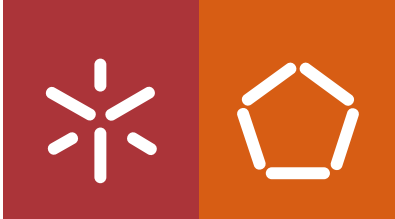


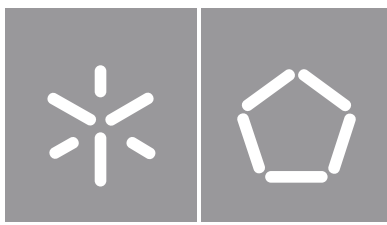


Laura Pinheiro Machado

Melhoria das operações de um armazém
interno numa empresa do setor da
construção

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Laura Pinheiro Machado

**Melhoria das operações de um armazém
interno numa empresa do setor da
construção**

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do(a)
Professora Doutora Maria Sameiro Carvalho

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.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição
CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

À professora Maria Sameiro Carvalho pelo apoio, opiniões e ideias dadas ao longo deste percurso.

À DVM Global, S.A. pela oportunidade, em especial, ao Engenheiro Pedro Silva, o meu orientador de estágio, ao Rui e ao Tiago, os colaboradores do armazém, à Sónia Braga, responsável do Dep. de Qualidade e Segurança, ao Professor Paulo Sampaio e a todos os colegas do grupo IBG com quem tive o gosto de trabalhar todos os dias.

Ao meu irmão e aos meus pais.

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

O projeto de investigação, apresentado nesta dissertação, foi elaborado no âmbito da obtenção do grau de mestre em Engenharia e Gestão Industrial pela Universidade do Minho. Este projeto foi desenvolvido na DVM Global, S.A., com o tema "Melhoria das operações de um armazém interno numa empresa do setor da construção". Com o aumento do volume de obras das empresas da área da construção/revestimentos e, conseqüente, aumento da competitividade, surge a necessidade de desenvolver estratégias inovadoras e eficazes capazes de acompanhar este crescimento, especialmente ao nível da gestão de armazéns. Deste modo, foi proposto pela DVM Global a melhoria das operações do armazém de materiais, através da automatização, controlo e gestão de materiais e melhoria organizacional.

Esta dissertação regeu-se pela metodologia "Investigação-Ação" e iniciou-se com o diagnóstico do problema e recolha e análise dos dados, através de observação dos procedimentos, entrevistas e dados do ERP da empresa. Simultaneamente, foi elaborada a revisão bibliográfica sobre a gestão e cadeia de abastecimento, destacando o setor da construção, sobre a logística e o papel do armazém e, por fim, sobre métodos de avaliação da viabilidade de projetos. Através da análise crítica da situação atual do armazém, foram identificados os problemas inerentes ao mesmo, destacando-se: sobrelotação e congestionamento, elevada quantidade de artigos obsoletos, falta de fiabilidade dos dados de ERP, indefinição de zonas funcionais e armazenamento ineficiente dos artigos.

Assim, foi desenvolvida uma matriz esforço-impacto, para perceber quais os problemas com maior prioridade na implementação de melhorias. A inventariação e definição de critérios de sobras de placas de fenólicos permitiu uma redução do tempo de *picking* destes materiais de 40% e libertação de espaço útil de armazenamento correspondente a 6%, obtendo uma melhoria anual de 19554 €. A implementação do código de barras e normalização das localizações permitiu reduções do tempo de *picking* em 35% e a eliminação do preenchimento manual de Guias de Receção e de Transporte, traduzindo-se numa melhoria anual de 3996,72 €. De modo a analisar a viabilidade do projeto, calculou-se o Valor Atual Líquido (VAL), o *payback* e o *Return on Investment* (ROI), obtendo valores de 13130,11 €, 2,64 anos e 77%, respetivamente. Por fim, com a implementação do modelo de gestão de stocks prevê-se uma diminuição significativa das quebras de stock, traduzida num nível de serviço de 90%. A customização do ERP com avisos de quando e quanto encomendar, permitiu a redução de atividades sem valor acrescentado, obtendo um ganho anual de 540 € e a redução da quantidade média de stock em 53%.

PALAVRAS-CHAVE

Armazém, Construção, Código de barras, Automatização, Gestão de stocks

ABSTRACT

The research project presented in this dissertation was developed to achieve a master's degree in Industrial Engineering and Management at the University of Minho. This project was developed in collaboration with DVM Global, S.A., with the topic "Operations improvement in an internal warehouse of a construction sector company". With the increase in the number of projects by companies in the construction/cladding sector and, consequently, the increase of competition, arises the need to develop innovative and effective strategies that are able to keep this growth, especially in terms of warehouse management. Thus, it was proposed by DVM Global the warehouse operations improvement through automation, materials control and management and organization increase.

This dissertation followed the "Research-Action" methodology and began with the problem diagnosis by understanding the warehouse state of the art and subsequent collection and analysis of data, through observation of the operations, stakeholders' interviews and company's ERP data. Simultaneously, a bibliographic review was developed on supply chain management, with an emphasis on the construction sector, logistics and the warehouse role, and lastly methods of projects' feasibility evaluation. Through critical analysis of the warehouse's state of art, the problems inherent to it were identified: overcrowding, the quantity of obsolete items, the unreliability of ERP data, functional zones unidentified and materials' inefficient storage.

This way, an effort-impact matrix was developed to study the problems with the highest priority and improvement proposals were presented for these same problems. The inventory and definition of criteria for the leftover phenolic material allowed the picking duration reduction by 40% and the freeing up of usable storage space by 6%, achieving an annual improvement of 19554 €. The barcode's implementation and the locations' normalization allowed the picking duration reduction by 35% and allowed the manual work's elimination regarding the elaboration of the Reception and Expedition documents, resulting in an annual improvement of 3996,72 €. In order to analyze the feasibility of the project, the Net Present Value (NPV), the payback and the Return on Investment (ROI) were calculated, obtaining values of 13130,11 €, 2,64 years and 77% each. Finally, with the implementation of the stock management model, a significant decrease in the number of stockouts is expected, resulting in a service level of 90%. The customization of ERP with warnings of when and how much to order, allowed the reduction of non-value-added activities, obtaining an annual gain of 540 € and the reduction of the average stock quantity by 53%.

KEYWORDS

Warehouse, Construction, Barcode, Automatization, Stock management

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vi
Índice de Figuras	x
Índice de Tabelas	xii
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia de investigação	2
1.4 Estrutura da dissertação	3
2. Revisão bibliográfica	4
2.1 Gestão da cadeia de abastecimento	4
2.2 Desafios da gestão da cadeia de abastecimento no setor da construção	5
2.3 Logística e o papel do armazém	6
2.3.1 Operações de armazém	6
2.3.2 Políticas de armazenagem	8
2.3.3 Gestão de stocks	9
2.3.4 Sistemas e tecnologias de informação	10
2.4 Análise de viabilidade de projetos	12
2.5 Síntese da revisão bibliográfica	14
3. Apresentação da empresa	16
3.1 International Business Group	16
3.2 DVM Global, S.A	17
3.2.1 Estrutura organizacional	17
3.2.2 O armazém de materiais	17

4. Descrição e análise crítica do armazém	20
4.1 Descrição da situação atual do armazém	20
4.1.1 Artigos em circulação	20
4.1.2 Recursos existentes	21
4.1.3 Layout e capacidade instalada	24
4.1.4 Operações do armazém	25
4.2 Análise crítica da situação atual do armazém	32
4.2.1 Controlo e gestão de materiais	32
4.2.2 Fluxo de informação	35
4.2.3 Organização no armazém	37
4.3 Resumo dos problemas identificados	40
5. Apresentação de propostas de melhoria	41
5.1 Inventariação de sobras de placas de fenólico	42
5.1.1 Definição de critérios de armazenamento de sobras de fenólico	42
5.1.2 Inventariação e identificação de paletes de sobras de fenólico	44
5.2 Implementação do código de barras	45
5.2.1 Análise dos Requisitos	46
5.2.2 Software PDA - Estudo de mercado	47
5.2.3 Definição e normalização das operações de armazém	48
5.3 Normalização das localizações	52
5.4 Implementação de uma política de gestão de stocks	54
5.4.1 Definição dos artigos	54
5.4.2 Análise e cálculo dos dados da procura e prazo de entrega	55
5.4.3 Definição do modelo de gestão de stocks	57
6. Discussão dos resultados	61
6.1 Inventariação das sobras de placas de fenólico	61
6.2 Implementação do código de barras	62
6.2.1 Quantificação das melhorias	62
6.2.2 Quantificação do investimento	63
6.2.3 Quantificação e análise do VAL e TIR	63
6.3 Normalização das localizações	64

6.4	Implementação de um modelo de gestão de stocks	66
7.	Conclusão	68
7.1	Considerações finais	68
7.2	Propostas de trabalho futuro	70
	Referências Bibliográficas	71
	Apêndice I - BPMN da Requisição Interna do Diretor de Obra	74
	Apêndice II - BPMN da Requisição do Preparador	74
	Apêndice III - BPMN da Requisição do Armazém ao Dep. de Aprovisionamento e Logística	76
	Apêndice IV - Análise ABC: Grupo dos fenólicos	76
	Apêndice V - Checklist dos requisitos de software PDA	78
	Apêndice VI - Análise ABC: Nº de saídas por artigo das famílias das ferragens e acessórios	80
	Apêndice VII - Análise de Movimentos de 01/21 a 06/22	83
	Apêndice VIII - Modelo de Revisão Contínua: Cálculo do S e SS	84
	Apêndice XIX - Cálculo da Quantidade Económica de Encomenda	85
	Apêndice X - Análise da quantidade e valor do stock pré e pós-melhoria	86
	Anexo I - Requisição Interna	87
	Anexo II - Área de distribuição normal standard $N(0,1)$	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Relação entre as filosofias <i>pull</i> e <i>push</i> e o ponto de desacoplamento (Carvalho, 2020)	5
Operações básicas de armazenagem (Carvalho, 2020)	6
Exemplo de aplicação dos três critérios de localização (Carvalho, 2020)	9
Formato do código EAN 13	12
Empresas do grupo IBG	16
Fotografia aérea do CNO, com o armazém assinalado	18
Fluxo de materiais e informação das obras (vermelho) e da fábrica (azul)	18
Sistemas de armazenamento do armazém de materiais	22
Tecnologias de informação do armazém de materiais	23
Layout do armazém de materiais	24
Zonas de armazenamento definidas por grupos de artigos	25
Operações do armazém e respetivo fluxo de materiais	25
Distinção do tipo de Encomendas a Fornecedor	28
Etiqueta de material reservado a obra	29
BPMN do <i>workflow</i> das operações <i>inbound</i>	29
Quadro de planeamento de expedições	30
Preparação e embalamento de materiais	31
BPMN do processo atual de expedição	31
Zonas de armazenamento exteriores ao armazém	33
Paletes de artigos não conformes identificadas	35
Representação gráfica do nº de Guias de Receção mensais entre janeiro 2021 e março 2022 . . .	36
Representação gráfica do nº de Guias de Transporte mensais entre janeiro 2021 e março 2022 . .	36
Corredores de circulação congestionados	38
Critério de armazenamento não respeitado	39
Matriz Esforço-Impacto das propostas de melhoria	41
Processo de inventariação de sobras através da medição, registo e etiquetagem das placas	44
Identificação das paletes de sobras de fenólicos antes e após a inventariação e definição dos critérios de armazenamento	45
Template de requisitos desenvolvido por Rupp (2014)	47
Etiqueta interna de artigo	49
BPMN do processo de receção com introdução do código de barras	50

BPMN dos processos de picking com introdução do código de barras	51
BPMN dos processos de picking e expedição propostos	52
Estrutura do código de localização	52
Definição de corredores e secções no armazém dos materiais	53
Análise ABC do número de saídas por artigo	55

ÍNDICE DE TABELAS

Famílias e grupos de artigos	20
Recursos existentes no armazém e respetivas quantidades	21
Análise dos tempos de permanência dos artigos de materiais	34
Quadro-resumo dos problemas identificados utilizando a técnica 6M	40
Critérios de armazenamento de sobras de fenólico	43
Medidas mínimas e máximas de aproveitamento de placas distinguidas por critério	43
<i>Scoring Model</i> dos softwares de PDA cuja classificação é de 1 a 5 (pontuação 5: adequado; pontuação 1: não adequado)	48
Cálculo do custo anual de armazém	59
Cálculo da taxa de posse de stock	59
Cálculo do gasto anual na realização de encomendas	59
Cálculo do custo de encomenda	60
Quantificação da melhoria do tempo de <i>picking</i> de sobras de fenólico	61
Quantificação da melhoria da ocupação de espaço útil de sobras de fenólico	61
Quantificação da melhoria da introdução e operacionalização do PDA	62
Quantificação do investimento necessário para a implementação dos códigos de barras no armazém	63
Quantificação do <i>Cash Flow</i> do projeto de implementação dos códigos de barras	64
Quantificação da melhoria da normalização de localizações	65
Quantificação do investimento total para a implementação dos códigos de barras e localizações no armazém	65
<i>Cash Flow</i> da solução para PDA complementada com o sistema de localizações	66
Comparação do stock total pré e pós-melhoria em quantidade e valor	67

ACRÓNIMOS

AIDC *Automatic Identification and Data Capture.*

BPMN *Business Process Model and Notation.*

CF *Cash Flow.*

CNO Centro de Negócios de Oleiros.

DDLT *Demand During Lead Time.*

ERP *Enterprise Resource Planning.*

IBG International Business Group.

PDA Personal Digital Assistant.

QEE Quantidade Económica de Encomenda.

ROI *Return on Investment.*

S Nível de Encomenda.

SS Stock de Segurança.

TI Tecnologias da Informação.

TIR Taxa Interna de Retorno.

TMA Taxa Mínima de Atratividade.

VAL Valor Atual Líquido.

1. INTRODUÇÃO

No primeiro capítulo é apresentado o enquadramento do projeto de investigação e são expostos os objetivos do mesmo. Seguidamente, é feita uma breve descrição de metodologia de investigação utilizada para o projeto e, por fim, é exposta a estrutura do relatório.

1.1 Enquadramento

A indústria da construção é considerada um ponto-chave na atividade econômica dos países. Deste modo, é preponderante o nível de competição entre empresas do setor aumentar constantemente, sendo a introdução de estratégias relacionadas com a gestão e cadeia de abastecimento um fator relevante no aumento da competitividade (Butkovic, Kauric, & Mikulic, 2016). Esta indústria é caracterizada pela sua instabilidade e diversidade, devido ao volume de projetos a ocorrer em simultâneo em diferentes localizações e com constantes alterações nas necessidades de materiais, constituindo, assim, uma gestão da cadeia de abastecimento complexa (Dainty, Millett, & Briscoe, 2001).

A tendência para uma maior diversidade de produtos e para tempos de resposta mais curtos tem vindo a aumentar, fazendo com que as empresas procurem, cada vez mais, o estabelecimento de operações logísticas mais eficientes. A logística, considerada o principal pilar da gestão da cadeia de abastecimento, permite o fluxo eficiente de materiais, serviços e informação ao longo da cadeia de abastecimento, criando valor através da gestão do serviço ao cliente, encomendas, inventário, transportes, armazenamento, informação, entre outros (Hamzeh, Tommelein, Ballard, & Kaminsky, 2007). Para a eficácia e eficiência da cadeia de abastecimento, o planeamento e controlo do seus nós, os armazéns, representa um papel de enorme importância e pode resultar em ganhos substanciais para as empresas (Rouwenhorst et al., 2000).

Considerando que a disponibilidade dos materiais influencia a execução das atividades, o maior custo que um projeto de construção pode pagar é não ter o material pedido quando é necessário, devido à incerteza e aleatoriedade da procura. A falta de informações precisas em tempo real pode afetar a tomada de decisões e atendimento ao cliente. Deste modo, é imperativo prevalecer das vantagens da utilização de sistemas e tecnologias de gestão de informação apropriados, que permitem às empresas ganhar vantagem competitiva e reduzir custos operacionais (Bahr & Lim, 2010).

O projeto da presente dissertação foi desenvolvida na DVM Global, S.A., empresa de construção líder em Portugal na área dos revestimentos interiores e exteriores, com sede em Vila Verde, desde 2011, que constitui uma das várias empresas pertencentes ao grupo International Business Group (IBG). O sistema de estudo foi o armazém de materiais, cujo o propósito é a distribuição de material para as obras e o

abastecimento de materiais à produção.

Este projeto surgiu numa altura em que a DVM Global, S.A. pretende melhorar a atividade logística interna, através da melhoria dos processos do seu armazém, com principal interesse no aumento da automatização e controlo e gestão de materiais. Este interesse provém do aumento do nível de atividade que a empresa tem vindo a enfrentar e, conseqüentemente, o aumento do nível de atividade de armazém e da quantidade de materiais que este movimenta. Com o propósito de melhorar o desempenho do armazém, serve este projeto de investigação para a análise do estado de arte do mesmo, identificação dos problemas existentes e implementação de propostas melhorias.

1.2 Objetivos

No decorrer deste projeto efetua-se o diagnóstico do estado atual do armazém de materiais da DVM Global, S.A., através da análise do fluxo de materiais e do fluxo de informação e das operações às quais são inerentes, nomeadamente, a receção, o armazenamento, o *picking*, a expedição e o aprovisionamento. Desta forma, o foco do projeto é a obtenção de conclusões relativamente ao diagnóstico e análise iniciais, identificando os problemas existentes no armazém e, por fim, propor e implementar melhorias. Assim, o principal objetivo desta dissertação é a melhoria das operações do armazém de materiais da DVM Global, nomeadamente:

- Automatização e normalização das operações de armazém;
- Otimização do controlo e gestão de materiais;
- Organização do armazém;

1.3 Metodologia de investigação

O presente projeto de investigação, conduzido em ambiente empresarial, rege-se pela estratégia de "Investigação-Ação" cujo cerne é a resolução de problemas reais, através de um ambiente colaborativo entre colaboradores da empresa e o investigador (Coughlan & Coughlan, 2002), caracterizando-se, assim, como uma estratégia de investigação ativa. Adicionalmente, utiliza uma abordagem científica na resolução de problemas existentes nas empresas.

A primeira fase da estratégia passa pela análise e diagnóstico do sistema em estudo, neste caso, o armazém de materiais. Nesta fase, os objetivos estão relacionados, primeiramente, com a identificação dos recursos existentes e análise das operações e funcionamento do armazém. Posteriormente, através de métodos quantitativos e qualitativos, é feita uma recolha de dados baseados em entrevistas aos

colaboradores, registos documentais, observação e análise de dados no sistema informacional.

A fase seguinte consiste no desenvolvimento de ações de melhoria tendo como objetivo colmatar os problemas identificados na fase de diagnóstico e recolha de dados, sendo que o processo de implementação das ações de melhoria é realizado na fase subsequente.

Na última fase é feita a avaliação dos resultados obtidos com as ações de melhoria, comparando o estado pré-melhorias com o estado pós-melhorias.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em 7 capítulos: Introdução, Revisão bibliográfica, Apresentação da empresa, Descrição e análise crítica do armazém, Apresentação de propostas de melhoria, Discussão dos resultados e Conclusão.

O primeiro capítulo tem como objetivo a introdução ao projeto de investigação abordado na realização da dissertação, iniciando-se com o enquadramento do mesmo, seguindo-se pela apresentação dos objetivos e, por fim, a descrição da metodologia de investigação.

No segundo capítulo é elaborada uma revisão teórica com os principais conceitos a abordar, nomeadamente a gestão da cadeia de abastecimento com destaque na logística e armazenagem, proporcionando um enquadramento teórico do projeto.

No terceiro capítulo é feita uma breve apresentação do grupo empresarial, destacando a empresa do grupo onde foi realizado o projeto de investigação. Por fim, é apresentado o sistema em análise: o armazém de materiais.

O quarto capítulo inicia-se com uma descrição do armazém de materiais, seguindo-se com a identificação dos problemas e respetiva análise crítica.

No quinto capítulo são expostas as propostas de melhoria para colmatar alguns dos problemas identificados no capítulo antecedente.

No sexto capítulo é feita uma análise relativa aos resultados expectáveis face às propostas de melhoria do capítulo anterior.

O sétimo e último capítulo refere-se às principais conclusões do projeto de investigação e às sugestões de trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão da literatura relativa aos temas que suportam o projeto de investigação. Primeiramente, é feita uma introdução ao tema da gestão da cadeia de abastecimento, com foco na logística e gestão de armazéns, complementando com os desafios destas áreas na indústria da construção. De seguida, é abordada a importância dos sistemas e tecnologias de informação na gestão da armazenagem e, também, benefícios e aspetos críticos da sua implementação. Por fim, são apresentados métodos para a avaliação da viabilidade de projetos inovadores.

2.1 Gestão da cadeia de abastecimento

Desde o aparecimento de economias industrializadas, o abastecimento de materiais e a distribuição de produtos e serviços para o mercado constituem dois problemas que as empresas têm vindo a enfrentar (Ross, 2004). Ao longo do tempo, o interesse pela gestão da cadeia de abastecimento tem vindo a aumentar, dado que as organizações não possuem a capacidade de competir de forma isolada dos seus fornecedores ou outras entidades na cadeia de abastecimento, deste modo, os benefícios das relações colaborativas dentro e fora da organizações têm vindo a revelar-se (Felea & Albăstroiu, 2013).

A gestão da cadeia de abastecimento pode ser definida como uma rede global utilizada para a entrega de produtos e serviços, desde a matéria-prima até ao cliente final, através de um fluxo de informação projetado e bens físicos e financeiros (Schönsleben, 2016).

A cadeia de abastecimento pode ser caracterizada segundo o seu funcionamento tendo por base as filosofias *push* e *pull* (Carvalho, 2002):

- Cadeia de abastecimento *push*, em que o abastecimento é desencadeado por uma previsão da procura, sendo baseado no planeamento das necessidades;
- Cadeia de abastecimento *pull*, em que o abastecimento é desencadeado por uma resposta imediata à procura, com base na abordagem Just in Time (JIT), isto é, nas quantidades exatamente necessárias e no momento exato que são necessárias.

Contudo, as cadeias de abastecimento têm na sua constituição partes *pull* e partes *push*, sendo que é importante estabelecer o ponto que faça a divisão dos produtos que são desencadeados pela previsão, *push*, pelos que são desencadeados pelo pedido do cliente, *pull*. Este ponto é denominado por ponto de desacoplamento (em inglês *decoupling point*) (Olhager, 2010).

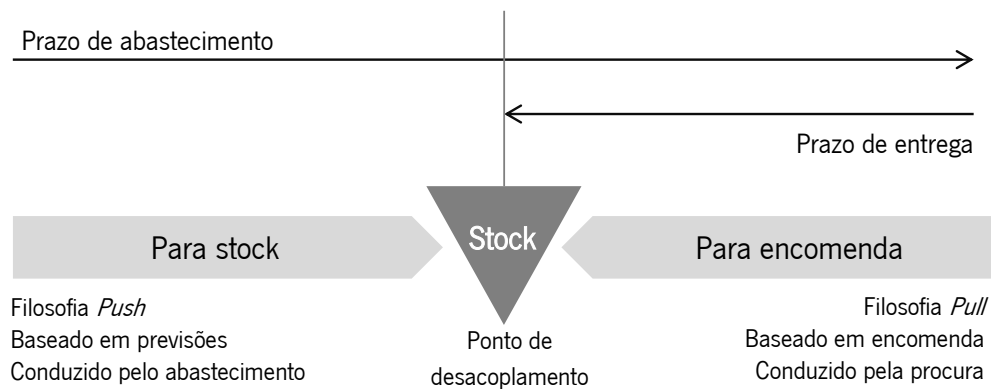


Figura 1: Relação entre as filosofias *pull* e *push* e o ponto de desacoplamento (Carvalho, 2020)

2.2 Desafios da gestão da cadeia de abastecimento no setor da construção

A gestão da cadeia de abastecimento é um conceito originado na indústria da manufatura e, embora vários estudos provem a sua importância na indústria da construção, a sua integração é desafiante devido à elevada fragmentação da indústria (Cheng, Law, Bjornsson, Jones, & Sriram, 2010). Em contraste com outras indústrias, a construção do produto final não é feita através de uma linha de produção em série, mas através de características particulares de cada projeto, tais como, o ambiente, o produto final e as técnicas implementadas para a sua execução (Jardim, 2017).

A cadeia de abastecimento da construção pode ser dividida em três elementos (Zhang & Li, 2011):

- A cadeia de abastecimento primária, responsável pela entrega de materiais que serão incorporado no produto final no processo de construção;
- A cadeia de suporte, responsável pelo fornecimento de equipamento, conhecimento e material que facilitam o processo de construção;
- A cadeia de abastecimento de recursos humanos, responsável pelo fornecimento de mão-de-obra.

Assim, o produto final da construção é o elemento construtivo que resulta da combinação dos três elementos mencionado em cima: os materiais, os equipamentos e os recursos humanos, conduzidos através de técnicas e processos construtivos (Jardim, 2017). Para além destes elementos, a cadeia de abastecimento é composta por diversos *stakeholders*, tais como, empreiteiros, arquitetos, engenheiros, clientes, entre outros.

Adicionalmente, cadeia de abastecimento do setor da construção pode ser caracterizada pelos seguintes fatores (Vrijhoef & Koskela, 2000):

- É considerada uma cadeia de abastecimento convergente em que todos os materiais são direcionados para o local de construção, onde ocorrerá a montagem de todos os materiais

rececionados;

- Trata-se de uma cadeia de abastecimento temporária porque os projetos de construção são igualmente temporários;
- Tipicamente são cadeias de abastecimento *make-to-order*, pois permitem a customização por parte do cliente de acordo com as suas especificações.

2.3 Logística e o papel do armazém

Uma das áreas abordadas na gestão da cadeia de abastecimento é a logística que, segundo Schmidt et al. (2008), descreve-a como a abordagem sistemática para a otimização abrangente do fluxo de materiais e informação (Ten Hompel & Schmidt, 2008). A logística é caracterizada por três componentes essenciais: o transporte, o inventário e o armazém (Rushton, Croucher, & Baker, 2022), tendo como principal atividade a gestão do fluxo de materiais e do fluxo de informação destes componentes (Harrison, 2002). Através da combinação do transporte com o inventário, surge a definição de distribuição, que representa um papel muito importante pois tem como objetivo entrega dos produtos certos, no local certo, no tempo certo e no custo certo (Emmett, 2005).

