acima do resultado que se pretende alcançar, é considerado um cenário desfavorável para a organização, sendo representado a cor vermelho. Para além disso, o KPI K3 surge representado de forma distinta dos restantes KPIs pelo facto de a PRIMAVERA pretender analisar o modo como a rotatividade do inventário evolui em termos mensais ao longo do tempo.

No que diz respeito às métricas apresentadas neste *dashboard*, estas encontram-se distribuídas por duas secções de acordo com o seu contexto analítico, tal como no *dashboard* do perfil de decisão de gestão comercial. Na secção superior são apresentadas as métricas M1.1.1, M1.1.2, M.1.2.1 e M1.3.1 que revelam informações acerca dos produtos e da sua respetiva quantidade em inventário. Na secção inferior, encontram-se as métricas M1.4.1, M1.5.1, M1.6.1 e M1.7.1 que permitem monitorizar as informações relativas às encomendas enviadas a fornecedores, tal como o tempo médio de satisfação das encomendas e o número médio de encomendas enviadas por dia.



Figura 26 – Proposta de dashboard do perfil de decisão de gestão de inventário

Reports

Considerando o conceito de *report* utilizado no Power BI, este tipo de artefacto deve permitir uma apresentação da informação sobre múltiplas perspetivas e com um maior nível de detalhe comparativamente com um *dashboard*. Ambos os *reports* desenvolvidos seguem esta premissa, uma vez que apresentam análises dimensionais, permitem o *drill-down* da informação e a filtragem não só ao nível temporal, mas também ao nível do país, do produto e do cliente ou fornecedor, cumprindo, assim, o requisito RF3.

Com o objetivo de permitir aos utilizadores uma interação mais eficiente com ambos os artefactos de cada perfil de decisão, os KPIs apresentados nos *dashboards* encontram-se também dispostos com dimensões mais reduzidas relativamente aos outros elementos numa zona superior do respetivo *report*. Desta forma, um gestor comercial ou um gestor de inventário, após analisar o *dashboard* associado ao seu perfil de decisão, pode aceder ao respetivo *report* e correlacionar mais eficientemente toda a

informação relativa ao seu contexto de atuação, evitando, assim, uma constante navegação entre os artefactos.

Considerando que um *report* apresenta informação com um nível mais detalhado relativamente a um *dashboard*, é tomado como pressuposto que a sua consulta seja um processo que exija mais tempo e uma maior minuciosidade e que, portanto, seja efetuada num dispositivo fixo. Neste sentido, embora também seja possível consultar os *reports* a partir de um dispositivo móvel, estes apresentam dimensões correspondentes ao formato de um ecrã de um dispositivo convencional.

Na conceção dos *reports* foi também importante adequar o tipo de gráfico à análise a que se pretende dar ênfase e, simultaneamente, estimular a apreensão da informação através de uma apresentação visual harmoniosa. Os *reports* desenvolvidos recorrem a vários tipos de gráfico com lógicas de construção distintas que permitem analisar os dados, por exemplo, por níveis hierárquicos, numa perspetiva histórica e em termos evolutivos, cumprindo, assim, os requisitos RF4, RF5 e RF6, respetivamente.

Relativamente à apresentação da informação, os gráficos encontram-se organizados de acordo com uma abordagem que considera dois aspetos: o nível de detalhe da informação e a complexidade visual destas representações. Genericamente, quando os utilizadores percorrem os *reports* de cima para baixo, os gráficos são dispostos de um menor para um maior nível de detalhe de análise. Contudo, contrariando esta abordagem, o último gráfico apresentado em cada um dos *reports* do protótipo corresponde a uma análise dos dados numa perspetiva histórica. Desta forma, os *reports* são “concluídos” com uma retrospectiva do que efetivamente tem vindo a ser o comportamento de compra dos clientes e o comportamento de compra da organização aos fornecedores, ambas as análises alinhadas com o objetivo G1 do respetivo perfil de decisão.

No que diz respeito à complexidade visual dos *reports*, de forma a transmitir um equilíbrio entre todos os elementos do artefacto, os gráficos do mesmo tipo não se encontram posicionados de forma contígua e são dispostos em zonas opostas no *report*, se possível. A cor é também um fator muito importante na assimilação da informação apresentada. Para alcançar uma conjugação harmoniosa, os *reports* recorrem a poucas cores e que contrastam com o fundo do gráfico no qual se encontram (Dhareshwar, 2018). Estas cores podem apresentar um significado, nomeadamente quando é utilizado um gradiente de cores que permite obter uma perceção visual da grandeza, em termos comparativos, dos valores apresentados. Por exemplo, na mesma representação gráfica, a cor azul num tom intenso revela um valor mais elevado comparativamente com um elemento que apresente a cor azul num tom mais ténue. O mesmo acontece com a cor laranja que à medida que se torna mais intensa revela valores cada vez mais desfavoráveis para a organização.

Considerando, concretamente, o *report* associado ao perfil de decisão de gestão comercial, ilustrado na figura 27, é possível verificar a implementação dos requisitos funcionais estabelecidos pela PRIMAVERA e a implementação das métricas e dos KPIs definidos com base na abordagem GQM, seguindo a estratégia de conceção de *reports* mencionada anteriormente. Numa zona superior do *report* encontram-se os KPIs K1, K2, K3 e K4 e as métricas M1.2.1, M1.2.2, M1.3.1, M1.3.2, M1.12.1 e M1.5.1, também apresentados no *dashboard* deste perfil de decisão e que, desta forma, podem ser visualizados conjuntamente com as informações mais detalhadas relativas ao processo de vendas da organização. Neste *report*, são utilizados símbolos alusivos ao contexto dos KPIs, como forma de os identificar mais facilmente em termos visuais. As restantes métricas apresentadas no *dashboard* deste perfil de decisão, M1.1.1, M1.6.1, M1.9.1, M1.7.1, M1.10.1 e M1.11.1, também se encontram neste *report*, dispostas verticalmente numa posição contígua aos gráficos com os quais se relacionam.

Considerando a abordagem de apresentação da informação de um menor para um maior nível de detalhe quando percorrido o *report* no sentido de cima para baixo, os dois primeiros gráficos revelam informação numa perspetiva genérica, nomeadamente a proveniência das encomendas de clientes, quer ao nível geográfico, quer em termos de clientes. Estes gráficos utilizam um gradiente da cor azul para identificar visualmente a afluência de encomendas por país e por cliente e, enquadradas neste contexto de análise, as métricas M1.1.1 e M1.6.1 encontram-se dispostas entre estes gráficos.

Os restantes gráficos que constituem este *report* apresentam informação que também pode ser relevante para a tomada de decisão relativamente ao processo de vendas, mas salienta-se a importância dos seguintes exemplos no contexto deste trabalho, uma vez que cumprem os requisitos funcionais ilustrados na tabela 5. Um dos gráficos deste *report* permite analisar a evolução das encomendas de clientes que permanecem em estado pendente num determinado período, o que revela o cumprimento do requisito RF6. Relativamente aos requisitos RF4 e RF5, são implementados em simultâneo no gráfico que permite analisar a média de encomendas de clientes recebidas no decorrer do período correspondente aos dados. Apesar de esta análise histórica apresentar os dados numa perspetiva mensal, este gráfico permite descender um nível na hierarquia e analisar os dados ao dia, ou ascender e analisá-los em termos trimestrais ou anuais. Para que seja possível realizar esta análise histórica, este gráfico não é afetado pelo filtro temporal.