Quanto ao armazém, este pode ser definido como um espaço planeado para o armazenamento e manuseio de mercadorias e materiais. Na visão tradicional, os armazéns têm como objetivo o armazenamento de materiais nas quantidades requeridas, no local mais apropriado e ao menor custo possível, não acrescentando valor à cadeia de abastecimento (Marvick & White, 1998). Atualmente, a armazenagem não é vista como um "ponto morto" do processo, mas sim, como uma parte crítica da excelência total da gestão da cadeia de abastecimento, sendo imperativo, a sua gestão estar alinhada com os aspetos estratégicos da empresa (Emmett, 2005).

2.3.1 Operações de armazém

Desde o momento de entrada em armazém do material até à sua saída, são executadas as seguintes operações de armazenagem: receção, conferência, arrumação, *picking*, preparação e expedição. A figura 4.1.4 apresenta um esquema com as operações básicas de armazém e respetiva ordem de execução.



Figura 2: Operações básicas de armazenagem (Carvalho, 2020)

2.3.1.1 *Receção e conferência*

A receção é a primeira operação *inbound*, iniciando-se com a chegada de fornecedores, com ou sem planeamento, e consiste no recebimento e descarregamento de materiais previamente encomendados. Posteriormente, é realizada a conferência, que se trata de uma atividade crucial nas operações *inbound*, pois assegura que os produtos corretos são rececionados na quantidade correta no tempo correto e nas condições corretas (Richards, 2018).

2.3.1.2 *Arrumação*

Após a receção e conferência do material, é necessário proceder à arrumação do mesmo nas zonas de armazenamento. A alocação da zona de armazenamento de um produto deve ter por base a política de armazenagem adotada pelo armazém, que poderá determinar os critérios de localização fixo ou variáveis. A definição de políticas de armazenagem apresenta um impacto significativo na eficiência do manuseamento e movimentação dos materiais (Carvalho, 2002), sendo que estas são apresentadas com maior detalhe na secção 3.

2.3.1.3 *Picking*

A operação de *picking* representa o início das operações *outbound* de armazém e é o processo que permite retirar os produtos da respetiva zona de armazenamento, ou áreas de *buffer* em resposta a uma solicitação específica do cliente. Trata-se da operação com a mão-de-obra mais intensiva e a que exige maior investimento nos armazéns com sistemas automáticos (De Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007), sendo que 30% a 40% do custo de mão-de-obra do armazém está associado à atividade de *picking* (Vieira, 2009).

A operação de *picking* pode ser distinguida em quatro métodos (Carvalho, 2002):

- *Picking by order*, onde o operador de armazém é responsável por recolher todos os artigos de uma encomenda, deste modo, inicia um novo *picking* apenas quando inciar uma nova encomenda;
- *Picking by line*, em que uma sequência de *picking* é definida, dado que, em cada localização são retirados artigos independentemente da encomenda a que pertencem, tratando-se de um método que permite o aumento de produtividade, mas que é mais propício ao erro pois exige a separação de artigos para cada encomenda após a recolha de todos;
- *Zone picking*, caracterizado pela divisão do armazém por zonas, alocando cada operador de armazém a apenas uma zona.

- *Batch picking*, em que uma sequência de *picking* é definida sobre um grupo de encomendas, ao contrário do *picking by line*, que é definida sobre a totalidade de encomendas, reduzindo, assim, a probabilidade de erro face a este método.

2.3.1.4 Preparação e Expedição

A preparação e expedição são as últimas operações *outbound* do armazém. Com todos os artigos necessários para a satisfação da encomendas recolhidos através do *picking*, é necessário organizar os artigos em paletes e proceder à cintagem e filmagem dos mesmos, se necessário. Seguidamente, os artigos são transportados para o cais exterior, onde irão ser carregados no veículo (Carvalho, 2002).

2.3.2 Políticas de armazenagem

A definição de localizações de armazenamento influencia todos os indicadores de desempenho do armazém, nomeadamente, a duração e o custo de *picking*, produtividade e fiabilidade dos dados de inventário (Frazelle, 2002).

Hausman et al. (1976) apresenta três políticas de armazenagem (Hausman, Schwarz, & Graves, 1976) :

- Política de armazenagem aleatória/variável que permite o armazenamento de artigos em qualquer espaço destinada ao armazenamento que esteja livre no momento da receção;
- Política de armazenagem fixa em que cada localização apenas pode ser utilizada para um artigo específico;
- Política de armazenagem baseada em classes, em que as zonas de armazenamento do armazém são distinguidas por classes/critérios pré-definidos (política fixa), sendo que os artigos distribuídos nestas zonas podem ser alocados aleatoriamente (política aleatória).

De notar que as políticas de armazenagem aleatória e fixa são casos extremos do critério de localização em classes, pois no critério aleatório existe apenas uma classe geral a todos os artigos e no critério fixo considera-se uma classe para cada artigo (Muppani & Adil, 2008). A figura 3 apresenta uma ilustração de como as políticas são aplicadas em armazém para oito artigos diferentes.



Figura 3: Exemplo de aplicação dos três critérios de localização (Carvalho, 2020)

2.3.3 Gestão de stocks

Stock pode ser definido como materiais que a empresa detém posse, que aguardam transformação, uso ou venda, e que se encontram em espera ou incompletos (Tersine, 1994). A necessidade de constituir stock surge quando (Carvalho, 2002):

- Existem flutuações na procura;
- Existem flutuações na oferta, nomeadamente, nos prazos de entrega e nas quantidades entregues pelos fornecedores;
- Permitem obter descontos de quantidade, através da redução do preço unitário do produto pela aquisição de mais quantidade de materiais;
- Permitem a compra económica, isto é, quanto maior as quantidades de encomenda, o número de encomendas reduz-se e, consequentemente, reduzem-se os custos associados a encomendas.

2.3.3.1 Modelos de gestão de stocks

A gestão de stocks é uma atividade fundamental para o bom funcionamento das empresas. Vários modelos de gestão de stocks têm vindo e continuam a ser estudados e apresentados na literatura científica, procurando responder a duas questões primordiais: quando e quanto encomendar? Estas são questões fundamentais para, não só evitar a acumulação quantidades desnecessárias de stock, como também, garantir a satisfação de encomendas e, consequentemente, não colocar em causa o abastecimento interno e/ou externo. As políticas de gestão de stocks podem ser distinguidos em dois

grupo: modelos determinísticos e modelos aleatórios/estocásticos. No modelo de gestão de stocks determinístico, a procura e a oferta dos materiais é constante, sendo possível prever com exatidão o comportamento das mesmas, enquanto que, no modelo de gestão de stocks aleatório/estocástico, a previsão da procura e oferta não é exata, assim sendo, é feita a análise das flutuações no mercado de modo a obter soluções correspondentes à realidade (Bulinskaya, 1964).

Devido à inconstante procura e oferta, é necessário constituir um stock de segurança para cada material, de modo a colmatar imprevistos que possam acontecer relativos a estes fatores. O primeiro passo para a definição do stock de segurança passa por estabelecer o nível de serviço pretendido pelo armazém (Carvalho, 2002). O nível de serviço corresponde à probabilidade da empresa ter disponível as quantidades requisitadas nos prazos requisitados. Quanto maior o nível de serviço, maior o stock de segurança e, por conseguinte, menor a probabilidade de rutura de stock. Segundo a definição tradicional, a rutura de stock acontece quando a procura excede a nível de stock existente (Bulinskaya, 1964).

2.3.3.2 Custos de gestão de stocks

A aquisição e manutenção de stock gera muitos custos, pois ocupam espaço útil de armazém e acarretam um controlo e gestão dos materiais desde o momento de entrada até ao momento de saída, para além do facto de se deteriorarem e de se tornarem obsoletos (Vieira, 2009).

Os custos de gestão de stock, inerentes à criação de stock, podem ser classificados em quatro tipos (Zermati, 1987):

- Custo de aquisição, que corresponde ao valor de venda dos artigos por parte dos fornecedores;
- Custo de encomenda, associados aos encargos suportados para a realização de encomendas;
- Custo de posse, referente ao custo de manter os artigos em armazém;
- Custo de rutura, que se trata do custo que a empresa acarreta por não ter conseguido satisfazer a procura;

2.3.4 Sistemas e tecnologias de informação

Ao longo dos anos, a cadeia de abastecimento sofreu profundas alterações, refletidas na introdução de novos sistemas e tecnologias de informação, que têm sido os principais elementos de transformação das empresas e do modo como exercem as suas operações (Braga, Pimenta, & Vieira, 2008).

Os Sistemas de Informação consistem num conjunto de *inputs*, tais como dados, componentes ou entidades que interagem, através do processamento, armazenamento e tratamento, para produzirem

resultados, *outputs*, isto é, dados com significado, de modo a satisfazer uma necessidade (Carvalho, 2002).

De modo ao Sistema de Informação ser eficiente, é imperativo o mesmo ser suportado por uma base tecnológica, as Tecnologias da Informação (TI). As TIs são cruciais no desenvolvimento de qualquer Sistema de Informação, pois atendem às complexidades e às necessidades empresariais (Vieira, 2009). A utilização de TIs podem oferecer um conjunto de soluções para as empresas, tais como (Rushton et al., 2022):

- Apoio na tomada de decisões;
- Controlo e monitorização de operações;
- Comunicação e interação entre indivíduos da empresa facilitada;
- Armazenamento e manipulação de dados.

2.3.4.1 Tecnologias de informação na gestão da armazenagem

A gestão dos processos de armazenagem é dependente da disponibilidade de dados precisos e atualizados em tempo real relativos a diferentes vertentes, tais como, níveis de stock e localizações de artigos (McFarlane & Sheffi, 2003).

As TIs podem ser distinguidas em tecnologias operacionais (software) e em ferramentas tecnológicas operacionais (hardware)(Vieira, 2009). As tecnologias operacionais são softwares integrados com o intuito de gerenciar atividades e atingir o melhor desempenho, produtividade e nível de serviço, como por exemplo:

- Sistema de Gestão de Armazéns (em inglês *Warehouse Management System* (WMS));
- Planeamento das Necessidades de Materiais (em inglês *Materials Requirements Planning* (MRP));
- Planeamento de Recursos Empresariais (em inglês *Enterprise Resource Planning* (ERP)).

As ferramentas tecnológicas operacionais são tecnologias básicas específicas que possuem amplas aplicações na gestão de armazenagem. Alguns exemplos de ferramentas tecnológicas operacionais são (Vieira, 2009):

- Computadores pessoais;
- Intercâmbio Eletrónico de Dados (em inglês *Electronic Data Interchange* (EDI));
- Identificação Automática e Captura de Dados (em inglês *Automatic Identification and Data Capture* (AIDC)).

2.3.4.2 Tecnologias de Identificação Automática e Captura de Dados

As tecnologias AIDC apresentam um papel crucial na aquisição de dados completos e fiáveis, tornando-se, assim, ferramentas de elevado valor acrescentado para as empresas, pois permitem às mesmas obter rastreabilidade ao longo da cadeia de abastecimento, através da passagem de forma assertiva e fácil. A rastreabilidade pode ser definida como a capacidade de rastrear a história, aplicação ou localização de uma entidade por meio de identificações registadas (ISO, 2015). As tecnologias AIDC mais relevantes são os códigos de barras que, com o apoio de um leitor de código de barras, denominado de Assistente Digital Pessoal (em inglês *Personal Digital Assistant (PDA)*) e, permitem o registo de passagem num ponto de controle da cadeia de abastecimento, concedendo a ligação entre a realidade física e os sistemas de informação (Hinkka & Tättilä, 2013). O código de barras é a representação unívoca de um determinado produto, através de uma sequência única de barras e espaços, variadas em altura e espessura (Dias, 2009). Mais recentemente, o sistema de identificação por radiofrequência (em inglês *Radio Frequency Identification Data (RFID)*), que se trata de uma tecnologia amplamente utilizada para identificar, rastrear e detetar vários objetos, através de ondas eletromagnéticas (Mishra & Mishra, 2010).

De modo a obter a integração informacional, são utilizados os sistemas de codificação *standard*, que são considerados facilitadores tecnológicos que permitem a interoperabilidade entre todos os pontos da cadeia de abastecimento (Carvalho, 2002), como o código EAN 13 (*European Article Numbering*), cujo formato é exposto na figura 4.



Figura 4: Formato do código EAN 13

2.4 Análise de viabilidade de projetos

Todos os dias, a gestão de topo depara-se com tomadas de decisão, no entanto, o impacto destas decisões diferem, visto que, existem decisões cujo impacto é imediato e decisões com impacto a longo

prazo, denominadas Decisões Estratégicas de Investimento, em que o investimento é feito hoje na esperança de que a empresa esteja melhor no futuro, consequentemente, caracterizam-se por se tratarem de investimentos em tempo, dinheiro e energia (Parker, 1995).

A análise económico-financeira de viabilidade dos projetos tem sido uma preocupação constante das organizações. Perante as incertezas do mercado, é importante entender o risco associado ao investimento para evitar situações adversas no futuro (Antonik, 2004). A análise de viabilidade de projetos pode ser considerada como o conjunto de técnicas que permitem a comparação entre resultados da tomada de decisão de diferentes alternativas (Zago, Weise, & Hornburg, 2009) e, alternativamente, pode ser considerada com a avaliação de desempenho de um único investimento com o propósito de avaliar as vantagens da implementação do mesmo, de forma quantitativa (Veras, 2007). Um dos métodos mais conhecidos para a avaliação financeira de projetos é o fluxo de caixa descontado. Este método depende do fluxo projetado, da estimativa do valor residual e da taxa de desconto determinada (Bordeaux-Rêgo, 2015).

A avaliação de projetos de inovação é concentrada na avaliação dos seguintes indicadores (Parker, 1995):

- Valor Atual Líquido (VAL), utilizando do fluxo de caixa;
- Taxa Interna de Retorno (TIR);
- Período de Recuperação do capital investido (em inglês *payback*).

O VAL de um investimento define-se como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa para cada período, assim, trata-se da diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custo (Silva & Fontes, 2005).

Através do VAL é possível retirar conclusões quanto à aceitação ou rejeição do investimento num determinado projeto. Assim, apenas deve ser aceite o investimento num projeto nos casos em que o VAL for positivo, apenas assim, o investimento é recuperado. A fórmula 2.1 apresenta o cálculo do VAL.

$$VAL = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad (2.1)$$

onde:

I_0 é o investimento inicial

n é número de anos de vida útil do projeto

t é o número do período

k é a taxa de desconto

I_0 é o investimento inicial

A TIR é obtida através da fórmula do VAL (2.1) igualada a zero, desta forma, faz com que se iguale todas as entradas de caixa num investimento com as saídas de caixa. Para a interpretação da TIR é necessário comparar a mesma com a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que é a taxa que representa o retorno mínimo que um investimento deve ter para o considerar economicamente viável (Martins & Jorge, 2017). Considera-se o projeto viável apenas quando a TIR for maior do que a TMA, excetuando quando a TMA é igual à TIR, em que cabe aos gestores a decisão de avançar ou não com o projeto.

O *payback*, como período de recuperação de investimento, corresponde ao período de tempo necessário para que a acumulação de entrada de caixa iguale o valor investido. O *payback* pode ser calculado através da fórmula 6.11.

$$Payback = \frac{I_0}{CF_t} \quad (2.2)$$

onde:

I_0 é o investimento inicial

CF_t é o *cash flow* do período t

2.5 Síntese da revisão bibliográfica

Com o intuito de fundamentar os objetivos do estudo, a revisão bibliográfica inicia-se com uma breve introdução relativa à gestão da cadeia de abastecimento, destacando a distinção das cadeias de abastecimento *pull* e *push*. Seguidamente, particulariza-se o tema da gestão da cadeia de abastecimento ao setor da construção, iniciando-se com a distinção dos seus três elementos: a cadeia primária, a cadeia de suporte a cadeia de recursos humanos e, de seguida, apresentando as características e desafios do setor na gestão da cadeia de abastecimento.

A secção seguinte é focada no sistema em estudo, o armazém, explicando o seu papel na logística. Adicionalmente, são apresentados alguns temas importantes na gestão de armazenagem, nomeadamente, as operações principais de armazém: receção, conferência, arrumação, *picking*, em que são apresentados diferentes métodos para a realização desta operação e, por fim, a preparação e expedição. Na secção 2.3.2 destacam-se as principais políticas de armazenagem que determinam diferentes níveis de desempenho no armazém e, na secção 2.3.3, é abordada a gestão de stocks e a sua importância, sendo distinguidos os diferentes modelos de gestão de stocks e os custos associados. A secção 2.3.4 é dedicada ao tema dos sistemas e tecnologias de informação, apresentando os seus benefícios e os diferentes tipos de TIs.

Por fim, a secção 2.4 aborda a importância da análise económico-financeira na verificação da viabilidade dos projetos e apresenta os métodos tradicionais de avaliação, como o VAL, TIR e *payback*.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo é dedicado à apresentação da empresa onde foi realizado o projeto de investigação. Primeiramente, é apresentado o grupo ao qual a empresa pertence, o International Business Group (IBG), dando a conhecer as diferentes áreas de negócio e, seguidamente, é apresentada a empresa, a DVM Global, S.A., focando no sistema em estudo, o armazém e a cadeia logística.

3.1 International Business Group

O grupo IBG é uma empresa multinacional que opera em setores de negócio que se complementam. Através da gestão de um leque de empresas, o grupo retém vantagem competitiva e criação de valor nos diferentes mercados que está presente. Atualmente, o grupo IBG atua nas seguintes áreas estratégicas:

- Engenharia e Construção;
- Revestimento e Acabamentos;
- Indústria;
- Promoção Imobiliária e Serviços.

Na figura 5 são apresentadas as várias empresas com competências específicas que foram criadas desde a criação do grupo.



Figura 5: Empresas do grupo IBG

A sede principal da empresa está localizada no Centro de Negócios de Oleiros (CNO) em Vila Verde, sendo que, a empresa atua em 19 países, concentrados em quatro regiões: IBG Europe, IBG Middle Africa, IBG Southern Africa e IBG Western Africa.

3.2 DVM Global, S.A

A DVM Global, S.A, conjuntamente com as restantes empresas do grupo, encontra-se localizada no CNO desde 2011. Trata-se da empresa líder no setor dos revestimentos de interiores e exteriores de edifícios e trabalha em parceria com os principais parceiros mundiais do setor da construção em obras particulares e públicas a nível nacional e internacional. As suas áreas de especialidade são a construção tetos falsos, paredes e divisórias, pavimentos, compacto fenólico, resina acrílica, estores, decorativos e fachadas ventiladas.

3.2.1 Estrutura organizacional

A DVM Global, S.A é constituída por um Diretor Geral responsável pelo Departamento Comercial, Departamento de Produção e Dep. Aprovisionamento e Logística. O Departamento de Produção e o Dep. de Aprovisionamento e Logística são os que contactam diretamente com o armazém, deste modo, serão abordados com maior detalhe.

O Dep. de Aprovisionamento e Logística, a nível administrativo, é constituído por dois colaboradores responsáveis por assegurar o *procurement* dos materiais necessários para obra e fábrica e, a nível operacional, é constituído por quatro colaboradores de logística interna, nomeadamente, dois operadores de armazém e dois operadores para o transporte de materiais.

O Departamento de Produção é dividido em duas áreas: obra e fábrica. O Departamento de Produção de obra é constituído pelo Diretor de Produção de Obra e por dezasseis Diretores de Obra. O Diretor de Obra é responsável pelo acompanhamento de obra e pela encomenda de materiais ao Dep. de Aprovisionamento e Logística e/ou ao armazém, deste modo, o Diretor de Obra é cliente interno do armazém da DVM Global, S.A.

O Departamento de Produção de Fábrica é composto pelo Diretor de Produção de fábrica e por quatro Preparadores, responsáveis pela quantificação das necessidades para produção do produto final e consequente realização de encomendas ao Dep. de Aprovisionamento e Logística ou requisições ao armazém. Consequentemente, os Preparadores são, também, clientes internos do armazém.

3.2.2 O armazém de materiais

O armazém de materiais está localizado no CNO e ocupa uma área de 1146,3 m^2 . Na figura 6 é apresentada uma imagem aérea do CNO com o armazém de materiais assinalado.

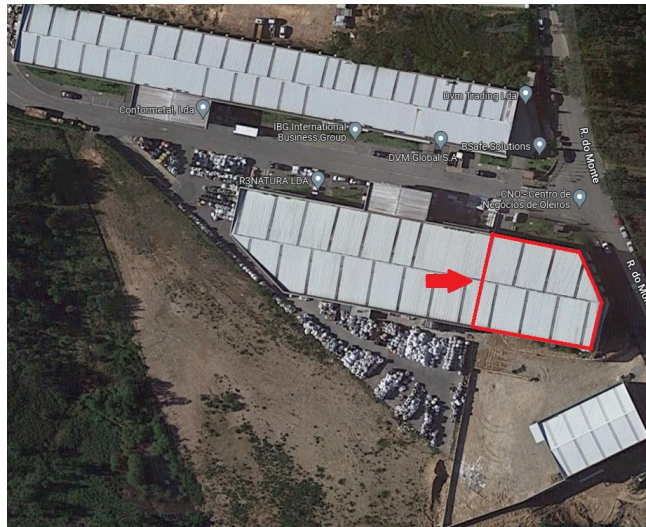


Figura 6: Fotografia aérea do CNO, com o armazém assinalado

O armazém de materiais tem dois principais objetivos:

- O armazenamento de materiais a serem expedidos para obras da DVM Global;
- O armazenamento de materiais a serem consumidos pela fábrica de uma empresa, que pertence, igualmente, ao grupo IBG.

Assim, podem ser considerados dois fluxos de materiais e informação distintos no mesmo armazém: o fluxo das obras e o fluxo da fábrica. Na figura 7 é apresentado um esquema simplificado de ambos fluxos, em que a vermelho estão assinaladas as atividades exclusivas das obras e a azul estão assinaladas as atividades exclusivas da fábrica, sendo as atividades assinaladas a cinzento comuns às duas.

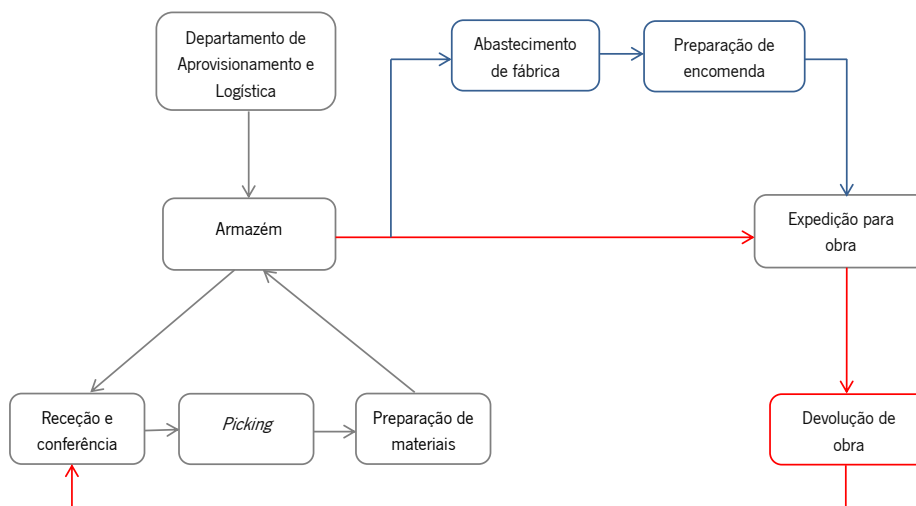


Figura 7: Fluxo de materiais e informação das obras (vermelho) e da fábrica (azul)

No interior do armazém, cerca de 67% dos materiais em stock são materiais para consumo em fábrica e os

restantes são materiais para o abastecimento de obras, no entanto, existem vários materiais armazenados em zonas exteriores ao armazém, em que cerca de 70% são para abastecimentos de obras.

Da área total de 1146,3 m^2 do armazém, 425,23 m^2 são destinados a zonas de armazenamento e, por conseguinte, 60% da área total do armazém são destinados a corredores de circulação. Para além de corredores de circulação e zonas de armazenamento, o armazém é constituído por um gabinete do Responsável de Armazém com 12 m^2 , onde é feito o atendimento a fornecedores e clientes internos da DVM Global e onde são realizadas as operações informacionais do armazém, nomeadamente a atualização de dados no ERP, como realização de Guias de Transporte, Guias de Receção, entre outros. Ainda existe uma zona de balneários com 23 m^2 e é constituído por duas entradas/saídas.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DO ARMAZÉM

O presente capítulo visa a descrição e análise detalhada do armazém. Inicia-se com a descrição do estado de arte do armazém, nomeadamente, o tipo de artigos em circulação, os recursos, o layout e cubicagem. Posteriormente, é feita uma análise crítica relativamente aos processos de armazém e ao controlo e gestão de materiais.

4.1 Descrição da situação atual do armazém

4.1.1 Artigos em circulação

De acordo com o inventário realizado referente ao ano de 2021, o armazém conta, atualmente, com 982 artigos diferentes, sendo que destes artigos, 61% pertencem à cadeia de abastecimento da fábrica e os restantes pertencem à cadeia de abastecimento das obras.

A empresa possui um sistema de referência com 12 dígitos, em que os primeiros 4 pares de dígitos correspondem à família, ao grupo, ao fornecedor, às dimensões (se necessário) e os restantes 4 dígitos correspondentes ao número de série, que se trata de um número sequencial. Na tabela 1 são apresentadas as 11 famílias e exemplos de grupos de artigos pertencentes a cada família.

Tabela 1: Famílias e grupos de artigos

Família	Grupo
10 Placas	Gesso, Fenólico, Resina Acrílica
11 Estruturas	Perfil, Canal, Montante
12 Isolamentos	Lá de Rocha, Cortiça, Espuma
13 Fixantes	Adesivo, Bucha, Espuma
14 Ferragens	Batente, Calço, Dobradiça
15 Pavimentos	Vinílicos, Alcatifas, Flutuantes
16 Acabamentos	Massa, Spray, Tinta
17 Acessórios	Anilha, Arame, Esquadro
18 Molduras	Friso, Roseta
19 Caixilharia	Vidros
20 Louças	Lavatório, Louças
99 Equipamentos	EPI, EPC, Máquinas, Vestuário

Destes grupos de artigos, existem artigos que sofrem transformação, consequente do consumo em fábrica, como por exemplo, o grupo dos fenólicos, dos perfis e dos canais, pertencentes à cadeia de abastecimento da fábrica, e existem artigos que não sofrem transformação, como os artigos dos grupos do gesso, lá de rocha e montantes, pertencentes à cadeia de abastecimento das obras.

Todos os materiais em armazém poderão ser provenientes de fornecedores ou de devoluções das cadeias de abastecimento. As devoluções de obra acontecem quando o material requerido pelo diretor de obra excede a necessidade real, sendo este devolvido ao armazém. As devoluções de fábrica, são constituídas por materiais pertencentes ao grupo dos fenólicos e as suas devoluções advém dos planos de corte que não são utilizados na sua totalidade, sendo geradas sobras que serão devolvidas ao armazém e poderão ser reutilizadas futuramente.

Para além de materiais a serem consumidos em fábrica ou em obra, o armazém armazena artigos para consumo interno, nomeadamente, os artigos da família dos Equipamentos, tais como, EPIs (Equipamento de Proteção Individual), máquinas e vestuário.

4.1.2 Recursos existentes

Um armazém, para o seu bom funcionamento, necessita de um conjunto de recursos. A tabela 2 apresenta um quadro-resumo com os recursos presentes no armazém dos materiais, distinguidos em quatro categorias.

Tabela 2: Recursos existentes no armazém e respetivas quantidades

Tipo de Recurso	Recursos existente
Recursos Humanos	Fiel de armazém (2) Motorista (2)
Equipamento de armazenamento	Estante (21) Cantiléver (3)
Equipamento de manuseamento	Empilhador (2) Porta-Paletes (2)
Equipamentos TI	PDA (1) Impressora de etiquetas (1)

4.1.2.1 Recursos Humanos

O armazém conta com dois fiéis de armazém e, para o transporte de materiais para as obras, dois operadores responsáveis por duas carrinhas e um camião, seis dias por semana, com o turno das oito às dezanove horas.

Os fiéis de armazém apresentam funções distintas. Um dos fiéis de armazém é responsável pelas atividades administrativas, tais como, o planeamento de requisições e atendimento de colaboradores, o registo das entradas e saídas de materiais no ERP, a conferência dos materiais na receção de encomendas, apoio nos processos de *picking* e armazenamento de materiais quando o manuseamento

da empilhadora não é suficiente, sendo necessário manuseamento manual dos materiais. Para além desta função, o fiel de armazém faz a gestão visual de stocks, realizando encomendas ao Dep. de Aproveitamento e Logística, quando verifica que o stock de determinado artigo está prestes a terminar. O segundo fiel de armazém é responsável pelas atividades relacionadas com a movimentação de materiais, através do manuseamento da empilhadora e, consequentemente, o armazenamento, o *picking* dos materiais e as operações de carga e descarga dos camiões.

Ao nível da estrutura organizacional, as responsabilidades dos colaboradores são distintas nesta forma, no entanto, por observação direta do dia-a-dia do armazém, os colaboradores caracterizam-se pela sua versatilidade na realização de tarefas, estando ambos disponíveis para a realização de todo o tipo de operações.

4.1.2.2 Sistemas de armazenamento

O armazém de materiais é constituído por unidades de armazenamento variadas, consequentemente, a utilização de diferentes sistemas de armazenamento é inevitável. Para o armazenamento de artigos cuja unidade de armazenamento é caixa, estando estas paletizadas ou não, são utilizadas 21 estantes (figura 8a) com cubagem total de $605m^3$.

Para além de estantes, o armazém é constituído por outro sistema de armazenagem indicado para o armazenamento de materiais de elevado comprimento, o sistema cantiléver (figura 8b). Atualmente, o armazém conta com dois cantiléveres de $67 m^3$ e um mais pequeno de $14,6 m^3$ de cubagem, sendo que, na totalidade, ocupam $72 m^2$ de área.



(a) Sistema de estantes



(b) Sistema cantiléver

Figura 8: Sistemas de armazenamento do armazém de materiais

4.1.2.3 Equipamento de manuseamento

Para a movimentação física dos materiais, os colaboradores têm à sua disposição dois empilhadores em que, por norma, um é destinado à cadeia logística das obras e outro é destinado à cadeia logística da fábrica. Por vezes, os colaboradores de armazém encontram-se ocupados com o *picking* e expedição para obras, no entanto, os colaboradores de fábrica têm a necessidade de abastecer a fábrica e, deste modo, são estes mesmos colaboradores a fazer o *picking* dos materiais a dar entrada em fábrica. Para além dos empilhadores, o armazém conta com dois porta-paletes, para a movimentação de materiais de menor dimensão e peso, como os materiais da família dos Fixantes, Ferragens e Acessórios, cuja unidade de armazenamento é a caixa, e também é bastante utilizado na preparação de encomendas.

4.1.2.4 Tecnologias da Informação (TI)

Com o intuito de automatizar os processos de armazém, através da leitura de códigos de barras e, consequente, registo automático de entradas e saídas de materiais, a empresa adquiriu um PDA (figura 9a), sendo que, este não se encontra operacionalizado, isto é, não se encontra integrado com o ERP, devido à falta de um software que permita esta ligação. Consequentemente, o PDA é um investimento da empresa que não obteve retorno. Adicionalmente, a empresa investiu numa impressora de etiquetas (figura 9b) para complementar a utilização do PDA, através da impressão dos códigos de barras, no entanto, também se encontra inutilizada e, por conseguinte, sem retorno.



(a) PDA



(b) Impressora de etiquetas

Figura 9: Tecnologias de informação do armazém de materiais

4.1.3 Layout e capacidade instalada

Como referido na secção 3.2.2, o armazém de materiais tem uma área total de $1146,3 \text{ m}^2$, sendo que $402,28 \text{ m}^2$ são destinados a áreas de armazenamento. A altura máxima de armazenamento permitida pelo Departamento de Segurança da empresa são 6 metros, por conseguinte, a capacidade do armazém são 2250 m^3 . Desta capacidade, 18,6% é destinada a gesso cartonado, 63,7% destinada a fenólicos, 8,7% destinada a estruturas, 2,2% destinados a ferragens, acessórios, fixantes e equipamentos e 0,18% destinado a equipamentos. As restantes zonas de armazenamento, correspondentes a 6,6%, correspondentes ao sistema de armazenamento de estantes, não possuem uma família definida de artigos. A figura 10 apresenta o layout do armazém com as zonas de armazenamento e zona de entrada/saída assinaladas.

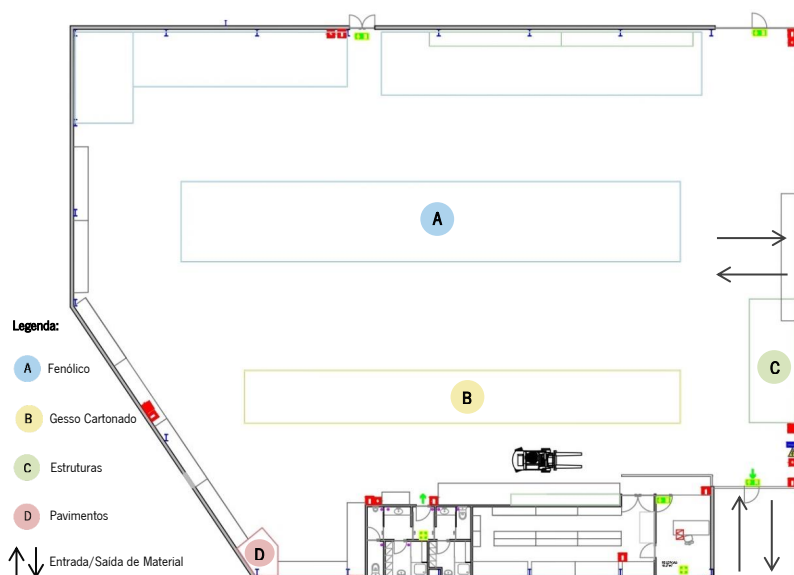


Figura 10: Layout do armazém de materiais

Assim, as zonas de armazenamento assinaladas A, B, C e D são zonas destinadas a um grupo de artigos específico, sendo que dentro zona de cada armazenamento, a sua atribuição de uma localização é aleatória, deste modo, conclui-se que estas zonas de armazenamento são caracterizadas por uma política de armazenagem aleatória. Nas zonas de fenólico (azul) e gesso cartonado (amarelo) não existem equipamentos de armazenamento, as placas armazenadas em paletes que são empilhadas em lote, como mostra as figuras 11a e 11b. Quanto à zonas de estruturas (verde), estas são compostas por sistema de armazenamento cantiléver, como mencionado no subcapítulo 4.1.2.2, destinados a estruturas de 6 metros e existem, também, estruturas de 3 metros que são empilhadas em lote, como mostra a figura 11c.



(a) Zona de gesso cartonado



(b) Zona placas de fenólico



(c) Zona de estruturas

Figura 11: Zonas de armazenamento definidas por grupos de artigos

4.1.4 Operações do armazém

No armazém, as operações logísticas *inbound*, como a receção, conferência e armazenamento são geradas por uma Encomenda ao Fornecedor ou por uma Devolução, enquanto que, as operações logísticas *outbound*, nomeadamente o *picking*, a preparação encomenda e a expedição, são geradas por uma Requisição ao Armazém. A figura 12 apresenta um esquema com as operações utilizadas no armazém de materiais e respetivo fluxo de materiais.

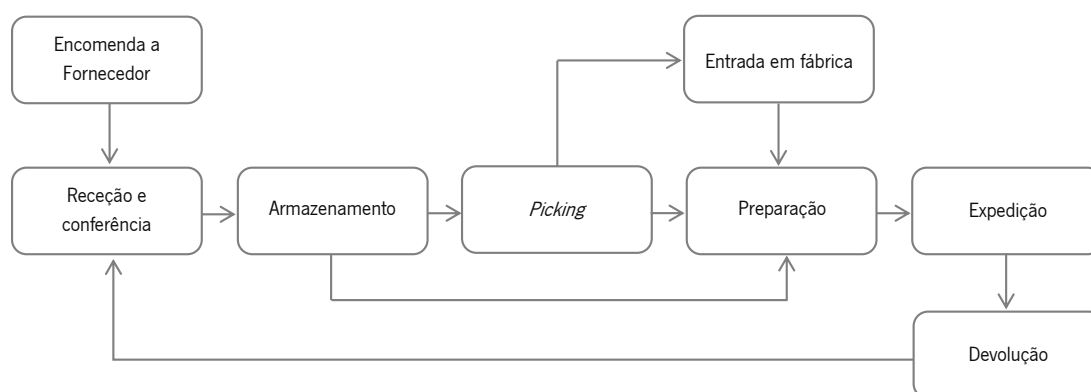


Figura 12: Operações do armazém e respetivo fluxo de materiais

Para cada operação realizou-se o mapeamento do fluxo de informação e fluxo de materiais através de um *Business Process Model and Notation* (BPMN), que se trata de uma linguagem de modelagem de processos acessível a todos os envolvidos (Chinosi & Trombetta, 2012).

4.1.4.1 *Requisição Interna e Encomenda a Fornecedor*

O aprovisionamento de armazém, fábrica e obras é uma tarefa complexa que requer elevada monitorização e coordenação por parte dos Diretores de Obra, Preparadores, armazém e Dep. de Aprovisionamento e Logística.

A Requisição Interna é um documento em formato *Word* elaborado pelo Diretor de Obra ou pelo Preparador com a lista de materiais e respetivas quantidades que o mesmo necessita para o aprovisionamento da obra à qual é responsável. O Anexo I apresenta um exemplo de uma Requisição Interna. Para além dos materiais e respetivas quantidades, o documento conta também com a data de entrega e a quem a Requisição Interna se destina: o Dep. de Aprovisionamento e Logística e/ou o armazém.

O destino da Requisição Interna é sob o critério do diretor de obra ou preparador. Através de entrevistas ao responsável de armazém e ao Dep. de Aprovisionamento e Logística, foi possível entender que o destino das requisições está dependente do tipo de artigo e da quantidade necessária.

Assim, quando o diretor de obra/preparador considera que o valor de material é elevado, em quantidade e/ou em investimento, direciona o pedido para o Dep. de Aprovisionamento e Logística, enquanto que, quando a quantidade é relativamente pequena e de custo reduzido, é direcionada para o armazém, como apresentado no BPMN do Apêndice I.

No entanto, este processo não está normalizado e, através de uma análise documental de 34 Requisições Internas, foi possível concluir que 30% são destinadas para as duas opções e 58% não indicam qual o destino da requisição, o que implica uma considerável coordenação entre o armazém e o Dep. de Aprovisionamento e Logística, traduzindo-se num elevado consumo de tempo das duas partes. Através da análise documental, verificou-se que são despendidas cerca de duas horas por semana pelo armazém e departamento na coordenação de Requisições Internas. Deste modo, no momento de receção de uma nova Requisição Interna, é imperativo por parte do fiel de armazém realizar a verificação do que existe em inventário, de modo a confirmar se existe stock suficiente para cobrir as necessidades requisitadas.

A Requisição ao Armazém é um documento elaborado manualmente no ERP pelo fiel de armazém ou pelo Preparador com intuito de realizar uma requisição ao Dep. de Aprovisionamento e Logística, de modo a ser feita a Encomenda a Fornecedor pelo departamento. Os procedimentos de requisição de materiais dos Preparadores e do armazém encontram-se esquematizados nos BPMNs do Apêndice II e Apêndice III, respetivamente.

A Encomenda a Fornecedor é um documento elaborado manualmente no ERP pelo Dep. de Aprovisionamento e Logística cujo objetivo é a encomenda de materiais a fornecedores externos, permitindo o aprovisionamento do armazém e/ou obras, através de requisições previamente elaboradas

pelo fiel de armazém/Diretor de Obra/Preparador.

As encomendas de material feitas aos fornecedores pelo Dep. de Aprovisionamento e Logística podem ser distinguidas em dois tipos:

1. **Encomendas a fornecedor para obra** resultantes da Requisição Interna do Diretor de Obra ao Dep. de Aprovisionamento e Logística, constituídas, principalmente, por artigos da família das Placas, Estruturas, Isolamentos e Pavimentos. Por norma, tratam-se de artigos de elevado investimento, consequentemente, as encomendas são feitas em larga escala com o intuito de obter descontos de quantidade. Estas encomendas podem ser entregues no armazém, sendo armazenadas sob forma de reserva ou podem ser entregues diretamente em obra, sendo este tipo de encomendas designadas como Material Direto Obra no ERP.
2. **Encomendas a Fornecedor para fábrica**, resultantes da Requisição ao Armazém do Preparador ao Dep. de Aprovisionamento e Logística constituídas na sua maioria por artigos da família das placas e estruturas. Tratam-se, igualmente, de pedidos de materiais sob a forma de reserva por parte dos Preparadores.
3. **Encomendas a Fornecedor para stock**, resultantes da Requisição ao Armazém do fiel de armazém ao Dep. de Aprovisionamento e Logística constituídas, principalmente, por artigos das famílias dos fixantes, ferragens e acessórios. Este tipo de artigos detém um reduzido investimento e a gestão de stocks é visual, assim, o fiel de armazém decide, com base na sua experiência, quando e quanto deve encomendar mais material. Este tipo de encomendas são caracterizadas pela filosofia *push*, visto que são baseadas em previsões de procura.

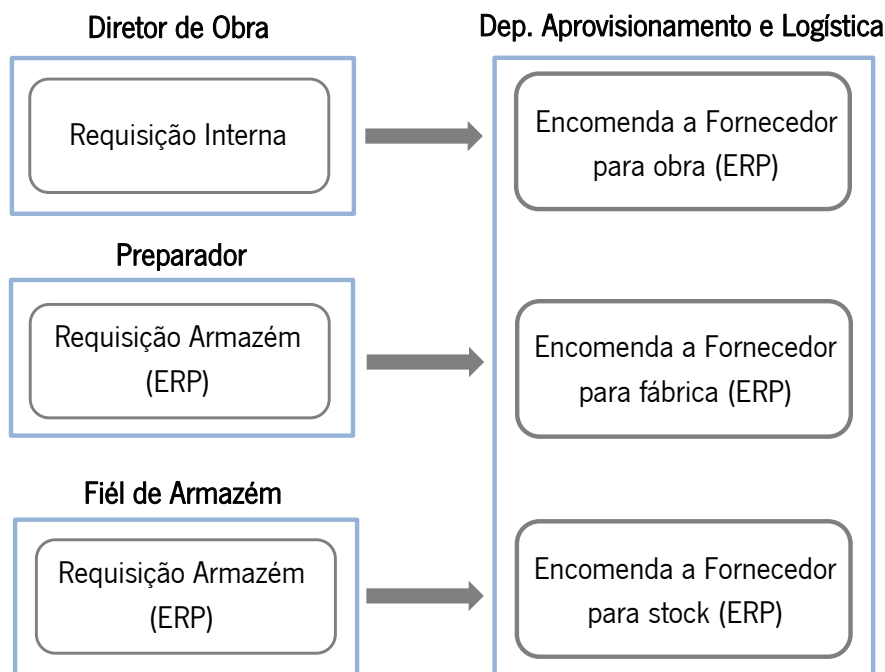


Figura 13: Distinção do tipo de Encomendas a Fornecedor

4.1.4.2 Receção, conferência e armazenamento

A receção inicia-se com a chegada de material dos fornecedores e com a chegada de devoluções de material das obras, sendo que esta última será abordada no subcapítulo 4.1.4.4. Deste modo, no caso do fornecedor transportar material de elevada dimensão, este é descarregado do camião no cais exterior e, no caso de se tratar de encomendas pequenas, a entrega é feita no interior do armazém. Em ambos os casos, após a receção o material é armazenado temporariamente no local mais conveniente no armazém no momento de descarga, uma vez que não existe uma zona funcional destinada a material rececionado. Devido à elevada quantidade de trabalho no armazém, o material rececionado fica parado entre um a dois dias a aguardar conferência. Quando iniciada a conferência, o fiel de armazém avalia o produto comprado de acordo com o especificado na Nota de Encomenda, previamente entregue pelo Dep. de Aprovisionamento e Logística, sendo necessário verificar se:

- O documento do fornecedor está de acordo com a nota de encomenda;
- Os produtos rececionados conferem com o especificado no documento de fornecedor;
- Os produtos estão conforme os requisitos pretendidos;

Para além destes pontos, é necessário fazer a inspeção visual e verificar a validade dos produtos. Após a inspeção, o documento do fornecedor é carimbado e assinado e, por fim, assinalam-se, se for o caso, os materiais que não se encontram em conformidade.

Caso a os artigos e respetiva quantidade não estejam de acordo com os dos documentos, o responsável de armazém comunica com o Dep. de Aprovisionamento e Logística, que detém a responsabilidade de comunicar com os fornecedores e concretizar os devidos ajustes.

Após os materiais serem rececionados e conferidos, o fiel de armazém faz a triagem do material que está reservado a determinada obra do material que foi encomendado para constituir stock. No caso de existirem materiais encomendados para uma obra específica , o fiel de armazém faz a preparação do material, identificando-o com o nome e código de obra, como mostra a figura 14.

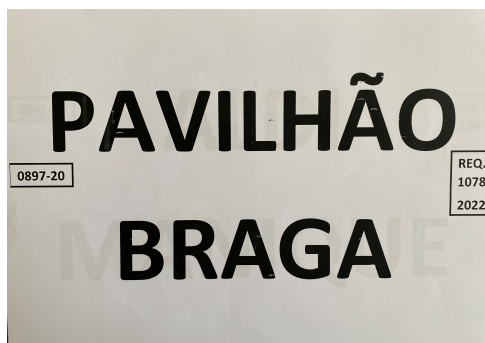


Figura 14: Etiqueta de material reservado a obra

De modo a dar entrada em stock no ERP dos artigos rececionados, é da responsabilidade do fiel de armazém o preenchimento dos dados, isto é, a referência e respetiva quantidade, gerando, por fim, a Guia de Receção.

Como referido no capítulo 4.1.3, o armazém possui determinadas zonas destinadas a um grupo de artigos, sendo que a sua alocação dentro destas zonas de armazenamento é aleatória, tratando-se, deste modo, de um política de armazenagem baseada em classes.

A figura 15 apresenta um BPMN do procedimento atual da receção e conferência e respetivo fluxo de material e informação entre as três operações.

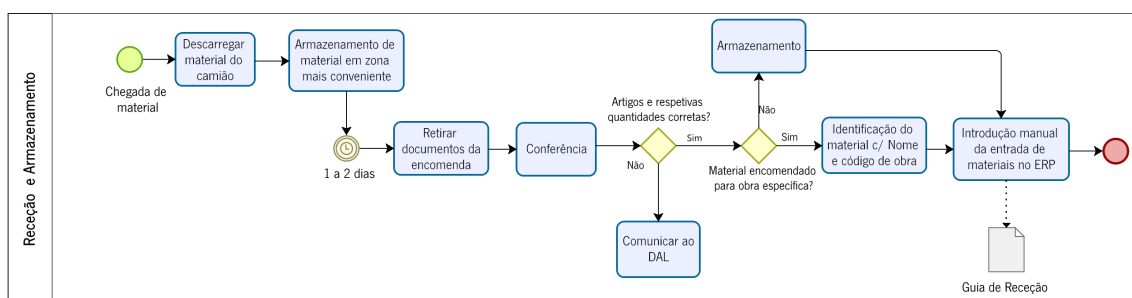


Figura 15: BPMN do *workflow* das operações *inbound*



Figura 17: Preparação e embalamento de materiais

Na data de entrega dos materiais, ocorre a expedição, em que a requisição preparada é transportada para o cais exterior do armazém, para o fiel de armazém carregar o camião/carrinha e, posteriormente, ocorrer o abastecimento da obra.

Paralelamente, é imperativo o registo do material a ser expedido no ERP da empresa, através de uma Guia de Transporte gerando a saída de stock. O preenchimento da Guia de Transporte é feito manualmente, inserindo referência a referência e respetivas quantidades. A figura 18 apresenta um BPMN do processo atual de expedição.

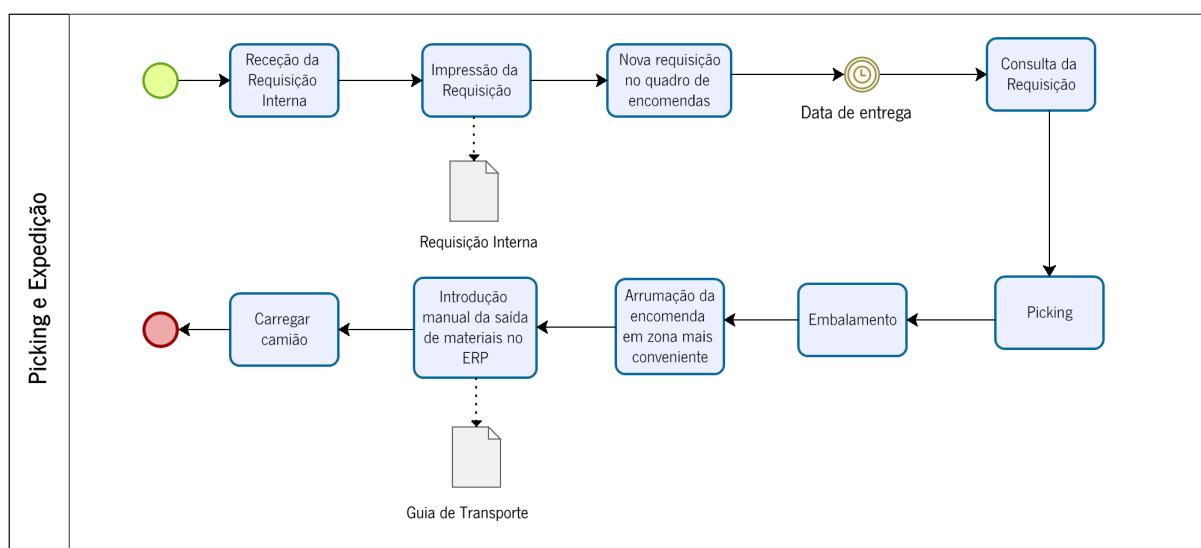


Figura 18: BPMN do processo atual de expedição

4.1.4.4 Devolução

Nas obras é recorrente existirem devoluções de materiais, devido a erros nos cálculos das necessidades por parte dos Diretores de Obra ou devido a mudanças nos projetos. Através de uma análise documental referente ao ano de 2021, são feitas quatro devoluções por semana.

A Guia de Devolução é preenchida pelo fiel de armazém no ERP, que, através de um telefone ou e-mail, recebe a informação necessária para o registo da guia. Uma vez preenchida a Guia de Devolução, o diretor de obra é informado e o material pode ser transportado de volta ao armazém.

Este procedimento não está normalizado, deste modo, muitas das vezes as devoluções que chegam ao armazém do CNO sem aviso prévio e sem identificação da obra que provém e, consequentemente, o registo da Guia de Devolução no ERP não é possível sem esta informação.

4.2 Análise crítica da situação atual do armazém

4.2.1 Controlo e gestão de materiais

4.2.1.1 Sobrelotação e congestionamento

Devido à instabilidade das cadeias de abastecimento e ao aumento generalizado dos preços de matéria-prima, é do interesse do Dep. de Aprovisionamento e Logística, encomendar os materiais com considerável antecedência e em grandes quantidades, de modo a obter descontos de quantidade. Consequentemente, os operadores do armazém têm vindo a enfrentar grandes desafios referentes à falta de espaço para o armazenamento de material. Após a análise do inventário referente ao ano de 2021, 37% do material do inventário está armazenado em zonas exteriores ao armazém, como mostra a figura 26, tendo como principal critério para colocação de materiais no exterior, a resistência a condições meteorológicas adversas.



(a) Armazenamento junto ao cais de carga



(b) Armazenamento na zona traseira do armazém

Figura 19: Zonas de armazenamento exteriores ao armazém

O armazenamento de materiais em zona exteriores é prejudicial para o bom funcionamento das operações de armazém. Quanto ao armazenamento da figura 19a, os materiais encontram-se distribuídos aleatoriamente consoante o espaço necessário, não existindo qualquer via de circulação. Consequentemente, é difícil localizar os materiais pedidos e realizar o *picking* dos mesmos. Tratando-se de uma zona próxima do cais de expedição, tem vindo a ser utilizada como zona de materiais reservados a obras.

No caso do armazenamento na zona traseira do armazém, mostrada na figura 19b, este afeta substancialmente o *picking* dos materiais, visto que a distância percorrida é o dobro da distância quando o *picking* é feito no interior armazém.