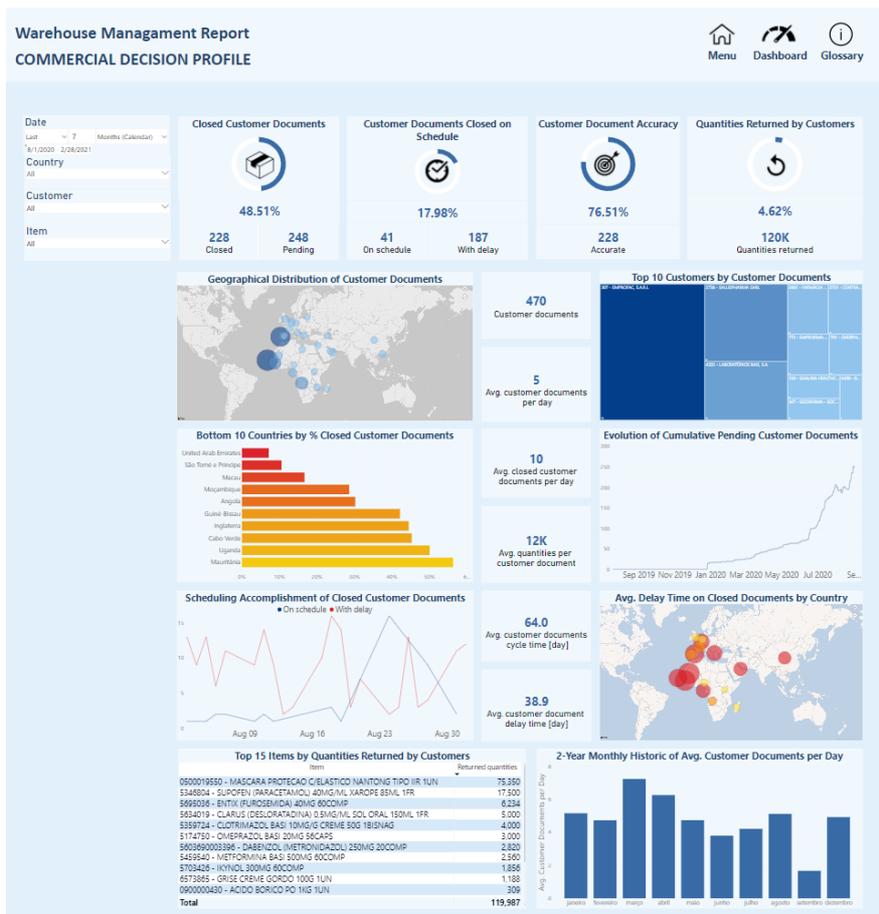


Figura 27 – Proposta de report do perfil de decisão de gestão comercial

O *report* do perfil de decisão de gestão de inventário, ilustrado na figura 28, segue, genericamente, as mesmas diretrizes de conceção mencionadas acima. À semelhança do que aconteceu com os *dashboards*, para não fazer uma descrição demasiado exaustiva deste *report*, repetindo aspetos já mencionados anteriormente, este é apresentado de seguida de uma forma menos extensiva. Assim sendo, os KPIs K1, K2, K3 e K4 e as métricas M1.81, M1.9.1 e M1.20.1 encontram-se distribuídos pela zona inicial do *report* como condensação das informações apresentas no *dashboard* associado a este perfil de decisão. A disposição dos restantes gráficos tenta reger-se pela abordagem relativa ao nível de detalhe da informação anteriormente explicitada, mas priorizando a organização de acordo com o seu contexto de análise. Isto é, quando o utilizador percorre o *report* de cima para baixo e da esquerda para a direita, primeiramente encontra os gráficos relacionados com o estado do inventário e, posteriormente, os gráficos que revelam análises relativas a encomendas enviadas a fornecedores.

Neste sentido, os dois primeiros gráficos permitem obter uma visão genérica do inventário em termos dos produtos e da respetiva quantidade disponíveis, através das métricas M1.1.1, M1.1.2 e M1.2.1, e dos movimentos de entrada e de saída, através das métricas M1.12.2 e M1.12.3. Mais abaixo,

encontram-se outros gráficos que permitem analisar aspetos relacionados com as encomendas enviadas a fornecedores num determinado período, tal como a distribuição geográfica destas encomendas que num determinado período se encontram satisfeitas. Neste gráfico o tamanho dos círculos está associado ao número de encomendas satisfeitas, representado pela métrica M1.16.1, e a cor dos círculos está associada ao tempo de satisfação das encomendas, representado pela métrica M1.6.1.

Para além das informações relacionadas com o inventário e com as encomendas enviadas a fornecedores, considera-se importante incluir dados também relacionados com o perfil de decisão comercial como ilustração do que acontece efetivamente num contexto real. No que diz respeito à gestão de inventário, um gestor deve considerar informações relacionadas com áreas distintas da organização para potenciar os resultados obtidos após a sua tomada de decisão. Portanto, no contexto deste *report*, considera-se relevante incluir um gráfico que permite analisar a quantidade média acumulada de produtos em inventário (métrica M1.3.1) e a quantidade média de produtos enviada em encomendas de clientes no mesmo período (métrica M1.14.1) como forma de avaliar se a organização tem vindo a manter uma quantidade de produtos em inventário adequada face à procura dos clientes.



Figura 28 – Proposta de report do perfil de decisão de gestão de inventário

4.4 Preparação dos Dados de Suporte à Solução Analítica

Tabelas do EyePeak

O modelo de dados, ilustrado na figura 29, é composto pelas tabelas do EyePeak relevantes para o contexto deste trabalho.

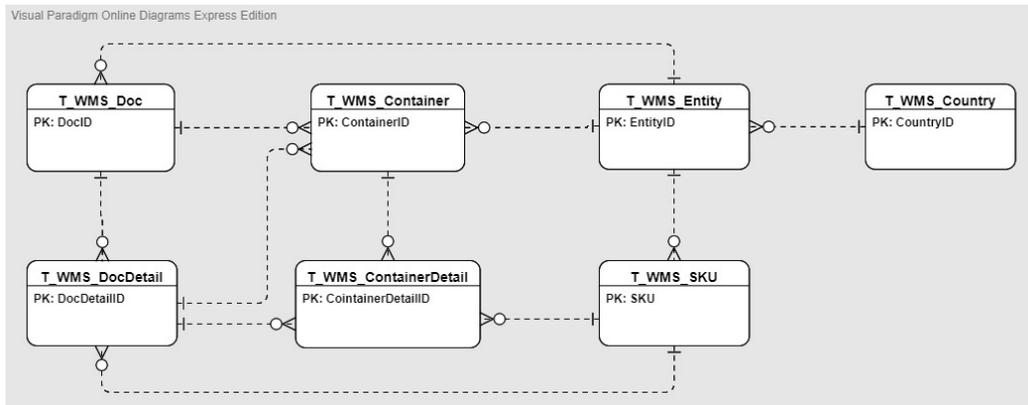


Figura 29 – Modelo de dados (tabelas do EyePeak)

A representação da estrutura de armazenamento de dados do EyePeak sob a forma de um modelo de entidades e relacionamentos indica que os dados são armazenados no contexto de um repositório de dados operacional. Esta forma de modelação, apesar de apresentar os dados normalizados, eliminando a sua redundância, não consiste no método mais apropriado para a aplicação de técnicas de BI&A de forma a suportar o processo de tomada de decisão de uma organização. Num contexto ideal de armazenamento de dados num DW, os dados seriam modelados de forma multidimensional, tipicamente num esquema em estrela. Neste cenário hipotético, o modelo seria composto pelas tabelas de facto **T_WMS_DocDetail** e **T_WMS_ContainerDetail**, cada uma delas estabelecendo uma ligação com as tabelas de dimensão **T_WMS_Country**, **T_WMS_Entity**, **T_WMS_SKU** e uma tabela de dimensão temporal. Esta forma de estruturação dos dados, favorecendo a sua redundância, permite um processamento de *queries* mais eficiente no contexto analítico comparativamente com a modelação relacional sob a qual os dados do EyePeak se encontram estruturados. Contudo, o EyePeak não suporta, atualmente, a modelação multidimensional de dados.

Na tabela 10 encontram-se descritas as tabelas do EyePeak que suportam, em termos de disponibilização de dados, os *dashboards e reports* desenvolvidos.

Tabela 10 – Descrição das tabelas do EyePeak

Tabela	Descrição
T_WMS_Doc	Documentos representativos de uma determinada transação.
T_WMS_DocDetail	Detalhes de cada documento como o tipo, os produtos e a respetiva quantidade transacionada. Uma linha da tabela corresponde a uma linha de um documento.
T_WMS_Container	Paletes em armazém. Uma palete corresponde a uma forma organizada de acomodar os produtos.
T_WMS_ContainerDetail	Detalhes de cada palete como os produtos que a integram e a respetiva quantidade.
T_WMS_Country	Países com os quais ocorrem transações.
T_WMS_Entity	Entidades com as quais a organização efetua transações. Uma entidade pode corresponder a um cliente ou a um fornecedor.
T_WMS_SKU	Produtos que a organização manipula.

Tabelas Calculadas

No contexto deste trabalho foram criadas sete *tabelas calculadas*, um conceito de utilizado no Power BI e introduzido no capítulo 3. No ambiente SQL Server, no qual foi importada a base de dados do cliente da PRIMAVERA proveniente do EyePeak, foram criadas seis novas tabelas (*views*), ilustradas na figura 30. As *views* foram criadas com o objetivo de facilitar a manipulação dos dados, evitando uma constante computação das mesmas consultas.

Inicialmente, as *views* foram implementadas no Power BI, mas no decorrer do processo de exploração dos dados surgiram problemas de natureza tecnológica que impossibilitaram a computação de *queries* que recorressem simultaneamente a tabelas importadas do EyePeak e a *tabelas calculadas*. Desta forma, foi necessário proceder à implementação das *views* em SQL Server e, de seguida, importá-las para o Power BI. Embora as *views* não tenham sido implementadas tecnologicamente em Power BI, estas surgem com o mesmo propósito a que está associado o conceito de *tabela calculada* e, portanto, considera-se que este conceito pode ser aplicado a estas *views*.