4.2.1.2 Elevados tempos de permanência

Através da extração de dados do ERP relativo ao inventário do armazém e respetivas Guias de Transporte, foi possível constatar que 28% das unidades de armazenamento não apresentavam qualquer movimento desde janeiro de 2021. A principal causa deste fenómeno deve-se às devoluções de obra, nomeadamente, a inexistência de critérios rígidos quanto ao que deve entrar ou não em armazém, deste modo, artigos danificados ficam armazenados, não apresentando qualquer movimentação posteriormente.

A tabela 3 expõe a quantidade e respetiva percentagem de artigos atualmente em armazém em diferentes intervalos de tempo de permanência. É possível concluir que, no que toca a quantidade em stock, a maioria dos artigos tem tempos de permanência entre 3 e 6 meses e que 5% dos artigos em armazém estão em armazém mais do que 6 meses.

Tabela 3: Análise dos tempos de permanência dos artigos de materiais

Tempo de permanência	Quantidade de artigos	Percentagem de artigos
<1 semana	332973	18%
1 semana - 1 mês	570496	9%
1 mês - 3 meses	5056202	76%
3 meses - 6 meses	338399	5%
> 6 meses	318435	5%
Total	1877705	100%

4.2.1.3 *Elevadas ruturas de stock*

Tendo em conta que o Dep. de Aprovisionamento e Logística não possui um modelo de gestão de stocks definida, as respostas às perguntas "Quando encomendar?" e "Quanto encomendar?" não se encontram normalizadas, baseando-se, apenas, na experiência do fiel de armazém e do Dep. de Aprovisionamento e Logística. Consequentemente, as Encomendas a Fornecedor são realizadas com o propósito de abastecimento imediato de obras/fábrica, sem preocupação em limitar a um stock máximo ou manter um stock de segurança.

Como mencionado nos capítulos anteriores, em encomendas realizadas para constituir stock em armazém, a gestão de stocks é feita visualmente pelo fiel de armazém. Através de entrevistas aos Diretores de Obra e Preparadores, foi possível concluir que, a maioria dos casos em que as suas requisições não foram entregues no tempos e quantidades pedidas, deveu-se à rutura de stock deste tipo de artigos.

Através da verificação de Requisições Internas e respetiva resposta do armazém ao longo de duas semanas, num total de 32 requisições, apenas 14 foram cumpridas, o que se traduz num nível de serviço de 44%.

4.2.1.4 *Elevada quantidade de artigos obsoletos*

O armazém de materiais conta com diversos produto químicos, tais como, diluentes, tinta, primários, entre outros. Através de uma lista dos produtos químicos existentes em armazém, providenciada pelo Departamento de Qualidade e Segurança, foi possível realizar uma verificação dos artigos que se encontravam fora da validade. Desta forma, foi realizada esta mesma verificação artigo a artigo, separando para uma paleta os artigos não conformes. Seguidamente, foi feita uma contagem dos

conformes e não-conformes, concluindo que num total de 833 produtos químicos em armazém, 25% estão fora da validade e os restantes estão dentro da validade. Seguidamente, os artigos obsoletos foram armazenados em duas paletes, como mostrado na figura 20, o que se traduz em ocupação de área útil de armazém.



Figura 20: Paletes de artigos não conformes identificadas

As devoluções de obra não possuem critérios rígidos quanto ao que deve entrar ou não em armazém, deste modo, artigos danificados ficam armazenados, não apresentando qualquer movimentação. Para além deste fator, o planeamento das encomendas é ineficiente e, de modo a obter descontos de quantidade, artigos com reduzida rotação são encomendados em grande escala e não são utilizados, contribuindo em larga escala para este problema e ocupando espaço útil sem necessidade.

4.2.2 Fluxo de informação

4.2.2.1 Falta de automatização

No armazém existem operações desprovidas de automatização e integração, o que impede a realização das mesmas de forma mais rápida e segura.

Primeiramente, a Requisição Interna não é realizada no ERP, mas num documento *word* (Anexo I), sendo necessária a inserção manual da referência e da designação. Na receção, a entrada de material em stock em ERP é feita através de uma Guia de Receção, preenchida manualmente, referência a referência, sendo assim, uma atividade propensa ao erro humano da qual o fiel de armazém dispense muito tempo, principalmente quando a encomenda é constituída por muitas referências. Através de uma análise documental, conclui-se que diariamente são registadas, em média, quatro Guias de Receção e, com base em medição de uma amostra de sete observações, o registo de cada guia demora em média 3 minutos e 45 segundos, o que corresponde ao consumo anual de 71 horas nesta atividade.

A análise documental é refletida no gráfico exposto na figura 21, que apresenta a variação do nº de Guias de Receção preenchidas no período compreendido entre 01/01/2021 e 31/02/2022.

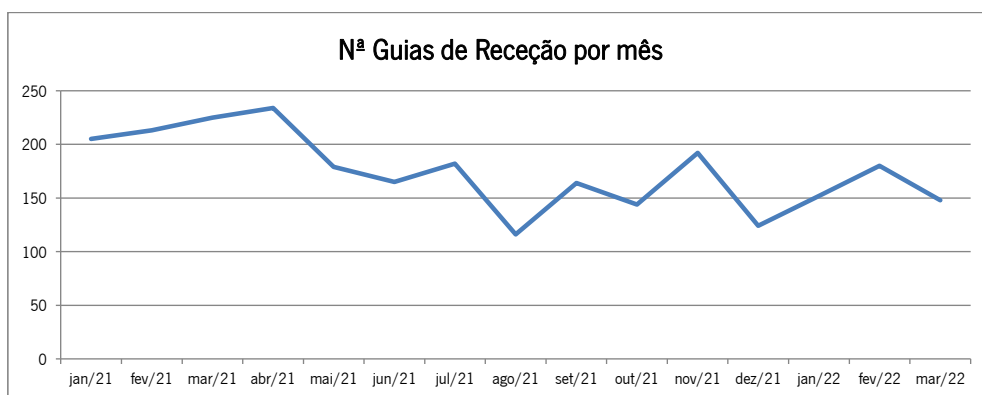


Figura 21: Representação gráfica do nº de Guias de Receção mensais entre janeiro 2021 e março 2022

Na expedição, a saída de material de stock no ERP é feita através da Guia de Transporte, sendo que esta é preenchida, igualmente, de forma manual. De acordo com a análise documental de Guias de Transporte extraída do ERP, são registadas uma média de 11 Guias de Transporte por dia e, com base numa amostra de 6 observações de medição de tempo, o registo de cada guia tem a duração, em média, de 7 minutos e 20 segundos, o que corresponde ao consumo anual de 411 horas nesta atividade. Tal como na receção, a análise documental de Guias de Transporte é refletida no gráfico da figura 22.

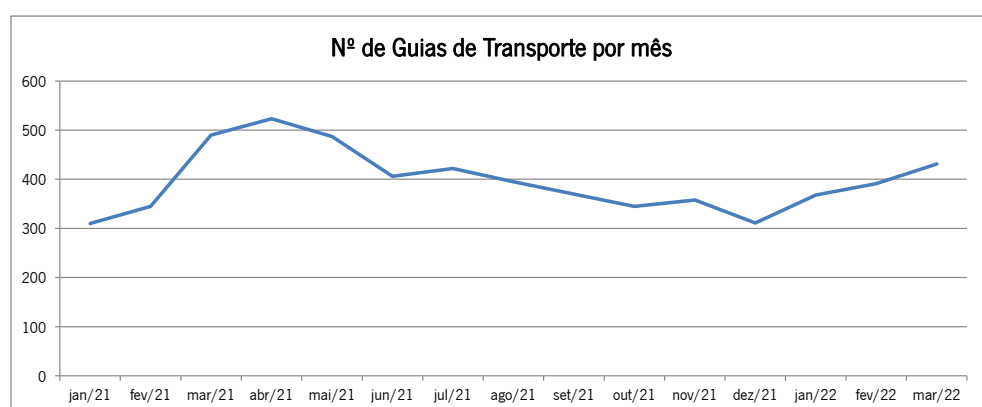


Figura 22: Representação gráfica do nº de Guias de Transporte mensais entre janeiro 2021 e março 2022

4.2.2.2 *Falta de fiabilidade dos dados de ERP*

No momento em que um diretor de obra ou um preparador faz uma Requisição Interna ao armazém, os dados relativos ao stock apresentados no ERP devem corresponder à realidade.

O armazém de materiais apresenta problemas relativos à fiabilidade destes dados. Pela comparação do inventário físico com o inventário teórico no ano de 2021, é possível constatar que existe uma discrepância na ordem dos milhares de euros, sendo as principais causas deste fenómeno a realização de tarefas manualmente, identificadas na secção anterior.

No caso da falta de normalização da realização da Requisição Interna no ERP, a fiabilidade dos dados de stock é colocada em causa, uma vez que, quando a Requisição Interna é feita manualmente num ficheiro *word*, os artigos não ficam reservados no sistema de informação e, consequentemente, a verificação do stock pode ficar comprometida, afetando o nível de serviço do armazém. Após a receção da requisição, o fiel de armazém tende a verificar a existência de material em stock diretamente na zona de armazenagem e não ERP, representando um consumo de tempo elevado.

A realização da Guia de Receção é feita após a conferência de material, que, como mencionado na secção 4.1.4.2, é executada cerca de dois dias após a receção do material, deste modo, a entrada de material em stock no ERP não acontece em tempo real. Para além deste fator, importa referenciar que a probabilidade de erro humano é elevada, pois um simples erro na inserção da referência do artigo ao preencher as guias causa a entrada/saída dos artigos errados, provocando uma maior distorção do inventário físico do inventário teórico.

4.2.3 *Organização no armazém*

4.2.3.1 *Difícil distinção de artigos de diferentes empresas*

Sendo um armazém multi-empresa, cada artigo pertence unicamente a uma das empresas do grupo. A nível informacional, existindo duas bases de dados diferentes, os artigos são facilmente distinguíveis, no entanto, a nível físico, esta distinção não é clara em certos artigos. Existem famílias de artigos que são comuns a ambas as empresas, tais como, as estruturas, as ferragens e os fixantes e, visualmente, torna-se difícil distingui-los, se não estiverem devidamente identificados. Este fator contribui para um aumento das durações em atividades de *picking* e realização de inventário.

4.2.3.2 *Indefinição de zonas funcionais*

No que toca a zona funcionais no armazém de materiais, é possível afirmar a existência de duas zonas devidamente definidas: a zona administrativa, que se trata do gabinete do fiel de armazém e as zonas destinadas ao armazenamento. As zonas funcionais destinadas a receção, conferência, separação, embalagem e expedição não estão definidas no armazém de materiais, devido, principalmente, à sua sobrelotação. Sendo estas zonas imprescindíveis para o bom funcionamento de um armazém, a sua ausência traduz-se em corredores congestionados como mostra a figura 34.



Figura 23: Corredores de circulação congestionados

4.2.3.3 *Armazenamento ineficiente*

Como referido na secção 4.1.3, as zonas de armazenamento no armazém foram idealizadas de modo a agrupar grupos de artigos por zonas, caracterizado pelo critério de localização baseado em classes. No entanto, este critério não é sempre respeitado e nestas zonas de armazenamento existem diferentes tipos de artigos armazenados, como é exemplificado na figura 24, em que na zona destinada ao armazenamento de gesso cartonado, é possível encontrar outros tipos de artigos como primários e pastas de juntas.



Figura 24: Critério de armazenamento não respeitado

As devoluções de fábrica também são caracterizadas pelo seu armazenamento ineficiente. Como explicado na secção 4.1.1, o Preparador, para além de requisitar o material necessário para o abastecimento da produção, tem como principal objetivo a elaboração de planos de corte de placas, que serão executados em fábrica, sendo que é do interesse do mesmo a elaboração de planos de corte que permitam um maior aproveitamento dessas mesmas placas de modo a evitar desperdícios. No entanto, este aproveitamento não é possível ser feito a 100% quando se trata de material fenólico, logo, após os planos de corte serem executados no seccionador, o que resta das placas de fenólico iniciais retorna ao armazém. Devido à similaridade dos materiais quando empilhados e à indefinição de critérios de armazenamento para estas sobras de placas, os tempos de *picking* deste material é significativamente afetado. Através da observação deste procedimento e com base em cinco amostras, a duração média desta operação é cerca de 45 minutos, ocorrendo, em média, três vezes por semana.

4.3 Resumo dos problemas identificados

Com o propósito de sintetizar os problemas identificados, foi elaborada a tabela 4, onde a técnica 6M é utilizada. A técnica 6M é uma abordagem que permite a resolução de problemas da indústria, identificando as causas-raízes e agrupando-as em diferentes categorias. Relativa à análise dos problemas do armazém de materiais, foram consideradas as categorias: materiais, método e máquina.

Categoria	Problema	Causa	Consequência
Materiais	Elevadas ruturas de stock	Previsão da procura imprecisa Prazo de entrega dos fornecedores impreciso Inexistência de um stock de segurança	Nível de serviço baixo
	Elevados tempos de permanência	Pouco planeamento de necessidade dos materiais Inexistência de critérios rígidos na aceitação de devoluções de obras	Sobrelotação e congestionamento
	Elevada quantidade de artigos obsoletos	Inexistência de critérios rígidos na aceitação de devoluções de obras Armazenamento de artigos sem considerar a data de validade	
Máquina	PDA e impressora de etiquetas inutilizados	-	Retorno de investimento nulo
Método	Sobrelotação e congestionamento	Gestão de stock ineficiente Espaço útil de armazém insuficiente	Armazenamento em zonas exteriores ao armazém
	Falta de automatização	Registo de entrada e saída de material de stock e requisições são feitas manualmente	Elevada probabilidade de erro Elevado consumo de tempo na operação
	Falta de fiabilidade dos dados de stock do ERP	Registo de entrada e saída de material de stock não é realizado em tempo real	Discrepância entre inventário físico e inventário teórico
		Requisição Interna não é realizada no ERP	Inexistência de registo de materiais reservados
	Armazenamento ineficiente	Políticas de armazenagem desrespeitadas	Elevado tempo de picking
		Paletização de sobras ineficiente	
		Localizações não normalizadas	
	Difícil distinção entre artigos de diferentes empresas	-	Aumento das durações de picking e realização de inventário Discrepância entre inventário físico e inventário teórico
	Indefinição de zonas funcionais	Sobrelotação	Corredores congestionados

Tabela 4: Quadro-resumo dos problemas identificados utilizando a técnica 6M

5. APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria resultantes da análise crítica feita no capítulo anterior. Deste modo, foi elaborada uma matriz esforço-impacto, apresentada na figura 25, de modo a identificar as propostas prioritárias (*Quick wins* e *Fill in jobs*), as propostas com a maior nível de complexidade (*Major projects*) e as propostas que, por enquanto, devem ser descartadas (*Thankless tasks*).

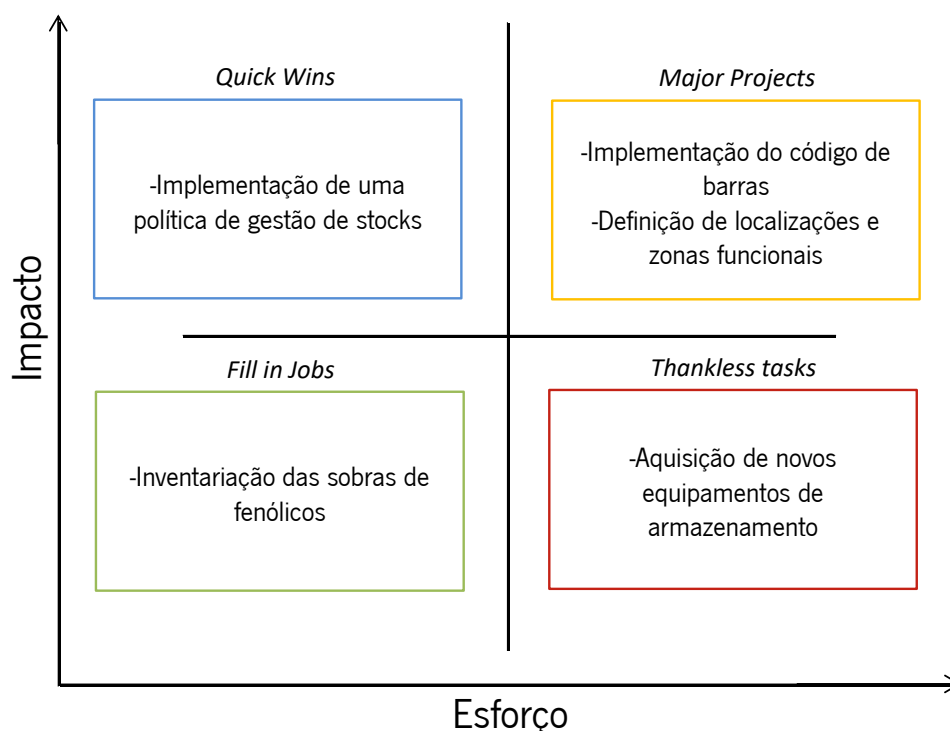


Figura 25: Matriz Esforço-Impacto das propostas de melhoria

Por conseguinte, as propostas de melhoria consideradas após a análise crítica do armazém, foram classificadas da seguinte forma:

- A proposta *Inventariação das sobras de fenólicos*, apresentada na secção 5.1, foi considerada como prioritária para perceber o que existe em armazém e de pouco esforço, pois trata-se de um projeto que através de um plano de ação e utilização de recursos existentes é executado de forma acessível;
- A proposta *Implementação de uma política de gestão de stocks*, apresentada na secção 5.4 é prioritária na medida em que permitirá a redução do número de quebras de stock. Reconhecendo a complexidade da implementação de um política de gestão de stocks num armazém, no presente projeto de dissertação esta será aplicada apenas para os artigos do armazém que possuem uma cadeia de abastecimento *push*, os fixantes e as ferragens, que são artigos com reduzido custo de

aquisição e de reduzido dimensão, traduzindo-se num reduzido custo de posse e aquisição, deste modo, o esforço foi considerado reduzido.

- A proposta *Implementação do código de barras*, apresentada na secção 5.2 mudará de forma significativa todas as operações em armazém, reduzindo a morosidade das operações, revelando, assim, um elevado impacto, no entanto, exigirá investimento, não apenas em equipamento, mas também exigirá esforço e tempo, devido à gestão da mudança, operações teste e interrupções.
- A proposta *Aquisição de novos equipamentos de armazenamento*, tais como, estantes convencionais, estantes FIFO (*First In First Out*) e cantilêveres foi inicialmente considerada de modo a permitir a concretização da proposta de definição de critérios de armazenamento fixos, no entanto, junto da gestão de topo, concluiu-se que, apesar de trazer benefícios, esta proposta deverá ser tida em conta futuramente, quando problemas mais urgentes se encontrarem solucionados.

5.1 Inventariação de sobras de placas de fenólico

Um constante desafio do armazém do materiais é o armazenamento organizado e registo, a nível informacional, de placas de fenólico "devolvidas" pela fábrica. Sendo do interesse da empresa, reutilizar este tipo de material, caracterizado pelo seu elevado preço de aquisição, é importante que o Preparador tenha informação do que existe, pois só assim poderá, efetivamente, reutilizar as placas de fenólico sobrantes.

Deste modo, desenvolveu-se um plano de ação para a inventariação das sobras de fenólico existentes no armazém.

5.1.1 Definição de critérios de armazenamento de sobras de fenólico

Através de uma análise ABC, apresentada no Apêndice IV, fez-se uma análise do tipo de placas com a maior utilização, sendo este o ponto de partida para a criação dos critérios de armazenamento. Deste modo, concluiu-se que as placas com maior utilização possuem cor cinza e branca e espessuras de 12, 10, 8, 6 e 3 mm. Tendo por base esta informação, formularam-se os critérios de sobras apresentados na tabela 5.

Tabela 5: Critérios de armazenamento de sobras de fenólico

Espessura (mm)	Cor	Critério
12	Branca	A1
12	Cinza	A2
12	Outras cores	A3
10	Branca	B1
10	Cinza	B2
10	Outras Cores	B3
8	Branco	C1
8	Cinza	C2
8	Outras Cores	C3
6	Branco	D1
6	Cinza	D2
6	Outras Cores	D3
3	Branco	E1
3	Cinza	E2
3	Outras cores	E3

A cada critério foi atribuído um código de formato "X0" em que "X" é uma letra atribuída, de acordo com a espessura da placa e "0" é referente à cor da placa, sendo 1 - Branca, 2 - Cinza e 3 - Outras Cores. Após a definição dos critérios de armazenamento, definiram-se, junto do diretor de produção, as dimensões mínimas de placas que poderão ser reaproveitadas, que se encontram apresentadas na figura 6. Consequentemente, as sobras que não respeitam as dimensões mínimas são encaminhadas para o aterro.

Espessura	Cor	Critério	Largura (mm)		Comprimento (mm)	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
12 e 10 mm	Branco	A1, B1	100	600	1850	2050
	Branco	A1, B1	600	-	900	2050
	Cinza	A2, B2	100	-	1850	2050
	Outras cores	A3, B3	600	-	900	2050
8 e 6 mm	Branco	C1, D1	600	-	1850	2050
	Cinza	C1, D2	600	-	1850	2050
	Outras cores	C1, D3	1300	-	1850	2050
3 mm	Branco	E1	350	-	1850	2050
	Cinza	E2	350	-	1850	2050
	Outras cores	E3	1300	-	1850	2050

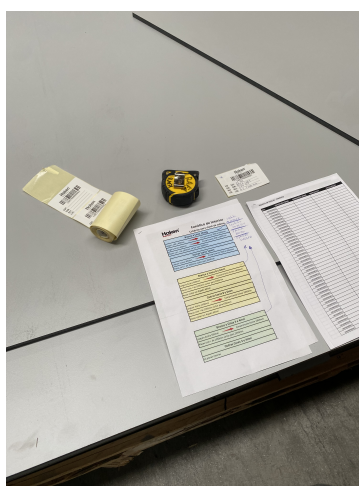
Tabela 6: Medidas mínimas e máximas de aproveitamento de placas distinguidas por critério

5.1.2 Inventariação e identificação de paletes de sobras de fenólico

Uma vez criados os critérios de armazenamento, definiu-se uma equipa de 2 colaboradores da fábrica, para a medição, etiquetagem e registo dos dados das sobras. As figuras 26a e 26b mostram o processo de medição e registo de informação, nomeadamente, a referência, a espessura, as dimensões, a cor e critério à qual pertence. A etiqueta, representada na figura 26c é constituída por um código de barras interno gerado por uma referência sequencial e pelos seguintes campos de preenchimento: espessura, dimensões, referência e localização.



(a) Medição de sobras



(b) Registo de dados



(c) Etiquetas de sobras

Figura 26: Processo de inventariação de sobras através da medição, registo e etiquetagem das placas

Ao longo do processo de inventariação, faz-se a separação das sobras em diferentes paletes consoante o critério à qual pertencem. Com o intuito de ser visualmente intuitivo onde as sobras estão armazenadas, as paletes foram identificadas com uma etiqueta na qual está expresso o código do critério à qual as sobras presentes na palete pertencem. A figura 27a apresenta as identificações existentes nas paletes antes da inventariação e a figura 27b apresenta as identificações após o processo de inventariação e criação de critérios de armazenamento. De notar que, nos casos em que existem duas marcas no mesmo fornecedor, essa distinção é feita com adição do nome do fornecedor ao código, como é possível verificar na figura 27b, em que o código "A2" é utilizado em duas paletes diferentes.



(a) Identificação das paletes antes



(b) Identificação das paletes depois

Figura 27: Identificação das paletes de sobras de fenólicos antes e após a inventariação e definição dos critérios de armazenamento

De notar que, a inventariação de sobras de fenólico foi elaborada através de um método manual e, conseqüentemente, propenso a erros. No entanto, não existindo registos ao nível do sistema de informação relativo aos planos de corte de placas e respetivas placas, era crucial começar do zero, através da medição e registo manual das placas. Contudo, é imperativo a normalização do processo de registo de sobras de modo a evitar o mesmo problema no futuro. Assim, num projeto paralelo ao de inventariação das sobras, a empresa adquiriu um software onde é possível a elaboração de planos de corte e registo automático no ERP das características das sobras de fenólico, tornando possível, não só a atualização no sistema de informação do que existe em stock, como também, a impressão de etiquetas através do ERP e, assim, evitar o preenchimento manual de dados no futuro.

5.2 Implementação do código de barras

A implementação do código de barras surge como resposta aos problemas identificados previamente, nomeadamente, a falta de fiabilidade dos dados de ERP. Como referido na secção 4.1.2.4, o armazém possui um PDA que não se encontra operacionalizado. Deste modo, o primeiro objetivo foi a aquisição de um software capaz de operacionalizar o hardware previamente adquirido. Com o intuito de fazer uma análise de mercado informada, foram definidos os requisitos para a implementação do código de barras, apresentados na secção 5.2.1.

5.2.1 Análise dos Requisitos

A compreensão das necessidades das operações é fundamental para a introdução efetiva de um novo hardware/software em qualquer organização. Assim, tornou-se necessário definir quais as características que o software do PDA deve possuir para avançar com a sua aquisição.

Deste modo, o levantamento de requisitos foi elaborado através dos seguintes métodos:

- Observação dos procedimentos das operações de armazém;
- Entrevistas aos *Stakeholders*, nomeadamente, os colaboradores de armazém, o departamento de projetos e a administração;
- Análise de documentos do ERP da empresa;

Os requisitos do software do PDA foram distinguidos em dois tipos: os organizacionais e os funcionais.

5.2.1.1 Requisitos Organizacionais

Os requisitos organizacionais estão relacionados com os recursos previamente existentes na empresa, tais como, software, hardware, recursos humanos, entre outros e, cujo o software deverá ser operacionalizado, independentemente destes recursos.

Assim, os requisitos organizacionais imperativos para a aquisição do software são os seguintes:

- Integração com o ERP da empresa.
- Integração com o PDA da empresa
- Multiempresa;
- Multiutilizador;

Sendo o principal objetivo da operacionalização do PDA, a atualização da informação em tempo real, é necessário que o mesmo esteja integrado com ERP existente na empresa, para que os níveis de stock sejam fiáveis. Paralelamente, é do interesse da empresa ter retorno do investimento feito no modelo do PDA adquirido previamente, deste modo, é importante no momento de seleção de software se o mesmo tem compatibilidade com o hardware. Tratando-se de um armazém com materiais de duas empresas, deverá se possível ter acesso às duas bases de dados distintas, tal como acontece no sistema de informação e, adicionalmente, deverá ser multiutilizador, visto que o armazém possui dois colaboradores e, assim, permitir a cada um deles acedes com a sua conta de utilizador, para que, no caso de existirem erros ou questões, ser possível visualizar qual dos utilizadores fez determinado registo.

5.2.1.2 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais definem, como o nome indica, as principais funções que o software deve possuir para cumprir as necessidades do armazém. Através dos procedimentos mencionados na secção 5.2.1, foram levantados os requisitos funcionais pretendidos numa solução de software de PDA, organizados pelas operações: receção, expedição, *picking*, consulta e transferência.

Posteriormente, estes foram adaptados, utilizando um template desenvolvido por Rupp (2014), apresentado na figura 28, que permite a criação de requisitos claros e concretos. Seguidamente, com os requisitos adaptados, foi elaborada uma *checklist*, apresentada no Apêndice V, organizada por operação de armazém, de modo a ser feita a verificação dos requisitos cumpridos por cada fornecedor.

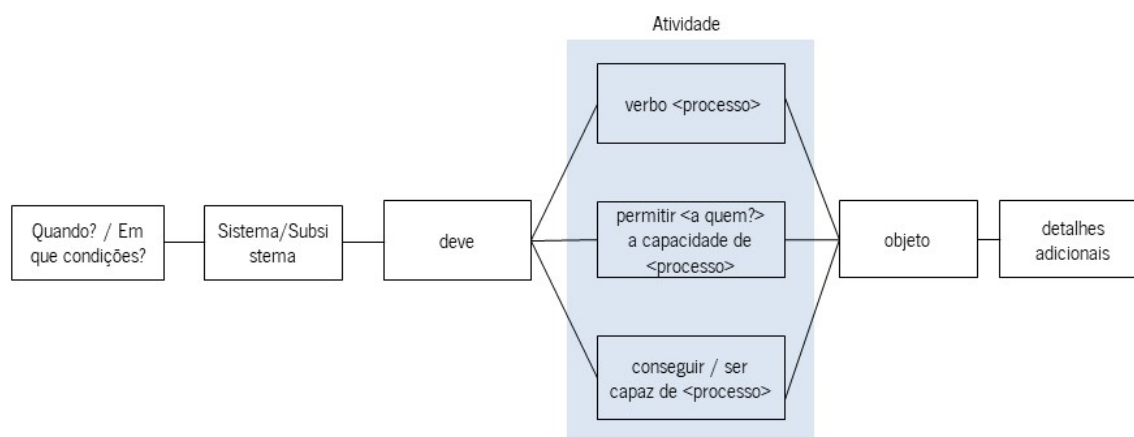


Figura 28: Template de requisitos desenvolvido por Rupp (2014)

5.2.2 Software PDA - Estudo de mercado

Com o interesse em obter a melhor solução possível, foi feito um estudo de mercado de softwares PDA, de modo a ser possível comparar diferentes fornecedores e, por conseguinte, escolher o mais adequado para as necessidades do armazém. Deste modo, foram contactados cinco fornecedores distribuidores de soluções de gestão de armazéns. Após uma primeira triagem, três dos cinco fornecedores não foram considerados, visto que ofereciam soluções complexas e de elevado investimento que não compensariam, tendo em conta a dimensão e nível de atividade do armazém.

Assim, para posterior avaliação, foram considerados os dois fornecedores restantes, cujas soluções estavam de acordo com as expectativas da empresa ao nível operacional. Devido à necessidade de confidencializar a informação dos fornecedores, as soluções serão apresentadas como Software X e Software Y.

Deste modo, a *checklist*, apresentada na secção 5.2.1.2, foi enviada aos fornecedores do Software X e

Software Y, de modo a ser analisada e preenchida, como é mostrada no Apêndice V.

Após o preenchimento da *checklist* por parte dos fornecedores, foi agendada uma reunião para apresentação de uma demonstração do software. Para além dos requisitos organizacionais e funcionais, existem outros tipos de requisitos não-funcionais que melhoram a experiência do utilizador, como o uso intuitivo, a customização e a segurança, deste modo, é imperativo observar o software "em ação" antes de proceder à sua aquisição.

Sendo o principal utilizador o fiel de armazém, é importante que a solução seja pensada para essa mesma função e para o ambiente de armazém. Na tabela 7 são apresentados alguns atributos, sendo estes avaliados pelo método *Scoring Model*, que consiste na atribuição de um peso a cada um dos atributos relativos à sua importância/priorização no projeto e, conjuntamente, a atribuição de uma pontuação a esse mesmo atributo (Gharaibeh et al., 2014).

Tabela 7: *Scoring Model* dos softwares de PDA cuja classificação é de 1 a 5 (pontuação 5: adequado; pontuação 1: não adequado)

Scoring Model (1-5)					
Atributo	Peso	Software X	Pontuação	Software Y	Pontuação
Funcionalidade	0.30	5	1,5	5	1,5
Customização	0.20	4	0,8	4	0,8
Integração	0.20	2	0,4	5	1
Uso intuitivo	0.10	5	0,5	4	0,4
Assistência e manutenção	0,10	3	0,3	5	0,5
Segurança	0,10	3	0,3	4	0,4
Custo	0,20	5	1	4	0,8
Total	-	-	4,8	-	5,4

O peso dos atributos foi estabelecido junto a gestão de topo e departamento de projetos e a pontuação foi atribuída com base nas *checklists*, reuniões com os fornecedores e visualização das demonstrações dos softwares. Assim, através do *Scoring Model*, conclui-se que o software Y é a solução mais adequada para o armazém de materiais.

5.2.3 Definição e normalização das operações de armazém

A introdução do PDA altera significativamente os procedimentos das operações de armazém. Desta forma, torna-se necessário a definição de novos *workflows*.

5.2.3.1 Receção e conferência

Após a chegada do fornecedor, o material é descarregado e armazenado na zona de receção. Posteriormente, o fiel de armazém acede ao PDA onde poderá consultar o documento da Encomenda ao Fornecedor correspondente ao material em receção, podendo filtrar pela data de encomenda, nome de fornecedor, de modo a identificar o documento de forma rápida e intuitiva.

Seguidamente, o fiel de armazém procede à conferência dos artigos utilizando o mesmo procedimento explicado no subcapítulo 4.1.4. Ao longo da conferência artigo a artigo, o fiel de armazém, utilizando o PDA, lê o código de barras dos artigos, indicando a quantidade contabilizada na conferência. Na eventualidade dos artigos e respetivas quantidades não estiverem de acordo com o documento da Encomenda a Fornecedor este fica assinalado como "Encomenda em aberto" e, no caso de existirem artigos não conformes ou com defeito, é possível a indicação de "Artigo danificado", sendo comunicado ao Dep. de Aprovisionamento e Logística. Após a conferência, a Guia de Receção é gerada, sendo que o material entra em stock cerca de 40 segundos após autorização para criar o documento.

Paralelamente, são impressas etiquetas internas, constituídas pelo código de barras, designação do artigo e logótipo da empresa à qual pertencem, para colar em cada unidade de armazenamento, de modo a identificar os materiais que se encontram em armazém de forma unívoca.



Figura 29: Etiqueta interna de artigo

Como detalhado na secção 4.1.4, o material que dá entrada no armazém da DVM Global pode ser classificado em dois tipos: artigos reservados a obras e artigos para o reaprovisionamento de stock em armazém.

Quando os artigos estão reservados para uma obra, é necessário indicar no ERP que o material se encontra em stock, mas não está disponível para novas requisições. Desta forma, a adição de um documento que permite a rastreabilidade dos artigos reservados, torna-se crucial. Assim, ao nível do sistema informacional foi proposta a criação de um documento denominado Stock Cativo, que permitirá atualizar automaticamente nos dados de ERP de cada artigo a quantidade cativada/reservada e o código

de obra ao qual pertence.

A parametrização do documento Stock Cativo foi igualmente executada no software do PDA. Assim, após gerada a Guia de Receção, o fiel de armazém poderá assinalar, diretamente no PDA, os artigos que estão reservados, caso eles existam. Após os artigos reservados estarem identificados, estes são separados e identificados.

No momento de armazenamento de artigos, sejam estes reservas ou não, é possível a alocação de uma ou mais localizações.

A figura 30 apresenta um BPMN do novo procedimento para a realização da receção com a introdução do PDA. De realçar que as atividades assinaladas a cinzento são realizadas no PDA.

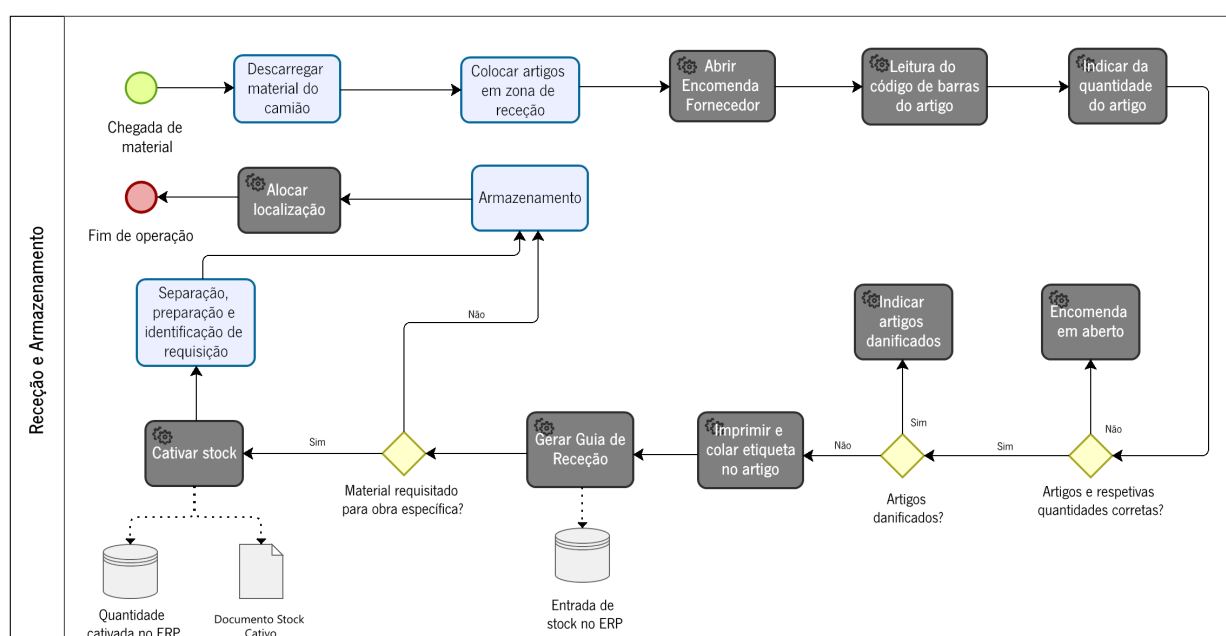


Figura 30: BPMN do processo de receção com introdução do código de barras

5.2.3.2 Picking

O *picking* é gerado por uma requisição de materiais. Através da realização da Requisição ao Armazém no ERP por parte dos Diretores de Obra e Preparadores, integrando este documento no software, será atualizado no PDA a lista de *pickings* pendentes.

Para a realização do *picking*, o fiel de armazém inicia a operação através da procura, no PDA, da respetiva Requisição ao Armazém. De modo a facilitar a procura da requisição pretendida no software, é possível filtrar por data de entrega ou código de obra.

Uma vez aberta a Requisição ao Armazém no PDA, fiel de armazém inicia o processo de *picking*, através de mesmo método utilizado previamente, *picking by order*, onde, para cada artigo, visualiza a localização,

lê o código de barras e indica a respetiva quantidade no PDA sendo, por fim, separado.

Após o registo de todos os artigos separados, tal como acontece na receção, é necessário indicar no sistema de informação que os artigos se encontram cativados/reservados. Desta forma, é criado o documento Stock Cativo para identificar a requisição pronta a expedir.

A figura 31 apresenta um BPMN do novo procedimento de *picking* e preparação de materiais, com as operações do PDA assinaladas a cinzento.

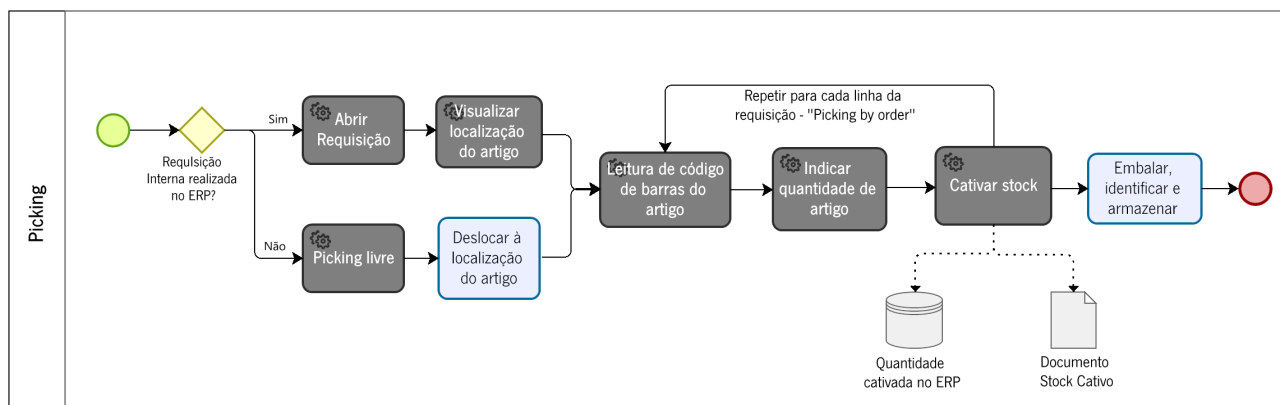


Figura 31: BPMN dos processos de picking com introdução do código de barras

5.2.3.3 Expedição

Como abordado na secção 4.1.4, a expedição é a operação responsável pelo carregamento do camião/carrinha e preenchimento da devida Guia de Transporte e, consequentemente, a saída de stock do sistema de informação.

O documento Stock Cativo é o ponto de ligação entre a Requisição ao Armazém e a Guia de Transporte. Tratando-se de um documento que identifica os materiais reservados, o Stock Cativo permite gerar, automaticamente, uma Guia de Transporte, acedendo ao mesmo através do PDA, filtrando os diferentes documentos por data de entrega ou código obra. Assim, no momento de carregamento do camião, o lançamento da Guia de Transporte é uma atividade que exige menor esforço.

A figura 32 apresenta um BPMN do novo procedimento da expedição, com as operações do PDA assinaladas a cinzento.

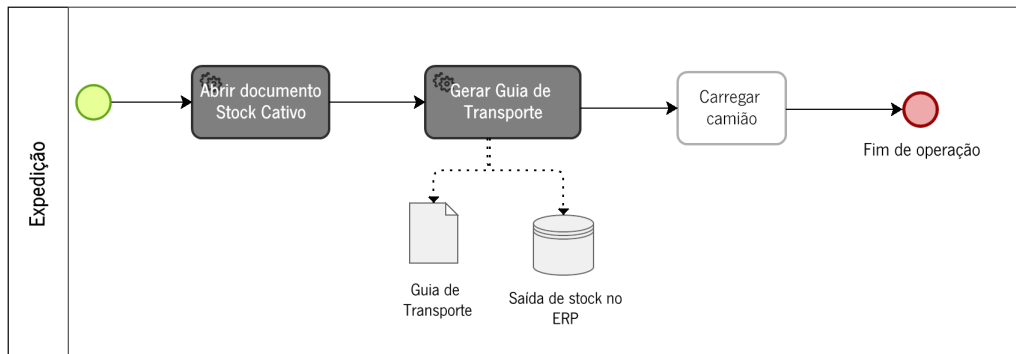


Figura 32: BPMN dos processos de picking e expedição propostos

5.3 Normalização das localizações

A definição de um sistema de localizações para o armazenamento de artigos, complementado com uma solução de gestão de armazenagem permite um aumento da organização e eficiência do armazém. Assim, a definição de localizações permite retirar o maior proveito das potencialidades da solução de gestão de armazéns proposta na secção 5.2.2, permitindo ao fiel de armazém realizar as seguintes tarefas:

- Alocação e transferência de localizações;
- Conhecimento da localização de um artigo;
- Conhecimento dos artigos alocados numa localização.

Primeiramente, definiu-se de um código para cada localização flexível a todos os tipos de zonas de armazenamento. Assim, foi proposto um código com três pares de dígitos, apresentado na figura 33.

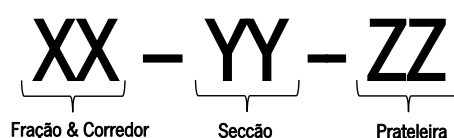


Figura 33: Estrutura do código de localização

Tendo em conta que o CNO é constituído por mais do que um armazém, o primeiro dígito, permite a identificação do armazém, denominada internamente de fração, permitindo um código universal a todo o Grupo IBG. Seguidamente, definiram-se os corredores de circulação, representados na figura 34, sendo que a cada um dos corredores foi atribuída uma letra.

Para a identificação de secções, representadas pelo segundo par de dígitos do código, foram atribuídos números sequenciais em cada corredor como mostra no layout mostrado na figura 34.

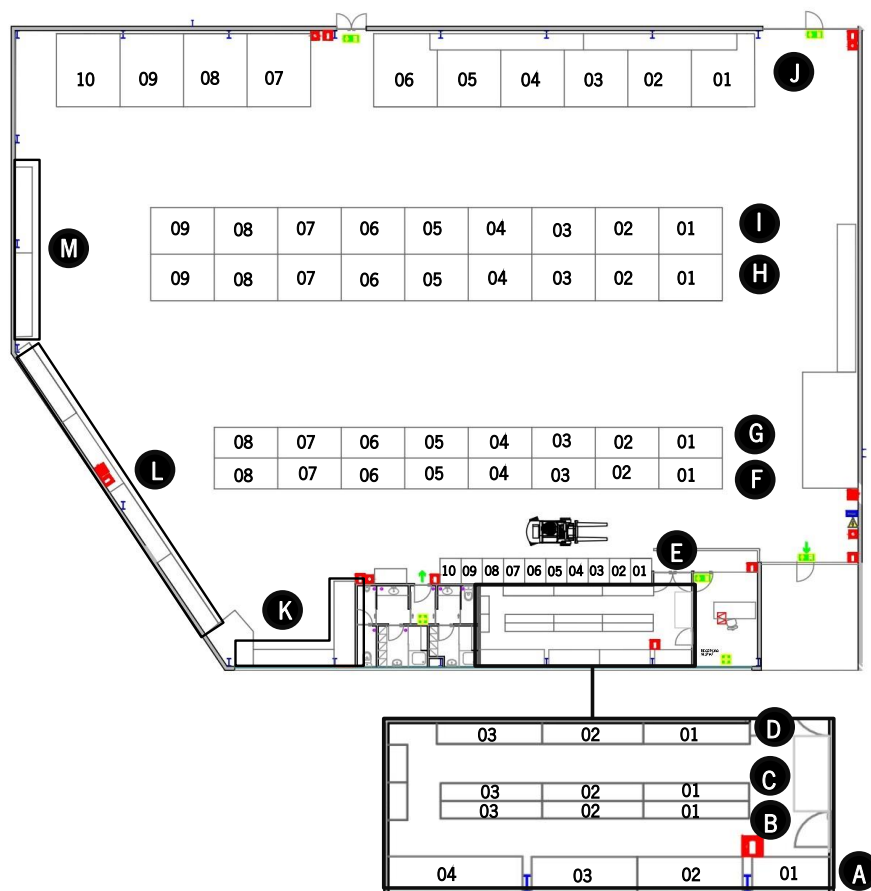


Figura 34: Definição de corredores e secções no armazém dos materiais

Nos corredores de A a D localizados na sala de ferragens e constituídos por um sistema de estantes, definiu-se como secção a prateleira de estante. Nos corredores K, L e M, igualmente constituídos por um sistema de estantes, as localizações foram definidas pela medida de uma euro paleta.

No corredor E propôs-se o armazenamento de requisições prontas a expedir, quando se tratam de materiais de reduzida dimensão e ocupam apenas uma euro-paleta, consequentemente, dimensionou-se secções de um metro neste corredor.

Nos corredores de F a J, destinados ao empilhamento de placas de fenólico e gesso cartonado, foram consideradas duas iterações para o dimensionamento das secções.

- Como primeira iteração, devido à falta de capacidade do armazém, foi considerado um sistema em que as alocações de localizações fossem flexíveis a diferentes tipos unidades de armazenamento, denominado política de armazenagem aleatória/variável, com o principal objetivo de maximizar

o espaço útil de armazenamento, dado que o material, quando rececionado, é armazenado em espaços disponíveis no momento. Por conseguinte, nestes corredores do armazém foram propostas inicialmente localizações com 1 metro de largura. Contudo, apesar de permitir a maximização de espaço utilizado no armazém, a proposta de critério variável não foi considerada, visto que, para um eficaz funcionamento desta estratégia, seria necessário a aquisição de um *Warehouse Management Sysytem* para um maior controlo da gestão de stocks, o que, para a dimensão do armazém e nível de atividade, não é um investimento prioritário. Deste modo, com os recursos disponíveis em armazém, esta política poderia gerar mais problemas referentes ao controlo e gestão de materiais e afetar o tempo de *picking*.

- Numa segunda iteração, foi proposta manter política de armazenagem baseada em classes, mas com o dimensionamento das secções. Para isso, foi tido em conta o facto de estes corredores serem destinados ao armazenamento de placas de gesso cartonado e fenólico, em que 89% dos casos têm comprimento até aos 3 metros, deste modo, dividiram-se os corredores em secções de 3 metros, sendo que em cada corredor as secções são identificadas por dois dígitos numéricos sequenciais, segunda a ordem 00, 01, 02, e assim sucessivamente, iniciando a contagem em cada corredor.

5.4 Implementação de uma política de gestão de stocks

5.4.1 Definição dos artigos

Como abordado na secção 4.1.4.1, uma das Encomendas a Fornecedor feitas pelo Dep. de Aprovisionamento e Logística são desencadeadas por requisições dos clientes internos, tratando-se, desta forma, de uma cadeia de abastecimento *pull*, logo, o aprovisionamento destes artigos não são baseados em previsões de procura.

Contudo, um dos tipos de Encomendas a Fornecedor são as elaboradas com o propósito de constituir stock em armazém, constituídas, essencialmente, por artigos de reduzido investimento e reduzida dimensão, tais como, fixantes e ferragens, caracterizados por uma cadeia de abastecimento *push*, isto é desencadeadas por previsões de procura. Considerando que, na maioria dos casos, as Requisições Internas não são concretizadas nas quantidades e prazos certos devido à rutura de artigos da família dos fixantes e ferragens, decidiu-se focar a implementação do modelo de gestão de stocks nestas famílias de artigos.

Uma vez definidas as famílias de artigos a implementar o modelo, foi elaborada uma Análise ABC

referente ao número de saídas destes artigos, apresentada no Apêndice VI. Para isso, foi extraída do ERP uma análise histórica documental das linhas das Guias de Transporte referentes ao ano de 2021 e primeiro semestre do ano de 2022, tendo sido contabilizados o número de vezes que cada artigo constituiu uma Guia de Transporte, com o intuito de identificar os artigos que registaram mais expedições, independentemente da quantidade e do valor, em euros, associado a essa saída. Assim, houve prioridade na implementação da política de gestão de stocks nos artigos com maior número de Guias de Transporte associadas. Este critério foi aplicado visto que as famílias de artigos definidas são caracterizadas pelo seu reduzido custo e, desta forma, o seu valor de utilização poderia ser considerado baixo e, conseqüentemente, ilusório, visto que, independentemente do valor, em euros, tratam-se de artigos com elevado valor estratégico e cruciais para a finalização e entrega do produto acabado e a principal causa de atrasos de entrega das requisições.

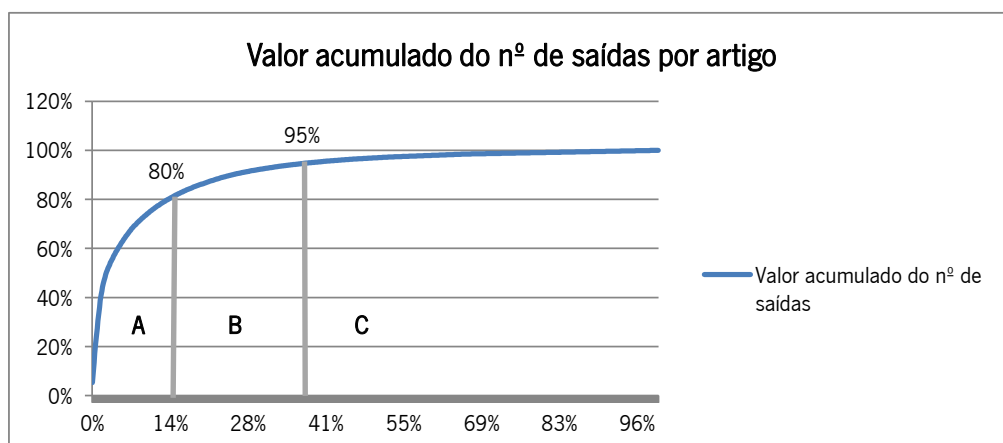


Figura 35: Análise ABC do número de saídas por artigo

Através da análise ABC representada no gráfico da figura 35, concluiu-se que cerca de 14% dos artigos pertenciam a 80% das Guias de Transporte. Desta forma, apenas os artigos A, correspondentes aos 14%, foram considerados para a implementação do modelo de gestão de stocks.

5.4.2 Análise e cálculo dos dados da procura e prazo de entrega

No processo de implementação de um modelo de gestão de stocks é preponderante a análise da procura, por parte dos clientes, e prazos de entrega dos fornecedores.

Primeiramente, procedeu-se à análise da procura, através da extração no ERP da Análise Movimentos, referentes ao ano de 2021 e primeiro semestre do ano de 2022, apresentada no Apêndice VII. Com o

intuito de determinar procura semanal média de cada artigo ($\bar{r}$), dividiu-se os valores referentes a "Saídas" por 78 semanas, o número total de semanas num ano e meio.