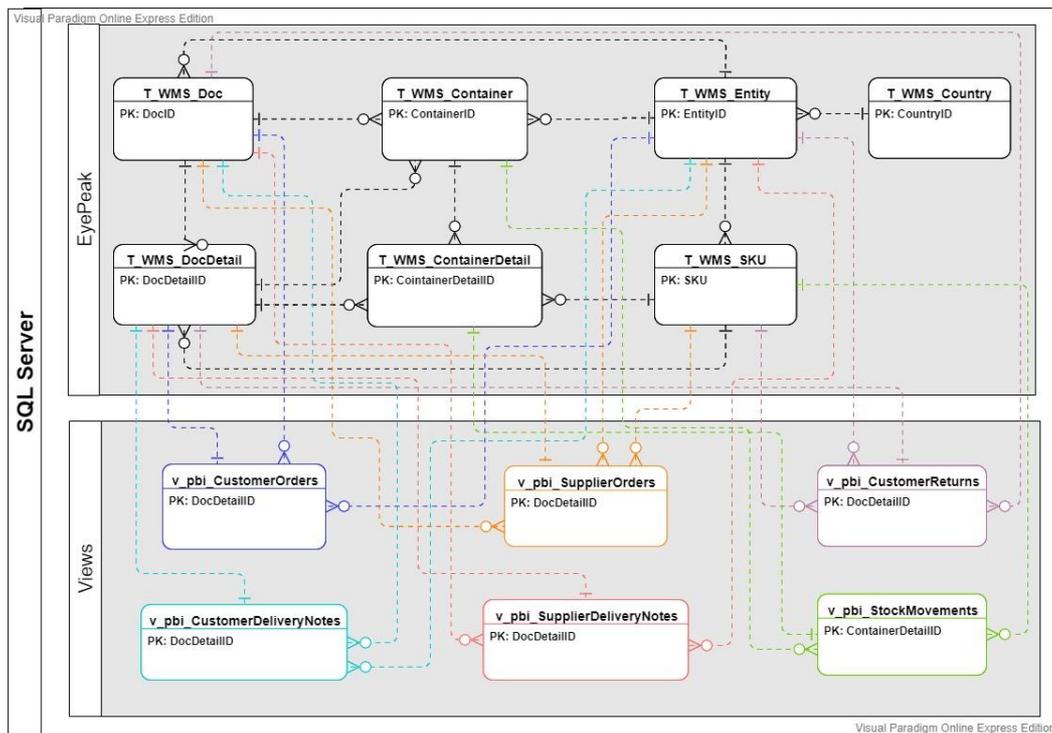


Figura 30 – Modelo de dados (SQL Server)

Tal como se pode verificar na tabela 11, cada uma das *views* *v_pbi_CustomerOrders*, *v_pbi_CustomerDeliveryNotes*, *v_pbi_CustomerReturns*, *v_pbi_SupplierOrders* e *v_pbi_SupplierDeliveryNotes* permite aceder aos documentos de um tipo específico, nomeadamente encomendas de cliente, notas de encomendas de clientes, devoluções de clientes, encomendas a fornecedores e notas de encomendas a fornecedores. A *view* *v_pbi_StockMovements* permite aceder exclusivamente aos movimentos de entrada e de saída de quantidades dos produtos em inventário. Nos apêndices de 3 a 8 são apresentadas informações mais detalhadas de cada um das *views*, nomeadamente os atributos que as compõem e a sua respetiva descrição.

Tabela 11 – Descrição das views

View	Descrição
v_pbi_CustomerOrders	Encomendas de clientes
v_pbi_CustomerDeliveryNotes	Notas de encomendas de clientes
v_pbi_CustomerReturns	Devoluções de clientes
v_pbi_SupplierOrders	Encomendas a fornecedores
v_pbi_SupplierDeliveryNotes	Notas de encomendas a fornecedores
v_pbi_StockMovements	Movimentos em inventário (entrada e saída de produtos)

No contexto desta dissertação, foi criada uma sétima *tabela calculada*, a tabela Calendar, implementada em Power BI, que apresenta como chave-primária uma coluna com um conjunto de datas únicas contidas no intervalo de tempo correspondente aos dados, de 01-01-2018 a 02-09-2020. A tabela Calendar, ao estabelecer uma ligação com as restantes tabelas do modelo através de uma referência temporal, desempenha um papel fundamental na análise de dados históricos. Para além disso, permite ativar as funções DAX de *time-intelligence*, o que facilita a manipulação dos dados na construção de métricas e KPIs, e permite a agregação dos dados por períodos (p.e.: ano, quadrimestre e semana), garantindo a conceção de análises por níveis hierárquicos.

As *tabelas calculadas* criadas no contexto desta dissertação (*views* e tabela Calendar), são as tabelas que compõem o modelo de dados de suporte aos *dashboards* e *reports* criados no Power BI, tal como se pode verificar na figura 31.

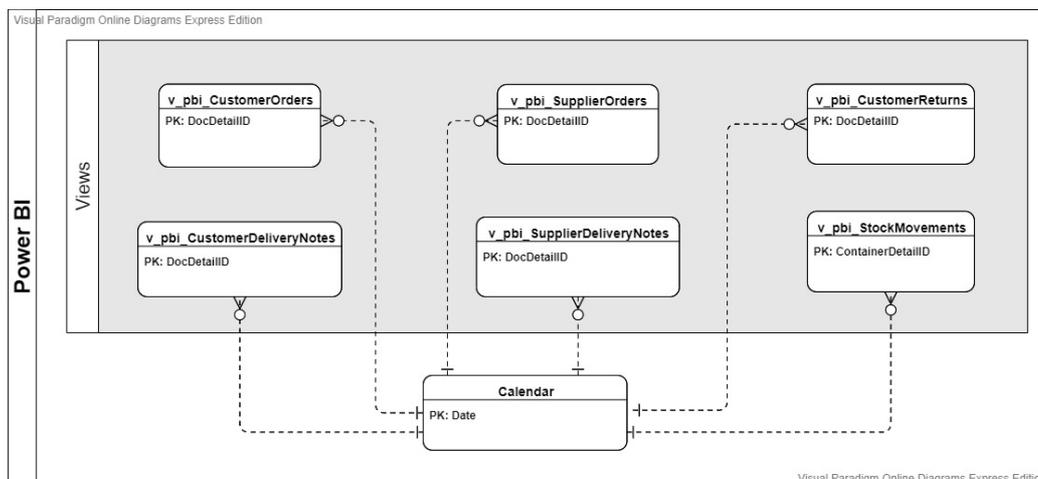


Figura 31 – Modelo de dados de suporte aos artefactos criados no Power BI

Colunas Calculadas

No contexto desta dissertação foram também criadas *colunas calculadas*, um outro conceito utilizado no Power BI e introduzido no capítulo 3, que se encontram organizadas nas tabelas seguintes tendo em consideração o objetivo pelo qual foram criadas.

Na tabela 12 é apresentado um conjunto de *colunas calculadas* que foram criadas a partir da transformação de uma coluna já existente numa tabela do modelo de dados que suporta os artefactos desenvolvidos no Power BI. Considerando que a PRIMAVERA pretende que a granularidade das análises seja ao dia e que as colunas originais do modelo apresentem os dados no formato *date/time*, foi necessário criar para cada uma dessas colunas uma *coluna calculada* que apenas faz referência à data de um determinado evento.

Tabela 12 – Colunas calculadas criadas partir da transformação de uma coluna já existente

Coluna calculada	Coluna original	Descrição	View	Exemplo
ChangeDate2	ChangeDate	Eliminação das horas da coluna original	v_pbi_CustomerDeliveryNotes v_pbi_CustomerOrders v_pbi_CustomerReturns v_pbi_SupplierDeliveryNotes v_pbi_SupplierOrders	22 de janeiro de 2020
DocDate2	DocDate		v_pbi_CustomerDeliveryNotes v_pbi_CustomerOrders v_pbi_CustomerReturns v_pbi_SupplierOrders	
RefDate2	RefDate		v_pbi_StockMovements	
SheduleDate2	ScheduleDate		v_pbi_CustomerOrders	

Na tabela 13 são apresentadas as *colunas calculadas* que foram criadas com o propósito de verificar se cada linha da respetiva tabela apresenta uma determinada condição. Para esta verificação, foi necessário definir critérios para caraterizar cada um destas condições, tendo esta avaliação como resultado um valor do tipo booleano.

Tabela 13 – Colunas calculadas criadas para a verificação de uma condição

Coluna calculada	Descrição	View	Exemplo
IsClosed	Verificação se a linha do documento se encontra satisfeita	v_pbi_CustomerOrders v_pbi_SupplierOrders	1
IsOnSchedule	Verificação se a linha do documento está dentro do prazo de envio	v_pbi_CustomerOrders	
IsPartiallyClosed	Verificação se a linha do documento se encontra parcialmente satisfeita	v_pbi_CustomerOrders	
IsPending	Verificação se a linha do documento está pendente	v_pbi_CustomerOrders	

Na tabela 14 são apresentadas as *colunas calculadas* criadas com o propósito de agregar duas colunas já existentes no modelo que suporta os artefactos desenvolvidos no Power BI, nomeadamente o ID e o respetivo nome do objeto. Desta forma, a identificação de uma determinada entidade ou de um determinado artigo nos *dashboards* e *reports* torna-se mais fácil pelo facto de estes dados estarem associados.

Tabela 14 – Colunas calculadas criadas para agregar colunas já existentes

Coluna calculada	Descrição	View	Exemplo
EntityIdName	Agregação do ID da entidade ao nome da entidade	T_WMS_Entity	“1 – Farmácia X”
SkuldName	Agregação do ID do produto ao nome do produto	T_WMS_SKU	“30 – Produto X”

Por uma questão de simplicidade, na tabela 15 são ilustradas as *colunas calculadas* criadas com propósitos diversos e que não se enquadravam na organização das tabelas anteriormente apresentadas.

Tabela 15 – Colunas calculadas com propósitos diversos

Coluna calculada	Descrição	View	Exemplo
CycleTime [day]	Tempo, em dias, de envio de uma encomenda/linha de encomenda Diferença entre as colunas “ChangeDate” e o “DocDate” de cada linha.	v_pbi_CustomerOrders v_pbi_SupplierOrders	4
DelayTime [day]	Tempo, em dias, de atraso de envio de uma encomenda/linha de encomenda. Diferença entre as colunas “ChangeDate” e “ScheduleDate” de cada linha.	v_pbi_CustomerOrders	
SatisfiedQty	Quantidade de um determinado produto enviada até à data.	v_pbi_CustomerOrders v_pbi_SupplierOrders	5000
Status	Estado do documento associado a uma linha de uma nota de encomenda.	V_pbi_CustomerDeliveryNotes V_pbi_SupplierDeliveryNotes	“CLOSED” ou “PENDING”

4.5 Avaliação dos *Dashboards* e *Reports* Implementados

A avaliação dos artefactos desenvolvidos no contexto desta dissertação é realizada através da validação dos requisitos funcionais, das métricas e dos indicadores de desempenho implementados, tendo por base, os requisitos estabelecidos pela PRIMAVERA e a caracterização dos perfis de decisão previamente elaborada. Para além disso, a avaliação do protótipo é realizada através da uma demonstração dos artefactos propostos aos *stakeholders* da PRIMAVERA, que decorreu no contexto de uma apresentação do trabalho na fase final do estágio curricular. Desta forma, nesta secção do documento, é também apresentado um resumo dos aspetos abordados ao longo dessa sessão, na qual foi obtido *feedback* relativamente à proposta de solução.

Validação dos Requisitos Funcionais, das Métricas e dos KPIs Implementados

Considerando os requisitos funcionais estabelecidos pela PRIMAVERA, apresentados na tabela 5 deste documento, é possível verificar que os requisitos RF1 (suportar a tomada de decisão do gestor comercial) e RF2 (suportar a tomada de decisão do gestor de inventário) se encontram implicitamente alocados a cada um dos perfis de decisão. Desta forma, tal como ilustrado na tabela 16 referente ao

perfil de decisão de gestão comercial, o requisito RF1 encontra-se implementado nos artefactos associados a este perfil de decisão, contrariamente ao requisito RF2.

Os restantes requisitos estabelecidos encontram-se todos implementados neste perfil de decisão seguindo a estratégia de conceção apresentada na secção 4.3. Portanto, tendo em consideração o nível de detalhe da informação associado aos conceitos de *dashboard* e de *report* utilizados no Power BI, o requisito RF3 relativo à filtragem dos dados encontra-se implementado em ambos os tipos de artefacto, enquanto que os requisitos RF4, RF5 e RF6, que pressupõem análises mais detalhadas dos dados, apenas se encontram implementados no *report*.

Tabela 16 – Implementação de requisitos funcionais do perfil de gestão comercial

Requisitos funcionais	Dashboard	Report
RF1	✓	✓
RF2		
RF3	✓	✓
RF4		✓
RF5		✓
RF6		✓

Nas tabelas 17a e 17b é possível verificar que todas as métricas incluídas na caracterização do perfil de decisão de gestão comercial se encontram implementadas nos artefactos associados a este perfil. A forma como as métricas foram distribuídas pelos dois tipos de artefacto foi determinada pelo seu grau de relevância no suporte à tomada de decisão, sendo que tipicamente a informação considerada mais relevante é apresentada nos *dashboards*, ou pelo nível de detalhe da informação associado à análise no qual se encontra inserida.

Tabela 17a – Implementação de métricas do perfil de gestão comercial (parte 1)

Métricas	Dashboard	Report
M1.1.1	✓	✓
M1.2.1	✓	✓
M1.2.2	✓	✓
M1.3.1	✓	✓

Tabela 17b – Implementação de métricas do perfil de gestão comercial (parte 2)

Métricas	Dashboard	Report
M1.3.2	✓	✓
M1.4.1	✓	✓
M1.5.1	✓	✓
M1.6.1	✓	✓
M.1.7.1	✓	
M.1.8.1	✓	
M1.9.1	✓	✓
M.1.10.1	✓	✓
M1.11.1	✓	✓
M1.12.1	✓	✓

Relativamente aos KPIs implementados, é possível verificar através da tabela 18 que os quatro indicadores estipulados para integrar o perfil de decisão de gestão comercial se encontram implementados em ambos os tipos de artefacto.

Tabela 18 – Implementação de KPIs do perfil de gestão comercial

KPIs	Dashboard	Report
K1	✓	✓
K2	✓	✓
K3	✓	✓
K4	✓	✓

Considerando os requisitos funcionais implementados no perfil de decisão de gestão de inventário, tal como referido anteriormente, existe uma alocação implícita dos requisitos RF1 e RF2 a cada um dos perfis de decisão. Neste sentido, é possível verificar na tabela 19 que o requisito RF2 se encontra implementado em ambos os artefactos associados ao perfil de decisão de gestão de inventário. Os restantes requisitos funcionais encontram-se também implementados no *dashboard* e *report* desenvolvidos, seguindo a estratégia de conceção apresentada na secção 4.3.

Tabela 19 – Implementação de requisitos funcionais do perfil de gestão de inventário

Requisitos funcionais	Dashboard	Report
RF1		
RF2	✓	✓
RF3	✓	✓
RF4		✓
RF5		✓
RF6		✓

Relativamente às métricas que compõem a caracterização do perfil de decisão de gestão de inventário, é possível verificar que todas elas se encontram implementadas no *dashboard* e no *report* associados a este perfil de decisão, tal como ilustrado nas tabelas 20a e 20b.

Tabela 20a – Implementação de métricas do perfil de gestão de inventário (parte 1)

Métricas	Dashboard	Report
M1.1.1	✓	✓
M1.1.2	✓	✓
M1.2.1	✓	✓
M1.3.1	✓	✓
M1.4.1	✓	✓
M1.5.1	✓	✓
M1.6.1	✓	✓
M1.7.1	✓	✓
M.1.8.1	✓	✓
M.1.9.1	✓	✓
M1.10.1	✓	✓
M.1.11.1		✓
M1.12.1		✓

Tabela 20b – Implementação de métricas do perfil de gestão de inventário (parte 2)

Métricas	Dashboard	Report
M1.12.2		✓
M1.12.3		✓
M1.13.1		✓
M1.14.1		✓
M1.15.1		✓
M1.16.1		✓
M1.17.1		✓

Tal como no perfil de decisão avaliado anteriormente, os quatro indicadores de desempenho previamente definidos para a sua inclusão no perfil de decisão de gestão de inventário encontram-se implementados em ambos os tipos de artefacto (ver tabela 21).

Tabela 21 – Implementação de KPIs do perfil de gestão de inventário

KPIs	Dashboard	Report
K1	✓	✓
K2	✓	✓
K3	✓	✓
K4	✓	✓

Demonstração do Protótipo Desenvolvido

Na fase final do estágio curricular realizado na PRIMAVERA, enquadrado no âmbito desta dissertação, foi feita uma apresentação do trabalho desenvolvido aos membros do departamento de Consultoria e a alguns membros do departamento Comercial. Esta apresentação teve como finalidade a discussão dos resultados alcançados, nomeadamente a validação dos artefactos de natureza analítica desenvolvidos, tendo por base as expectativas e necessidades da PRIMAVERA.

Na apresentação, em primeiro lugar, foi feito um enquadramento do trabalho e foram mencionados os objetivos a atingir no decorrer do seu desenvolvimento. De seguida, foi feita uma breve contextualização do que são os WMS, nomeadamente de que forma é que estes sistemas podem

potenciar o bom desempenho de uma organização e as suas limitações no que diz respeito às capacidades analíticas. Como forma de dar a conhecer a dinâmica de funcionamento do Power BI, a tecnologia utilizada no desenvolvimento dos *dashboards* e *reports*, foi feita uma apresentação genérica dos principais componentes que o constituem.

Numa perspetiva mais concreta do trabalho desenvolvido, foi apresentado o modelo de dados no qual se encontram representadas as tabelas da solução de software EyePeak consideradas relevantes para o trabalho e as *tabelas calculadas* (*views* e tabela Calendar) que suportam os *dashboards* e *reports* desenvolvidos no Power BI. Desta forma, foi necessário introduzir o conceito de *tabela calculada* e explicar o objetivo pelo qual estas tabelas foram criadas, tendo sido apresentada a título ilustrativo a *view* v_pbi_StockMovements e, devido à sua relevância no contexto deste trabalho no que diz respeito à análise de dados numa perspetiva histórica, foi também apresentada de uma forma mais detalhada a tabela Calendar. De seguida, foi introduzido o conceito de *coluna calculada* utilizado no Power BI e foi explicitado o propósito destas colunas no processo de exploração dos dados através do exemplo da coluna IsClosed da tabela v_pbi_CustomerOrders.

Posteriormente, foram apresentados os requisitos funcionais estabelecidos pela PRIMAVERA, foi destacada a relevância da segmentação de dados por perfis de decisão no que diz respeito à satisfação das expectativas e necessidades de um cliente e foi feita uma contextualização da abordagem GQM utilizada neste trabalho para a caracterização desses mesmos perfis. De seguida, foi apresentada a aplicação desta abordagem ao contexto concreto deste trabalho, nomeadamente os objetivos que se pretendem alcançar, as questões definidas como forma de delimitar o modo como cada objetivo pode ser alcançado e as métricas estabelecidas com base nos dados disponibilizados pela PRIMAVERA e enquanto resposta quantitativa a cada questão. Foram também apresentados os indicadores de desempenho associados a cada perfil de decisão e o respetivo resultado que se pretende atingir.