Seguidamente, o desvio-padrão da procura para cada artigo. Para calcular os desvios-padrões da procura (σ_r), foi feita a extração das linhas das Guias de Transporte no ERP, agrupando as quantidades expedidas por semana (r_n) e por artigo. Desta forma, foi utilizada a fórmula 5.3 para o cálculo do desvio-padrão da procura de cada artigo.

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{\sum (r_n - \bar{r})^2}{n - 1}} \quad (5.3)$$

onde:

σ_r = desvio-padrão da procura

r_n = procura na semana n , $n = 1, \dots, 12$

$\bar{r}$ = procura semanal média

n = número total de semanas

Os valores de prazo de entrega foram obtidos através da análise documental de Guias de Receção dos últimos quatro anos, retirada do ERP. Através da correspondência da Guia de Receção ao respetivo documento da Encomenda ao Fornecedor, foi possível determinar não só data a Guia de Receção, como também a data da Encomenda ao Fornecedor, deste modo, através do cálculo da média das diferenças entre estas duas datas, foi determinado o prazo de entrega médio para cada artigo, $\bar{l}$, convertendo-o em semanas.

Considerando que os prazos de entrega não são constantes, procedeu-se ao cálculo do desvio-padrão para cada artigo, utilizando a fórmula 5.4.

$$\sigma_l = \sqrt{\frac{\sum (l_i - \bar{l})^2}{i - 1}} \quad (5.4)$$

onde:

σ_l = desvio-padrão do prazo de entrega

l_i = prazo de entrega na encomenda i

$\bar{l}$ = prazo de entrega médio

i = número total de encomendas

No Apêndice VIII são expostos os valores referentes à procura (r) e prazo de entrega (l) e respetivo valor médio e desvio-padrão.

5.4.3 Definição do modelo de gestão de stocks

Como referido na secção 2.3.3, existem vários modelos de gestão de stocks, assim sendo, é do interesse das organizações perceber qual o mais adequado a implementar nos seus armazéns.

Através da análise dos desvios-padrão da procura e do prazo de entrega, é conclusivo que os valores de procura e prazo de entrega são inconstantes e, tendo por base que o principal objetivo da implementação do modelo é a redução significativa das ruturas de stock, foi proposta a implementação do Modelo de Revisão Contínua, que exige uma monitorização constante dos níveis de stock, dado que, quando estes atingem um nível pré-definido, o Nível de Encomenda (S), uma nova encomenda deverá ser realizada, cuja quantidade é fixa para cada artigo. O S corresponde à Procura Média durante o Prazo de Entrega (em inglês *Demand During Lead Time* (DDLT)), acrescido pelo Stock de Segurança (SS), que protege o sistema de flutuações ao nível da procura e/ou prazo de entrega. Para a definição do modelo, foi estabelecido um nível de serviço de 90%, com o intuito de gerar uma redução significativa das ruturas de stock.

5.4.3.1 Quando encomendar

Com o intuito de normalizar a resposta à questão "Quando encomendar?", procedeu-se, inicialmente, ao cálculo do DDLT e respetivo desvio-padrão, através das fórmulas 5.5 e 5.6 e utilizando os valores relativos à procura e prazo de entrega calculados na secção 5.4.2.

$$\mu_{DDLT} = \bar{r} * \bar{l} \quad (5.5)$$

$$\sigma_{DDLT}^2 = \bar{l} * \sigma_r^2 + \bar{r}^2 * \sigma_l^2 \quad (5.6)$$

Uma vez determinados estes valores, foi possível o cálculo do S e SS utilizando das fórmulas 5.7 e 5.8.

$$S = \mu_{DDLT} + Z * \sigma_{DDLT} \quad (5.7)$$

$$SS = Z * \sigma_{DDLT} \quad (5.8)$$

Considerou-se que a procura, o prazo de entrega e, consequentemente, o DDLT seguem uma distribuição normal. Adicionalmente, definindo o nível de serviço como 90%, o valor correspondente de Z é de 1,28, de acordo com a tabela apresentada no Anexo II, sendo este coeficiente denominado de "fator de segurança" e caracterizado pela proteção contra a possibilidade de rutura de stock.

No Apêndice VIII são apresentados os valores resultantes do cálculo do μ_{DDLT} , σ_{DDLT} , S e SS para cada artigo.

5.4.3.2 Quanto encomendar

Quando os níveis de stock atingem o S , é necessário ser lançada uma nova encomenda. Considerando a dificuldade da estimação de coeficientes associados ao cálculo de quantidade a encomendar tendo por base modelos estocásticos, foi estimado os valor de quantidade a encomendar de forma determinística. A quantidade a encomendar para cada artigo é um fator de elevada importância, pois influencia dois custos: o custo de encomenda unitário, C_E , (€/encomenda) e o custo de posse unitário, C_P , (€/unidade/ano), isto é, quanto maior a quantidade encomendada, maior será o custo de posse, visto que maior será o stock médio e menor será o custo de encomenda, pois a frequência de realização de encomendas é menor (Carvalho, 2002). De modo obter valores de quantidades de encomenda que minimizassem os custos totais, calculou-se a Quantidade Económica de Encomenda (QEE) para cada artigo, apresentada na fórmula 5.9.

Considerando a dificuldade da estimação de coeficientes associados

$$QEE = \sqrt{\frac{2 * r * C_E}{C_P}} \quad (5.9)$$

em que:

$$Custo\ de\ posse = x * i \quad (5.10)$$

onde:

x = valor por unidade (€)

i = taxa de posse de stock (%)

Como mostrado na equação 5.10, o custo de armazenar produtos pode ser expresso como uma percentagem do valor dos produtos, sendo esta percentagem a taxa de posse, que se trata do rácio entre o custo total anual de armazém e o valor de stock médio dos produtos em armazém (Carvalho, 2002). O custo anual de armazém corresponde ao somatório de todos os custos inerentes à operacionalização do armazém, tais como, rendas e recursos humanos, sendo que o valor obtido é de 58643,44 €/ano, como mostrado na tabela 8.

Tabela 8: Cálculo do custo anual de armazém

Descrição	Valor
Renda anual do armazém (inclui água, eletricidade, etc.)	18283,44 (€ /ano)
Custo da amortização dos equipamentos	6664,06 (€ /ano)
Custo com recursos humanos	33696,00 (€ /ano)
Custo total anual do armazém	58643,44 (€ /ano)

O valor do stock médio do armazém foi calculado através da extração do ERP de vinte amostras de inventário nos últimos dois anos, obtendo o valor médio de 1838921,60 € de stock. Tratando-se da relação entre custo anual de armazém e valor de stock médio, a taxa de posse de stock é de 3%, como é apresentado na tabela 9.

Tabela 9: Cálculo da taxa de posse de stock

Descrição	Valor
Custo total anual do armazém	58643,44 € /ano
Valor de stock médio	1838921,60 €
Taxa de posse de stock	3%

Para a determinação do custo de encomenda, primeiramente, foram quantificados os gastos anuais com a realização de encomendas, detalhados na tabela 10.

Tabela 10: Cálculo do gasto anual na realização de encomendas

Descrição	Valor
Custo com recursos humanos	71136,00 (€ /ano)
Custo com consumíveis	120,20 (€ /ano)
Custo com transporte de encomenda	55333,33 (€ /ano)
Custo anual de encomendas	126589,53 (€ /ano)

De modo a obter o custo total de encomenda por artigo, foi quantificado o número médio de encomendas por ano, resultante de uma análise documental histórica das encomendas nos últimos quatro anos, traduzindo-se no valor médio de 2766 encomendas. Por conseguinte, foi obtido um custo de encomenda unitário de 45,75 €.

Tabela 11: Cálculo do custo de encomenda

Descrição	Valor
Custo total com encomendas	126589,53 (€ /ano)
Nº de encomendas por ano	2766
Custo de encomenda	45,75 (€/encomenda)

Com a obtenção destes valores, foi possível calcular a QEE para cada artigo, como é apresentado no Apêndice XIX, utilizando a fórmula 5.9, apresentada previamente.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 Inventariação das sobras de placas de fenólico

A proposta de inventariação de sobras foi prioritária para o bom funcionamento do armazém, pois permitiu resultados em diferentes vertentes. Primeiramente, gerou o aumento da fiabilidade dos dados, através do registo informacional no ERP das sobras que se encontram em stock, permitindo ao Preparador ter conhecimento da marca, cor e dimensões e, assim, possibilitar o aproveitamento das mesmas em obras futuras. Para além de melhorar as operações dos Preparadores, permite, também, melhorar as operações de armazém, visto que, a identificação de paletes com o critério ao qual as sobras armazenadas pertencem, resulta numa redução significativa da duração do *picking* de uma determinada sobra. Sabendo que, em cada palete, existem no máximo 30 placas de sobras de diferentes dimensões, devidamente etiquetadas com a referência, espessura, marca e cor, a tarefa de *picking* tornou-se mais rápida e segura, traduzindo-se em reduções de cerca de 40% no tempo de *picking* de placas de sobras, como é mostrado na tabela 12.

Tabela 12: Quantificação da melhoria do tempo de *picking* de sobras de fenólico

Operação	Duração pré-melhoria (min)	Duração pós-melhoria (min)	Diferença (min)	Custo H-h (€/h)	Nº ocorrências por mês	Melhoria (€/anual)
<i>Picking</i> placas sobras fenólicos	40	15	25	6	9	16200

Finalmente, a criação de critérios de armazenamento de sobras possibilitou, não só a separação de sobras por palete tendo em conta a sua espessura, cor, entre outros, como também permitiu eliminação das placas que não pertenciam a nenhum dos critérios estipulados, sendo estas sobras de placas consideradas como obsoletas. Deste modo, a inventariação permitiu um aumento de 6% da cubicagem, traduzindo-se em ganhos anuais de 2223,50 €, relativos ao aumento de cubicagem, devido à eliminação das sobras e ao custo de posse de cada m^3 , como é quantificado na tabela 13.

Tabela 13: Quantificação da melhoria da ocupação de espaço útil de sobras de fenólico

Categoria	Cubicagem pré-melhoria (m^3)	Cubicagem pós-melhoria (m^3)	Diferença (m^3)	Custo de posse anual (€/m³)	Melhoria (€/anual)
Cubicagem placas sobras fenólicos	302,40	172,80	129,60	25,88	3354,50

Neste projeto, o principal custo foi o custo homem-hora, tendo em conta que foi necessária uma equipa de

dois colaboradores da fábrica para realizar a inventariação. Com o intuito de assegurar a confidencialidade dos dados da empresa, assumiu-se que o custo dos colaboradores de fábrica por hora é de 6€. Visto que a inventariação teve a duração de três semanas o custo total foi de 1980 €. Pelas tabelas 12 e 13, conclui-se que o custo do projeto será recuperado no primeiro ano.

6.2 Implementação do código de barras

6.2.1 Quantificação das melhorias

A introdução do código de barras traduz-se na eliminação do preenchimento manual das Guias de Receção e Guias de Transporte.

No caso de Guia de Receção, o documento é gerado automaticamente após a conferência dos artigos e leitura dos respetivos códigos de barras, deste modo, a duração da realização da guia traduz-se no tempo necessário para o PDA atualizar no ERP, sendo que esta operação têm a duração de cerca de 40 segundos na solução de software adotada.

A realização das Guia de Transporte gerada através do seu documento de origem, Stock Cativo, o documento resultante do *picking* faz com que, após a realização do *picking* e leitura dos respetivos códigos de barras, o documento esteja pronto a ser gerado através do PDA. Desta forma, o tempo despendido para gerar a Guia de Transporte corresponde ao tempo de procura pelo documento de Stock Cativo no PDA e autorização do lançamento e impressão da Guia de Transporte, sendo estimados cerca de 80 segundos para a realização desta operação.

A tabela 14 apresenta as melhorias relativamente à duração destas atividades e a quantificação monetária dessa melhoria a nível anual.

Tabela 14: Quantificação da melhoria da introdução e operacionalização do PDA

Operação	Duração pré-melhoria (min)	Duração pós-melhoria (s)	Diferença (min)	Custo H-h (€/h)	Nº ocorrências por dia	Melhoria (€/anual)
Realizar Guia de Receção	3,45	40	3,05	6	4	317,20
Realizar Guia de Transporte	7,12	80	6,15	6	11	1807,52
Total						2124,72 €

Para além da redução dos tempos das atividades de armazém, a introdução do PDA permite uma maior rastreabilidade dos materiais e um aumento na fiabilidade dos dados do ERP, permitindo gerar guias em,

praticamente, tempo real e, consequentemente, atualização automática nas entradas e saídas de stock.

6.2.2 Quantificação do investimento

Com o intuito de analisar a viabilidade do projeto e perceber o impacto financeiro da solução proposta, primeiramente, foi calculado o investimento inicial em equipamentos necessários para a introdução do código de barras apresentado, que se encontra apresentado na tabela 15.

Tabela 15: Quantificação do investimento necessário para a implementação dos códigos de barras no armazém

Classe	Descrição	Quantidade	Preço unitário	Total
Hardware	Terminal móvel - PDA	1	478,67 €	478,67 €
Hardware	Impressora de etiquetas	1	422,07 €	422,07 €
Acessórios	Rolo de etiquetas para impressora	10	6,91€	69,1, €/ano
Software	Licença do Software PDA	1	2250€	2250,00 €
Serviços	Implementação do software (<i>Onsite</i>)	1	1250,00 €	1250,00 €
Serviços	Contrato anual para manutenção do software	1	585,00 €/ano	585,00 €/ano
Total				5054,84 €

De acordo com a tabela 15, estima-se um investimento inicial de 5054,84 €. Todos os custos relativos ao investimento inicial são fixos, excetuando o serviço de manutenção do software que detém um custo de 585 € anuais e os rolos de etiquetas que exigem reaprovisionamento.

6.2.3 Quantificação e análise do VAL e TIR

Com o intuito de quantificar os ganhos do projeto, foi calculado o VAL e o TIR, considerando a TMA 10%. A tabela 19 apresenta os valores de *Cash Flow* (CF), correspondente ao ganho anual de 2124,72 €, calculado na secção anterior, descontado com os custos anuais de manutenção (585,00 €) e aquisição de etiquetas (69,10 €), obtendo o valor de 1 470,62 € anual. De modo a ter em conta o risco e o tempo associados ao projeto, foram calculados os CF atualizados no horizonte de 10 anos, com uma taxa de desconto de 10%, através da fórmula 2.1.

Tabela 16: Quantificação do *Cash Flow* do projeto de implementação dos códigos de barras

Ano (t)	I_0 , CF (€)	CF atualizado (€)	CF acumulado (€)
0	(5054,84)	(5054,84)	(5054,84)
1	1470,62	1336,92	(3 717,91)
2	1470,62	1215,39	(2502,52)
3	1470,62	1104,90	(1397,62)
4	1470,62	1004,45	(393,17)
5	1470,62	913,14	519,96
6	1470,62	830,13	1350,09
7	1470,62	754,66	2104,75
8	1470,62	686,05	2790,81
9	1470,62	623,69	3414,50
10	1470,62	566,99	3981,48

Pela análise da tabela 16, é possível concluir que o VAL é de 3981,48 €, no caso em que projeto tenha uma vida útil de 10 anos. Quanto ao *payback*, este será entre o quarto e quinto anos. Através de uma interpolação linear, representada na equação 6.11, é possível determinar o valor com maior exatidão.

$$Payback = 4 + \frac{0 + 393,17}{393,17 + 519,96} * (5 - 4) = 4,43 \text{ anos} \quad (6.11)$$

Assim, conclui-se que o investimento para a introdução do código de barras será recuperado num período de 4,43 anos. Adicionalmente, calculou-se o Retorno do Investimento (em inglês *Return on Investment* (ROI)) através da equação 6.12 e a TIR, igualando a zero a fórmula do VAL (2.1), obtendo o valor de 15%.

$$ROI = \frac{CF - I_0}{I_0} * 100\% = \frac{3981,48 - 5054,84}{5054,84} * 100\% = -21\% \quad (6.12)$$

Considerando que o valor da TIR > TMA (15% > 10%) e que o VAL > 0, é possível concluir que o projeto de implementação do código de barras é viável.

6.3 Normalização das localizações

A definição de localizações é importante para a fluidez do dia a dia do armazém e das suas operações, permitindo delimitar secções de armazenamento e adaptar estas secções mediante o tipo de artigos que irá armazenar.

No momento de *picking* permitirá reduzir o desperdício associado a movimentações, como mostra a tabela 17, o conhecimento da localização dos artigos permite uma redução de cerca de 40% na duração do *picking* de uma Requisição Interna e uma redução de cerca de 30% na duração do *picking* de uma Ordem de Produção para abastecer em fábrica.

Tabela 17: Quantificação da melhoria da normalização de localizações

Operação	Duração pré-melhoria (min)	Duração pós-melhoria (min)	Diferença (min)	Custo H-h (€/h)	Nº ocorrências por dia	Melhoria (€)
<i>Picking</i> por requisição	40	25	15	6	4	1560
<i>Picking</i> por ordem de produção	12	8	4	6	3	312
Total						1872 €

Com o intuito de compreender os resultados do proposta de implementação do código de barras, apresentada no capítulo 6.2 quando complementada com normalização das localizações, primeiramente foi calculado o Investimento inicial (I_0), apresentado na tabela 18.

Tabela 18: Quantificação do investimento total para a implementação dos códigos de barras e localizações no armazém

Classe	Descrição	Preço
Serviços	Serviço de pintura de chão	1 275,00 €
Serviços	Placas de sinalização de corredor	1 079,00 €
Subtotal		2 354,00 €
Operacionalização do PDA		5 054,84 €
Total		7408,84 €

Para avaliar a viabilidade do projeto, foram calculados novamente o VAL, *payback*, ROI e TIR.

Tabela 19: *Cash Flow* da solução para PDA complementada com o sistema de localizações

Ano (t)	I_0 , CF (€)	CF atualizado (€)	CF acumulado (€)
0	(7408,84)	(7408,84)	(7408,84)
1	3342,62	3038,75	(4370,09)
2	3342,62	2762,50	(1607,60)
3	3342,62	2511,36	903,76
4	3342,62	2283,05	3186,81
5	3342,62	2075,50	5262,32
6	3342,62	1886,82	7149,14
7	3342,62	1715,29	8864,43
8	3342,62	1559,36	10423,79
9	3342,62	1417,60	11841,38
10	3342,62	1288,72	13130,11

$$Payback = 2 + \frac{0 + 1607,60}{1607,60 + 903,76} * (3 - 2) = 2,64 \text{ anos} \quad (6.13)$$

$$ROI = \frac{CF - I_0}{I_0} * 100\% = \frac{13130,11 - 708,84}{7408,84} * 100\% = 77\% \quad (6.14)$$

Assim, conclui-se que o investimento para a introdução do código de barras quando complementado com o sistema de localização terá um período de recuperação menor de 2,64 anos, como mostra o cálculo apresentado na fórmula 6.13. Quanto ao ROI, este corresponde ao valor de 77% (6.14) e a TIR corresponde a 31%. Deste modo, conclui-se que, o investimento do sistema de localizações e a implementação do código de barras, traduz-se em ganhos mais significantes quando implementados em conjunto.

6.4 Implementação de um modelo de gestão de stocks

Com os valores calculados de S e de SS, é possível customizar o ERP, através da inserção destes valores na ficha técnica de cada artigo, que possui um campo pré-definido para este efeito. Assim, uma vez que o valor de stock atinja o S, o ERP emite um aviso para o Dep. de Aprovisionamento e Logística para alertar a necessidade de uma nova encomenda. Deste modo, o número de requisições do armazém ao Dep. de Aprovisionamento e Logística diminuirá significativamente. Como referido na secção 4.1.4.1, a coordenação entre armazém e o departamento traduz-se num consumo de cerca de duas horas semanais. Através da redução destas atividades, existe uma melhoria anual de 540 € relativos a mão-de-obra.

Para além da redução de atividades improdutivas, esta proposta permitirá ao armazém responder com mais eficiência aos pedidos dos clientes internos, prevendo um nível de serviço de 90%, tal como estipulado no momento do cálculo do S e SS, prevendo um aumento de 51% face ao nível de serviço estimado na secção 4.2.1.3, de 44%.

De modo a analisar as diferenças dos valores de stock antes e após a implementação do modelo, foi elaborada a tabela presente no Apêndice X, onde, inicialmente, é calculado o Stock Médio (s), através da fórmula 6.15, que, de acordo com Carvalho (2002), quantifica o valor de stock médio de cada artigo com a implementação do Modelo de Revisão Contínua.

$$s = \frac{QEE}{2} + SS \quad (6.15)$$

Posteriormente, através da análise de amostras de inventário dos últimos dois anos, retiradas do ERP, foram calculadas as médias de stock, permitindo, assim, fazer a comparação dos níveis de stock pré e pós-melhoria, tanto em quantidade como em valor (euros), calculado através do custo de posse, apresentada, igualmente, no Apêndice X e cujos resultados se encontram sintetizados na tabela 20.

Tabela 20: Comparação do stock total pré e pós-melhoria em quantidade e valor

Categoria	Stock médio pré-melhoria	Stock médio pós-melhoria	Diferença
Quantidade	1797197,31	835916,00	-53%
Valor	4506,01€	1406,65€	-70%

Assim, pela análise da tabela 20 é possível concluir que a introdução do Modelo de Revisão Contínua não implicará um nível médio de stock superior, mas uma redução significativa de cerca de 53%, o que se traduz numa diminuição do valor em stock de cerca de 70%. Estes resultados comprovam que a monitorização é essencial na gestão de stocks e a limitação de stocks mínimos e máximos pode impedir o surgimento de problemas relacionados com a sobrelotação. De notar que, a quantidade a encomendar pelo Dep. de Aprovisionamento e Logística tem tendência a variar, devido a vários fatores associados ao aprovisionamento que são complexos de mensurar e normalizar, tais como, descontos de quantidade. Deste modo, a QEE, funcionará como uma referência para evitar a sobrelotação do armazém.

Adicionalmente, a QEE resulta do cálculo de variáveis complexas de estimar, tais como, a taxa de posse. Desta forma, a compreensão do impacto destes elementos, através do estudo de como a sua variação afeta os resultados finais, deverão ser alvo de uma análise mais aprofundada, nomeadamente, uma análise de sensibilidade.

7. CONCLUSÃO

7.1 Considerações finais

O principal objetivo do presente projeto era a melhoria das operações do armazém de materiais, através de propostas de melhoria relacionadas com a automatização e normalização dos procedimentos, otimização do controlo e gestão de materiais e organização do armazém.

De modo a alcançar os objetivos estipulados, realizou-se uma revisão bibliográfica com os temas fundamentais para o desenvolvimento do projeto, que complementou o diagnóstico e a análise do sistema em estudo, resultando na identificação de vários problemas inerentes ao armazém e aos seus processos. Entre os problemas identificados destacam-se a sobrelotação e congestionamento dos corredores de armazém, as elevadas ruturas de stock, os elevados tempos de permanência dos artigos e elevada quantidade de artigos obsoletos, resultantes da má gestão e controlo dos materiais. Ao nível da informação, destaca-se a falta de automatização no armazém que é a principal causa de um problema de substancial importância para o armazém: a reduzida fiabilidade dos dados de ERP. Ao nível de organização do armazém, destacam-se problemas que afetam substancialmente o *picking*, como a difícil distinção de artigos das duas empresas à qual o armazém pertence, a inexistência de zonas funcionais de receção e expedição e o armazenamento ineficiente dos artigos, onde as políticas de armazenagem não são cumpridas de forma rigorosa.

Com os principais problemas do armazém identificados, foram definidas propostas de melhoria. Posteriormente, recorreu-se à uma matriz esforço-impacto, com o objetivo de distinguir quais as propostas a priorizar, através dos diferentes níveis de complexidade e impacto, e quais as propostas a descartar ou a desenvolver futuramente.

A inventariação de sobras de placas de fenólicos, não só permitiu registar o que existe no armazém a nível informacional, como também, permitiu reduzir os tempos de *picking* de sobras de placas, em cerca de 60%, através da definição de critérios de armazenamento para as mesmas. Sendo o fenólico um material de elevado investimento, esta proposta tornou-se uma prioridade devido à possibilidade de reutilizar este material e evitar o aterro geral das sobras. O aterro de sobras que não cumpriam os critérios relativos a medidas mínimas, permitiu um aumento de espaço útil de armazém, quantificado em 130 m^3 , sendo o ganho em área útil de armazenamento superior ao custo de aterro. Com estes resultados, foi possível averiguar a importância da gestão visual na fluidez das operações, não só de armazém, mas de qualquer ambiente de trabalho, em que a eficiência e produtividade são pontos prioritários.

Paralelamente, procurou-se responder aos problemas relacionados com a reduzida fiabilidade de dados do ERP, através da introdução do código de barras no armazém. Assim, foi feito o levantamento dos

requisitos, tendo por base a observação das operações de armazém, entrevistas aos *stakeholders* e análise documental no ERP da empresa. Por conseguinte, a operacionalização do PDA, através da aquisição do software, permitiu verificar a importância da voz do colaborador na definição de requisitos e, consequentemente, o seu papel na realização de bons investimentos para as organizações. Com os requisitos definidos, o próximo passo foi a operacionalização do PDA através da análise de mercado de softwares para este equipamento, identificando, por fim, a melhor solução e criando novos procedimentos para as operações de armazém que sofreram alterações com a introdução do código de barras. Deste modo, prevê-se um aumento significativo da fiabilidade dos dados no ERP e aumento da eficiência dos procedimentos referentes à realização de Guias de Transporte e Guias de Receção, não só reduzindo a possibilidade de erro humano, mas também, eliminando a atividade de preenchimento manual de guias que, no caso da expedição, consome cerca de 28 horas por mês e, com a introdução do código de barras, esta atividade é incorporada na atividade de *picking*, sendo que, no caso da receção, o mesmo acontece, em que a atividade de preenchimento fica incorporada na atividade de conferência e verificação, eliminando o consumo de 5 horas mensais, previamente existente na realização desta atividade. Esta proposta de melhoria e respetivos resultados representam a importância da automatização, customização e integração dos dados na obtenção de informação fiável, no aumento da visibilidade e na eliminação de atividades sem valor acrescentado.

A normalização de localizações surge na necessidade de complementar a operacionalização do PDA e retirar o maior proveito das suas potencialidades, através da indicação/alocação de artigos a uma determinada localização, traduzindo a redução dos tempos de *picking* superior a 50%, obtendo, assim, um retorno do investimento da implementação do código de barras num período mais curto e, mostrando, uma vez mais, a importância da gestão visual e organização do armazém.