Como último tópico da apresentação, foi feita uma demonstração dos artefactos desenvolvidos, na qual, primeiramente, foi salientado o propósito do *dashboard* e do *report* associado a cada perfil de decisão de suportar o processo de tomada de decisão na sua respetiva área de atuação. Para que garantir que esse propósito pudesse ser alcançado e para não tornar a apresentação demasiado exaustiva, a demonstração dos artefactos passou pela apresentação de alguns exemplos de informações que podem ser relevantes no suporte ao processo de tomada de decisão e pela confirmação da implementação dos requisitos funcionais estabelecidos pela PRIMAVERA. Para além disso, foram feitas breves considerações relativamente à forma como cada tipo de artefacto foi projetado de forma a equilibrar a relevância da informação apresentada com a complexidade visual, tal como o nível de detalhe da informação, o formato da página, a disposição dos gráficos e as cores utilizadas.

Para finalizar, alguns membros presentes na sessão fizeram a sua apreciação crítica ao trabalho desenvolvido e colocaram questões relativamente a aspetos abordados ao longo da apresentação que culminou com um *feedback* positivo, tendo o trabalho sido dado como concluído.

4.6 Síntese

A PRIMAVERA pretende evoluir com funcionalidades analíticas a solução de software EyePeak, um WMS que apenas suporta a tomada de decisão numa perspetiva operacional. Para a realização desta dissertação, a PRIMAVERA disponibilizou uma base de dados de um cliente real, resultante da exploração do EyePeak, para que sejam desenvolvidos *dashboards* e *reports* que interoperam com esta solução de software, recorrendo à tecnologia selecionada no capítulo 3.

A PRIMAVERA pretende que os *dashboards* e *reports* desenvolvidos no contexto deste trabalho cumpram um conjunto de requisitos funcionais e que estes artefactos sejam segmentados de acordo com dois perfis de decisão, o de gestão comercial e o de gestão de inventário. No contexto deste trabalho, a caracterização dos perfis de decisão segue a abordagem GQM que permitiu definir os objetivos que a organização pretende alcançar (*goal*), as questões que retratam a forma como cada objetivo pode ser alcançado (*question*) e as métricas que respondem quantitativamente a cada questão (*metric*). Tendo por base as métricas anteriormente estabelecidas, foram definidos alguns exemplos de KPIs de WM, enquadrados no respetivo perfil de decisão, que permitem medir o desempenho da organização relativamente aos resultados que esta pretende alcançar. Desta forma, é possível obter uma visão clara dos objetivos da organização e do modo como esta os pretende alcançar, o que faz com que o nível concetual esteja alinhado com o nível funcional da construção analítica e, portanto, à partida, as informações apresentadas são consideradas relevantes no suporte à tomada de decisão dos seus utilizadores.

O processo de conceção dos *dashboards* e *reports* decorreu de uma forma iterativa, tendo como objetivo o equilíbrio entre a complexidade visual e a relevância da informação apresentada no suporte à tomada de decisão, cumprindo os requisitos funcionais estabelecidos pela PRIMAVERA e a implementação das métricas e dos KPIs definidos com base na abordagem GQM. O protótipo desenvolvido é constituído por um *dashboard* e por um *report* por cada um dos perfis de decisão, de forma a permitir aos utilizadores analisar a informação com um nível de detalhe adequado às suas necessidades. A estratégia de conceção passou por definir diretrizes para cada tipo de artefacto (*dashboard* e *report*) nas quais são considerados aspetos como o nível de detalhe, a ordem de disposição e a objetividade da informação apresentada, o formato da página, a filtragem dos dados, os tipos de

gráfico e a sua disposição, o esquema de cores e a simbologia associada. No decorrer do processo de conceção dos *dashboards* e *reports* foram também considerados outros aspetos de uma forma transversal a todos os artefactos como a sua respetiva identificação, as cores utilizadas como fundo, a eficiência de navegação entre artefactos do mesmo perfil de decisão e a facilidade de consulta das descrições das métricas e dos KPIs implementados, nomeadamente os pressupostos assumidos no seu processo de construção.

Na preparação dos dados para a implementação dos *dashboards* e *reports* no Power BI foram criadas 6 *tabelas calculadas (views)* a partir das tabelas do EyePeak consideradas relevantes para este contexto experimental, com o objetivo de tornar a manipulação dos dados mais eficiente e evitar a constante computação das mesmas *queries* no decorrer do processo de exploração dos dados. Para além das *views*, foi criada uma outra *tabela calculada*, a tabela Calendar, que desempenha um papel fundamental na conceção de análises de dados históricas. No Power BI, à semelhança do propósito das *tabelas calculadas*, foram também criadas *colunas calculadas* de forma a facilitar a manipulação dos dados.

Com o objetivo de avaliar o protótipo desenvolvido no contexto desta dissertação, foi feita uma validação dos requisitos funcionais, das métricas e dos indicadores de desempenho implementados, tendo por base o que foi inicialmente estabelecido. Para além disso, no final do estágio realizado na PRIMAVERA, foi feita uma demonstração dos artefactos produzidos no contexto de numa apresentação para o departamento de Consultoria e para alguns membros do departamento Comercial, na qual foi exposto todo o trabalho desenvolvido. A demonstração do protótipo culminou com um *feedback* positivo por parte dos *stakeholders* da PRIMAVERA, tendo o trabalho sido dado como concluído.

5 CONCLUSÕES

Este documento começa por expor a motivação, a finalidade e os objetivos e a abordagem de investigação seguida ao longo desta dissertação. É também exposto o seu enquadramento concetual, no qual são apresentados os conceitos mais relevantes associados à temática em questão, nomeadamente *pacote de software empresarial*, *solução de software analítica*, *supply chain* e WM. Relativamente ao primeiro conceito, são apresentadas as principais características de soluções de software empresarial, os seus benefícios de implementação e os fatores críticos do sucesso deste tipo de soluções. No âmbito do conceito de *solução de software analítica*, é feita uma contextualização relativamente à área de estudo BI&A, são apresentados os benefícios de implementação deste tipo de soluções e algumas abordagens de evolução funcional e tecnológica de soluções de software. Quanto aos conceitos de *supply chain* e WM estes são introduzidos como contextualização genérica relativamente ao domínio aplicacional deste trabalho e é salientada a relevância dos SI aplicados a esse mesmo domínio.

Posteriormente, foi feita uma experimentação e avaliação das tecnologias Elastic Stack e Power BI, de forma a selecionar a tecnologia que melhor cumpre as expectativas da PRIMAVERA enquanto tecnologia de suporte à conceção de *dashboards* e *reports*, uma vez que a empresa pretende a evolução da solução de software EyePeak, um WMS nativo da PRIMAVERA, e que considera que estas tecnologias se enquadram na sua estratégia tecnológica. A comparação do Elastic Stack com o Power BI teve por base um conjunto de características para análise e discussão, nomeadamente tecnologia *open source*; instalação, configuração e documentação disponibilizada; funcionamento na *cloud*; atualização de dados em tempo-real; ferramentas analíticas; usabilidade da interface, obtido a partir de algumas categorias e características consideradas numa abordagem sugerida num estudo semelhante à área do BI&A. O resultado desta experimentação e avaliação teve como resultado a seleção do Power BI enquanto tecnologia a utilizar na conceção dos artefactos de natureza analítica no contexto desta dissertação.

De seguida, foi apresentado o caso de demonstração tratado nesta dissertação, descrevendo o contexto concreto da parte experimental desenvolvida. Foram caracterizados os perfis de decisão de gestão comercial e de gestão de inventário através da abordagem GQM que permitiu a definição de objetivos e métricas orientados às necessidades analíticas do contexto em questão. Adicionalmente, a partir das métricas estabelecidas, foram associados indicadores de desempenho a cada um dos perfis de decisão e o respetivo resultado a alcançar. Após esta caracterização, foi desenvolvida a abordagem de conceção dos artefactos, de forma a garantir um equilíbrio entre a relevância da informação apresentada e a complexidade visual e o cumprimento dos requisitos funcionais estabelecidos pela PRIMAVERA e dos

objetivos, métricas e indicadores de desempenho previamente definidos. Nesta estratégia foram considerados aspetos tal como o nível de detalhe e a quantidade de informação apresentada, a disposição dos gráficos e as cores utilizadas. Posteriormente, foi iniciado o processo de implementação dos artefactos no Power BI que envolveu a preparação dos dados de suporte à solução analítica através da criação de novas tabelas e colunas. Na fase final do trabalho, os artefactos desenvolvidos foram avaliados através da validação dos requisitos funcionais, das métricas e dos indicadores de desempenho implementados com base no que inicialmente foi estabelecido e através da demonstração da proposta de solução aos *stakeholders* da PRIMAVERA.

5.1 Trabalho Realizado

Esta dissertação teve como finalidade a identificação de objetivos, métricas e indicadores de desempenho de suporte à tomada de decisão em processos de negócio associados a WM. Estes conceitos são prototipados através da conceção de artefactos de natureza analítica (*dashboards* e *reports*) com base em dados reais disponíveis na solução de software EyePeak da PRIMAVERA, recorrendo a uma tecnologia que enquadra a estratégia tecnológica da empresa. Os objetivos inicialmente propostos no âmbito desta dissertação foram concretizados, nomeadamente:

- Rever os principais conceitos associados ao WM e às necessidades de suporte à tomada de decisão nesta área;
- Experimentar e avaliar as tecnologias Elastic Stack e Power BI que a PRIMAVERA pondera seleccionar como tecnologia de suporte à evolução tecnológica e funcional da solução de software EyePeak;
- Caracterizar os requisitos funcionais e os perfis de decisão associados ao domínio de WM no contexto de um cliente da PRIMAVERA;
- Propor objetivos, métricas e indicadores de desempenho para os perfis de decisão identificados no objetivo anterior;
- Desenvolver, com base na tecnologia seleccionada como resultado do cumprimento do segundo objetivo, um protótipo de *dashboards* e *reports* recorrendo a dados reais relativos ao cliente da PRIMAVERA disponíveis no EyePeak;
- Avaliar o protótipo desenvolvido com base nos requisitos funcionais, nas métricas e nos indicadores de desempenho previamente estabelecidos e através da demonstração dos artefactos produzidos aos *stakeholders* da PRIMAVERA, de forma a aferir a adequabilidade da proposta no suporte à tomada de decisão.

Assim sendo, considera-se que foi possível estender a solução de software EyePeak para um cliente real da PRIMAVERA, através da disponibilização de artefactos de natureza analítica. A partir da informação apresentada nos *dashboards* e *reports* desenvolvidos, este cliente pode monitorizar o desempenho da sua organização e suportar o processo de tomada de decisão estratégica em processos de WM associados aos dois perfis de decisão retratados, recorrendo à tecnologia Power BI.

Tendo em conta que a abordagem adotada nesta dissertação relativamente à identificação de objetivos, métricas e indicadores de desempenho, à diferenciação de perfis na tomada de decisão, bem como à forma de conceber artefactos de natureza analítica recorreu sempre a raciocínio, técnicas e métodos não especificamente comprometidos com o caso real, nem com o subdomínio que ele representa, pode considerar-se que a sua utilidade e aplicabilidade genérica se estende a todo o domínio do WM.

Como forma de divulgação do trabalho desenvolvido, foi publicado um artigo na revista S'What - Consulting News da PRIMAVERA (ver apêndice 9).

5.2 Trabalho Futuro

Apesar de terem sido alcançados todos os objetivos inicialmente propostos, há aspetos que podem vir a ser considerados no futuro como forma de complementar o trabalho desenvolvido, nomeadamente a inclusão de outros perfis de decisão no âmbito do WM para além do perfil de gestão comercial e do perfil de gestão de inventário. Um possível perfil de decisão a incluir pode ser referente à gestão dos transportes de mercadorias. Desta forma, é possível obter informação que permite suportar a tomada de decisão relativamente ao planeamento e coordenação dos trabalhadores, dos equipamentos e das operações associados a esta atividade da área da logística.

Um outro aspeto a considerar no futuro é o cumprimento dos objetivos estabelecidos na caracterização de ambos os perfis de decisão que exigem dados relativos a custos de operação, nomeadamente o objetivo G2 do perfil de decisão de gestão de comercial (potenciar a obtenção de lucro) e o objetivo G2 do perfil de decisão de gestão de inventário (diminuir os custos de compra a fornecedores). A concretização destes objetivos exige a integração prévia do EyePeak, do qual foram extraídos os dados utilizados no âmbito deste trabalho, com o BA Platform, uma solução de software analítica nativa da PRIMAVERA na qual se encontram armazenados os dados relativos a custos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. Ramaa, N. Subramanya, K., & M. Rangaswamy, T. (2012). Impact of Warehouse Management System in a Supply Chain. *International Journal of Computer Applications*, 54(1), 14–20.
- Alrababah, A. A., Alshahrani, A., & Al-Kasasbeh, B. (2016). Efficiency Model of Information Systems as an Implementation of Key Performance Indicators. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 16(12), 139–143.
- Antón, A. I., & Potts, C. (2003). Functional paleontology: The evolution of user-visible system services. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 151–166.
- Aquila, C. D., Tria, F. D. I., Lefons, E., Tangorra, F., Informatica, D., & Bari, U. (2008). Evaluating Business Intelligence Platforms : a case study. *Integration The Vlsi Journal*, (February), 558–564.
- Basili, V. R. (1992). *Software Modeling and Measurement: The Goal/Question/Metric Paradigm*.
- Beamon, B. M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations and Production Management*, pp. 275–292.
- Berg, J. P. V. Den, & Zijm, W. H. M. (1999). Models for Warehouse Management: Classification and Examples. *International Journal of Production Economics*, 59(1), 519–528.
- Bonaccorsi, A., & Rossi, C. (2003). Why open source software can succeed. *Research Policy*, 32(7), 1243–1258.
- Bradford, M., & Florin, J. (2003). Examining the role of innovation diffusion factors on the implementation success of enterprise resource planning systems. *International Journal of Accounting Information Systems*, 4(3), 205–225.
- Breivold, H. P., Crnkovic, I., & Larsson, M. (2012). A systematic review of software architecture evolution research. *Information and Software Technology*, Vol. 54, pp. 16–40.
- Cahyadi, A., & Prananto, A. (2015). Reflecting design thinking: A case study of the process of designing dashboards. *Journal of Systems and Information Technology*, 17(3), 296–306.
- Chan, F. T. S. (2003). Performance measurement in a supply chain. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 21(7), 534–548.
- Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business Intelligence and analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 36(4), 1165–1188.
- Chou, D. C., Bindu Tripuramallu, H., & Chou, A. Y. (2005). BI and ERP integration. *Information Management & Computer Security*, 13(5), 340–349.
- Coelho, R. (2016). *Normalized Systems: An Assessment of Evolvability Based on Metrics*. Master's Thesis, Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa: Portugal.
- Dhareshwar, A. (2018). *Make it easy to make analyses look good: Support for information dashboard design*. Master's thesis, University of Gothenburg: Sweden.
- Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., Costantino, N., & Turchiano, B. (2015). An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study. *Computers in Industry*, 70(1), 56–69.
- Faber, N., de Koster, M. B. M., & Smidts, A. (2013). Organizing warehouse management. *International Journal of Operations and Production Management*, 33(9), 1230–1256.
- Frazelle, E. (2002). *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*. In *McGraw-Hill*.
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2013). The evolution of the technological ecosystems: An architectural proposal to enhancing learning processes. *Proceedings from ACM International Conference Proceeding Series*, 565–571. Salamanca, Spain.
- Gunasekaran, A., & Ngai, E. W. T. (2004). Information systems in supply chain integration and management. *European Journal of Operational Research*, 159(2 SPEC. ISS.), 269–295.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques - Third Edition*. In *Elsevier Inc*. Waltham, USA.

- Handoko, B. L., Aryanto, R., & So, I. G. (2015). The Impact of Enterprise Resources System and Supply Chain Practices on Competitive Advantage and Firm Performance - Case of Indonesian Companies. *Proceedins from The Third Information Systems International Conference*, 122–128. West Jakarta, Indonesia.
- Kimball, R., & Ross, M. (2013). The Data Warehouse Toolkit, The Definitive Guide to Dimensional Modeling, Third Edition. In *John Wiley & Sons, Inc.*
- Klaus, H., Rosemann, M., & Gable, G. G. (2000). What is ERP? *Information Systems Frontiers*, 2(2), 141–162.
- Lee, J. (2013). A view of cloud computing. *International Journal of Networked and Distributed Computing*, 1(1), 2–8.
- Leite, N., Pedrosa, I., & Bernardino, J. (2018). Open source business intelligence platforms' assessment using osspal methodology. *Proceedings from ICETE 2018: 15th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications*, 190–196.
- Li, S., & Lin, B. (2006). Accessing information sharing and information quality in supply chain management. *Decision Support Systems*, 42(3), 1641–1656.
- Mannaert, H., Verelst, J., & Ven, K. (2011). The transformation of requirements into software primitives: Studying evolvability based on systems theoretic stability. *Science of Computer Programming*, 76(12), 1210–1222.
- Masayna, V., Koronios, A., Gao, J., & Gendron, M. (2007). Data Quality And KPIs : A Link To Be Established. *The 2nd World Congress on Engineering Asset Management (EAM) and The 4th International Conference on Condition Monitoring*, 1376–1386.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). DEFINING SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25.
- Nah, F. F.-H., & Delgado, S. (2006). Critical Success Factors for Enterprise Resource Planning Implementation and Upgrade. *Journal of Computer Information Systems*, 46(5 SPEC. ISS.), 99–113.
- Ngai, E. W. T., Law, C. C. H., & Wat, F. K. T. (2008). Examining the critical success factors in the adoption of enterprise resource planning. *Computers in Industry*, 59(6), 548–564.
- Nofal, M. I., & Yusof, Z. M. (2013). Integration of Business Intelligence and Enterprise Resource Planning within Organizations. *Procedia Technology*, 11, 658–665.
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77.
- Poon, T. C., Choy, K. L., Chow, H. K. H., Lau, H. C. W., Chan, F. T. S., & Ho, K. C. (2009). A RFID case-based logistics resource management system for managing order-picking operations in warehouses. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 8277–8301.
- Qrunfleh, S., & Tarafdar, M. (2014). Supply chain information systems strategy: Impacts on supply chain performance and firm performance. *International Journal of Production Economics*, 147(PART B), 340–350.
- Rouhani, S., Ashrafi, A., Zare Ravasan, A., & Afshari, S. (2016). The impact model of business intelligence on decision support and organizational benefits. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(1), 19–50.
- Rusaneanu, A. (2013). Comparative Analysis of the Main Business Intelligence Solutions. *Informatica Economica*, 17(2/2013), 148–156.
- Sahay, B. S., & Ranjan, J. (2008). Real time business intelligence in supply chain analytics. *Information Management and Computer Security*, 16(1), 28–48.
- Shang, S., & Seddon, P. B. (2000). A Comprehensive Framework for Classifying the Benefits of ERP Systems. *Proceedings from AMCIS 2000: Americas Conference on Information Systems*, 1–11.
- Sharahi, S., & Abedian, M. (2009). Performance Measurement. In *Supply Chain and Logistics in National*,

International and Governmental Environment (pp. 21–42).