A implementação do modelo de gestão de stocks teve o principal objetivo de reduzir o número de ruturas de stock e, consequentemente, aumentar o nível de serviço do armazém. Deste modo, foi proposto o Modelo de Revisão Contínua, priorizando a sua implementação nos artigos cuja cadeia de abastecimento é caracterizada por uma filosofia *push*, isto é, baseada em previsões de procura, estimando um aumento do nível de serviço para 90%, como estipulado no cálculo nos níveis de encomenda e stocks de segurança. Para além disso, foi possível averiguar que a implementação do modelo contribuirá para a redução dos valores médios de stock, utilizando a QEE como referência na realização de novas encomendas, concluindo, deste modo, que a implementação de um modelo de gestão de stocks não implica um aumento significativo dos valores médios de inventário, mas sim, a monitorização constante dos níveis mínimos e máximos, obtendo resultados positivos quanto à redução de ocupação espaço útil de armazém.

Para além dos resultados obtidos com o projeto, o autor reconhece que este projeto de investigação contribuiu para a sua evolução profissional e pessoal, não só com a aplicação de conceitos teóricos adquiridos ao longo do percurso académico, mas também, através da integração num contexto industrial real.

Pelo facto do projeto de investigação ser desenvolvido em contexto real, surgiram algumas dificuldades, tais como, o tratamento de dados relativos a operações que não se encontravam automatizadas, a estimação e análise aprofundada de custos associados à gestão de stocks e a gestão de mudança/expectativa face ao armazém e gestão de topo.

7.2 Propostas de trabalho futuro

Ao longo do projeto, foram identificados alguns aspetos que deveriam ser alvo de estudo no futuro, como referido na Matriz esforço-impacto da figura 25, nomeadamente, a aquisição de novos equipamentos de armazenamento, como o sistema cantiléver. Este sistema é o mais adequado para material de elevado comprimento e, tendo em conta que, cerca de 90% da capacidade do armazém é destinado ao armazenamento de artigos com comprimento superior a três metros, este sistema facilitaria o manuseamento da empilhadora, tornando o processo de *picking* mais prático, mais seguro e com menor duração.

Adicionalmente, a aquisição de uma estante FIFO seria benéfica para evitar o elevado número de artigos fora da validade, através de um maior controlo visual do que deve ser consumido prioritariamente.

Com a implementação de propostas relacionadas com o controlo e gestão de materiais e automatização das operações do armazém, o próximo passo é a criação de novos *Key Performance Indicators* (KPIs) para monitorizar o desempenho do armazém. A título de exemplo, o nível de serviço, a percentagem de produtos obsoletos e a precisão de inventário são KPIs prioritários.

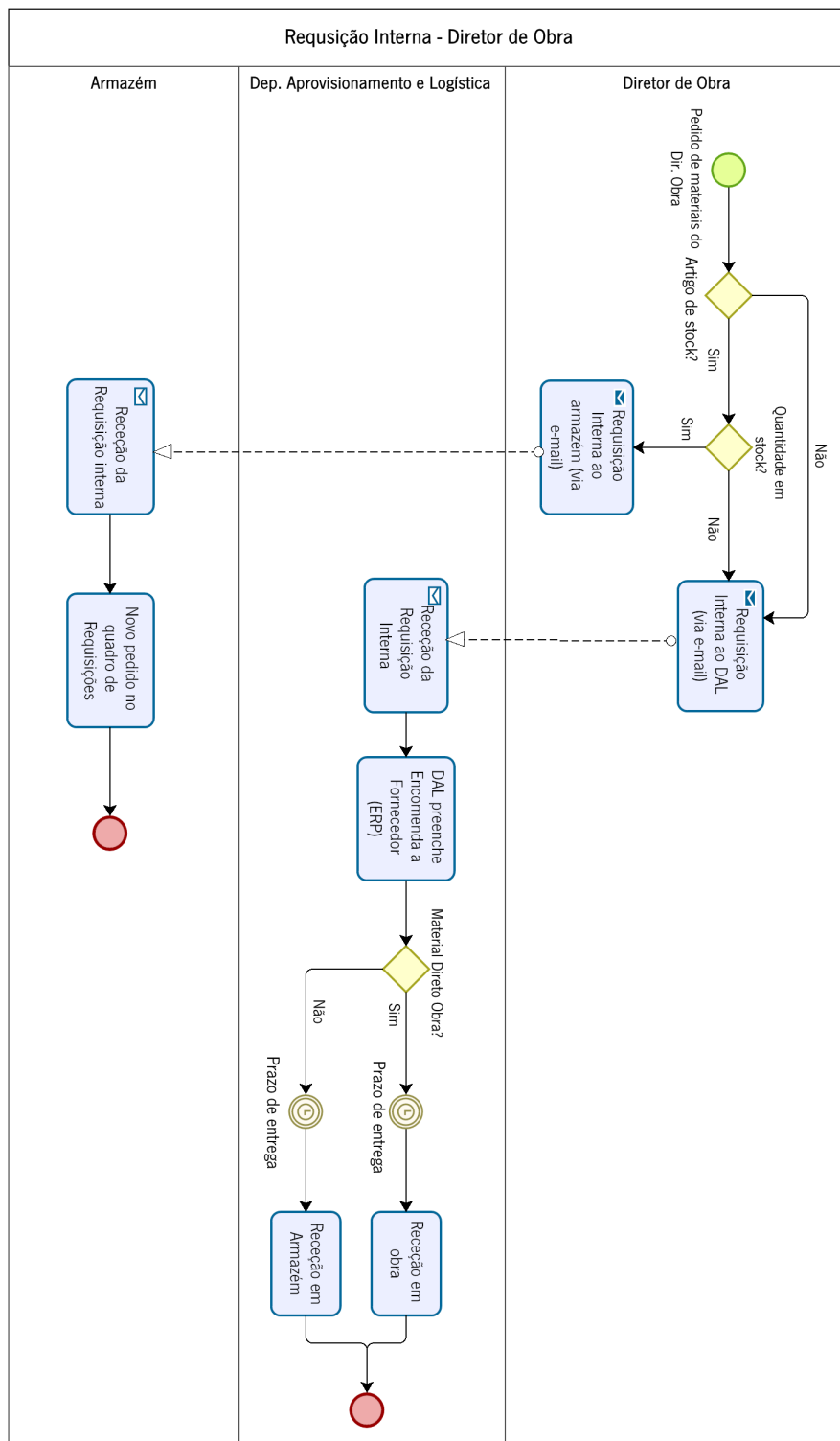
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonik, L. R. (2004). Análise de projetos de investimento sob condições de risco. *Revista da FAE*, 7(1).
- Bahr, W., & Lim, M. K. (2010). Maximising the rfid benefits at the tyre distribution centre.
- Bordeaux-Rêgo, R. (2015). *Viabilidade econômico-financeira de projetos*. Editora FGV.
- Braga, L. M., Pimenta, C. M., & Vieira, J. G. V. (2008). Gestão de armazenagem em um supermercado de pequeno porte. *Revista P&D em Engenharia de Produção*, 8, 57–77.
- Bulinskaya, E. V. (1964). Some results concerning optimum inventory policies. *Theory of Probability & Its Applications*, 9(3), 389–403.
- Butkovic, L. L., Kauric, A. G., & Mikulic, J. (2016). Supply chain management in the construction industry-a literature review. In *International ofel conference on governance, management and entrepreneurship* (p. 798).
- Carvalho, J. C. (2002). *Logística e gestão da cadeia de abastecimento*. Edições Silabo, Lda., 3ª Edição.
- Cheng, J. C., Law, K. H., Bjornsson, H., Jones, A., & Sriram, R. (2010). A service oriented framework for construction supply chain integration. *Automation in construction*, 19(2), 245–260.
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). Bpmn: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124–134.
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International journal of operations & production management*.
- Dainty, A. R., Millett, S. J., & Briscoe, G. H. (2001). New perspectives on construction supply chain integration. *Supply chain management: An international journal*.
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European journal of operational research*, 182(2), 481–501.
- Dias, E. M. (2009). Código de barras. *Universidade Católica de Brasília. Departamento de Matemática. Brasília*.
- Emmett, S. (2005). *Excellence in warehouse management: how to minimise costs and maximise value*. John Wiley & Sons.
- Felea, M., & Albăstroiu, I. (2013). Defining the concept of supply chain management and its relevance to romanian academics and practitioners. *Amfiteatru Economic Journal*, 15(33), 74–88.
- Frazelle, E. (2002). *World-class warehousing and material handling*. mcgraw-hill. New York.
- Gharaibeh, H., et al. (2014). Evaluating project management software packages using a scoring model—a comparison between ms project and primavera. *Journal of Software Engineering and Applications*, 7(07), 541.

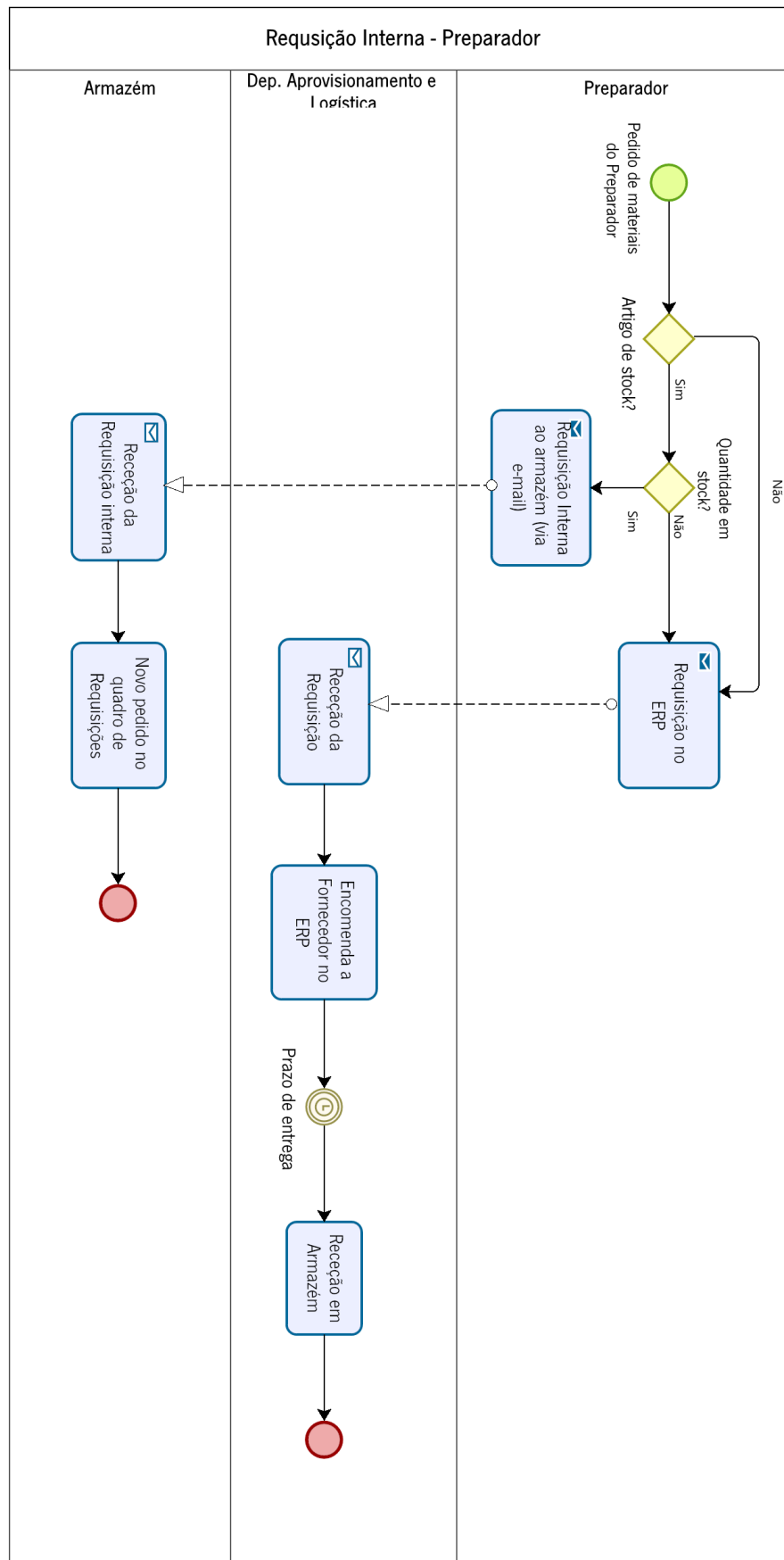
- Hamzeh, F. R., Tommelein, I. D., Ballard, G., & Kaminsky, P. (2007). Logistics centers to support project-based production in the construction industry. In *Proceedings of the 15th annual conference of the international group for lean construction (iglc 15)* (pp. 181–191).
- Harrison, R. v., A.; Hoek. (2002). *Logistics management and strategy*. Pearson Education.
- Hausman, W. H., Schwarz, L. B., & Graves, S. C. (1976). Optimal storage assignment in automatic warehousing systems. *Management science*, 22(6), 629–638.
- Hinkka, V., & Tätilä, J. (2013). Rfid tracking implementation model for the technical trade and construction supply chains. *Automation in Construction*, 35, 405–414.
- ISO. (2015). *Quality management systems – requirements* (Standard). International Organization for Standardization.
- Jardim, J. (2017). Gestão da cadeia de abastecimento na indústria de construção: E-business e quarta parte logística.
- Martins, C. R., & Jorge, R. L. S. (2017). A aplicabilidade da taxa interna de retorno: um estudo de caso. *ANais CONGREGA MIC-ISBN 978-65-86471-05-2*, 416.
- Marvick, D., & White, J. (1998). Distribution operations: managing distribution facilities for strategic advantage. *Strategic Supply Chain Alignment*. Gower, Aldershot, 355–368.
- McFarlane, D., & Sheffi, Y. (2003). *The impact of automatic identification on supply chain operations*. University of Cambridge, Department of Engineering.
- Mishra, A., & Mishra, D. (2010). Application of rfid in aviation industry: An exploratory review. *Promet-Traffic&Transportation*, 22(5), 363–372.
- Muppani, V. R., & Adil, G. K. (2008). Efficient formation of storage classes for warehouse storage location assignment: a simulated annealing approach. *Omega*, 36(4), 609–618.
- Olhager, J. (2010). The role of the customer order decoupling point in production and supply chain management. *Computers in industry*, 61(9), 863–868.
- Parker, D. (1995). *Decisão estratégica para investidores*. NBL Editora.
- Richards, G. (2018). *Warehouse mangement: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. Kogan Page, Ltd.
- Ross, D. (2004). *Distribution planning and control*. Springer.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G.-J., Mantel, R., & Zijm, W. H. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European journal of operational research*, 122(3), 515–533.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2022). *The handbook of logistics and distribution management*:

- Understanding the supply chain*. Kogan Page Publishers.
- Schönsleben, P. (2016). *Integral logistics management*. CRC Press.
- Silva, M. L. d., & Fontes, A. A. (2005). Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (vpl), valor anual equivalente (vae) e valor esperado da terra. *Revista Árvore*, 29, 931–936.
- Ten Hompel, M., & Schmidt, T. (2008). *Warehouse management*. Springer.
- Tersine, R. J. (1994). *Principles of inventory and materials management*. Prentice hall.
- Veras, L. L. (2007). *Matemática financeira: uso de calculadoras, aplicações ao mercado financeiro, introdução à engenharia econômica, 300 exercícios resolvidos e propostos com respostas*. Atlas.
- Vieira, H. F. (2009). *Gestão de estoques e operações industriais*. IESDE BRASIL SA.
- Vrijhoef, R., & Koskela, L. (2000). The four roles of supply chain management in construction. *European journal of purchasing & supply management*, 6(3-4), 169–178.
- Zago, C. A., Weise, A. D., & Hornburg, R. A. (2009). A importância do estudo de viabilidade econômica de projetos nas organizações contemporâneas. In *Vi convibra–congresso virtual brasileiro de administração. anais* (pp. 1–15).
- Zermati, P. (1987). *A gestão de stocks*. Editorial Presença, Lisboa.
- Zhang, R., & Li, D. (2011). A review of the adoption of supply chain management in construction. In *2011 ieee international conference on automation and logistics (ical)* (pp. 187–191).

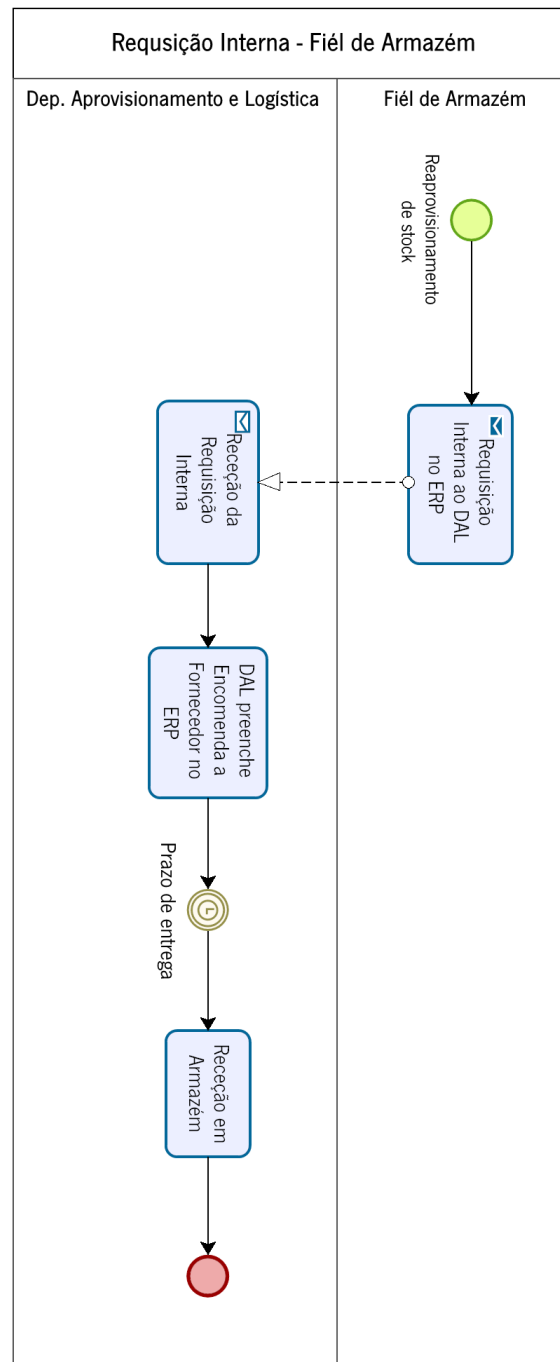
APÊNDICE I - BPMN DA REQUISIÇÃO INTERNA DO DIRETOR DE OBRA



APÊNDICE II - BPMN DA REQUISIÇÃO INTERNA DO PREPARADOR



APÊNDICE III - BPMN DA REQUISIÇÃO INTERNA DO ARMAZÉM AO DEP. DE APROVISIONAMENTO E LOGÍSTICA



APÊNDICE ÍV - ANÁLISE ABC: VALOR (EM EUROS) DO GRUPO DOS FENÓLICOS

Referência	Designação	Valor	%Valor acumulado	Class.
701001164	MAX COMPACT 12MM REFª 074 FH CINZA 2800X1850MM	207247,14	20,91	A
701001136	MAX COMPACT 10MM REFª 074 FH CINZA 2800X1850MM	81437,48	40,27	A
701002187	TRESPA METEON LUMEN DIFUSE 8MM SS STD L1971 2550X1860MM	75814,433	42,8	A
701002195	TRESPA METEON 6MM SS FR A21.5.1 C/ 3050X1530MM	67086,077	45,06	A
701002185	TRESPA METEON 6MM SS A03.0.0 C/ 3050X1530MM	46752,226	53,41	A
701002197	TRESPA METEON 8MM FR A03.4.0 2550X1860MM	42827,812	56,33	A
701004075	POLIREY COMPACT 6MM REFª B070 FA C/ 2600X2050MM	38333,93	58,91	A
701002182	TRESPA METEON 8MM SS FR METALICS M51.0.2 3650X1860MM	31399,008	62,85	A
701002200	TRESPA METEON 8MM SS FR A21.5.1 C/ 3050X1530MM	27897,854	65,47	A
701001369	MAX PHENOL (S/ DECORATIVO) 18MM C/ 2800X1300MM	25230,37	67,37	A
701001172	MAX COMPACT 12MM REFª 606 FH BRANCO 2800X1850MM	20975,553	70,29	A
701006017	FORMICA REFª F7912 HIGH GLOSS 3MM C/ 3050X1300MM	20931,865	70,46	A
701004063	POLIREY COMPACT 12,5MM REFª B070 FA C/ 2600X2050MM	20052,82	71,28	A
701001138	MAX COMPACT 10MM REFª 085 FH BRANCO 2800X1850MM	19159,42	72,07	A
701002180	TRESPA METEON 6MM SS A19.7.1 C/ 3050X1530MM	16532,15	74,79	A
701004103	POLIREY COMPACT 4MM REFª N056 FA C/ 2600X2050MM	15898,582	75,32	A
701004104	POLIREY COMPACT 12,5MM REFª N056 FA C/ 2600X2050MM	15628,8	75,7	A
701004105	POLIREY COMPACT 6MM REFª N056 FA C/ 2600X2050MM	14510,93	76,79	A
701002194	TRESPA METEON 6MM SS FR A03.4.0 C/ 4270X2130MM	13958,242	77,37	A
701002184	TRESPA METEON 8MM SS FR UNI A90.0.0 3650X1860MM	13582,799	77,81	A
701001207	MAX COMPACT 12MM REFª 085 FH BRANCO 4100X1850MM	13385,862	78,14	A
701002188	TRESPA METEON LUMEN DIFUSE 8MM SS STD L1971 3650X1860MM	12276,1	79,9	A
701001088	MAX COMPACT 6MM REFª 074 FH CINZA 2800X1850MM	11536,75	80,58	B
701004115	POLIREY SEP 3MM REFª P001 BRI C/ 3070X1240MM	11434,67	80,67	B
701001039	MAX COMPACT 3MM REFª 074 FH CINZA 2800X1850MM (1 FACE)	11096,71	80,85	B
701002193	TRESPA METEON 6MM SS FR A03.4.0 C/ 3050X1530MM	10613,964	81,63	B
701002156	TRESPA METEON 6MM SS A03.0.0 C/ 3650X1860MM	10320,793	82,31	B
701001497	MAX COMPACT 3MM REFª 606 FH/G 2140X1060MM (1 FACE)	10091,841	82,97	B
701004064	POLIREY COMPACTO HPL SEP 1F 3MM REFª B015 C/ 2150X970	9900,76	83,29	B
701001123	MAX COMPACT 8MM REFª 085 FH BRANCO 2800X1850MM	9489,509	83,91	B
701004011	POLIREY COMPACT 12,5MM REFª P001 PIERRE DE LA LUNE C/ 3050X1530MM	8918,8	84,35	B
701002078	TRESPA METEON 8MM SS NW04 PACIFIC BOARD 3650X1860MM	8489,9489	84,7	B
701002190	TRESPA METEON 6MM SS STD NW24 MATT C/ 3050X1530MM	8473,2536	84,84	B
701002183	TRESPA METEON 8MM SS FR METALICS M51.0.2 3050X1530MM	8060,62	85,23	B
701001167	MAX COMPACT 12MM REFª 085 FH BRANCO 2800X1850MM	7907,7272	85,75	B
701001495	MAX COMPACT 12MM REFª 077 FH ANTRACITE 4100X1854MM	7458,565	86,24	B
701004033	POLIREY COMPACT 12,5MM REFª G059 FA 2600X2050MM C/ 3050X1530MM	6525	87,31	B
720007014	FECHADURA PARA CILINDRO EUROPEU IN.20.895 R.S	6172,84	87,87	B
701001509	MAX COMPACT 3MM REFª 039FH 2800X1300MM (1 FACE)	6140,22	87,97	B
701004009	POLIREY 149FA 10MM 3660X1510MM	6081,34	88,11	B
701001090	MAX COMPACT 6MM REFª 085 FH BRANCO 2800X1850MM	6043,8628	88,16	B
701001513	MAX COMPACT 12MM REFª 761FH 4100X1854MM C/ FILME	5298,84	89,44	B
701004050	POLIREY COMPACT 12,5MM REFª G059 FA 3660X1510MM C/ 3050X1530MM	5262,96	89,48	B
701001379	MAX COMPACT 12MM REFª 075FH 4100X1854MM	5163,88	89,77	B
701004014	POLIREY COMPACT 12,5MM REFª B015FA BRANCO C/ 2600X2050MM	5152,95	89,82	B
701001232	MAX COMPACT 12MM REFª 742 FH CINZA 2800X1854MM	5058,7889	89,86	B
701004018	POLIREY COMPACT 12,5MM REFª 149FA GRIS PALOMA C/ 3660X1510MM	4803,57	90,17	B
997007017	FITA DUPLA FACE U-TACK 85MM (50ML)	4692	90,37	B
701001060	MAX COMPACT 3MM REFª 085 FH BRANCO 4100X1850MM	4685,7176	90,4	B

APÊNDICE V - CHECKLIST DOS REQUISITOS DE SOFTWARE PDA

Receção		
Requisitos Funcionais	Software X	Software Y
Quando uma encomenda do fornecedor chega ao armazém, o software deverá permitir ao fiel de armazém visualizar o documento da Encomenda ao Fornecedor pretendida, filtrando por fornecedor e/ou data de entrega.	✓	✓
Quando o PDA lê um código de barras do artigo , o software deverá ter a capacidade associar mais do que um código de barras a um artigo, nos casos em que um artigo tenha mais do que um fornecedor e consequentemente, tenha códigos de barras diferentes.	✓	✓
Após a leitura do código de barras do artigo, o software deverá permitir ao fiel de armazém inserir manualmente a quantidade conferida do artigo.	✓	✓
Após a leitura do código de barras do artigo, o software deverá imprimir uma etiqueta com o código de barras.	✓	✓
Enquanto ocorre a leitura dos códigos de barras dos artigos rececionados, o software deverá permitir ao fiel de armazém a indicação de artigos em falta - Encomenda em aberto - e indicação de artigos não conformes - Artigos danificados.	✓	✓
Após a leitura dos códigos de barras dos artigos rececionados, o software deverá atualizar o ERP automaticamente, alterado o valor de Quantidade em Receção e, posteriormente, Stock Atual, gerando a Guia de Receção em tempo real.	✓	✓
Ao armazenar os artigos rececionados, o software deverá permitir ao fiel de armazém alocar uma localização ao artigo, indicando a quantidade e utilizando códigos de localização definidos.	✓	✓