- Shatat, A. S., & Udin, Z. M. (2012). The relationship between ERP system and supply chain management performance in Malaysian manufacturing companies. *Journal of Enterprise Information Management*, 25(6), 576–604.
- Stefanou, C. J. (2001). A framework for the ex-ante evaluation of ERP software. *European Journal of Information Systems*, 10(4), 204–215.
- Stefanovic, N. (2014). Proactive supply chain performance management with predictive analytics. *Scientific World Journal*, 17.
- Su, Y. fen, & Yang, C. (2010). Why are enterprise resource planning systems indispensable to supply chain management? *European Journal of Operational Research*, 203(1), 81–94.
- Tarn, J. M., Yen, D. C., & Beaumont, M. (2002). Exploring the rationales for ERP and SCM integration. *Industrial Management and Data Systems*, 102(1), 26–34.
- Trkman, P. (2010). The critical success factors of business process management. *International Journal of Information Management*, 30(2), 125–134.
- Umble, E. J., Haft, R. R., & Umble, M. M. (2003). Enterprise resource planning: Implementation procedures and critical success factors. *European Journal of Operational Research*, 146(2), 241–257.
- Urem, F., & Mikulić, Ž. (2010). Developing operational profile for ERP software module reliability prediction. *Proceedings from MIPRO 2010 - 33rd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics*, 409–413. Šibenik, Croatia.
- Wang, E. T. G., Shih, S. P., Jiang, J. J., & Klein, G. (2008). The consistency among facilitating factors and ERP implementation success: A holistic view of fit. *Journal of Systems and Software*, 81(9), 1609–1621.
- Yigitbasioglu, O. M., & Velcu, O. (2012). A review of dashboards in performance management: Implications for design and research. *International Journal of Accounting Information Systems*, 13(1), 41–59.
- Zhang, L., Lee, M. K. O., Zhang, Z., & Banerjee, P. (2003). Critical Success Factors of Enterprise Resource Planning Systems Implementation Success in China. *Proceedings from HICSS'03: 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 10.

APÊNDICES

Apêndice 1a – Descrição das métricas implementadas (parte 1)

Metrica	Descrição
Accurate Documents	Encomendas enviadas com precisão num determinado período. Encomendas cuja quantidade associada a cada produto se encontra satisfeita na totalidade, cujo estado do documento é "CLOSED" e cujo prazo estabelecido para o seu envio foi cumprido.
Avg. Closed Customer Documents per Day	Média de encomendas de cliente satisfeitas por dia num determinado período
Avg. Cumulative Quantities in Inventory	Quantidade média de produtos acumulada em inventário num determinado período
Avg. Customer Document Cycle Time	Tempo médio desde a data de receção de uma encomenda de cliente até à data da sua satisfação num determinado período
Avg. Customer Document Delay Time	Tempo médio de atraso de satisfação de uma encomenda de cliente num determinado período
Avg. Customer Documents per Day	Média de encomendas de cliente recebidas por dia num determinado período
Avg. Order Item to Supplier Cycle Time	Tempo médio desde a data de envio de uma encomenda a fornecedor até à data da sua satisfação num determinado período
Avg. Order Items to Supplier per Day	Média de encomendas enviadas a fornecedores por dia num determinado período
Avg. Quantities per Customer Document	Quantidade média de produtos por encomenda de cliente num determinado período
Avg. Quantities per Order Item to Supplier	Quantidade média de produtos por encomenda a fornecedor num determinado período
Avg. Satisfied Quantities on Customer Order Items	Quantidades média de produtos enviada por encomenda de cliente num determinado período
Closed Customer Documents	Encomendas de cliente satisfeitas num determinado período. Encomendas cuja quantidade associada a cada produto enviada até à data é igual ou superior à quantidade pedida pelo cliente e cujo estado do documento é "CLOSED".
Closed Order Items to Suppliers	Encomendas a fornecedores satisfeitas num determinado período. Encomendas cuja quantidade associada a cada produto recebida até à data é igual ou superior à quantidade pedida ao fornecedor e cujo estado do documento é "CLOSED".

Apêndice 1b – Descrição das métricas implementadas (parte 2)

Métrica	Descrição
Cumulative Pending Customer Documents	Acumulado de encomendas de clientes pendentes num determinado período. Encomendas cuja quantidade associada a cada produto enviada até à data é inferior à quantidade pedida pelo cliente e superior a zero e cujo estado do documento é diferente de “CANCEL” ou encomendas cuja quantidade associada a cada produto enviada até à data é igual ou superior à quantidade pedida pelo cliente e cujo estado do documento é igual a “PENDING”.
Cumulative Quantities in Inventory	Quantidade de produtos acumulada em inventário num determinado período. Consiste na soma acumulada dos movimentos do inventário num determinado período.
Cumulative Satisfied Quantities on Customer Order Items	Quantidade acumulada de produtos enviada em encomendas de clientes num determinado período
Customer Documents	Encomendas de cliente recebidas num determinado período
Customer Documents Closed on Schedule	Encomendas de cliente satisfeitas dentro do prazo estabelecido num determinado período. Encomendas cuja data de satisfação é inferior ou igual à data planeada para a sua satisfação. A data de receção da encomenda de cliente e a data de satisfação estão incluídas no mesmo intervalo de tempo.
Customer Documents Closed with Delay	Encomendas de cliente satisfeitas fora do prazo estabelecido num determinado período. Encomendas cuja data de satisfação da encomenda de cliente é superior à data planeada para a sua satisfação. A data de receção da encomenda de cliente e a data de satisfação estão incluídas no mesmo intervalo de tempo.
Inventory Entry Movements	Somatório das quantidades associadas a cada produto que entram em inventário num determinado período.
Inventory Exit Movements	Somatório das quantidades associadas a cada produto que saem de inventário num determinado período
Inventory Items without Rotation	Produtos sem rotatividade em inventário num determinado período. Produtos cujo último movimento de entrada em inventário ocorreu há pelo menos 60 dias e, simultaneamente, cujo último movimento de saída de inventário ocorreu há pelo menos 60 dias.
Inventory Movements	Somatório das quantidades associadas a cada produto que entram e saem de inventário num determinado período
Items in Inventory	Produtos que se encontram em inventário num determinado período. Produtos cuja soma dos movimentos de entrada e de saída de inventário num determinado período é superior a zero.

Apêndice 1c – Descrição das métricas implementadas (parte 3)

Métrica	Descrição
Obsolete Inventory Items	Produtos obsoletos em inventário num determinado período. Produtos cujo último movimento de saída de inventário ocorreu há pelo menos 60 dias.
Order Items to Suppliers	Encomendas enviadas a fornecedores num determinado período
Out-of-stock Items	Produtos que não se encontram disponíveis em inventário num determinado período. A soma dos movimentos de entrada e de saída de inventário num determinado período é igual a zero.
Partially Closed Customer Documents	Encomendas de cliente que se encontram parcialmente satisfeitas num determinado período. Encomendas cuja quantidade associada a cada produto enviada até à data é inferior à quantidade pedida pelo cliente e superior a zero e cujo estado do documento é diferente de "CANCEL". A data de receção da encomenda de cliente e a data de satisfação estão incluídas no mesmo intervalo de tempo.
Period since Obsolete Item	Intervalo de tempo desde o momento em que um produto é considerado obsoleto até ao momento atual num determinado período
Quantities in Inventory Variance	Variação da quantidade de produtos em inventário num determinado período
Quantities on Order Items to Suppliers	Quantidade de produtos em encomendas enviadas a fornecedores num determinado período
Quantities Returned on Customer Documents	Quantidade de produtos devolvida por clientes num determinado período
Satisfied Quantities on Customer Documents/Satisfied Quantities on Customer Order Items	Quantidade de produtos enviada em encomendas de clientes num determinado período

Apêndice 2 – Descrição dos KPIs implementados

KPI	Descrição
Closed Customer Documents Rate	Percentagem de encomendas de cliente satisfeitas num determinado período
Customer Document Accuracy	Percentagem de precisão das encomendas de cliente enviadas num determinado período
Customer Documents Closed on Schedule Rate	Percentagem de encomendas de cliente satisfeitas dentro do prazo num determinado período
Inventory Items without Rotation Rate	Percentagem de produtos em inventário sem rotatividade
Logistics Inventory Turnover	Número de vezes que o inventário foi vendido na totalidade e substituído num determinado período
Obsolete Inventory Items Rate	Percentagem de produtos obsoletos em inventário período
Quantities Returned on Customer Documents Rate	Percentagem de quantidade de produtos devolvida em encomendas de cliente num determinado período
Sell-through Rate	Percentagem inventário vendido num determinado período, considerando a quantidade de produtos em inventário no mesmo intervalo de tempo