Picking		
Requisitos Funcionais	Software X	Software Y
Para a realização do picking, o software deverá permitir ao fiel de armazém fazer um picking livre, nos casos em que a requisição ao armazém não é feita no ERP.	✓	✓
Para a realização do picking, o software deverá permitir ao fiel de armazém visualizar no documento da Requisição ao Armazém os artigos, a quantidade e a localização do artigo.	✓	✓
Após a leitura do código de barras, o software deverá permitir ao fiel de armazém inserir manualmente a quantidade conferida do artigo.	✓	✓
Para a realização do picking, o software deverá permitir ao fiel de armazém visualizar o documento da Requisição ao Armazém pretendida, filtrando por mais recente, mais antigo e data de entrega.	✓	✓
Enquanto ocorre a leitura dos códigos de barras dos artigos requisitados, o software deverá conseguir ler mais do que um código de barras por referência de artigos, nos casos em que um artigo tenha mais do que um fornecedor.	✓	✓
Após a leitura do código de barras do artigo , o software deverá permitir ao fiel de armazém a indicação de artigos em falta - Picking em aberto.	✓	✓
Após a leitura do código de barras dos artigos requisitados, o software deverá atualizar o ERP automaticamente, alterando o valor de Reserva Clientes/Quantidade Cativada gerando o documento de Stock Cativo em tempo real.	✓	✓
Após a leitura do código de barras dos artigos requisitados, o software deverá permitir ao fiel de armazém alocar uma localização ao picking armazenado, utilizando códigos de localização definidos pela empresa.	✓	✓

Expedição		
Requisitos Funcionais	Software X	Software Y
Na data de entrega, o software deverá permitir ao fiel de armazém visualizar o documento de Stock Cativo pretendido, filtrando por código de obra e data de entrega.	✓	✓
Na data de entrega, o software deverá permitir ao fiel de armazém visualizar no documento de Stock Cativo os artigos, quantidades e uma localizações associadas.	✓	✓
Após a visualização do documento de Stock Cativo e conferência dos artigos, o software deverá permitir ao fiel de armazém gerar uma Guia de Transporte, Guia de Remessa ou Fatura impressa em tempo real, com base no documento de Stock Cativo, atualizando o ERP automaticamente, alterando o valor de Stock Atual.	✓	✓

Consultas		
Requisitos Funcionais	Software X	Software Y
Após a "picagem" de um artigo, o software deverá permitir ao fiel de armazém consultar: • Nome • Referência • Fornecedor/es • Data de entrada em armazém • Imagem • Localização/ões que está armazenado • Stock Atual, Quantidade em Receção, Reserva Clientes/Quantidade Cativada e Stock Previsto.	✓	✓

Transferências		
Requisitos Funcionais	Software X	Software Y
Após troca de localização de um artigo, o software deverá permitir ao fiel de armazém alocar uma ou mais localizações ao artigo.	✓	✓

APÊNDICE VI - ANÁLISE ABC: Nº DE SAÍDAS POR ARTIGO DAS FAMÍLIAS DAS FERRAGENS E ACESSÓRIOS

Referência	Nº saídas	% Nº de saídas	Nº saídas acumulado	% Nº saídas acumulado	Classificação
108001025	873	5%	873	5%	A
108001006	674	4%	1547	9%	A
107001003	647	4%	2194	13%	A
107001002	633	4%	2827	17%	A
108001026	612	4%	3439	21%	A
108004002	547	3%	3986	24%	A
107009005	504	3%	4490	27%	A
108002022	484	3%	4974	30%	A
108002065	472	3%	5446	33%	A
108004005	463	3%	5909	36%	A
107009004	445	3%	6354	39%	A
108003071	348	2%	6702	41%	A
108001027	280	2%	6982	43%	A
106008001	269	2%	7251	44%	A
108002036	258	2%	7509	46%	A
106019003	199	1%	7708	47%	A
721002008	194	1%	7902	48%	A
721006011	174	1%	8076	49%	A
721004002	172	1%	8248	50%	A
721004003	128	1%	8376	51%	A
721002014	124	1%	8500	52%	A
721002026	121	1%	8621	53%	A
108001028	119	1%	8740	53%	A
108002019	116	1%	8856	54%	A
721008008	113	1%	8969	55%	A
721002011	105	1%	9074	55%	A
106008003	104	1%	9178	56%	A
108004004	104	1%	9282	57%	A
721005001	98	1%	9380	57%	A
721009083	97	1%	9477	58%	A
721002013	93	1%	9570	58%	A
108002020	92	1%	9662	59%	A
720012006	88	1%	9750	60%	A
108002021	85	1%	9835	60%	A
721006029	85	1%	9920	61%	A
108001009	84	1%	10004	61%	A
721002101	82	1%	10086	62%	A
721009091	82	1%	10168	62%	A
106019004	79	0%	10247	63%	A
107001013	78	0%	10325	63%	A
721001032	77	0%	10402	64%	A
107005001	76	0%	10478	64%	A
721010001	76	0%	10554	65%	A
720004002	73	0%	10627	65%	A
721008009	73	0%	10700	65%	A
720002001	71	0%	10771	66%	A
720005001	69	0%	10840	66%	A
721002006	68	0%	10908	67%	A
106001031	67	0%	10975	67%	A

APÊNDICE VI - ANÁLISE ABC: Nº DE SAÍDAS POR ARTIGO DAS FAMÍLIAS DAS FERRAGENS E ACESSÓRIOS

720003003	66	0%	11041	67%	A
721009155	65	0%	11106	68%	A
108002025	62	0%	11168	68%	A
720008017	57	0%	11225	69%	A
721009129	57	0%	11282	69%	A
720007014	55	0%	11337	69%	A
721002072	55	0%	11392	70%	A
108005023	54	0%	11446	70%	A
720010003	53	0%	11499	70%	A
108001008	51	0%	11550	71%	A
108002018	50	0%	11600	71%	A
108004057	50	0%	11650	71%	A
106001033	48	0%	11698	71%	A
108001007	47	0%	11745	72%	A
720002039	47	0%	11792	72%	A
721002097	47	0%	11839	72%	A
720003026	46	0%	11885	73%	A
720006001	46	0%	11931	73%	A
721002002	45	0%	11976	73%	A
108001045	44	0%	12020	73%	A
108001087	44	0%	12064	74%	A
108001089	44	0%	12108	74%	A
108005036	43	0%	12151	74%	A
721001026	43	0%	12194	75%	A
721002047	42	0%	12236	75%	A
108005040	41	0%	12277	75%	A
720003014	41	0%	12318	75%	A
721007026	40	0%	12358	76%	A
720003013	39	0%	12397	76%	A
720003004	38	0%	12435	76%	A
720003010	38	0%	12473	76%	A
721002071	37	0%	12510	76%	A
720004022	35	0%	12545	77%	A
720006019	35	0%	12580	77%	A
721001035	35	0%	12615	77%	A
721004010	35	0%	12650	77%	A
721009013	35	0%	12685	78%	A
720002017	34	0%	12719	78%	A
720005008	33	0%	12752	78%	A
720009024	33	0%	12785	78%	A
720016005	33	0%	12818	78%	A
106015029	31	0%	12849	79%	A
108004058	31	0%	12880	79%	A
720004010	31	0%	12911	79%	A
720009025	31	0%	12942	79%	A
108001164	30	0%	12972	79%	A
721007028	30	0%	13002	79%	A
106004008	29	0%	13031	80%	A
720007012	29	0%	13060	80%	A
720008016	29	0%	13089	80%	A

APÊNDICE VII - ANÁLISE DE MOVIMENTOS DE 01/21 A 06/22

Análise de Movimentos entre 01.01.2021 e 30.06.2022

Referência	Designação	Inicial	Entradas	Saídas	Final
108001025	PARAFUSO FOSFATADO 3,5X25	306000	5875560	6080560	101000
108001026	PARAFUSO FOSFATADO 3,5X35	242000	5889659	5946160	185499
108001006	PARAFUSOS AUTOPERFURANTES 3,5X9,5 (CX.500UN)	12000	1318950	1220250	110700
108001027	PARAFUSO FOSFATADO 3,5X45	90500	759363	738863	111000
108004005	BUCHAS TAP HIT 25MM (SC1000UN)	68785	490400	447905	111280
108001162	PARAFUSO PLACA KNAUF DIAMANT XTN 3,9X33MM	0	313000	301000	12000
108001008	PARAFUSO AUTOPERFURANTE FOSFATADO 3,5X35	44000	236368	280368	0
108002022	PIVOT T/C 47 (CX.100)	15700	249014	254955	9759
721002026	PARAFUSO AUTOPERFURANTE SEXTAVADO 4,8X16 AÇO ZN D	39000	200607	238607	1000
108005040	PREGOS C6-20 + GÁS - PULSA 800	0	250000	227000	23000
108001028	PARAFUSO FOSFATADO 3,5X55	17800	236500	222950	31350
108004002	BUCHAS DE LATÃO M-6 (CX. 200)	4700	232844	212625	24919
108001089	AGRAFOS A 5-53-530 DE 10MM STN1-TRA206T	0	200000	174800	25200
108001012	PARAFUSOS FISIM 35MM PARA FERMACELL CX. 1000	17000	128000	141000	4000
108002036	PIVOT CRUZAMENTO (CX.250)	9250	134615	139865	4000
108002065	VARÃO ROSCADO M6	15230	129170	129362	15038
105002005	MONTANTE 46X2.600MM	0	107713,4	107713,4	0
108004068	BUCHA SPIT HITM 6X30/5P	0	107000	107000	0
721005001	ANILHA ABA LARGA M8 - DIN 9021	9310	94726	95812	8224
108001087	PARAFUSOS AQUAPANEL PONTA NORMAL 25	0	81000	78000	3000
721002008	PARAFUSO AÇO INOX CAB. EMBEBER 4,2X45MM - 1 3/4X8 D	2846	89972	71406	21412
108001151	PARAFUSOS AUTOPERFURANTES 3,9X38 (CX.1000 UN)	0	65000	65000	0
721002013	PARAFUSO AÇO INOX CAB.EMBEER 4,2X11 - SEM BICO	28873	90690	64907	54656
721002011	PARAFUSO AÇO INOX CAB. QUEIJO 3,5X9,5MM - 3/8X6 DIN 7	7521	71851	62345	17027
108001009	PORCAS M6 SEXTAVADAS (CX.500UN)	35685	33371	61992	7064
106019003	LÃ MINERAL VOLCALIS ROLO ALPHA 10500X600X45MM	0	67898,22	60168,28	7729,94
106008003	FLEXIBAND PEHN CINZA 3X65 C/ ADV	5580	58530	59730	4380
108001108	PARAFUSO FOSFATADO AUTOPERFURANTE P/ PLADUR 3,5X4	0	59000	59000	0
721002101	PARAFUSO A.ROSC. SXT. MAD. 6,5X60 - MTD/CR	2400	54912	55180	2132
721006011	BUCHA NYLON TIGRE M6 P/PAREDE	5238	62961	55088	13111
101002037	PLACAS KNAUF BA 18 H 2500X900MM	0	55067,28	54743,28	324
721006029	BUCHA NYLON PRO6 - 10X50	0	52870	52750	120
108004047	PARAFUSOS FIXANTE CANAL HUS3-H 8X75 25/15/5	0	52600	52600	0
207007001	CORDÃO DE SOLDADURA	1750	55200	51450	5500
108002018	VARÃO ROSCADO M6 C/ 2,00M	1100	52200	48300	5000
108002019	UNIÃO SEXTAVADA M6 P/ VARÃO ROSCADO (CX. 100)	5239	56909	46466	15682
108002021	PIVOT CRUZAMENTO TC60 (CX.25)	325	46599	44796	2128
721001026	REBITE UNI-RIVET ALU 4X18 TE20 (TECTIVA)	5000	46000	42750	8250
106005025	PAINEL DRYWALL 1350X600X50MM	0	42447,6	42447,6	0
108001007	PARAFUSO AUTOPERFURANTE FOSFATADO 3,5X25	16000	30000	42000	4000
108004011	BUCHA SPIT 60X30/5P	0	40000	40000	0
721002006	PARAFUSO AÇO INOX CAB. EMBEBER 4,2X22MM - 7/8X8 DIN	1879	50888	37615	15152
108001045	PARAFUSO AUTOPERFURANTE 45	0	36000	36000	0
108005036	PREGOS HC6-15 - PULSA 800	3000	43500	36000	10500
105002038	MONTANTE 62X3500MM	0	35609,4	35609,4	0
108004004	BUCHAS TAP HIT 25MM (CX.100UN)	0	187900	34900	153000
108002020	PIVOT TC60 (CX. 50)	0	35354	34041	1313

APÊNDICE VIII - MODELO DE REVISÃO CONTÍNUA: CÁLCULO DO S E SS

Referência	r (por semana)	$\sigma(r)$	l (em semanas)	$\sigma(l)$	$\mu(\text{DDLT})$	$\sigma(\text{DDLT})$	S	SS
108001025	82046,0	89652,9	1,17	0,73	95720	114045	241698	145978
108001006	16614,9	15998,5	0,93	0,93	15480	21867	15480	27989
107001003	71,2	21,8	0,56	2,58	40	184	40	236
107001002	56,4	20,2	0,67	0,57	38	36	38	46
108001026	78097,1	88783,2	1,15	0,69	89841	109600	89841	140289
108004002	3502,7	3699,5	1,20	0,85	4187	5027	4187	6435
107009005	70,6	28,4	0,69	0,62	49	50	49	64
108002022	4122,8	5861,8	0,68	0,77	2794	5776	2794	7393
108002065	2263,1	5074,0	0,94	0,99	2134	5411	2134	6926
108004005	6070,9	9495,6	0,91	0,85	5529	10425	5529	13344
107009004	39,8	15,8	0,68	0,58	27	27	27	34
108003071	14,3	6,5	0,64	0,73	9	12	9	15
108001027	9148,4	3699,5	1,16	1,01	10649	10034	10649	12844
106008001	1589,8	1972,1	1,27	0,85	2026	2606	2026	3335
108002036	2055,6	5387,7	0,54	0,66	1113	4194	1113	5368
106019003	884,5	826,3	1,08	0,76	951	1087	951	1391
721002008	1108,5	1690,0	1,07	0,53	1188	1846	1188	2363
721006011	815,5	1607,6	1,22	0,51	997	1825	997	2335
721004002	25,3	23,7	1,17	0,85	30	33	30	43
721004003	39,0	27,2	0,80	0,87	31	42	31	54
721002014	840,8	682,0	3,00	0,00	2522	1181	2522	1512
721002026	2959,6	3792,8	1,41	1,07	4186	5504	4186	7045
108001028	2791,1	7574,1	1,48	0,97	4120	9592	4120	12277
108002019	662,5	1801,8	0,78	1,07	514	1737	514	2224
721008008	18,3	15,7	0,90	0,85	16	22	16	28
721002011	944,9	1227,0	1,38	0,31	1305	1471	1305	1883
106008003	870,4	1159,5	1,12	0,60	972	1331	972	1704
108004004	427,4	1543,7	0,66	0,72	281	1288	281	1649
721005001	1219,7	1558,6	1,36	1,19	1663	2327	1663	2979
721009083	381,1	415,0	1,31	1,00	499	609	499	779
721002013	1423,4	2628,9	1,00	1,00	1423	2990	1423	3827
108002020	411,2	1633,7	0,48	0,66	197	1164	197	1490
720012006	219,6	267,0	1,37	0,34	301	322	301	412
108002021	548,8	1880,2	0,55	0,67	300	1439	300	1842
721006029	635,4	1187,4	0,77	0,67	489	1124	489	1439
108001009	1105,4	2255,8	1,51	0,89	1674	2946	1674	3770
721002101	688,2	1331,0	0,94	0,71	646	1378	646	1764
721009091	243,9	255,5	1,71	0,40	418	349	418	446
106019004	258,8	490,6	1,30	0,62	336	581	336	744
107001013	16,4	77,6	1,30	0,61	21	89	21	114
721001032	294,3	276,8	1,86	0,86	547	454	547	581
107005001	6,7	11,5	1,29	0,86	9	14	9	18
721010001	8,4	11,6	0,53	0,69	4	10	4	13
720004002	23,8	9,9	0,81	0,81	19	21	19	27
721008009	423,9	866,1	0,57	0,62	242	705	242	903
720002001	66,7	8,3	0,75	0,78	50	53	50	67
720005001	45,1	134,6	0,54	0,62	24	103	24	131
721002006	628,2	1668,1	1,21	0,62	763	1879	763	2406
106001031	110,6	318,2	1,13	0,89	124	352	124	450

APÊNDICE XIX - CÁLCULO DA QUANTIDADE ECONÔMICA DE ENCOMENDA

Referência	r (por semana)	Preço un.	Custo de encomenda	Custo posse un.(3%)	QEE
108001025	82046,0	€	45,00 €	€	194595,38
108001006	16614,9	€	45,00 €	€	99844,52
107001003	71,2	€	45,00 €	€	141,97
107001002	56,4	€	45,00 €	€	129,47
108001026	78097,1	€	45,00 €	€	182948,62
108004002	3502,7	€	45,00 €	€	16009,17
107009005	70,6	€	45,00 €	€	179,28
108002022	4122,8	€	45,00 €	€	10603,77
108002065	2263,1	€	45,00 €	€	5061,65
108004005	6070,9	€	45,00 €	€	33738,59
107009004	39,8	€	45,00 €	€	91,45
108003071	14,3	€	45,00 €	€	84,31
108001027	9148,4	€	45,00 €	€	49950,07
106008001	1589,8	€	45,00 €	€	4092,24
108002036	2055,6	€	45,00 €	€	6411,93
106019003	884,5	€	45,00 €	€	1364,32
721002008	1108,5	€	45,00 €	€	9006,29
721006011	815,5	€	45,00 €	€	13718,02
721004002	25,3	€	45,00 €	€	143,70
721004003	39,0	€	45,00 €	€	108,37
721002026	2959,6	€	45,00 €	€	24329,44
108001028	2791,1	€	45,00 €	€	26415,30
108002019	662,5	€	45,00 €	€	12000,47
721008008	18,3	€	45,00 €	€	84,63
721002011	944,9	€	45,00 €	€	14229,53
106008003	870,4	€	45,00 €	€	3434,94
108004004	427,4	€	45,00 €	€	9638,93
721005001	1219,7	€	45,00 €	€	11863,00
721009083	381,1	€	45,00 €	€	649,38
721002013	1423,4	€	45,00 €	€	13069,21
108002020	411,2	€	45,00 €	€	3057,04
720012006	219,6	€	45,00 €	€	2447,17
108002021	548,8	€	45,00 €	€	2704,96
721006029	635,4	€	45,00 €	€	4264,70
108001009	1105,4	€	45,00 €	€	25753,92
721002101	688,2	€	45,00 €	€	4477,25
721009091	243,9	€	45,00 €	€	382,86
106019004	258,8	€	45,00 €	€	640,52
107001013	16,4	€	45,00 €	€	62,13
721001032	294,3	€	45,00 €	€	1611,57
107005001	6,7	€	45,00 €	€	51,21
721010001	8,4	€	45,00 €	€	95,96
720004002	23,8	€	45,00 €	€	65,75
721008009	423,9	€	45,00 €	€	3354,81
720002001	66,7	€	45,00 €	€	239,17
720005001	45,1	€	45,00 €	€	87,96
721002006	628,2	€	45,00 €	€	9051,87
106001031	110,6	€	45,00 €	€	302,74
720003003	20,8	€	45,00 €	€	144,26
721009155	183,1	€	45,00 €	€	585,97
108002025	407,2	€	45,00 €	€	3201,26
720008017	8,3	€	45,00 €	€	90,90
721009129	151,7	€	45,00 €	€	424,01
720007014	6,6	€	45,00 €	€	28,82
721002072	292,0	€	45,00 €	€	8208,98
108005023	1,7	€	45,00 €	€	23,90
720010003	9,6	€	45,00 €	€	129,96
108001008	3337,7	€	45,00 €	€	40851,65
108002018	628,6	€	45,00 €	€	2321,15
108004057	386,8	€	45,00 €	€	3356,43
106001033	250,4	€	45,00 €	€	255,56
108001007	513,1	€	45,00 €	€	17545,86

APÊNDICE X - ANÁLISE DA QUANTIDADE E VALOR DO STOCK ANTES E APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO DE STOCKS

Referência	Preço un.	SS	QEE	Stock médio pré-melhoria (em unidades)	Stock médio pós-melhoria (em unidades)	Diferença de stock médio (em unidades)	Diferença de stock médio (em valor)
108001006		71731	16520	99364	79991	-19373	96,87 €
108001007		16461	3049	8544	17986	9441	47,21 €
108001008		160836	8514	11467	165093	153626	921,76 €
108001009		13725	3407	15362	15428	66	0,33 €
108001012		114139	6193	5222	117236	112013	627,27 €
108001018		200	1042	1000	721	-279	3,29 €
108001025		312925	34075	260967	329963	68996	448,48 €
108001026		318947	29554	424663	333724	-90939	636,57 €
108001027		65642	9194	274489	70239	-204250	2 205,90 €
108001028		17755	3814	37017	19662	-17355	208,26 €
108001029		245	665	45750	577	-45173	1 228,70 €
108001045		7194	1409	10667	7898	-2768	29,07 €
108001054		769	427	237	983	746	82,05 €
108001089		10000	8951	50041	14476	-35565	71,13 €
108001105		200	1847	2685	1123	-1562	10,93 €
108001108		12978	3513	2500	14735	12235	90,54 €
108002018		1000	363	6924	1181	-5743	2 010,04 €
108002019		14802	1694	12310	15649	3338	46,07 €
108002020		7239	610	12848	7544	-5304	700,15 €
108002021		8027	474	7879	8264	386	94,47 €
108002022		15445	1676	20551	16283	-4267	469,39 €
108002025		3000	561	6900	3281	-3619	431,44 €
108002036		12355	1073	11244	12892	1647	247,10 €
108002065		5000	794	21243	5397	-15846	4 199,21 €
108003071		57	14	104	64	-41	246,20 €
108004002		8000	2468	38285	9234	-29051	1 191,11 €
108004005		30000	5747	186046	32874	-153172	2 450,75 €
108004017		6532	844	6889	6954	65	3,71 €
108004057		1000	576	4210	1288	-2922	300,97 €
108004061		100	216	44000	208	-43792	5 859,36 €
108005036		3671	413	12606	3877	-8729	1 047,43 €
108005039		200	783	-1005	592	1597	33,53 €
108005040		22997	1720	17278	23857	6579	714,47 €
720003026		500	241	8230	621	-7610	5 326,73 €
720003030		800	189	1681	895	-786	400,93 €
720012006		407	351	5639	582	-5057	556,22 €
721001026		3153	414	8165	3360	-4805	1 297,33 €
721001032		1000	239	10674	1120	-9555	3 248,56 €
721001035		910	1087	1	1454	1453	39,23 €
721001039		1104	310	20406	1259	-19147	4 557,00 €
721001046		414	153	16917	491	-16426	3 109,44 €
721001047		103	103	12206	154	-12051	2 263,23 €
721002003		1000	2495	20148	2248	-17901	127,09 €
721002006		1000	1167	11898	1584	-10314	237,23 €
721002008		3000	1324	12405	3662	-8743	358,46 €
721002011		3000	2138	16435	4069	-12367	173,13 €
721002013		250	1459	47000	979	-46021	1 150,51 €
721002026		16388	4172	11979	18473	6494	94,17 €
721002072		2103	1310	6605	2758	-3847	50,01 €
721002078		6991	508	24353	7246	-17107	2 843,25 €
721002101		1500	820	5571	1910	-3661	377,05 €
721005001		7000	1885	6825	7942	1118	37,55 €
721006010		1000	874	5000	1437	-3563	60,57 €
721006011		2000	2207	8448	3103	-5344	69,48 €
721006029		1000	791	3669	1395	-2273	238,26 €
721008009		500	596	2187	798	-1389	156,90 €
Total				1924725	1406810	-517914,75	- 46 470,20 €

ANEXO I - REQUISIÇÃO INTERNA



REQUISIÇÃO INTERNA

DE:

Obra:

Responsável:

PARA:

Dep. Aprovisionamento e Logística ☒

Armazém ☒

MATERIAIS				
DESIGNAÇÃO	QTD	DATA DE ENTREGA	ENTREGUE?	OBSERVAÇÕES
CONFORMETAL Canal 48	340ml	13-04-2022		
CONFORMETAL Montante 48	900ml	13-04-2022		
Parafusos 25	2000un	13-04-2022		
Parafusos 9.5	1000un	13-04-2022		
Buchas Taphit	2000un	13-04-2022		

EQUIPAMENTOS				
DESIGNAÇÃO	QTD	DATA DE ENTREGA	TEMPO ALUGUER (DIAS)	OBSERVAÇÕES

Quem solicita: _____

Data: 11-04-2022

Quem faz a expedição: _____

Data: ____/____/____

ANEXO II - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL STANDARD N(0,1)

<u>z</u>	<u>.00</u>	<u>.01</u>	<u>.02</u>	<u>.03</u>	<u>.04</u>	<u>.05</u>	<u>.06</u>	<u>.07</u>	<u>.08</u>	<u>.09</u>
<u>0.0</u>	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
<u>0.1</u>	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
<u>0.2</u>	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
<u>0.3</u>	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
<u>0.4</u>	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
<u>0.5</u>	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
<u>0.6</u>	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
<u>0.7</u>	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
<u>0.8</u>	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
<u>0.9</u>	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
<u>1.0</u>	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
<u>1.1</u>	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
<u>1.2</u>	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
<u>1.3</u>	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
<u>1.4</u>	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
<u>1.5</u>	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
<u>1.6</u>	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
<u>1.7</u>	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
<u>1.8</u>	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
<u>1.9</u>	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
<u>2.0</u>	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
<u>2.1</u>	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
<u>2.2</u>	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
<u>2.3</u>	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
<u>2.4</u>	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
<u>2.5</u>	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
<u>2.6</u>	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
<u>2.7</u>	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
<u>2.8</u>	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
<u>2.9</u>	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
<u>3.0</u>	0.00135									
<u>3.5</u>	0.000233									
<u>4.0</u>	0.0000317									
<u>4.5</u>	0.00000340									
<u>5.0</u>	0.000000287									