Apêndice 3 - Atributos da *view* v_pbi_CustomerOrders

Atributo	Descrição	Tipo de dados
DocDetailID	Chave identificadora da tabela. Corresponde a uma linha de um documento referente a uma encomenda de cliente.	INT
DocID	Chave identificadora do documento a que corresponde a linha	INT
ChangeDate	Data de satisfação da linha	Date/Time
DocDate	Data de criação do documento a que corresponde a linha	
DocStatus	Estado da linha	String
Qty	Quantidade pedida de um determinado produto	INT

Apêndice 4 – Atributos da *view* v_pbi_CustomerDeliveryNotes

Atributo	Descrição	Tipo de dados
DocDetailID	Chave identificadora da tabela. Corresponde a uma linha de um documento referente a uma nota de encomenda de cliente.	INT
DocID	Chave identificadora do documento a que corresponde a linha	INT
DocStatus	Estado da linha	String
Qty	Quantidade enviada de um determinado produto	INT
RelatedLineID	Chave identificadora de uma linha da view v_pbi_CustomerOrders a que corresponde a linha	INT

Apêndice 5 – Atributos da *view* v_pbi_CustomerReturns

Atributo	Descrição	Tipo de dados
DocDetailID	Chave identificadora da tabela. Corresponde a uma linha de um documento referente a uma devolução de cliente.	INT
Qty	Quantidade devolvida de um determinado produto	INT
ChangeDate	Data de recepção de uma devolução de cliente	Date/Time

Apêndice 6 – Atributos da *view* v_pbi_SupplierOrders

Atributo	Descrição	Tipo de dados
DocDetailID	Chave identificadora da tabela. Corresponde a uma linha de um documento referente a uma encomenda a fornecedor.	INT
DocID	Chave identificadora do documento a que corresponde a linha	INT
ChangeDate	Data de satisfação da linha	Date/Time
DocDate	Data de criação do documento a que corresponde a linha	Date/Time
DocStatus	Estado da linha	String
Qty	Quantidade pedida de um determinado produto	INT

Apêndice 7 – Atributos da *view* v_pbi_SupplierDeliveryNotes

Atributo	Descrição	Tipo de dados
DocDetailID	Chave identificadora da tabela. Corresponde a uma linha de um documento referente a uma nota de encomenda a fornecedor.	INT
DocID	Chave identificadora do documento a que corresponde a linha	INT
DocStatus	Estado da linha	String
Qty	Quantidade recebida de um determinado produto	INT
RelatedLineID	Chave identificadora de uma linha da <i>view</i> v_pbi_SupplierOrders a que corresponde a linha	INT

Apêndice 8 – Atributos da *view* v_pbi_StockMovements

Atributo	Descrição	Tipo de dados
ContainerDetailID	Chave identificadora da tabela.	INT
Qty	Quantidade movimentada de um determinado artigo	INT
MovType	Tipo de movimento em inventário (entrada ou saída)	String
RefDate	Data em que ocorre um movimento em inventário	Date/Time

Apêndice 9 – Artigo publicado na revista S’What - Consulting News da PRIMAVERA



Dashboards e Reports em PowerBI a partir de dados do EyePeak

Inês Silveira
Estágo

A evolução tecnológica das últimas décadas é marcada pela facilidade de acesso à informação através de dispositivos que fazem parte do nosso quotidiano, tal como o *smartphone* e o computador. O grande volume de dados gerado diariamente pelas organizações constitui uma oportunidade de negócio quando associado ao *Business Intelligence & Analytics* (BI&A). Esta área inclui metodologias e tecnologias que permitem analisar os dados relativos ao negócio de uma organização e, desta forma, conhecer melhor o mercado no qual esta atua e as necessidades dos seus clientes, monitorizar o seu desempenho, perspetivar cenários futuros e suportar o seu processo de tomada de decisão. As tecnologias de BI&A têm sido utilizadas com enorme sucesso em diversos domínios aplicacionais.

Este artigo aborda a sua aplicação no âmbito da gestão de armazéns (*warehouse management*) e no contexto do produto EyePeak da PRIMAVERA. Como consequência da globalização dos mercados, os processos de logística interna têm vindo a tornar-se mais complexos. Em concreto, a cadeia de abastecimento tem vindo a abranger um maior número de parceiros de negócio, que podem estar localizados em qualquer lugar do mundo, que transacionam uma maior variedade de produtos e que são obrigados a lidar com uma grande diversidade de condições impostas à documentação relativa ao transporte das encomendas. Neste contexto, a gestão de armazéns depende do suporte fundamental das tecnologias de informação.

Um pacote informático do tipo *Warehouse Management System* (WMS) pode ser considerado uma solução adequada quando as organizações necessitarem de monitorizar os fluxos de entrada e de saída de produtos do armazém e de otimizar o espaço de armazenamento, como forma de reduzir os custos e o tempo de entrega aos seus clientes e de aumentar a qualidade do serviço prestado. A integração em soluções WMS de tecnologias de BI&A permite alcançar melhores resultados de exploração dos armazéns, recorrendo à monitorização e análise de KPIs (*key performance indicators*) como forma de suportar a tomada estratégica de decisão em prol da otimização dos processos logísticos.

No âmbito do meu estágio de dissertação de mestrado na PRIMAVERA, foi desenvolvido um protótipo composto por um conjunto de *reports* e *dashboards* com base em dados reais resultantes da exploração do produto EyePeak, recorrendo à tecnologia Power BI da Microsoft. Uma tecnologia que disponibiliza uma coleção de serviços de software, aplicações e contores que permite transformar dados provenientes de várias fontes em informação que acrescenta valor a uma área de negócio e que pode ser partilhada de forma interativa e visualmente apelativa com pessoas internas ou externas à organização.

A segmentação de dados de acordo com perfis de decisão revela ser fundamental na conceção de *reports* e *dashboards* para uma monitorização eficiente dos vários fluxos de negócio de uma organização. Desta forma, foram desenvolvidos dois perfis de decisão (de gestão comercial e de gestão de inventário) com base na abordagem *Goal-Question-Metric* que apresenta um método *top-down* para a definição de métricas de suporte à tomada de decisão. O perfil de decisão de gestão comercial permite suportar a tomada de decisão relativamente ao seu processo de vendas e apresenta como objetivos potenciar a satisfação dos clientes e a obtenção de lucros e as análises que lhe estão associadas devem responder a perguntas como, por exemplo, "Quantas encomendas de clientes são enviadas num determinado intervalo de tempo?" e "Qual é o rácio de devoluções num determinado intervalo de tempo?". Relativamente ao perfil de decisão de gestão de inventário, este permite suportar a tomada de decisão relativamente ao processo de compra a fornecedores e tem como objetivo diminuir os custos de compra a fornecedores e comprar no momento no qual a empresa mais beneficia. Estes objetivos podem ser alcançados quando considerados aspetos como: "Com que frequência são emitidas encomendas a fornecedores?" e "Quais são as quantidades em inventário de um produto num determinado intervalo de tempo?".

Na fase de implementação do protótipo, foram criadas projeções das tabelas do EyePeak consideradas relevantes para o contexto do trabalho, como forma de evitar uma constante computação de determinadas consultas no decorrer do processo de exploração dos dados. Estas projeções foram implementadas em SQL Server e importadas para o Power BI. Neste processo de modelação dos dados, foram também criadas *colunas calculadas*, um conceito utilizado nesta tecnologia. Estas colunas são computadas com base em dados carregados no Power BI e os resultados são guardados no modelo como um mecanismo para a construção das métricas e dos KPIs.

Com o propósito de acrescentar uma dimensão temporal ao modelo de dados, à semelhança do que acontece em contextos de *Data Warehousing*, nos quais cada elemento dos dados apresenta uma referência ao tempo e a informação é disponibilizada numa perspetiva histórica, foi criada uma *tabela calculada*, um outro conceito utilizado no Power BI. Esta tabela apresenta, como chave identificadora, um conjunto de datas únicas contidas num intervalo de tempo definido pelo utilizador e desempenho, emão, um papel fundamental na construção de análises de dados históricos. Permite que o utilizador aceda às funções de *time-intelligence* do Power BI e a agregação dos dados por períodos como, por exemplo, ano, trimestre e semana, possibilitando a conceção de análises em termos hierárquicos.

Após a fase de preparação dos dados, foram criadas métricas e KPIs de *warehouse management* para sustentar a construção analítica desenvolvida neste contexto, composta por dois *reports* e dois *dashboards* associados a cada um dos perfis de decisão mencionados anteriormente. Uma parte deste protótipo encontra-se ilustrada na figura, nomeadamente, o *report* associado ao perfil de decisão de gestão comercial.

Portanto, para concluir, através da aplicação de metodologias de BI&A a dados operacionais armazenados no EyePeak, o cliente PRIMAVERA pode aceder à informação que lhe permite obter uma visão mais clara do desempenho da sua organização relativamente ao processo de vendas e ao processo de compra a fornecedores. Esta informação permite-lhe antecipar o seu comportamento de modo a que, no momento de atender uma encomenda de um cliente, todas as condições estejam reunidas para a prestação do melhor serviço possível.

